

Los trabajos incluidos en esta publicación conforman una visión sobre lo acontecido en diversos países de América Latina y el Caribe durante el continuo proceso de incorporación de las tecnologías de información y comunicación (TIC) en sus respectivos contextos.

Aquí están presentes las iniciativas y los conflictos técnicos, sociales y políticos, surgidos en el esfuerzo por alcanzar la apropiación de estas tecnologías para nuestros países y, claro está, las personas e instituciones que, desde la academia, las organizaciones de la sociedad civil, el sector público y las empresas privadas motorizaron aquellas iniciativas, con sus aciertos y fracasos.

Relatos testimoniales, documentos inéditos, investigaciones originales, enfoques heterodoxos, todo contribuye a que esta obra, en la que confluyen desde informáticos hasta historiadores, sea un verdadero acontecimiento en un campo moldeado habitualmente por la inmediatez de lo nuevo y el instantáneo olvido del pasado.

Estamos ante una publicación impulsada por un red de investigadores que trabaja en el tema desde el año 2008, nucleada en el Simposio de Historia de la Informática en América Latina y el Caribe (SHIALC) que hoy hace parte de la Conferencia Latinoamericana de Informática (CLEI).

Para Fundación Telefónica es motivo de particular orgullo hacer este reconocimiento a los protagonistas de esta intensa historia que aparecen a lo largo de los 23 artículos y a sus autores, provenientes de 9 países.

Si, como afirma el historiador Jacques le Goff, "el interés del pasado está en esclarecer el presente... sus posibilidades, su devenir", entonces podemos leer estos trabajos como aportes que, desde la diversidad de caminos recorridos, nos unen en el empeño de construir un futuro superior para nuestra región.

Historias de las TIC en América Latina y el Caribe: inicios, desarrollos y rupturas

Luis Germán Rodríguez Leal
Raúl Carnota



Historias de las TIC en América Latina y el Caribe:
inicios, desarrollos y rupturas



HISTORIAS DE LAS TIC EN AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE: INICIOS, DESARROLLOS Y RUPTURAS

HISTORIAS DE LAS TIC EN AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE: INICIOS, DESARROLLOS Y RUPTURAS

Luis Germán Rodríguez Leal
Raúl Carnota

Esta obra ha sido editada por Ariel y Fundación Telefónica, en colaboración con Editorial Planeta, que no comparten necesariamente los contenidos expresados en ella. Dichos contenidos son responsabilidad exclusiva de sus autores.

© **Fundación Telefónica, 2015**

Gran Vía, 28
28013 Madrid (España)

© **Editorial Ariel, S.A., 2015**

Avda. Diagonal, 662-664
08034 Barcelona (España)

© de los textos: Fundación Telefónica

© de la ilustración de cubierta: © Andrea Danti – Shutterstock

Coordinación editorial de Fundación Telefónica: Rosa María Sáinz Peña

Coordinación editorial de Fundación Telefónica Venezuela: Ana Vass

Luis Germán Rodríguez L. (Coord. General)

Raúl Carnota (Coord. Temático)

Selección de artículos de los Simposios de Historia de la Informática en América Latina y el Caribe: I SHIALC (Asunción 2010) y II SHIALC (Medellín 2012). Ambos realizados en el marco de las correspondientes ediciones de la Conferencia Latinoamericana de Informática (CLEI 2010 & CLEI 2012)

Comité Académico a cargo de la Selección:

Jorge Aguirre (Argentina), Juan Álvarez (Chile), Márcia Barros da Silva (Brasil), Raúl Carnota (Argentina), Ivan da Costa Marques (Brasil), Henrique Cukierman (Brasil), Regina Dantas (Brasil), Claudio Gutiérrez (Chile), Pablo Jacovkis (Argentina), Eduardo Nazareth Paiva (Brasil), Fabián Prieto (Colombia), Luis Germán Rodríguez Leal (Venezuela), María Urquhart (Uruguay), Jorge Vidart (Uruguay)

Esta obra se puede descargar de forma libre y gratuita en:

http://www.fundaciontelefonica.com/arte_cultura/publicaciones-listado/

ISBN: 978-980-271-528-2

"Historias de la Informática en América Latina y el Caribe: inicios, desarrollos y rupturas" por Fundación Telefónica se encuentra bajo una Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-SinObraDerivada 4.0 Internacional.
www.fundaciontelefonica.com

Índice

Presentación

Pedro Cortez

Presidente Telefónica Venezuela y Fundación Telefónica Venezuela XV

Prólogo

Dora Barrancos XVII

Introducción

Raúl Carnota y Luis Germán Rodríguez Leal XIX

1. Para hacer una historia de la informática en América Latina

Márcia Regina Barros da Silva 1

1.1 Introducción 2

1.2 Discusión 2

1.3 Informática en América Latina 4

1.4 Consideraciones finales 8

2. Hacia una historia de la computación en Colombia

Manuel Dávila Sguerra 11

2.1 Antecedentes y alcances de esta publicación 12

2.2 Érase una vez, en 1957... 12

2.3 De los tubos a los transistores 14

2.4 La era de los microcomputadores: 1980 15

2.5 Asociación Colombiana de Ingenieros de Sistemas (ACIS) 17

2.6 La Red de Decanos y Directores de Ingeniería de Sistemas y Afines (Redis): desde el año 2002 19

2.7 Proyectos del gobierno desde el año 2000 20

2.8 La maratón mundial de programación de computadores: vigente por 36 años 20

2.9 Asociaciones orientadas a la industria del software desde 1987 21

2.10 El software libre desde los años 90 21

2.11 Conclusiones 22

3. Sesenta años de informática en Cuba: la visión de un protagonista

Lázaro J. Blanco Encinosa 23

3.1 Introducción 24

3.2 Fuentes informativas y métodos de investigación utilizados 24

3.3 Etapa preinformática y prerrevolucionaria: desde 1920 aproximadamente a 1959 25

3.4 Los primeros pasos experimentales: desde 1960 a 1970 26

3.5 Minicomputadoras y *mainframes* en acción: desde 1971 a 1985 27

3.6 Llegada masiva de la microinformática: desde 1986 a 1994 37

3.7 Las redes informáticas y los sistemas gráficos: desde 1995 al inicio del siglo XXI.. 42

3.8 La apropiación popular y personal de la informática 50

3.9 Unas palabras finales 52

3.10 Anexo: Algunas aplicaciones informáticas cubanas 53

4. Inicios, consolidación y expansión de la computación en Chile (1961-1982)	
<i>Juan Álvarez y Claudio Gutiérrez</i>	55
4.1 Introducción	56
4.2 Etapa 1: primeros computadores (1961-1965)	56
4.3 Etapa 2: convergencia y consolidación (1966-1975)	58
4.4 Etapa 3: expansión (1976-1982)	61
4.5 Conclusiones	62
5. El B-205 en la PUC-Río: historia y memoria de la primera computadora empleada en una universidad brasileña	
<i>Margarida de Souza Neves, Silvia Ilg Byington y Arndt von Staa</i>	65
5.1 Introducción	66
5.2 El Burroughs Datatron 205	67
5.2.1 «Ensueño y trabajo»	67
5.2.2 Aventuras de la computadora de Batman en la universidad	71
5.3 El B-205 en la PUC-RIO: memoria e historia	76
5.3.1 Historia, memoria y reliquias	76
5.3.2 El B-205 y los retos de una memoria distinta de aquella del universo de la informática	77
5.4 Un objeto icónico	81
6. El primer computador universitario en Chile: El hogar desde donde salió y se repartió la luz	
<i>Juan Álvarez y Claudio Gutiérrez</i>	85
6.1 Introducción	86
6.2 El ambiente previo (1958-1961)	87
6.2.1 Computación analógica	87
6.2.2 El Centro de Computación (CEC)	88
6.2.3 Adquisición del ER-56	89
6.2.4 Preparación	89
6.3 Instalación y presentación del ER-56 (1962-1963)	90
6.3.1 Capacitación en Alemania	90
6.3.2 Instalación	91
6.3.3 Actividades de difusión	92
6.3.4 El «cerebro electrónico» en la prensa	93
6.4 Utilización del Lorenzo (1962-1966)	95
6.4.1 Proyectos	95
6.4.2 Tarifas	96
6.4.3 Perfeccionamiento	96
6.4.4 Docencia	97
6.4.5 Carrera de «computación»	97
6.4.6 Desarrollo de lenguajes de programación	98
6.4.7 Evolución del Centro de Computación	98
6.5 Conclusiones	100
6.6 Anexos	100

7. Sobre personajes, instituciones y palabras. La Sociedad Argentina de Cálculo en su primera etapa (1960-1962)	
<i>Raúl Carnota y Carlos Borches</i>	105
7.1 Introducción	106
7.2 La Fundación de la Sociedad Argentina de Cálculo	109
7.3 El boletín de la primera SAC (1960-1962)	110
7.3.1 Las Jornadas Nacionales de Cálculo	113
7.3.2 El fin de los boletines...y de la primera SAC	113
7.4 Texto y contexto del boletín de la SAC	114
7.5 Personajes e instituciones	117
8. Inicios de los estudios de computación en Venezuela y sus circunstancias	
<i>Marta Sananes</i>	121
9. Fulgor y ocaso de Ceuns. Una apuesta a la tecnología nacional en el sur de Argentina	
<i>Raúl Carnota y Ricardo Rodríguez</i>	127
9.1 Introducción	128
9.2 Los contextos de surgimiento de Ceuns	129
9.2.1 Computadoras de «bajo costo»: ¿comprar o construir?	129
9.2.2 La introducción de la computación en Argentina	130
9.2.3 La renovación universitaria y la Universidad Nacional del Sur	131
9.2.4 Antonio Monteiro y la Escuela de Matemática de Bahía Blanca	132
9.2.5 La formación del Seminario y el Laboratorio de Computación	133
9.3 El proyecto Ceuns	134
9.3.1 La experiencia de Manchester y la formulación de Ceuns	134
9.3.2 Puesta en marcha del proyecto Ceuns	136
9.3.3 Comienzan las dificultades	137
9.3.4 «Asesores matemáticos» y desarrolladores de software	138
9.3.5 Primer logro del proyecto Ceuns	139
9.3.6 Un punto de inflexión en 1962	140
9.3.7 Un largo ocaso	140
9.3.8 Los desarrollos teóricos del grupo de electrónica	141
9.3.9 La computación en la UNS en los años que siguieron	142
9.4 Discusión y conclusiones	143
9.4.1 El cambio del contexto político	143
9.4.2 La aceleración del cambio tecnológico	144
9.4.3 Sinergia entre matemáticos y electrónicos	144
9.4.4 El Ceuns y las «historias oficiales»	145
9.4.5 Algunas consideraciones finales	145
10. Sobre los orígenes de la computación en México	
<i>Daniel Ortiz Arroyo, Francisco Rodríguez Henríquez y Carlos A. Coello Coell</i>	147
10.1 Los orígenes	148
10.2 La computación en México: los primeros años	149
10.3 Computadoras mexicanas	153
10.3.1 Computadora heterárquica de procesamiento paralelo	154

10.3.2	Computadoras desarrolladas en la BUAP	157
10.4	Sistema de Múltiples Usuarios (SMU)	158
10.5	Sistema CP-UAP	159
10.6	La computadora Turing-850	159
10.6.1	La computadora IPN E-16	162
10.6.2	Otras computadoras mexicanas	165
10.6.3	Resumen de las características de las computadoras mexicanas.....	165
10.7	Conclusiones	166
11.	El Centro de Computación de la Universidad de la República, Uruguay (1966-1973): un Instituto Central del plan Maggiolo	
	<i>Sergio Nesmachnow</i>	167
11.1	Introducción.....	168
11.2	El plan Maggiolo y los institutos centrales de investigación.....	168
11.3	La creación del Centro de Computación de la Universidad de la República.....	171
11.4	El Centro de Computación: un instituto central del plan Maggiolo.....	172
11.5	Conclusiones.....	177
12.	Fundación, retos y primeros logros de la Escuela de Ciencias de la Computación e Informática	
	<i>Marta Eunice Calderón Campos</i>	179
12.1	Introducción.....	180
12.2	Contexto previo a la fundación de la ECCI.....	181
12.3	Fundación de la ECCI.....	182
12.4	El nuevo programa en Computación e Informática.....	183
12.5	Equipo computacional de apoyo a la carrera	186
12.6	Integración de los estudiantes	187
12.7	Consolidación del cuerpo docente	188
12.8	Selección de área y facultad	189
12.9	Primeros graduados	191
12.10	Programas de informática en sedes regionales	192
12.11	Extensión social y logros durante los primeros años.....	192
12.12	Conclusiones.....	194
13.	La construcción de mercados tecnológicos: redes locales en Brasil (1970-1995)	
	<i>Rodney Ferreira de Carvalho</i>	195
13.1	Introducción.....	196
13.1.1	La tecnología.....	196
13.1.2	Notas metodológicas	197
13.2	Los mercados de tecnología	199
13.2.1	Mercados de informática.....	199
13.2.2	El mercado de informática en el Brasil de los años ochenta.....	201
13.2.3	La influencia de las normas técnicas.....	204
13.2.4	Fabricantes y usuarios	208
13.3	Una polémica se torna un incidente crítico.....	210
13.4	Conclusión	213

14. El Brasil y sus ridículos tíranos: 1979/1980. Tecnología de minicomputadores y la historia de los indios	
<i>Ivan da Costa Marques</i>	215
14.1 Resumen.....	216
14.2 Breve visión panorámica de la informática en Brasil en las décadas de 1970/1980	216
14.3 El slide <i>show</i> perdido	220
14.4 Un personaje semiótico	221
14.5 La pérdida del <i>ethos</i> democrático.....	223
14.6 Entre muchos, dos desafíos	225
14.7 La extinción de la comunidad de informática y de la Capre	225
14.8 Apéndice.....	226
14.8.1 Computadores, Tecnología e Sociedade: História dos Índios	226
15. La Cobra tuvo una partitura: un proceso de software en el desbordamiento de los modelos «universales»	
<i>Cássio Adriano Nunes Teixeira y Henrique Luiz Cukierman</i>	229
15.1 Introducción.....	230
15.2 Autonomía tecnológica en informática: el discurso dentro del discurso.....	231
15.3 El proceso de software finalmente.....	237
15.3.1 Conocimiento situado: espiando una de las «microempresas».....	240
15.4 Conclusión	242
16. Testimonio de una vida entretrejida con la Política Nacional de Informática (1970 a 1990)	
<i>Jorge Monteiro Fernandes</i>	243
16.1 Introducción: espíritu del tiempo.....	244
16.2 El O/32 de la IBM: la «volteada de mesa» en el Planalto.....	244
16.3 El SOX, inversiones conjuntas entre Brasil, China y Rusia: la presión norteamericana	247
16.4 Desarrollo nacional. Algunos eventos inusitados.....	248
16.5 Origen de la Secretaría Especial de Informática (SEI).....	249
16.6 La dimisión de Octávio Genari.....	250
17. Una red, un día: antes de Internet en Argentina (1985-1994)	
<i>Federico Novick</i>	253
17.1 Introducción.....	254
17.2 Un Departamento.....	254
17.3 Exactas.....	255
17.4 Cancillería	258
17.5 De Exactas a Cancillería y al Mundo.....	260
17.6 Otras redes.....	265
17.6.1 CNEA.....	265
17.6.2 Recyt.....	266
17.6.3 Red de salud	268
17.6.4 Retina	269
17.7 Conclusión	270

18. La batalla de los protocolos de redes de computadores al final del siglo XX	
<i>Marcelo Sávio Carvalho, Henrique Luiz Cukierman e Ivan da Costa Marques</i>	273
18.1 Introducción.....	274
18.2 El «x» de la cuestión.....	275
18.3 Un nuevo orden mundial	277
18.4 Un nuevo <i>round</i> en la batalla de los protocolos.....	282
18.5 El colapso final del modelo OSI	286
18.6 Conclusión	288
19. Historia de vida de tres mujeres pioneras de la computación en Costa Rica	
<i>Marta Eunice Calderón y Gabriela Marín</i>	291
19.1 Introducción.....	292
19.2 Trabajos relacionados y metodología	292
19.3 La fundadora del Centro de Cálculo Electrónico.....	293
19.4 La primera profesora y mujer directora de Ciencias de la Computación	297
19.5 La primera mujer graduada de Ciencias de la Computación.....	301
19.6 Conclusiones.....	304
19.7 Anexo: Instrumentos utilizados.....	305
20. Evolución de la enseñanza de la informática y las TIC en la escuela media en Argentina en los últimos 35 años	
<i>Viviana Cotik</i>	309
20.1 Introducción.....	310
20.1.1 Acerca de la educación preuniversitaria en general	311
20.1.2 Acerca de la educación en computación	312
20.2 Situación de la industria y de la importación en los últimos años	313
20.3 Cambios en la política educativa nacional.....	314
20.3.1 Educación en la escuela secundaria en Argentina entre las décadas de los 50 y de los 80	314
20.3.2 Ley Federal de Educación (N° 24.195)	315
20.3.3 Ley Nacional de Educación (Ley N° 26.206)	316
20.4 Cronología de acontecimientos destacados.....	317
20.5 Educación en informática en la escuela media.....	324
20.5.1 El equipamiento informático en las escuelas de educación básica y media entre los años 2003 y 2006	324
20.5.2 Evolución de la educación informática en la escuela media	326
20.5.3 Una computadora por estudiante	330
20.6 Conclusiones.....	335
21. Ha muerto la escuela, ¡viva la escuela! De la Escuela Superior Latino Americana de Informática a la Escuela de Verano de Ciencias Informáticas de Río Cuarto	
<i>Jorge Aguirre</i>	337
21.1 Introducción.....	338
21.2 Singular inicio de esta historia.....	338
21.3 El contexto político en que se crea la ESLAI.....	339

21.4	Los proyectos para lograr el dominio de las nuevas tecnologías por parte del gobierno de Raúl Alfonsín.....	340
21.5	Diseño de la ESLAI	340
21.6	Resultados de la ESLAI	342
21.7	Cambios producidos por la renovación democrática de 1989	343
21.8	Intentos de defensa de la ESLAI	343
21.9	El proyecto de apertura de carreras de Informática del Departamento de Matemática de la Universidad Nacional de Río Cuarto	344
21.10	Renace la idea de crear una escuela de informática	345
21.11	La Escuela de Verano en Ciencias Informáticas de la Universidad Nacional de Río Cuarto	346
21.12	Contribuciones de las escuelas de verano al desarrollo del Departamento de Computación de la UNRC.....	346
21.13	Punto de encuentro de la ESLAI y las Escuelas de Verano de Río Cuarto	347
21.14	Obtención de un premio nacional.....	349
21.15	Conclusiones.....	349
22.	JIAP, 20 años como difusor de tecnología	
	<i>Luis Amil, Carlos Gera, Carlos Beiro y Juan Piaggio</i>	351
22.1	Introducción.....	352
22.2	JIAP: ficha técnica	353
22.3	Entorno histórico tecnológico	355
22.4	Evolución de Uruguay.....	357
22.5	Los hechos de la historia	359
22.6	La visión de los fundadores	364
22.7	Los horizontes	366
23.	Los orígenes de la Conferencia Latinoamericana de Informática y del Centro Latinoamericano de Informática (CLEI)	
	<i>Aldo D. Migliaro</i>	369
23.1	Introducción.....	370
	23.1.1 En lo académico	370
	23.1.2 En lo tecnológico.....	371
	23.1.3 En cuanto a las conferencias de informática: estado del arte de la época.....	371
23.2	La génesis de la Conferencia Latinoamericana y su desarrollo (1973-1979).....	372
23.3	Creación del Centro Latinoamericano de Estudios de Informática (CLEI) en 1979	375
23.4	El desarrollo y la continuidad de la Conferencia Latinoamericana de Informática (1980-1984).....	376
23.5	Conclusiones.....	379
23.6	Anexo: Declaración de Viña del Mar. Décima Conferencia Latinoamericana de Informática. Chile, 1984	381
	Bibliografía	383
	Perfiles de los autores	405

Reseñas curriculares

Raúl Carnota

Es Licenciado en Matemática de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales de la Universidad de Buenos Aires (FCEN-UBA) y Magíster en Epistemología e Historia de la Ciencia por la Universidad Nacional de Tres de Febrero (UNTREF). Fue investigador en el área de Inteligencia Artificial. Participó entonces, junto a colegas de Ciencias de la Computación y de la Facultad de Filosofía y Letras, de un proyecto interdisciplinario en Lógicas No Monótonas, Teoría de Cambio de Creencias y sus aplicaciones a Sistemas Expertos. En ese período fue Profesor Adjunto Regular de la FCEN-UBA, investigador en Inteligencia Artificial y Sistemas Expertos en el Programa Argentino-Brasileño de Informática (PABI), Profesor visitante en el Instituto de Lógica, Filosofía e Teoría da Ciência (ILTC-Niteroi-Brasil) y dictó cursos en diversas Universidades de Argentina y Brasil. En el campo de la IA es coautor de dos libros, ha publicado numerosos trabajos, orientado tesis y dirigido la construcción de Sistemas Expertos para diversas instituciones.

Posteriormente, se volcó hacia la Historia de la Ciencia y la Tecnología con énfasis en la Informática. Actualmente codirige, junto con Jorge Aguirre, el Proyecto SAMCA- SALvando la Memoria de la Computación Argentina (www.proyectosamca.com.ar), constituido en 2007 sobre la base del apoyo institucional de la Universidad Nacional de Río Cuarto (UNRC) y del Ministerio de Ciencia y Técnica de la Provincia de Córdoba. Este grupo fue el primero en el ámbito académico argentino en realizar un rescate sistemático de la historia de la disciplina en el país y en la región y fue el promotor de la constitución de una red latino-americana de investigadores en la historia social de la disciplina que, con el apoyo del CLEI, viene realizando los Simposios de Historia de la Informática en América Latina y el Caribe (SHIALC).

Ha compilado, en colaboración con Jorge Aguirre, el libro *Historia de la Informática en América Latina y el Caribe: Investigaciones y Testimonios* y, junto a Carlos Borches, el libro *Sadosky por Sadosky*, sobre la vida y pensamiento del principal promotor de la computación en el Río de la Plata. Fue organizador del Programa de Festejos por el medio siglo de la primera computadora científica argentina en 2011 y es miembro del Comité de Programa del SHIALC desde su primera edición. Es autor de seis capítulos en libros, del contenido de la serie de TV "Clementina" (que rescata los inicios de la computación en el país) y de trabajos en *proceedings* y revistas. Posee, además, una extendida trayectoria como consultor en desarrollo de software. Participa del Consejo de Administración de la Fundación Sadosky (www.fundacionsadosky.org.ar) y es investigador en el Programa de Historia de la FCEN-UBA.

Luis Germán Rodríguez Leal

Licenciado en Computación, Universidad Central de Venezuela (UCV). Postgrados en Ciencias de la Computación Universidad Simón Bolívar (Venezuela) y London School of Economics and Political Science (Reino Unido).

Profesor de la Universidad Central de Venezuela. Su área de investigación y docencia es tecnologías de información y comunicación para el desarrollo con una amplia trayectoria docente en pregrado y postgrado. Miembro del Comité Gerencial e investigador del proyecto “Gestión del Conocimiento en la UCV”.

Actualmente es Asesor Estratégico de Educación y Publicaciones de Fundación Telefónica Venezuela desde donde ha participado en varios proyectos y coordinado varios libros.

Consultor en desarrollos TIC y evaluación de impacto del uso de estas tecnologías para varias organizaciones. Entre estas vale mencionar el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD), la Comunidad Andina de Naciones, United Nations Institute for Training and Research (UNITAR), Registro de Direcciones de Internet Para América Latina y Caribe (LACNIC), Internet Society y en Venezuela el Ministerio de Ciencia y Tecnología, Banco Central de Venezuela y varias otras instituciones.

Consultor de la Fundación Redes y Desarrollo (Funredes) organización no-gubernamental regional dedicada a proyectos en TIC para el desarrollo. Fue miembro del equipo coordinador de los proyectos Metodología e Impacto Social de las TIC en América (Mística) y Observatorio Latinoamericano de las TIC en Acción (Olística).

Fue Coordinador Nacional y posteriormente Presidente-Fundador de la Red Académica de Centros de Investigación y Universidades Nacionales (REACCIUN), primer proveedor de servicios de Internet en Venezuela. Fue Director de la Escuela de Computación de la Facultad de Ciencias de la UCV. Fue Consultor del Centro de Transferencia de Tecnología (CTT), empresa latinoamericana integradora de servicios de educación.

Frecuentes participaciones como invitado en foros y conferencias internacionales sobre el uso de las TIC como instrumento de desarrollo. Autor de varios artículos publicados en libros y revistas reconocidas sobre las TIC y su inserción en diversos contextos organizacionales y sobre el desarrollo de la Internet en América Latina.

Presentación

Pedro Cortez

Presidente de Telefónica Venezuela y Fundación Telefónica Venezuela

La mayoría de los seres humanos suele pensar que los recursos relacionados con las Tecnologías de Información y Comunicación (TIC) siempre han estado cerca de nosotros. Lo cierto es que el mundo ha evolucionado con logros y desaciertos, pero siempre con la certeza de que el futuro sería mejor para todos.

Los avances se han producido después de ensayos, pruebas, retrocesos y avances. La radio significó una revolución en su momento, cuando todo lo que ocurría en el mundo llegaba por el oído. Después apareció la sorpresa de la imagen en movimiento, algo que nuestros ojos disfrutaron desde el primer día como una revelación inimaginable.

Las pantallas en una época sólo servían para disfrutar las historias que nos contaban la televisión y el cine, sin advertir en aquellos años cincuenta del siglo pasado que en el futuro podríamos revisar correos electrónicos y jugar juegos de video desde una pantalla de teléfono en la muñeca.

Lo que nunca debemos perder de vista es que detrás de los primeros computadores, aquellos *main-frames* que aparecieron a mediados del siglo pasado, hasta los dispositivos móviles, cada vez más versátiles y ubicuos, hay una legión de personas que trabajan todos los días para hacer mejor nuestras vidas y convertir en realidad ideas que antes sólo eran posibles en novelas de ciencia ficción. Sin ellos el mundo moderno sería diferente y quizás monótono.

Mujeres y hombres de todas partes han impulsado el desarrollo tecnológico de nuestros países. Pioneros, visionarios, emprendedores, técnicos, obreros sistemáticos, con tenacidad para convertir en realidad los proyectos complejos.

Fundación Telefónica Venezuela siente particular orgullo en editar la publicación electrónica *Historias de las TIC en América Latina y el Caribe*, quinto título venezolano de la Colección Fundación Telefónica-Ariel, que registra el impacto de las TIC en diferentes ámbitos.

Con esta obra reconocemos el invaluable trabajo que realizaron los organizadores de los tres Simposios de Historia de la Informática de América Latina y el Caribe (SHIALC), efectuados hasta la fecha. Son ellos el verdadero motor de este tributo y los que han hecho posible que podamos conocer semejante evolución a través de este libro digital. A todos ellos mi reconocimiento.

Prólogo

Dora Barrancos

Hace ya algún tiempo, el grupo argentino impulsor de la iniciativa de realizar la historia del desarrollo de la informática me invitó a acompañarlo en la aventura, y de modo temerario me entusiasmé con el desafío. Provengo de la sociología y de la historia, y aunque había merodeado la cuestión historiográfica de la divulgación de las ciencias a inicios del siglo XX, a propósito de la saga del socialismo —agencia que fue singular en un doble sentido, en el de «creer» en la ciencia, y en el de promover a las clases subalternas alcanzándoles conocimiento científico—, la empresa de investigar la evolución de la informática, tanto la de fuste académico como la que se envolvía con dimensiones aplicadas de múltiples inserciones, revelaba ángulos completamente provocativos.

La historia de la ciencia ha tenido notables oficiantes tanto en el continente europeo como en el nuestro, y también fuertes rupturas epistemológicas. A grandes rasgos, desde mediados del siglo pasado, esa historia tomó dos grandes rumbos, a saber: mientras la historia anglosajona se empeñó en la convicción de que la transformación científica obedecía a fuertes condicionantes sociales, porque era el marco social contextual el determinante de su contenido, una parte significativa de la tradición francesa se adhirió a la noción de que la ciencia se debía a sus propios imperativos internos. Fue especialmente entre 1950 y 1970 que «externalistas» e «internalistas» debatieron sobre las condiciones de posibilidad de una historia del conocimiento científico. Para estos últimos, de mano de las nociones del conocido filósofo de la ciencia Gaston Bachelard y refrendadas por la escuela de Georges Canguilhem, se trataba de mostrar los cambios en materia de *objetos historiográficos*, completamente diversos según temporalidades, aunque se tratara del curso de una misma disciplina, dado que en rigor eran los conceptos científicos los que cambiaban, haciendo casi irreconocibles las «etapas antecedentes». Se tornó célebre la apreciación de Bachelard para quien el actual concepto de energía nada tenía que ver con la luz de las cavernas. Por el contrario, para los historiadores eminentemente «sociales» de la ciencia era menester dar cuenta de la acumulación habida a lo largo de los tiempos, de ahí la importancia de cada ciclo antecesor. Desde luego, no se trataba solo de la dimensión histórica de las transformaciones en cada una de las especialidades científicas, sino de la concepción misma de la historia que les concernía.

Tengo la impresión de que el debate entre los núcleos más duros de ambas corrientes cedió paso a una tercera posición que acabó por nutrirse de elementos que tributaban diferencialmente a cada una de ellas. Creo que la poderosa corriente denominada «constructivismo», que ha puesto a las ciencias en el lugar de las propias creaciones sociales, al desmitificar las condiciones de creación de los conceptos y sacudir la antigua prerrogativa del fórceps epistemológico, también ha contribuido a una nueva intersección entre ciencia y sociedad. Desde luego, es un lugar común que la historia de la ciencia tiene por objeto algo diferente de los objetos que la constituyen, pero en todo caso ni los objetos de la ciencia ni los de la historia pueden revelarse por fuera de determinados cursos societales. Esta noción involucra un enorme arco de gravitación que actúa sobre la producción científica y sus derivas tecnológicas.

Los trabajos sobre historia de la informática que aquí se presentan se caracterizan por conversaciones con los contextos sociales, culturales y políticos que enmarcaron su desarrollo. Abrevan con comodi-

dad tanto en la modificación de los conceptos ideados por ese dominio científico y sus aplicaciones en otros saberes, como en los usos sociales hechos posibles gracias a los aparatajes de computación, alcanzando también a los multifacéticos campos de las tecnologías de información y comunicación (TIC) gracias a los notables cambios de los soportes tecnológicos. Si desde mi perspectiva *todas las ciencias son sociales* —con lo que doy cuenta de mi abono a la causa constructivista— porque no hay un solo pensamiento que no venga «del lado de afuera», como aseguraba Gilles Deleuze, el desarrollo acuciante de la informática se tornó una muestra excepcional de la naturaleza social de las invenciones. Ciencia-herramienta debido a su incontenencia aplicativa —tal como estos ensayos ponen en evidencia—, ariete de una inmensa economía de acciones que se interceptan con la vida cotidiana, su historia en América Latina revela el movimiento de diástole y sístole de su implantación a mediados del siglo xx. Si hay una arqueología común de sus equipamientos (lamentablemente desguazados en la mayoría de los casos y, sin duda, con peor suerte que los dinosaurios), también hay un suelo común de «sensibilidades utilitarias» que forzaron los resultados de quienes se ocupaban de los modelos científicos, forjando un entrañable vínculo (no exento de tensiones) sobre todo entre la ingeniería electrónica, la matemática y la lingüística.

En buena parte de los trabajos aquí expuestos asoman las condiciones políticas contextuales de nuestra región en la época de implantación de la informática. Pero las situaciones nacionales son diversas. Es evidente que algunos países de la región vivieron condiciones sociales y políticas menos adversas, y se enfrentaron con los nuevos desafíos científicos y técnicos en circunstancias complejas, pero con mayores grados de libertad. En el caso de Brasil y Argentina se trató del paisaje común de dictaduras poco dispuestas a conversaciones con quienes se dedicaban al trabajo científico, y muy desconfiadas de que las corporaciones pusieran en jaque los designios autoritarios. Hay escenas francamente delirantes en esa paranoia por el conocimiento. Pero urgidos por la necesidad de obtener medios tecnológicos que permitieran perfeccionar el control de las cosas y las personas, no puede sorprender que esos Estados «burocrático-autoritarios», en la caracterización que debemos a Guillermo O'Donnell, posibilitaran el desarrollo de la ciencia computacional en América Latina. Sin duda, el pragmatismo de Brasil destella en materia de mejores articulaciones con los nuevos dominios del conocimiento.

No hay dudas de que la iniciativa de hace algunos años, el empeño memorioso que unió a quienes se fijaron como obligación narrar lo acontecido «en primera persona» por haber sido parte de la historia, sumando a un gran número de entusiastas de doble condición (porque abundan quienes no han dejado de investigar «tópicos informáticos», mientras incurren en labores historiográficas), ha dado ya varios resultados encomiables. Además de las oportunidades de debate suscitadas en diversos encuentros en congresos —y en gran medida azuzados por sus entreveros—, esta nueva obra ve la luz con contribuciones de enorme valor. Estoy segura de que además del significado ínsito que tiene el conocimiento del pasado de la especialidad, del estímulo a la propensión de renovar los acervos con el acicate de lo pretérito, este libro de historia tiende un puente entre los saberes «duros» y los «blandos», una diferencia anacrónica pero subsistente. La Ciencia es una creación cultural de extraordinaria preeminencia, y su desdoblamiento tecnológico se imprime como una radical e inescindible naturaleza social. Su memoria es una obligación no solo académica, sino una exigencia de la condición humana.

Introducción

Raúl Carnota y Luis Germán Rodríguez Leal

Pensar en la informática ha sido y es pensar en un campo joven y volcado al futuro. Una trayectoria tecnológica recorrida al compás de innovaciones radicales y disrupciones autorizan a hacerlo. Por lo tanto puede sonar paradójico realizar investigaciones y recuperar testimonios acerca de la historia de la informática. Tal vez podría parecer menos extraño si nos propusiéramos hacer la historia de la sucesión de artefactos novedosos (máquinas y programas para simplificar) que revolucionan frecuentemente nuestra cotidianeidad o rescatar las biografías de sus creadores. Pero no sería el caso de unas historias centradas en Latinoamérica que, en términos generales, ha sido como región un espectador de la revolución tecnológica de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) y un adoptante, por lo común tardío, de sus resultados, productos y tecnologías.

¿Para qué hacer nuestra historia de la informática latinoamericana?

En consecuencia, si queremos comprender el porqué de este libro, deberemos formularnos la pregunta que intenta responder la historiadora de la ciencia brasileña, Márcia Barros Da Silva en el artículo que abre esta compilación: *¿por qué hacer la historia de la informática en América Latina?* Márcia cita al prestigioso historiador Jacques Le Goff cuando afirma, distanciándose tanto de un escepticismo radical sobre la posibilidad de conocer el pasado como de la ilusión de conocer «aquello que realmente sucedió», que «el interés del pasado está en esclarecer el presente; el pasado es alcanzado a partir del presente»¹.

Este punto de partida le lleva a formular las siguientes reflexiones acerca de por qué y cómo contar la historia:

Contar para sublinhar a importância de se organizar uma memória histórica coletiva sobre determinada área, para transmitir a informação do já vivido, para desenhar um projeto de não esquecimento, para propor que se realizem novos projetos. E esse esforço só se justifica porque estaremos fazendo uma história que é a nossa, a do presente e dos planos futuros. A história não é do passado, mas sempre do presente e das suas possibilidades, do seu devir; daquele instante fugaz que dá forma ao passado e ao futuro... O futuro será derivado do que conservarmos do nosso passado e presente. Parece óbvio, mas devemos perceber o quanto somos responsáveis pelas escolhas sobre o que contamos, já que como vimos não há uma única realidade, cronológica, temporal, verdadeira, mas sim um conjunto de memórias, lembranças, testemunhos, narrativas construídas com a intenção de se estabelecer como aquela história, verdadeira, ocorreu.²

1. Jacques Le Goff. *História e memória*. Edic. Orig. 1924. Tomado de *História e memória* / Jacques Le Goff; Campinas, SP Editora da UNICAMP, 1990. Pág.15.

2. «Contar para subrayar la importancia de reorganizar una memoria colectiva sobre determinada área, para transmitir la información de lo ya vivido, para diseñar un proyecto contra el olvido, para proponer que se realicen nuevos proyectos. Y ese esfuerzo sólo se justifica porque estaremos haciendo una historia que es la nuestra, la del presente, la de los planes futuros. La historia no es del pasado sino siempre del presente y de sus posibilidades, de su devenir, de aquel instante fugaz que da forma al pasado y al futuro... El futuro se derivará de lo que conservamos de

XX

Esta intención de hacer la historia para el presente y el futuro es explícita en varios de los trabajos aquí publicados. Como cuando se hace la reconstrucción del proceso de desarrollo de software de la empresa brasileña COBRA y sus autores concluyen que

O que se quer aqui destacar é a possibilidade de estabelecer métodos locais, em oposição a métodos «universais».³

O cuando, en otro artículo del libro, sus autoras rescatan la trayectoria de mujeres pioneras de la computación en su país, preocupadas por una imagen masculina de la profesión:

Nuestro interés es rescatar el legado de las mujeres en un campo considerado por muchos como mayoritariamente masculino.⁴

Cabe aclarar que estas reflexiones nada tienen que ver con alguna variante de determinismo histórico. Si conocer el pasado influye sin duda en los caminos que seleccionemos hacia delante esto no niega y, por el contrario, nos habilita a ser disruptivos, innovadores, abrir el paso a nuevos derroteros. Es parte del encanto de revisar la historia y en este terreno, el de las tecnologías de información y comunicación, el reto es particularmente cautivante.

Siguiendo nuevamente a Márcia, hacer historia significa:

Contar para o presente, para movimentar o passado e assim constituir uma identidade própria, individual e também coletiva para nossas atividades. Neste caso para pensarmos qual é a história da informática que queremos preservar ou mais especificamente no caso latino-americano, quais histórias ainda não realizadas da informática queremos inaugurar.⁵

La actual globalización puede inducir a creer que los límites nacionales o regionales son rémoras del pasado y solamente existen en los mapas. Sin embargo, esta es una peligrosa ilusión. Incorporar (y crear) las nuevas tecnologías que mejor se adecuen a nuestras realidades, es impensable sin preservar nuestros valores culturales e identitarios; sin reconocernos en las complejas trayectorias que nos han llevado, a cada nación y a la región toda, al punto en que nos hallamos. De ahí el rol estratégico de la investigación histórica para que nos ayude aun en el caso de una tecnología tan «global» como la informática.

«Reconstruir la Historia de la Informática en América Latina es un aporte de gran relevancia; porque nos permite oír la voz de los pioneros comentando sus aciertos, sus errores y sus sueños, porque da lugar al (re)cono-

nuestro pasado y nuestro presente. Parece obvio, pero tenemos que percibir hasta dónde somos responsables por las elecciones que hacemos respecto a lo que contamos, ya que —como vimos— no hay una única realidad, cronológica, temporal, verdadera, sino un conjunto de memorias, recuerdos, testimonios, narrativas, construidas con la intención de establecer cómo ocurrió la verdadera historia». Márcia Barros da Silva. «Para hacer una historia de la informática en América Latina». En este volumen.

3. «Lo que se quiere destacar aquí es la posibilidad de establecer métodos locales en contraposición a los métodos "universales"». Cássio Adriano Nunes Teixeira y Henrique Cukierman. «La Cobra tuvo una partitura». En este volumen.
4. Marta Calderón y Gabriela Marín. «Historia de vida de tres mujeres pioneras de la computación en Costa Rica». En este volumen.
5. «Narrar para el presente, para movilizar el pasado y así constituir una identidad propia, individual y también colectiva para nuestras actividades. En este caso para que pensemos cuál es la historia de la informática que queremos preservar o, más específicamente en el caso latinoamericano, cuáles historias aun no realizadas de la informática queremos inaugurar». Barros da Silva. Op. Cit.

cimiento de experiencias fundamentales que posibilitan la reflexión crítica y autocrítica que podrá alumbrar el camino hacia el futuro, y sobre todo porque, como reza el proverbio mapuche, «es bueno mirarse en la propia sombra».⁶

Un vacío que empieza a llenarse

Hasta hace unos pocos años sólo se encontraban escasísimos trabajos que abordaran la historia de la informática en la región y que poseyeran cierto rigor en la presentación de los temas, el trabajo de fuentes y el sustento de hipótesis explícitas. La única excepción era el caso del Brasil, hecho atribuible a la rica experiencia vivida en este país entre mediados de la década de 1970 y fines de la década de 1980 alrededor de las Políticas Nacionales de Informática.⁷

Márcia Barros da Silva en el trabajo que ya comentamos nos informa de una revisión que ella realizó de la primera época de la *Revista Latinoamericana de Historia de las Ciencias y la Tecnología–Quipu*, publicación periódica pionera dedicada exclusivamente a la historia de las ciencias en la región, durante todo su período de circulación (1984-2000)⁸. El resultado: sólo dos artículos sobre la historia de la informática: uno referido a Venezuela y otro a la Argentina⁹.

En los últimos tiempos, sin embargo, esta situación cambió y de esto también da cuenta la presente compilación. En el año 2008, por iniciativa del grupo SAMCA (Salvando la Memoria de la Computación Argentina), formado en 2007¹⁰, se constituyó una Mesa de Historia de la Informática en América Latina y el Caribe en el marco del Congreso «Ciencias, Tecnologías y Culturas en América Latina y el Caribe» realizado en la Universidad de Santiago de Chile (USACH). Pese a la inexistencia de canales formales de difusión y como una evidencia de que existían condiciones para constituir un campo de estudios regionales, se recibieron 41 resúmenes provenientes de ocho países, de los cuales, luego del debido arbitraje, resultaron aceptados 29 artículos. Este fue el evento fundacional de una red de investigadores que hoy está organizando el III SHIALC, el cuarto encuentro si se cuenta aquel del 2008. Dos iniciativas surgieron de la Mesa: la compilación de un libro en base a los trabajos presentados, y la idea de instalar dentro de la Conferencia Latinoamericana en Informática (CLEI) un ámbito dedicado a la historia.

Ambos objetivos se cumplieron satisfactoriamente durante el año siguiente. El libro *Historia de la Informática en América Latina y el Caribe: Investigaciones y Testimonios*, con 17 trabajos de 5 países, fue compilado por Jorge Aguirre y Raúl Carnota y fue publicado por la Editorial de la Universidad Nacional

6. Gabriel Baum. Prólogo a *Historia de la Informática en América Latina y el Caribe: Investigaciones y Testimonios*. Jorge Aguirre y Raúl Carnota (compiladores). Editorial Universidad Nacional de Río Cuarto. Río Cuarto. Córdoba. Argentina. 2009.

7. Un grupo de trabajos incluidos en este volumen hacen referencia a estas Políticas sobre cuyas consecuencias existe un debate aún vigente en ese país.

8. La Revista *Quipu* era publicada por la *Sociedad Latinoamericana de Historia de las Ciencias y la Tecnología (SLHCT)*: Desde enero de 2012 ha reaparecido con el mismo nombre pero a partir de otra institución.

9. Irene Plaz Power. La informática en la sociedad venezolana: breve historia de una tecnología autónoma. In: *Revista Latinoamericana de Historia de las Ciencias y la Tecnología–Quipu*, 8, núm. 2 (mayo-agosto) (1991): 215-234. Nicolás Babini. Modernización e informática 1955-1966. In: *Revista Latinoamericana de Historia de las Ciencias y la Tecnología–Quipu*, 9 no. 1 (enero-abril) (1992): 89-109.

10. www.proyectosamca.com.ar

de Río Cuarto (UNRC-Córdoba-Argentina) a fines del 2009¹¹. Por otra parte, la Comisión Directiva del CLEI recibió con entusiasmo la propuesta y luego de algunas actividades preliminares se acordó constituir el Simposio de Historia de la Informática en América Latina y el Caribe (SHIALC) cuya primera edición, presidida por Jorge Vidart (Uruguay), se desarrolló en el seno del XXXVI CLEI (Asunción del Paraguay-2010) y la segunda, conducida por Henrique Cukierman (Brasil), en el XXXVIII CLEI (Medellín-Colombia-2012).¹²

Es en este período cuando se manifiesta el interés de la Fundación Telefónica de Venezuela en apoyar la publicación de los resultados de estas iniciativas y ampliar la divulgación del conocimiento en esta importante materia. Desde ese entonces se ha trabajado conjuntamente en darle forma a un producto que recogiera una significativa muestra de los aportes surgidos de esta dinámica.

Llegados a este punto nos parece necesario realizar una aclaración. Al observar el vertiginoso desarrollo tecnológico en el campo de la informática se hace notable la realidad surgida de la integración entre el poder de cómputo y los avances en las telecomunicaciones. El paradigma digital ha signado esta evolución y parece que todavía estamos lejos de agotar las posibilidades que esta fusión permite.

Mientras escribimos estas líneas está convocado el III Simposio, en el marco del XL CLEI a realizarse en septiembre de 2014 en Montevideo, Uruguay. Mientras esto ocurría, el campo se fue ampliando. Si en el momento de su constitución todos los participantes eran informáticos por origen disciplinar, a lo largo de los Simposios se han ido integrando investigadores provenientes de las ciencias sociales. Todo este impulso fue y es sostenido por una red informal pero efectiva de investigadores de varios países que promueven, convocan y organizan las actividades.

Veintitrés artículos, nueve países, dos idiomas, una multiplicidad de miradas

Este volumen que estamos presentando incluye 23 artículos provenientes de nueve países de la región. Su punto de partida fue una selección de los trabajos del I y II SHIALC, escogidos por el Comité Editorial. Los autores de los trabajos seleccionados fueron invitados a presentar versiones definitivas que se sometieron luego a un riguroso proceso de arbitraje con al menos tres lecturas.

Queremos destacar explícitamente el hecho de que este volumen contiene trabajos escritos tanto en castellano como en portugués (traducidos al castellano en esta edición). Este vasto continente alberga estos idiomas junto a otros y, en este proceso de conocernos, tal diversidad lingüística es un hecho que nos hermana en nuestra riqueza como región.

La apertura está a cargo de Márcia Barros da Silva, cuyo artículo «Para hacer una historia de la informática en América Latina» ya comentamos ampliamente. Los restantes artículos están ordenados con un doble criterio temático y temporal que iremos explicitando en las líneas que siguen, con la sal-

11. El libro está accesible en <http://dc.exa.unrc.edu.ar/historia>

12. Las convocatorias y los trabajos presentados en ambas ediciones de SHIALC se encuentran en <http://www.cos.ufrj.br/shialc/>

vedad de que, al inicio, figuran tres historias panorámicas que abarcan períodos largos en la trayectoria informática de Colombia, Cuba y Chile.

En la primera de ellas Manuel Dávila Sguerra ofrece algunas pistas que probarían que, en 1957, una IBM 650 fue incorporada a una empresa privada en Colombia, aportando un nuevo elemento a una cuestión aún no saldada: ¿cuál fue el primer país de América Latina donde se introdujo una computadora? En «Hacia una historia de la computación en Colombia», Dávila Sguerra recorre rápidamente las distintas etapas de la computación en el mundo, desde las épocas de los grandes mainframes hasta las modernas computadoras personales y va hilando sus memorias de protagonista del proceso mediante el cual Colombia vivió dicha evolución tecnológica. A lo largo de estas memorias aparecen los equipos utilizados, las visitas de relevantes personajes de la computación del primer mundo y las actividades de diversas instituciones locales en el área de las TIC. Lugar destacado en el relato ocupan la Asociación Colombiana de Ingenieros de Sistemas y la Red de Decanos y Directores de Ingeniería de Sistemas y afines (REDIS), organizaciones estas últimas en cuya fundación y posterior crecimiento el autor jugó un rol relevante.

También fue una IBM 650 la primera computadora que se instaló en Cuba. El año: 1958, a la zaga de la colombiana. A cambio, la isla podría reclamar la primacía regional en la fabricación local de equipos, ya que fue en 1969 cuando se produjo el primer minicomputador CID 201-A. En «Sesenta años de informática en Cuba. La visión de un protagonista», Lázaro Blanco Espinoza nos relata la historia que va desde aquel primer IBM hasta los inicios del siglo XXI organizada en varias etapas: *Etapas preinformática y prerevolucionaria (1920 a 1959)*; *Los primeros pasos experimentales (1960 a 1970)*; *Minicomputadoras y mainframes en acción (1971 a 1985)*; *Llegada masiva de la microinformática (1986 a 1994)*; *Las redes informáticas y los sistemas gráficos (1995 al inicio del siglo XXI)*. En cada etapa se exploran diversos aspectos, tanto técnicos como sociales, económicos y culturales vinculados a la incorporación de la computación, desde las características de los equipos, las aplicaciones desarrolladas y la metodología utilizada, hasta los éxitos y fracasos de los intentos de automatización de los distintos sectores de la economía y de la sociedad en general. El autor concluye que Cuba, a pesar de condiciones internacionales desfavorables la mayor parte del tiempo, se ha insertado en el actual mundo tecnológico globalizado y cuenta, a su entender, con un enorme capital humano bien calificado.

Un rango temporal más acotado es el que abarca el trabajo «Inicios, consolidación y expansión de la computación en Chile (1961-1982)» de Juan Álvarez y Claudio Gutiérrez acerca de la computación en Chile. Digamos, de paso, que ambos desarrollan desde 2007 (el mismo año en que comenzó una iniciativa similar en Argentina) el proyecto «Historia de la Computación en Chile» en el Departamento de Ciencias de la Computación de la Universidad de Chile. Los autores organizan el primer cuarto de siglo de la disciplina en su país como la sucesión de tres etapas: inicio (1961-1966); consolidación (1966-1975) y expansión (1976-1982). En cada una de ellas recorren con cierto detalle los desarrollos principales en el área académica, en el Estado y en las empresas privadas. Luego presentan una clasificación de los niveles de actividad computacional de un país, de acuerdo con criterios internacionales de la época. Según dichos criterios, en la primera etapa, nivel básico, un país posee unos pocos computadores, con algún entrenamiento en la tecnología y con aplicaciones básicas en el gobierno; en la segunda etapa, nivel operacional, ya existen numerosos computadores, centros educativos, carreras especializadas, diseño y producción de software y aplicaciones en ciencia e ingeniería y, finalmente, en la tercera etapa, el país comienza a transitar un nivel más avanzado de actividad computacional, con un

rango de carreras especializadas, computadores de todos los tamaños, y alguna contribución en actividades internacionales. Los autores muestran que las tres etapas definidas para el caso de Chile se corresponden con aquellas propuestas en el patrón de desarrollo internacional de la época.

La característica de los ocho artículos que siguen es hacer foco en los momentos fundacionales de la computación, particularmente en el ámbito académico, en una diversidad de países de la región.

El Datatron Burroughs B-205, la primera computadora utilizada en una universidad brasileña, fue instalado en la Pontificia Universidad Católica de Río de Janeiro (PUC-Rio) en 1960, y fue utilizado en trabajos de computación científica e ingeniería de computación. En «El B-205 en la PUC-RIO. Historia y memoria de la primera computadora a operar en una universidad brasileña», Margarida de Souza Neves, Silvia Ilg Byington y Arndt von Staa nos ubican en una época que, al igual que en otros países de América Latina, Brasil estuvo signada por la ideología del desarrollismo. En particular, el inicio de la tramitación de la compra del B-205 fue en 1956, año de inicio de la presidencia de Juscelino Kubitschek. Kubitschek paso a la historia por la construcción de Brasilia, pero su empeño más destacado fue el de «acelerar» la historia de su país para vivir, como proponía la propaganda oficial, «cincuenta años en cinco». Por eso no debería sorprendernos que el presidente se haya hecho presente en la solemne inauguración del «cerebro electrónico». Al reflexionar sobre la imagen que aun hoy se conserva en la comunidad académica acerca de aquel primer Centro de Cómputos, los autores sostienen que quizás la máquina se haya transformado a lo largo del tiempo en un icono de la identidad que la Universidad que la albergó quiso construir para ella misma y que puede caracterizarse por algunos rasgos institucionales como el perfil pionero y la excelencia académica de la enseñanza y la investigación.

Del Centro de Computación de la PUC-Rio nos vamos al de la Universidad de Chile, cuya creación es el tema del siguiente trabajo, «El primer computador universitario en Chile: El hogar desde donde salió y se repartió la luz». Se trata de otra investigación surgida del proyecto Historia de la Computación en Chile, cuyos autores son Juan Álvarez y Claudio Gutiérrez. Profundiza en las circunstancias de la llegada del primer computador digital para aplicaciones científicas y de ingeniería que se instaló en Chile en 1962: un ER-56 Standard Elektrik Lorenz (apodado «Lorenzo») de fabricación alemana, adquirido por la Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas de la Universidad de Chile. Curiosamente, pese a que no fue el primer equipo del país (meses antes se había instalado en la Aduana en Valparaíso un IBM 1401 destinado al procesamiento administrativo) fue la llegada de «Lorenzo» la que marcó, en el imaginario de la sociedad chilena, el inicio de la era de la automatización y los computadores. Su entorno, el Centro de Computación de la Universidad de Chile, se constituyó en un «Centro Nacional de Cálculo» que brindó servicios de entrenamiento, asesoría y procesamiento en el país. Los autores sostienen que, a lo largo de un lustro de intensa utilización del ER-56, se sentaron las bases del futuro desarrollo de la disciplina de la computación en Chile.

La serie continúa del otro lado de los Andes, en los comienzos de la computación en Argentina. Estamos en 1960, cuando está por llegar al puerto de Buenos Aires la primera computadora académica del país. El destino del equipo Mercury de Ferranti (más conocido por su apodo: «Clementina») es el recién creado Instituto de Cálculo de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales de la Universidad de Buenos Aires (UBA). Su líder, Manuel Sadosky, aspira a convertir al Instituto en un Servicio Nacional de Cálculo, que desarrolle a la vez investigación de punta y sea el consultor del Estado y del sector empresarial en el nuevo campo. Tomando en cuenta la situación de aislamiento político de la UBA, Sadosky impulsa

la fundación de la Sociedad Argentina de Cálculo (SAC) —que poco después ingresa en IFIP— con la intención de constituir un puente entre la Universidad y las empresas proveedoras de equipos. Esta alianza funcionó por más de dos años, en los que la SAC desarrolló una actividad importante, incluyendo la aparición de un Boletín que fue la primera publicación del país en computación. Pero a fines de 1962 la sociedad entró en un cono de sombras y el Boletín dejó de aparecer. En «Sobre personajes, instituciones y palabras. La Sociedad Argentina de Cálculo en su primera etapa (1960-1962)», Raúl Carnota y Carlos Borches —utilizando como herramienta central en la investigación el análisis de la estructura y contenido de los Boletines de la SAC de todo el período considerado— indagan en la trayectoria de la Sociedad y se proponen caracterizar los respectivos objetivos del grupo académico y de las empresas al momento de constituir la Sociedad y evaluar sus niveles de concreción para luego formular hipótesis explicativas del final de esta experiencia.

Marta Sananes nos presenta en «Inicios de los estudios de computación en Venezuela y sus circunstancias» un recuento personal de los comienzos del Departamento de Computación (DC) en la Universidad Central de Venezuela (UCV) y de la creación del primer programa universitario de estudios de Computación. El relato, teñido constantemente de referencias a las circunstancias sociales y políticas de la época, comienza con la caída del dictador Pérez Jiménez en 1958 y el retorno al sistema democrático en el país y en la universidad y el desarrollo posterior de una fuerte presencia de la guerrilla de izquierda en el campus universitario. En este ambiente complejo se crea en 1961 el Departamento de Cálculo Numérico, en la Facultad de Ciencias de la UCV, con su primera dotación de cómputo, una IBM 1620. Se inicia, con una planta de profesores «importados», la mayoría desde España y Argentina, una intensa actividad que iba desde proyectos de lenguajes hasta modelación social o consultoría a empresas. La autora viaja, becada por el DC, a la Argentina para estudiar en la carrera de «Computador Científico» de la Universidad de Buenos Aires, donde el Instituto de Cálculo, liderado por Sadosky, desarrolla unas líneas de trabajo muy semejantes. Allí es testigo en 1966 de la intervención a las universidades y la renuncia masiva de docentes e investigadores y retorna a Venezuela donde, con el aporte y experiencia de numerosos profesores argentinos, se crea la Licenciatura en Computación en la UCV. La autora, que actuaba a la vez como auxiliar docente, se recibe de Licenciada en 1971 y es testigo de primera línea de la explosión del uso de las computadoras en la administración pública y en la industria petrolera.

De vuelta en Argentina, pero esta vez fuera de Buenos Aires, Raúl Carnota y Ricardo Rodríguez reconstruyen la historia de un grupo de investigadores de la Universidad Nacional del Sur (UNS), situada en la ciudad de Bahía Blanca, que, entre 1961 y 1965, asumió el desafío de diseñar y construir una computadora. El líder del proyecto CEUNS (Computadora Electrónica de la Universidad Nacional del Sur) era el Ing. Jorge Santos, que venía de haber trabajado en 1960 junto a Tom Kilburn en el diseño del modelo Atlas de Ferranti y estaba conectado con el Instituto de Cálculo de la Universidad de Buenos Aires. Si bien en un comienzo contó con apoyo político dentro de la UNS y financiación estatal, las vicisitudes políticas del país y de la Universidad hicieron que dicho apoyo se fuera diluyendo hasta que el proyecto tuvo que ser abandonado. Los autores de «Fulgor y Ocaso de CEUNS. Una apuesta a la tecnología nacional en el Sur de Argentina», destacan la conexión de este episodio con el proceso de renovación académica y política que ocurrió en las universidades argentinas por esos años y señalan como, mientras el grupo sureño luchaba contra las dificultades, la tecnología de construcción de computadoras sufrió importantes cambios que tornaron obsoleto el proyecto inicial.

México también se ubica en el pelotón de vanguardia regional en la introducción de computadoras. Fue el 8 de junio de 1958 cuando la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) adquirió una computadora IBM-650, evento que marcó un comienzo de acumulación de conocimientos y capacidades en diversos ámbitos académicos. Daniel Ortiz Arroyo, Francisco Rodríguez Henríquez, Carlos A. Coello Coello, los autores de «Sobre los orígenes de la computación en México», repasan este proceso para luego centrar su trabajo en las actividades de investigación y desarrollo realizadas a fines de la década de 1970 e inicios de la década de 1980. En esos años el surgimiento de las microcomputadoras de bajo costo y alto impacto tecnológico y social, aunado al sentido de nacionalismo prevaleciente en las políticas nacionales del momento, condujeron a que ciertos sectores dentro del gobierno de México y la academia se interesaran en el desarrollo de la tecnología de computadoras como un paso estratégico para reducir la dependencia tecnológica del exterior. El artículo describe las computadoras mexicanas diseñadas en ese período. Los autores señalan que existía un grupo de investigadores que contaba con el conocimiento y los recursos económicos y humanos necesarios para desarrollar tecnología mexicana de computadoras de un buen nivel dentro de las universidades públicas.¹³ Sin embargo, durante la década de 1980 la situación económica del país fue notoriamente inestable, a raíz de la «crisis de la deuda externa» que afectó a toda la región. La inversión pública en ciencia y desarrollo era escasa y la inversión privada nula en estas áreas. Los autores concluyen que la falta de apoyo político y empresario llevó a que México perdiera una oportunidad histórica y, hasta ahora, irreplicable, de incorporarse al selecto grupo de países fabricantes de computadoras con tecnología propia.

México, Colombia, Cuba, Venezuela, Brasil, Argentina y Chile ingresaron en la era de las computadoras entre 1957 y 1961. La introducción de la computación en Uruguay fue unos años más tarde y tuvo, como en otros casos, su ámbito en el medio universitario. El artículo «El Centro de Computación de la Universidad de la República, Uruguay (1966-1973): un Instituto Central del plan Maggiolo» de Sergio Nesmachnow analiza las finalidades de la creación y las actividades desarrolladas por el Centro de Computación de la Universidad de la República (UdelaR) desde su creación y hasta la intervención de la Universidad por la dictadura. Durante esos años el Centro cumplió exitosamente funciones de docencia, investigación y asesoramiento en las áreas de computación y tratamiento de la información. Es notable la similitud (con un corrimiento de 6 o 7 años) de este proyecto con el del Instituto de Cálculo de la UBA. Esta similitud incorpora la presencia de Manuel Sadosky asesorando a la UdelaR, e incluye tanto la inserción en un plan más amplio de reforma universitaria como la abrupta interrupción de la experiencia. El autor se propone demostrar que este Centro, pese a haber sido creado un año antes, debe considerarse parte del «Plan de Reestructuración de la Universidad» propuesto por el Rector Óscar Maggiolo en 1967.

También con características fundacionales es la historia de la creación de la Escuela de Ciencias de la Computación e Informática (ECCI) de la Universidad de Costa Rica que es en la actualidad una unidad académica consolidada y de alta reputación. En «Fundación, retos y primeros logros de la Escuela de Ciencias de la Computación e Informática», Marta Calderón señala que los logros de sus primeros años de existencia fueron determinantes para llegar a la situación actual. La fundación de la ECCI en 1981, como resultado de la fusión de dos programas distintos pero relacionados, el de Bachillerato en Infor-

13. Es interesante comparar este momento con el que se vivió en Brasil en los mismos años y que se refleja en varios de los próximos trabajos.

mática y el de Bachillerato y Licenciatura en Computación, fue resultado de un largo proceso de discusión y acción en el campo de estas áreas de conocimiento en la Universidad de Costa Rica y representó el inicio de la institucionalización académica de la disciplina en el país. Era el tiempo en que las microcomputadoras entraban con pie firme y revolucionaban el campo. Las organizaciones empezaban a necesitar profesionales capaces de ayudarles a automatizar sus actividades. La Escuela contribuyó al desarrollo del país aportando por un lado los profesionales de alta calidad que formaba y, por el otro, asesorías y otras actividades de extensión social.

El Brasil se convirtió en uno de los pocos países con tecnología propia de informática al inicio de la década de 1980. Sus equipos eran comparables a los de los países más desarrollados. Esa experiencia tiene una historia tan compleja como rica y sigue alimentando mitos y polémicas hoy en día. Según Ivan da Costa Marques, la Política Nacional de Informática (PNI), que suele asociarse en forma simplista con una de sus herramientas que fue la «reserva de mercado», ha quedado instalada en el imaginario colectivo como una experiencia fracasada. Sin embargo el autor demuestra con datos sólidos que, en pocos años, la industria nacional surgida de la PNI abastecía la mitad del mercado brasileño de minis y sugiere que, tal vez, el mal fin del intento de repetir este esquema con las microcomputadoras oscureció el éxito sucedido con las minis.¹⁴

A propósito de esta aparente contradicción Ivan señala que, tal vez, la historiografía del PNI aún no haya acumulado una producción suficiente como para desmontar esta imagen. Por esa razón creemos muy valiosa la inclusión en este volumen de cuatro trabajos que tratan diferentes aspectos de la Política Nacional de Informática (PNI) brasilera de aquél período. Dos de ellos son testimonios de primer nivel, ya que sus autores participaron en la década de 1970 en la Coordinadora de Actividades de Procesamiento Electrónico de Datos (CAPRE), donde se concretaron y pusieron en marcha los primeros pasos de la PNI¹⁵, y posteriormente ocuparon cargos claves. Los otros dos son trabajos de investigación que analizan diversos aspectos parciales aunque cada uno repasa previamente el contexto de la época.

En «El Brasil y sus ridículos tiranos: 1979/1980. Tecnología de minicomputadores y la *Historia de los Indios*», Ivan da Costa Marques —quien fue miembro de la CAPRE y posteriormente llegó a presidente de la empresa estatal COBRA (Computadores Brasileiros S.A), la más importante del sector— busca aportar su visión de un momento de inflexión en la historia de la PNI. Comienza su relato cuando, a lo largo de la primera mitad de la década de 1970, un colectivo diversificado de profesionales aprovechó la «democracia relativa», tal como definían su régimen en esos años los propios gobernantes del Brasil, y se constituyeron como lo que autodenominaron «comunidad informática». Componían esa comunidad profesores universitarios, funcionarios de instituciones estatales y oficiales militares de perfil técnico. La expresión «dependencia tecnológica» fue la traducción coincidente que todos estos sectores realizaron de las particulares problemáticas que enfrentaban. Esta comunidad estaba representada en la CAPRE y de allí surgieron las políticas industriales para la producción de minis. «A Histo-

14. Ivan da Costa Marques. «El Brasil y sus ridículos tiranos: 1979/1980. Tecnología de minicomputadores y la *Historia de los Indios*». En este volumen.

15. Sus miembros, representantes de áreas de gobierno, academia y empresas fueron bautizados «guerrilleros tecnológicos» por Adler, un autor norteamericano que estudió el fenómeno de la PNI (Adler, E. (1987). *The Power of Ideology - The Quest for Technological Autonomy in Argentina and Brazil*. Los Angeles: University of California Press. 1987.

ria dos Indios» era un *slide show* muy utilizado por la «comunidad informática» para ilustrar esa denominada «dependencia tecnológica»¹⁶. En 1979, como parte de un recambio de elenco gobernante dentro de la dictadura militar, un sector de oficiales, proveniente de los servicios de inteligencia o «policía política» del régimen, tomó el control de la PNI. Si bien refirmaron la idea de la «dependencia tecnológica» de Brasil, pusieron bajo sospecha de «izquierdismo» a la «comunidad informática», disolvieron la CAPRE y negaron lo actuado hasta allí. La prohibición de «A historia dos Indios» es ilustrativa del viraje autoritario en el manejo de la PNI, viraje que se produjo en vísperas de la incorporación global de las micro computadoras. El micropersonal tornó inadecuados los procedimientos de la política industrial que había sido anteriormente discutida en el ámbito de la «comunidad informática» y la pérdida del «ethos democrático» de la PNI cerró la posibilidad de que el nuevo fenómeno pudiera ser comprendido y las PNI adecuadas al mismo. La continuidad de políticas en un contexto diferente condujo a decisiones erradas y el autor concluye que este fenómeno explica en parte la imagen de fracaso a la que hacíamos referencia más arriba.

Uno de los más célebres productos surgidos de la PNI en el campo de los minis fue la serie Cobra-500. En un trabajo que une un marco teórico riguroso con el rescate de la memoria oral de los protagonistas, «La Cobra tuvo una partitura» intenta analizar y comprender el proceso de desarrollo del compilador COBOL de COBRA. En este contexto el término «partitura» alude al nombre que los desarrolladores dieron a la notación que utilizaban. Al reconstruir ese proceso, los autores verifican que no respondió a ninguno de los modelos estructurados de la época los cuales, al igual que hoy, tienen la pretensión de ser «universales» en el sentido de independientes del marco histórico, social y cultural donde se pretenden replicar. En todo caso estos factores «extra técnicos», suelen ser considerados trabas a remover para el éxito del modelo (o explicaciones para su fracaso). El testimonio de uno de los desarrolladores nos presenta el fenómeno que el artículo trata de encuadrar.

Era um compilador sendo feito por uma equipe que utilizava uma linguagem –C– inacabada, em desenvolvimento por outra equipe; que utilizava um linkeditor, também não terminado e feito por ainda outra equipe. Não bastasse, tudo rodava sobre um sistema operacional também em construção por outra equipe. Incredivelmente, o hardware também não estava pronto... também estava sendo construído... por outra equipe.¹⁷

Sin embargo el resultado fue un COBOL exitoso que todavía 25 años después sirvió de base para reescribir otro en ambiente LINUX.

Para aproximarse a una comprensión de la calidad obtenida en el software producido en COBRA es necesario, dicen los autores, «abolir la visión de un modelo “universal”, de un proceso único» e incluso «de la posibilidad misma de alcanzar una explicación totalizadora», ya que esa calidad reposaría en «una diversidad de elementos y sus interrelaciones no causales». Una enumeración parcial de estos elementos, aparentemente inconexos y hasta contradictorios, estructurados por el discurso de la «informática nacional», aparece en los testimonios de los propios entrevistados: fuerte espíritu de cuerpo

16. Puede encontrarse en formato de video http://dl.dropbox.com/u/23492126/Video_Indio.mpg

17. «Era un compilador que estaba siendo hecho por un equipo que utilizaba un lenguaje C inacabado, en desarrollo por otro equipo, que utilizaba un linkeditor que tampoco estaba terminado y a cargo de otro equipo diferente. Como si esto no fuera suficiente, todo funcionaba sobre un sistema operativo también en construcción por otro equipo. Increíblemente el hardware tampoco estaba listo y estaba siendo construido...por otro equipo».

de los equipos, prácticas de ingeniería de software, negación de prácticas de ingeniería de software, espíritu contestatario, coraje, motivación, disciplina, calificación técnica de los equipos.

Nunes Teixeira y Cukierman concluyen que la experiencia permite destacar la posibilidad de establecer métodos «locales» y sugiere no limitarse a analizar, como explicación del éxito o fracaso de un software, el grado de adecuación de su proceso de desarrollo a algún modelo preestablecido.

Análogo à partitura, que não pode ser tomada pela própria sinfonia, posto serem necessários instrumentos, músicos, maestro e sua execução propriamente dita para que, de fato, possa vir a ganhar existência.¹⁸

El tercer trabajo de esta serie es otro testimonio. Su autor, Jorge Monteiro Fernandez, quien fue oficial militar y representante en la CAPRE del Estado Mayor de las Fuerzas Armadas (EMFA). «Testimonio de una vida entretejida con la Política Nacional de Informática (1970 a 1990)» es el ameno texto en el que Monteiro nos presenta, a lo largo de varios episodios que cubren todo el período, jugosos entretejones de la construcción real de la PNI. Desfilan aquí las tensiones entre sectores del gobierno militar frente a las pretensiones de IBM que desembocaron —como decisión táctica para salvar el proyecto amenazado desde el inicio— en la reserva de mercado, el episodio de la intrusión de los coroneles de la policía política (que aparece destacado en el trabajo de Costa Marques), las presiones de la embajada de EEUU que hicieron fracasar una posibilidad de exportar tecnología brasileña y hasta un novelesco intento de chantaje cuyos detalles dejamos librados a la curiosidad del lector.

En «La construcción de mercados tecnológicos: redes locales en Brasil (1970-1995)», Rodney Ferreira de Carvalho realiza un estudio de la evolución del mercado de redes locales de computadoras haciendo centro en la polémica ocurrida a fines de la década de 1980 sobre el licenciamiento del *software* Novell Netware en el contexto de la legislación que establecía una reserva de mercado para el software de las microcomputadoras sobre la base de la existencia de un «similar nacional». Muchos participantes en la polémica no visualizaron en aquel momento que la existencia de un sistema operativo de redes robusto y confiable era un punto fundamental para la escalabilidad de las soluciones basadas en micros, de modo que pudieran desafiar a los mainframes y reforzar así la posición de la industria nacional. Por el contrario entendieron que liberar la entrada de un software extranjero para el área de micros abriría una brecha peligrosa en el propósito de extender la reserva al área de software.

La disputa por el «Caso Novell» llevó a la SEI (Secretaría Especial para la Informática) a poner en marcha un proceso de «Exame de Similaridade», convocando una comisión especial con representantes de varios sectores interesados. A falta de un elenco de funcionalidades y de una batería formal de testeos, predominó la opinión de los usuarios, quienes declararon que las funcionalidades del producto nacional «satisfacían las necesidades de los usuarios». De este modo la posibilidad de que Novell fuese distribuido localmente fue rechazada. El autor afirma que, de este modo quedó eliminado un posible aliado de la naciente industria nacional —la «caja negra» de Novell— en un campo de disputa entre las soluciones centralizadas y las distribuidas, entre los mainframes extranjeros y los micros

18. «Análogo a una partitura, que no puede ser tomada por la propia sinfonia, ya que son necesarios instrumentos, músicos, director y la ejecución propiamente dicha para que, de hecho, pueda adquirir entidad».

nacionales, entre el mercado concentrado y la democratización de la TIC, entre los sistemas propietarios y los sistemas abiertos.

Como conclusión, Rodney de Carvalho señala que todas estas contradicciones impidieron a Brasil aprovechar su naciente experiencia en redes distribuidas de micros y, cuando estas se consolidaron en la década de 1990 como la base de la arquitectura corporativa de TIC, la industria que estaba explorando ese segmento en la década anterior no logró sobrevivir al mercado globalizado.

No parece existir nada más actual que Internet. Sin embargo su historia, no por breve es menos fascinante. Los dos artículos que presentamos a continuación nos muestran como lo que hoy aparece como natural e incorporado a nuestro «sentido común» se estableció en medio de conflictos durante los cuales hubo caminos que parecían avenidas seguras y luego se convirtieron en vías muertas, por un complejo de circunstancias donde los factores sociales y los técnicos aparecen como un conjunto indisoluble.

Federico Novick analiza las circunstancias y las formas en que funcionaron las redes teleinformáticas en Argentina antes del surgimiento de Internet como alternativa comercial. El trabajo está focalizado en un período que empieza en 1985, cuando un grupo de estudiantes, docentes e investigadores de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales de la Universidad de Buenos Aires (FCEN-UBA) comienza a experimentar con sistemas de intercambio de información entre computadoras a través de líneas telefónicas y concluye en 1994, antes del lanzamiento del acceso comercial a Internet. El entusiasmo creador del grupo mencionado, en el contexto de la recuperación democrática del país y de la universidad, les permitió sentar las bases del servicio de Internet en Argentina, contando con una infraestructura «minimalista», en conflicto con las opciones «mainframe» tipo Bitnet (¡a la cual adhería en esos años la propia UBA!) y sin reconocimiento institucional fuera del ámbito de la FCEN. En ese sentido «Una red, un día: antes de Internet en Argentina. 1985-1994» ilustra una tradición argentina y tal vez latinoamericana que puede ilustrarse con la imagen de la batalla de David contra Goliat (aunque frecuentemente gana Goliat). Novick concluye afirmando que fue en la pequeña oficina que —luego de su legitimación oficial— se bautizó como Centro de Comunicación Científica de la UBA donde la historia de Internet en Argentina empezó a gestarse.

Las discusiones acerca de estandarizaciones, pese a que en la superficie sus argumentos pueden aparecer como puramente técnicos, en un examen más profundo se revelan como motivados por una mezcla de cuestiones económicas, políticas y culturales. Este es parte del marco teórico en el que Marcelo Sávio Carvalho, Henrique Luiz Cukierman e Ivan da Costa Marques inscriben su trabajo sobre la normalización de los protocolos de comunicación de datos en las redes de computadoras. El artículo reconstruye los antecedentes en el mundo y en Brasil de los protocolos de comunicación de datos para converger en el fenómeno por el cual TCP/IP se impuso como standard y las normas OSI quedaron «confinadas a las páginas introductorias de los libros técnicos sobre redes de computadoras». Los autores de «La batalla de los protocolos de redes de computadores al final del siglo XX», señalan que, pese a todo el ejército de gobiernos, instituciones y expertos que promovieron y apoyaron el modelo OSI, éste no llegó a estabilizarse. En cambio la «red sociotécnica» de TCP/IP logró que sus técnicas pudiesen ser discutidas internacionalmente en foros abiertos, enseñada y distribuida gratuitamente por las universidades e implementada en sistemas comerciales. Al hacer esto en forma mucho más distribuida que OSI, TCP/IP logró crear y mantener una mayor base instalada y una mayor experiencia

técnica disponible, todo lo cual se fortaleció aún más por la diseminación de UNIX, el uso de Internet y el apoyo del gobierno norteamericano. En el caso de Brasil los autores muestran que el debate de protocolos antes que por la lógica de las técnicas, puede ser mejor explicado por las luchas internas entre el Ministerio de Comunicaciones y la Secretaría Especial de Informática por la conducción del proceso de normalización.

El siguiente grupo de trabajos se caracteriza por enfocar diversas historias que tienen en común problemáticas referidas a la educación, en algunos casos en forma muy directa, como en el de la investigación sobre la enseñanza de las TIC en la escuela media argentina y en otros en forma indirecta, pero no menos clara, como es el caso del que inicia la serie y que, a través de tres historias de vida nos remite a la preocupación por la imagen «masculina» de la disciplina.

Marta Calderón y Gabriela Marín son las autoras de «Historia de vida de tres mujeres pioneras de la computación en Costa Rica», un trabajo cuya meta es rescatar el legado de las mujeres en un campo considerado por muchos como mayoritariamente masculino. Para lograr su objetivo presentan el aporte realizado por tres mujeres pioneras a la computación en ese país. Utilizando principalmente técnicas de historia oral reconstruyen las historias de vida de la mujer que tuvo bajo su responsabilidad la primera computadora electrónica del país, de la primera mujer costarricense que impartió cursos y que dirigió la carrera de Ciencias de la Computación en la Universidad de Costa Rica, y de la primera mujer costarricense que se graduó de dicha carrera. Las autoras toman de cada una de ellas la huella significativa que han dejado para las futuras generaciones. Al mismo tiempo, al presentar esta perspectiva de género en un campo percibido como predominantemente de hombres, se proponen estimular una mayor presencia de las mujeres en el mundo de la informática.

La educación secundaria en Argentina tiene como objetivo capacitar a la juventud para integrarla a la sociedad, brindarle una base suficiente como para encarar estudios superiores y —en algunos casos, como ser en la secundaria técnica— formarla para la inserción en determinados campos del mundo laboral. Por otro lado, desde hace unos años se habla de una nueva definición de alfabetización, que incluye el dominio de las competencias en TIC. Este es el punto de partida para «Evolución de la enseñanza de la informática y las TIC en la Escuela Media en Argentina en los últimos 35 años» de Viviana Cotik. Se trata de un trabajo de investigación que pone el foco en la educación en computación pero que lo coloca en el contexto de las políticas educativas y de las políticas nacionales de desarrollo de cada época. La autora concluye que los programas recientes de aprovisionamiento de una computadora para cada alumno con contenidos específicamente seleccionados marca un antes y un después en la relación de la educación de los jóvenes y las TIC y deja abierta una pregunta (de imposible verificación): si los programas de distribución masiva de computadoras y de capacitación se hubiesen dado hace unos años, ¿se habría facilitado un desarrollo de una industria nacional relacionada con la informática?

La historia que sigue nos la cuenta Jorge Aguirre, protagonista de un amplio período de la informática en Argentina y cofundador de los SHIALC. La misma traza un hilo conductor que enlaza dos experiencias educativas en Argentina: la Escuela Superior Latinoamericana de Informática (ESLAI), que funcionó en la segunda mitad de la década de 1980, y la Escuela de Verano que se desarrolla desde 1994 en la Universidad Nacional de Río Cuarto (UNRC-Córdoba). El hilo comienza a tejerse cuando la ESLAI, cuyo propósito era facilitar el desarrollo académico de la informática en la Argentina y Latinoamérica,

había cesado de funcionar —asfixiada política y económicamente— y Aguirre, en ese momento a cargo de su dirección, toma contacto con el Departamento de Matemática de la UNRC y se hace cargo de la creación de una carrera de Informática. Dos años después, y con el propósito de ampliar el horizonte académico de sus estudiantes, crea en la UNRC una Escuela de Verano de Informática con alcance nacional, que en el 2010 obtuvo el Premio Sadosky a la Inteligencia Argentina en Calidad Educativa. El punto de partida y el de llegada de la narración justifican su título «Ha muerto la Escuela, ¡Viva la Escuela! De la Escuela Superior Latinoamericana de Informática a la Escuela de Verano de Ciencias Informáticas de Río Cuarto». El trabajo puede leerse como una ilustración del empecinamiento en tender líneas de continuidad pese a las reiteradas rupturas. Una manifestación simbólica de esta continuidad se produjo en 2006, cuando se conmemoraron en la Escuela de Verano los 20 años de la apertura de la ESLAI. El autor concluye que si el prematuro final de la ESLAI en 1989 fue un hecho lamentable, que impidió inimaginables avances sobre los que sería vano especular, su corta vida fue fructífera. Parte de su legado se rescata en las sucesivas Escuelas de Verano, emprendimiento con objetivos iniciales mucho más limitados aunque de un impacto local inmediato.

No hay dudas de que las Jornadas y Congresos profesionales están alimentados por una inequívoca vocación por la actualización permanente. Por eso hemos incluido en este grupo al artículo «JIAP, 20 años difundiendo tecnología». Se trata, al decir de sus autores de «una historia exitosa que se prolonga hasta el presente». Las Jornadas anuales a las que concurren los profesionales de las TIC del Uruguay y los estudiantes de las carreras afines, constituyen, a la vez, una muestra del «estado del arte» y un punto de referencia y de pertenencia de estos profesionales. Este trabajo de Luis Amil, Carlos Gera, Carlos Beiro y Juan Piaggio reseña la historia, desarrollo e impacto de las JIAP, que nacieron como «Jornadas de Informática de la Administración Pública» y se convirtieron en el principal evento de la disciplina en el país.

El CLEI es hoy una organización consolidada que se preocupa por el desarrollo informático de la comunidad latinoamericana y por la organización de las Conferencias Latinoamericanas de Informática en forma itinerante en los distintos países que lo conforman. Desde la XXXVI Conferencia, realizada en 2010, se realizan cada dos años los Simposios de Historia de la Informática en América Latina y el Caribe (SHIALC). Este mismo volumen es, en gran parte, una derivación de esos Simposios. Por ese motivo es que hemos colocado como cierre de nuestra selección el trabajo «Los orígenes de la Conferencia Latinoamericana de Informática y del Centro Latinoamericano de Informática, CLEI», donde Aldo Migliaro, una figura fundamental en la historia de la informática en la región, reconstruye con sumo detalle el proceso que derivó en la creación de la actual Conferencia Latinoamericana de Informática y del CLEI como organizador de las mismas. La historia arranca en el año 1972, la Pontificia Universidad Católica de Valparaíso, PUCV, creó el Centro de Ciencias de Computación e Información. Desde este Centro surgió la iniciativa de convocar a un Panel de Discusión de Tópicos de Computación. Estos Paneles, que comenzaron en 1974 como eventos locales, se expandieron primero a nivel nacional y luego, cubriendo evidentemente una necesidad vacante, comenzaron a convocar académicos de otros países de la región. A partir de esfuerzos muy grandes y recursos materiales escasos la actividad fue tomando amplitud y vuelo, hasta que en el PANEL Expodata'79, ya convocado como conferencia internacional, se concreta la idea de transformarla en una Conferencia itinerante a través de países latinoamericanos. Para formalizar este evento la Rectoría de la PUCV oficializó la creación del Centro Latinoamericano de Estudios en Informática (CLEI) como base para continuar las celebraciones de las Conferencias Latinoamericanas de Informática. El artículo cierra con las Conferencias ya consolidadas

en ocasión del PANEL'84. En el mismo se acordó hacer la Declaración de Viña del Mar, que Migliaro anexa a su artículo, en la cual se plantea que América Latina debía orientarse por el desarrollo de la informática y no ser sólo consumidora o usuaria de la tecnología de países desarrollados.

La lectura detallada de los trabajos que aquí se publican, así como los de la compilación previa, de otras presentaciones en los Simposios regionales y de algunos artículos editados en el IEEE Annals of History of Computing nos muestran un significativo avance (con distintos niveles de desarrollo entre los países de la región y con singularidades interesantes por tópicos específicos de la disciplina) de la reconstrucción de las historias nacionales de la informática. Esta es una actividad que, sin lugar a dudas, tiene aún mucho que revelar. Sin embargo, una lectura atenta de todo ese material nos sugiere ciertos paralelismos, con convergencias y divergencias, entre las trayectorias de nuestros países y sus protagonistas individuales e institucionales. Aquellos inicios de fines de la década de 1950 e inicios de la de 1960, o los diferentes intentos de realizar políticas nacionales de las décadas de 1970 y 1980 o las modalidades y cruces en el proceso de surgimiento de Internet, son sólo algunos temas que aparecen en el horizonte como campos fértiles para realizar estudios comparativos entre países y panoramas más globales de todo el subcontinente. Ojalá el volumen que estamos entregando consiga motivar aún más la investigación en este campo y tengamos la oportunidad de incluir esos aportes en una futura (y próxima) colección.

Para hacer una historia de la informática en América Latina

Márcia Regina Barros da Silva

1.1	Introducción	2
1.2	Discusión	2
1.3	Informática en América Latina	4
1.4	Consideraciones finales	8

1.1 Introducción

Por mucho tiempo en la historia de las ciencias y de las tecnologías latinoamericanas la informática estuvo ausente. En la primera revista latinoamericana de historia de las ciencias los artículos basados en la historia de la informática aparecieron en los años noventa. Ocurrió en la *Revista Latinoamericana de Historia de las Ciencias y la Tecnología (Quipu)*, publicación de la Sociedad Latinoamericana de Historia de las Ciencias y la Tecnología (SLHCT), asociación creada en 1982, *Quipu* fue la primera publicación periódica en tratar exclusivamente la historia de las ciencias en el continente. En ella participaron investigadores de diferentes países, activos en los estudios de ciencia, provenientes de múltiples especialidades y con variados intereses.

Quipu circuló entre los años 1984 y 2000¹ y en sus años de circulación trajo solamente dos artículos sobre historia de la informática. El primero fue el artículo de Irene Plaz Power, escrito en 1991, titulado *La informática en la sociedad venezolana: breve historia de una tecnología autónoma*, profesora del Instituto Venezolano de Investigaciones Científicas de Estudios de la Ciencia.

El segundo artículo fue escrito por Nicolás Babini, de 1992, titulado *Modernización e informática: Argentina 1955-1966*, cuyo autor pertenecía al Instituto de Historia de la Ciencia y la Técnica de la Sociedad Científica Argentina y a la Sociedad Argentina de Informática e Investigación Operativa.

La propuesta aquí es discutir la importancia de la historia y de los relatos de experiencias personales, los testimonios en torno a la historia de la informática latinoamericana. Por tanto, algunas preguntas se refieren a la relación entre esas vivencias y la posibilidad de historiarlas. ¿Por qué contar? ¿Qué contar? ¿Cómo contar? ¿Para quién contar? Y, en fin, ¿para qué contar la historia de la informática latinoamericana?

1.2 Discusión

La noción de historia que todos compartimos viene dada por las experiencias acumuladas de nuestra propia vivencia, por lo que entendemos es la existencia: un hiato en el tiempo entre un antes y un después. Para constituirnos como individuos pasamos forzosamente por las relaciones que nuestra propia memoria establece con lo ya acontecido, con el pasado. Lo que creemos recordar, lo que recordamos de hecho, lo que vivimos en algún momento, por oposición a lo que no presenciamos, a lo que no sabemos, a lo que oímos decir, torna diferente la comprensión sobre los tipos de acontecimientos de los cuales somos todos testigos, directos o indirectos.

A partir de esta reflexión, podemos preguntar ¿cuáles son las relaciones posibles entre la «historia vivida» y aquella llamada «historia científica»? Si pensamos que la primera, aquella que es objeto de nuestra forma de organizar lo vivido, es también un modo de comunicar a las generaciones posteriores lo que ya fue hecho —y, por tanto, una manera indirecta de señalar lo que todavía se necesita hacer—, vemos que la segunda, la historia científica, tal vez no difiera tanto de la historia vivida, porque aparenta tener los mismos objetivos.

1. La revista *Quipu* fue retomada con el mismo nombre, pero a partir de otra entidad patrocinadora, en enero de 2012.

La historia científica es resultado también de un trabajo organizado de lo vivido. Es el resultado de disciplinar nuestras relaciones con lo que sucede día a día, y con lo que ya sucedió con nosotros y con otros en tiempos anteriores, pero en un área específica de la vivencia colectiva que es aquella de la institución científica.

La historia científica es, por ese bies, un ordenamiento que se hace efectivo por la inserción de reglas y normas negociadas en varias instancias de trabajo con la memoria. La historia científica está conformada por instituciones académicas, universidades, esferas político-culturales con pretensiones de objetividad, y busca con eso convertir lo que es conocido sobre el pasado en objeto institucionalizado, comparable con otros objetos, en correspondencia con los cánones de cada época y lugar.

Podemos hacer un breve esbozo sobre cómo se establecieron instancias de separación entre esos dos lugares, el de la historia individual y el de la historia científica, verificando *grosso modo* cómo se alteró la percepción del tiempo en la historia de la humanidad.

Si por un lado, y por un largo período, se utilizaron apenas como marcadores «naturales» de la historia los propios fenómenos del tiempo cíclico, tales como el día, la noche, la lunación o los grandes eventos referidos del mundo natural, como las catástrofes, los nacimientos y las muertes; por otro, la historia científica, la historia por así decir oficial, necesitó de otros marcadores de tiempo.

Como apuntó el historiador Jacques Le Goff en su clásico *Historia y memoria*: «Para domesticar el tiempo natural, las diferentes sociedades y culturas inventaron un instrumento fundamental que es también un dato esencial de la historia: el calendario; por su parte, hoy los historiadores se interesan cada vez más por las relaciones entre historia y memoria».²

La opción por la historia científica, en lugar de las historias individuales, para demostrar el pasar del tiempo y para pensar nuestro lugar en este proceso no es una opción neutra, porque este tipo de opción siempre indica una atribución de valores para la práctica de historiar. Los valores surgen en la medida en que definimos un sentido para la historia, cuando apuntamos su decadencia o su progreso; cuando contamos esa historia a partir de referencias de mejoras o desmejoras, de pérdidas y desarrollos. En este cuadro la neutralidad y objetividad posibles de la historia científica son siempre el resultado de un trabajo de construcción de recortes temporales, de escogencias y límites teóricos, de búsqueda de referencias bibliográficas y documentales. Esto porque la objetividad en historia es una acción de domesticación de los acontecimientos y de sus datos brutos. Solamente después de mucho análisis crítico y circulación entre colegas es que el hecho histórico surge como materia de la historia científica.

La intención con este trabajo es tener más clara y consciente nuestra interferencia, la del historiador, en la recalificación de la historia vivida en historia contada, en una narrativa calificada por su transformación en testimonio dentro de la narrativa científica.

2. Jacques Le Goff, *História e memória*, São Paulo, Ed. Unicamp, 2003, p. 7.

Cuando los estudios de ciencia y tecnología comenzaron, al final de los años setenta, la propia idea de cuestionar el hacer científico,³ apuntando su historicidad y apostando a que la producción de conocimiento científico es también historia, entraba en escena. En ese momento la historia del historiador podía pasar a interesarse por la historia de las ciencias como un problema historiográfico, como una cosmología entre otras que explica el mundo a su modo. Dentro de la propia disciplina histórica la forma consagrada de buscar saber cómo la historia de la historia se modifica es por la obligación de acompañar lo que los otros historiadores escriben sobre determinado tema. Llamamos así historiografía al acompañamiento de los trabajos de otros autores sobre determinada especialidad y su circulación entre colegas. La ausencia de un tema en la historiografía, por lo tanto, si persiste, puede configurar una ausencia en el debate científico que no coincide con los acontecimientos y dificulta su interpretación.

1.3 Informática en América Latina

La historia como disciplina científica en su quehacer cotidiano trabaja con fuentes, que vienen a ser aquellas cosas que puedan dar testimonio sobre los tiempos ya pasados. Sin embargo, la idea de que al acudir a ellas podemos comprender cómo la realidad «realmente» sucedió, que podemos tener acceso a la «verdad» de tiempos pasados, ya no es suficiente para pensar el trabajo del historiador.

Una separación entre lo real y la verdad es necesaria entonces, porque al lidiar con el testimonio de los documentos, sean ellos escritos, iconográficos o declaraciones orales, la historia, igual que otras ciencias, tiene que lidiar con lo que observa. Del mismo modo que, como disciplina científica, no puede dejar de admitir que ella, la propia historia, también construye alguna cosa adicional a partir de los datos recogidos en la práctica documental; no puede dejar de admitir, por otro lado, que es a partir de los relatos que las cosas, los objetos y las personas suministran sobre los acontecimientos que el historiador produce su narrativa, y así el relato de la historia científica también incorpora la marca del tiempo en el que fue realizado.

El hacer científico de la historia, por lo tanto, trae consigo un aspecto que nos interesa más de cerca en este debate: entender que la historia es un relato que produce una narración determinada sobre y a partir de una recolección específica de informaciones. Esa realidad es el resultado de datos leídos en documentos y testimonios suministrados por personas que, solamente después de varias operaciones de confrontación, de purificación y de reorganización, se transforman en el hecho que será narrado por el historiador.

Vemos que el hecho histórico no es un dato listo y acabado, porque resulta de varias intervenciones en los documentos y es consecuencia de la construcción final del historiador en su afán de crear una na-

3. Un buen texto para introducir la historia de los inicios de los estudios sobre ciencia puede ser el de Dominique Pestre, «Pour une histoire sociale et culturelle des sciences. Nouvelles définitions, nouveaux objets, nouvelles pratiques», *Annales. Histoire, Sciences Sociales*, vol. 50, núm. 3, 1995. Entre los principales trabajos que introdujeron nuevos abordajes en la historias de las ciencias se pueden consultar Thomas Kuhn, *A estrutura das revoluções científicas* (São Paulo: Editora Perspectiva, 1994); Bruno Latour y Steece Woolgar, *A vida de laboratório: a produção dos fatos científicos* (Rio de Janeiro: Relume Dumará, 1979); Karin Knor-Cetina, *The Manufacture of Knowledge. Essay on the Constructivism and Contextual Nature of Science*, Oxford, Pergamon, 1981; Michael Lynch, *Art and Artifact in Laboratory Science: A Study of Shop Work and Shop Talk in a Research Laboratory*, London, Routledge and Keagan Paul, 1985; Steven Shaffer e Simon Shapin, *Leviathan and the Air-Pump*, Princeton, New Jersey, Princeton University Press, 2011.

rrativa. Los documentos, los relatos, los testimonios, no son datos «bruto(s), objetivo(s) e inocente(s)»,⁴ pero deben ser tratados de determinadas maneras para resultar en una historia objetiva y verdadera.

Verdad y objetividad, también en historia, son el resultado de un arduo trabajo; no un punto de partida «natural» o «moral». Tener conciencia de esa construcción no inviabiliza la expectativa de objetividad, porque la objetividad es justamente la tentativa de eliminar de las narrativas los mitos y las posibles falsificaciones y, al mismo tiempo, el esfuerzo por articular de nuevo los datos en un conjunto fluido de explicaciones. Tales procedimientos forman, por lo tanto, parte del horizonte del historiador profesional.

La historia de las ciencias y de las tecnologías, por su lado, debe también pasar por este proyecto de objetividad, con el fin de que al tratar los relatos y testimonios de los hechos se busque una narrativa que explique los acontecimientos y no refiera apenas una cronología sin significado.

Sabemos que presente y pasado no son entendimientos naturales, y que la «flecha del tiempo» también se modifica. Eso queda explícito, por ejemplo, en el reconocimiento de que antes del siglo XVII la noción de revolución venía acompañada de la expectativa de repetición de aquel evento o fenómeno que, al producirse nuevamente en la historia humana, reordenaría, purificaría, antiguas formas de vivir. De esta forma, sería posible conseguir el restablecimiento de lo que ya había ocurrido, el restablecimiento de viejos modos de concebir el mundo. Por otro lado, la noción de revolución como cambio, o como expectativa de cambio irreversible, y posiblemente positivo, sucedió apenas a partir del siglo XVII. Probablemente «[la idea de] revolución como cambio sensacional e irreversible haya sido primero aplicada de modo sistemático a acontecimientos científicos y solo más tarde a acontecimientos políticos. Apenas en este sentido se podrá afirmar que la primera revolución fue científica y que las revoluciones americana, francesa y rusa fueron sus descendientes».⁵

Por lo tanto, como en el ejemplo expuesto, si las nuevas visiones sobre el pasado cambian de acuerdo con la época, ¿cuáles son las referencias de esos cambios? Nuevamente en las palabras del historiador Jacques Le Goff «el interés del pasado está en esclarecer el presente; el pasado es alcanzado por el presente». De ser así, es en la historia de los cambios que focalizamos nuestro punto de llegada.⁶

Otro historiador, Paul Veyne, indica que debemos hacer un «inventario de las diferencias» al tratar la historia y el modo de narrarla, pero tal narrativa solamente se completa a partir de los problemas que le planteamos, o sea, «la Historia existe apenas en relación con las cuestiones que nosotros le formulamos. Materialmente, la Historia es escrita con hechos; formalmente, con una problemática y conceptos».⁷

En este sentido, pienso que la informática deberá aún ser rescatada del olvido, de la no historia, por el presente, no por lo que ella ya hizo, que por sí solo no tiene acción, sino por lo que nosotros todavía pretendemos que ella haga y por lo que pensamos hacer por ella.

4. Jacques Le Goff, *História e memória*, p. 7.

5. Steven Shapin, *A Revolução Científica*, Portugal, Difel, 1999, p.27.

6. Jacques Le Goff, *História e memória*, p. 15.

7. Paul Veyne, *O inventário das diferenças: história e sociologia*, São Paulo, Editora Brasiliense, 1983, p. 6..

El acto de testimoniar nuestras experiencias de vida forma parte tanto de la memoria individual como de la colectiva. Hablamos de una memoria histórica o de una memoria social cuando apuntamos a las diferentes dimensiones que los testimonios contienen al ser tratados como documentos por el historiador. La memoria, sea con énfasis en sus aspectos biológicos como psicológicos, es resultado de «sistemas dinámicos de organización».⁸ Hay en la memoria una organización que se hace necesaria para vivir, tanto personal como colectivamente.

El reconocimiento de que existe una historia de la humanidad significa que pasamos de la memoria relatada oralmente a la documentación escrita. En la transmisibilidad de la escrita se inscribe un proyecto que puede ser una conquista y, al mismo tiempo, un objeto de poder, en la medida en que con él pasamos de «la dominación del recuerdo y de la tradición» por algunas personas a la «manifestación de la memoria», cuyos contenidos son direccionados para otros, otros tiempos, otros lugares y otras personas.⁹

Al retomar la propuesta inicial de este texto, que era adentrarse en la historia de la informática y darle a ella existencia, podemos aquí retomar algunas de las cuestiones expuestas en el inicio. La primera de ellas sobre *por qué contar*. Contar para subrayar la importancia de organizar una memoria histórica colectiva sobre determinada área, para transmitir la información de lo ya vivido, para diseñar un proyecto de no olvido, para proponer que se realicen nuevos proyectos. Y ese esfuerzo solo se justifica porque estaremos haciendo una historia que es la nuestra, la del presente y la de los planes futuros. La historia no es del pasado, pero siempre del presente y de sus posibilidades, de su devenir; de aquel instante fugaz que da forma al pasado y al futuro.

Segunda cuestión: *¿cómo contar* lo que sabemos, cómo contar lo que entendemos de nuestras vivencias? Lo podemos hacer por medio de las declaraciones y también de los documentos de los cuales somos voz y portavoces. Podemos contar para el presente. El futuro será el derivado de lo que conservemos de nuestro pasado y presente. Parece obvio, pero debemos percibir cuán responsables somos de las escogencias sobre lo que contamos, porque como vimos no hay una única realidad, cronológica, temporal, verdadera, pero sí un conjunto de memorias, recuerdos, testimonios, narrativas construidas con la intención de establecerse como aquella historia, verdadera, que ocurrió.

Contar para el presente, para mover el pasado y así constituir una identidad propia, individual y también colectiva para nuestras actividades. En este caso para que pensemos cuál es la historia de la historia de la informática que queremos preservar, o más específicamente, en el caso latinoamericano, cuáles historias todavía no realizadas de la historia queremos inaugurar.

Podemos apuntar como ejemplo de lo posible los dos artículos señalados anteriormente y publicados en la revista *Quipu*. En ellos notamos que algunas conexiones hechas en las historias de la informática presentadas no están allá solas, ellas son el resultado de la organización buscada por los autores para contar aquella historia, en aquel momento. Hay un conjunto de invariabilidades y regularidades al que la historia científica se refiere, y que solamente será razonable suponer para la historia de la informá-

8. Jacques Le Goff, *op. cit.*, p. 15.

9. *Ibid.*, p. 421.

tica latinoamericana si pudiéramos partir de la asociación de vivencias individuales en torno al tema. El fin es conocer no exactamente las respuestas, sino las preguntas que podemos hacer.

En el artículo de Irene Plaz Power, un escrito sobre la informática en la Venezuela de los años sesenta a los años ochenta, vemos que la autora destaca la importancia de hacer una historia nacional y pensar discusiones relacionadas más de cerca con las especificidades locales de la historia latinoamericana.

Irene Plaz Power apunta a una falta de planificación y de proyectos que fomentasen la introducción de la informática como «estrategia de desarrollo nacional», y a la falta de empeño por «crear capacidades endógenas» en el sector.¹⁰

Otra falta señalada por la autora guarda relación con los mecanismos de protección a la industria venezolana, además de la ausencia de estímulo a la creación de procesos técnicos locales. Esa inexistencia de propuestas se extendió, en su opinión, de la industria a la universidad, a pesar del fuerte incremento en el consumo de la tecnología de la informática, desde el mismo *software* hasta los servicios de información en la Venezuela de aquel momento. La autora plantea como problema principal de su discusión la historia de una contradicción, aquella existente entre las expectativas de poseer una tecnología autónoma como la informática y la «inexistencia de políticas tecnológicas, científicas y sociales que posibilitaran el dominio técnico-social de la informatización de nuestra sociedad».¹¹

Nicolás Babini, por su parte, señala procesos semejantes sucedidos en la Argentina, aunque discutiendo otro período histórico, indica que los avances tecnológicos estuvieron fuera de la universidad desde mediados de los años cincuenta hasta mediados de los años sesenta. Observa, sin embargo, que en un pequeño intervalo de tiempo el trabajo con computadores experimentales y la propia carrera de profesional de la informática comenzaban a despuntar como un campo prometedor. Con todo, este proceso habría sido duramente afectado en 1966 con la caída del gobierno constitucional y las intervenciones en las universidades públicas. En el periodo inmediatamente posterior, Babini apunta una dependencia tecnológica argentina debido a la falta de inclusión de esta área en los planes y proyectos nacionales, además de la falta también de preparación y de personal especializado. Según el autor «(...) cercenar la investigación y el desarrollo científico-tecnológico en informática equivale a postergar de modo crucial la modernización de un país».¹²

Las especificidades latinoamericanas, los análisis de los procesos nacionales de desarrollo económico y productivo, se constituyeron en datos que sobrepasan el campo de la informática, y que sirven para caracterizar toda una fase de la historia latinoamericana. El mismo punto de vista se puede también ver en otros artículos de la revista *Quipu*, enfocados en otras áreas y especialidades. La propia publicación de la revista, en su conjunto, representó la voluntad de apuntar las transformaciones de la historia de las ciencias latinoamericanas por medio de la preocupación por las demandas y perspectivas espe-

10. Irene Plaz Power, «La informática en la sociedad venezolana: breve historia de una tecnología autónoma», *Quipu*, vol. 8, núm. 2, my.-ag. 1991, p. 229.

11. Irene Plaz Power, *op. cit.*, p. 216.

12. Nicolás Babini, «Modernización e informática 1955-1966», *Quipu*, vol. 9, núm. 1, en.-abr. 1992, p. 103.

cíficas, locales, de los países latinoamericanos que participaron. Los autores de diferentes nacionalidades comenzaron a contar sus historias nacionales en las páginas de aquella revista.¹³

Podemos ver que los dos análisis locales propuestos para historiar la informática se parecen mucho cuando son vistos en conjunto. Con eso la propuesta de alinear las historias resultantes de las vivencias individuales con la historia, en cuanto modo de comprensión científica sobre un tema o período, tomaba otra forma. Dejaba de ser apenas testimonio individual eventual y daba paso al entendimiento de una historia colectiva. De esa forma, la historia de la informática también tenía un proyecto de futuro, un proyecto para aquel presente, la autosuficiencia tecnológica y productiva. Como apunta Irene Plaz Power:

En conclusión, la indagación hecha en los proyectos nacionales indica que no ha existido en los últimos veinticinco años ninguna propuesta—léase políticas industriales, tecnológicas, científicas, educacionales y sociales—que nos conduzcan a ser optimistas en la sociedad venezolana, cuyo consumo de esta tecnología, según fuentes oficiales, creció en un 156 % entre 1987 y 1989. Para lograr tal objetivo, sería necesario promover un dominio tecnológico que contribuyera a utilizar esta herramienta en la solución de aquellos problemas para los que es diseñada, y un dominio social que desmitificase sus efectos, benignos o malignos, en la solución de los problemas nacionales.¹⁴

Nicolás Babini apunta en un sentido muy cercano cuando dice:

(...) me parece indudable que la modernización tecnológica que caracteriza a nuestro tiempo requiere sobre todo una infraestructura científico-tecnológica que, en países como la Argentina, solo puede sustentarse todavía en las universidades. Los efectos de la brusca interrupción en 1966 de la labor formativa y creativa emprendida diez años antes en las universidades argentinas, parecieran demostrar que cercenar la investigación y el desarrollo científico-tecnológico en informática equivale a postergar de modo crucial la modernización de un país.¹⁵

1.4 Consideraciones finales

En la introducción de Steven Shapin y Simon Schaffer a la nueva edición del libro *Leviathan and the Air-Pump*¹⁶, los autores hacen referencia a un cambio conceptual que entre 1970 y 1980 incluía la historia de las ciencias como un área nueva de interés entre historiadores profesionales. Ese fue el momento en que la publicación de la revista *Quipu*, de 1984, surgía como espacio de actuación para los historiadores latinoamericanos de las ciencias. La atención dada a las historias que propusiesen cuestiones diferentes de las tradicionales historias de las ciencias europeas, preocupadas con discusiones sobre racionalidad, universalidad y objetividad de las actividades de las ciencias, fue el motor de impulso de aquella revista.

13. Márcia Regina Barros da Silva, «Estudos de História das Ciências na América Latina: análise da Revista Latinoamericana de História de las Ciencias y la Tecnología-Quipu». Projeto - Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico, CNPq / Brasil. 2013.

14. Irene Plaz Power, «La informática en la sociedad venezolana: breve historia de una tecnología autónoma», *Quipu*, vol. 8, núm. 2, my.-ag. 1991, p. 231. Las letras cursivas corresponden a la autora del presente capítulo.

15. Nicolas Babini, *op. cit.*, p.103. Las cursivas corresponden a la autora del presente capítulo.

16. Steven Shapin y Simon Schaffer, *Leviathan and the Air-Pump*, Princeton, New Jersey, Princeton University Press, 2011.

La historicidad de la propia disciplina de la historia de las ciencias está impresa en las posibilidades interpretativas de la revista y en el contrapunto que se hizo entre cuestiones políticas y culturales, y temáticas teóricas y conceptuales. Se buscó en toda la revista destacar en lo posible las actividades, los esfuerzos, los enfrentamientos y las expectativas locales de solución de problemas pertenecientes a los propios latinoamericanos en sus recorridos históricos.

Aún hoy, incentivar historias locales ayuda también a percibir que hay un lugar para la historia de las ciencias y para la historia de la informática en el presente de América Latina. La historia de las ciencias está totalmente conectada a las historias nacionales y ambas no deben ser comprendidas por separado de los propósitos, de las negociaciones, vivencias, memorias y acciones colectivas más amplias de sus participantes.

Hacia una historia de la computación en Colombia

Manuel Dávila Sguerra

2.1	Antecedentes y alcances de esta publicación	12
2.2	Érase una vez, en 1957...	12
2.3	De los tubos a los transistores	14
2.4	La era de los microcomputadores: 1980	15
2.5	Asociación Colombiana de Ingenieros de Sistemas (ACIS)	17
2.6	La Red de Decanos y Directores de Ingeniería de Sistemas y Afines (Redis): desde el año 2002	19
2.7	Proyectos del gobierno desde el año 2000	20
2.8	La maratón mundial de programación de computadores: vigente por 36 años	20
2.9	Asociaciones orientadas a la industria del software desde 1987	21
2.10	El software libre desde los años 90	21
2.11	Conclusiones	22

2.1 Antecedentes y alcances de esta publicación

Apenas recibí la invitación para escribir este artículo sobre la historia de la computación en Colombia, me surgieron varias inquietudes. Escribir sobre un tema tan amplio en unas pocas páginas es un gran reto. Hay que tener en cuenta que se trata de una historia de más de sesenta años si solo nos concentramos en la computación, y más años si incluyéramos otro tema precedente, como el de las telecomunicaciones.

Coincidió también con el hecho de que estamos escribiendo un libro llamado *La historia de la computación colombiana*, un trabajo de investigación y un aporte a la sociedad colombiana con toda la formalidad que se acostumbra en los trabajos de investigación en las universidades orientadas a la alta calidad. Esto lo estamos haciendo en la Facultad de Ingeniería y la Facultad de Ciencias de la Comunicación de nuestra universidad, la Corporación Universitaria Minuto de Dios - Uniminuto, una de las universidades más grandes de Colombia y cuya misión está orientada hacia la causa social.

El mencionado libro buscará develar la historia de los pioneros de la computación en nuestro país desde los años 50 aprovechando que la mayoría de ellos aún están (estamos) vivos; será un «wikilibro» en el cual cada uno de ellos narrará su participación en las áreas de impacto de su trabajo.

Para producir el libro, lo primero que hicimos fue identificar a los pioneros más destacados durante esos sesenta años. Nos encontramos con cerca de 160 de ellos. Los hemos contactado para explicarles el proyecto y la metodología que seguiremos para recabar las historias. Dentro de las mejoras metodológicas estamos iniciando en una de las emisoras virtuales de la universidad y sus capacidades en el área de la televisión, con la ayuda de la Facultad de Ciencias de la Comunicación, la producción de un programa de radio y televisión que se emitirá bajo el nombre de «Pioneros en la historia de la computación en Colombia - MiBios», con miras a completar de esa manera todo el material necesario para una superproducción del «wikilibro».

Me encontraba entregado a estas tareas cuando recibí la invitación para escribir este artículo y exponer las inquietudes que esbozo a continuación. En primer lugar, es claro que la complejidad de nuestro gran proyecto no es comparable con la producción de un artículo que no puede ser más que un esbozo con referencias a hechos que conozco, pero que no cubren la totalidad de la historia, pues su núcleo es la suma de una comunidad de pioneros que han puesto solo una pequeña parte del todo. Por otro lado, no podré evitar incluir algunas participaciones propias en este proceso por contarme entre quienes impactaron el medio informático de Colombia. Además, al hacerlo desde mi propia perspectiva es inevitable cierta subjetividad en el contenido. En el relato incluiré algunos nombres de personas, dado que son ellas el centro de la historia. Sus nombres que tal vez no resuenen mucho en el exterior, pero sí al interior del país por ser conocidos en el medio. Con estas aclaraciones me he tranquilizado para escribir sobre algunos hechos alrededor de esta historia.

2.2 Érase una vez, en 1957...

Decir cuándo fue el comienzo exacto de esta historia es difícil de puntualizar, pero ayudándonos de los medios haré referencia a una nota que salió hace unos años en la revista *Semana*, una publicación de

gran importancia en el país. Esta nota fue escrita por el periodista Álvaro Montes bajo el título de «La máquina que cambió el país».¹

El artículo se remonta a marzo de 1957 cuando llegó el primer computador a Colombia. Fue un IBM modelo 650 traído por Bavaria, una industria cervecera de gran importancia en Colombia. Los computadores de esa época eran grandes *mainframes* que ocupaban mucho espacio y requerían grandes infraestructuras, como pisos falsos y aire acondicionado para enfriar los grandes tubos al vacío.

Los datos se almacenaban en tarjetas perforadas que nos recuerdan a Herman Hollerith el inventor, en 1896, de las máquinas tabuladoras. Dice el artículo mencionado que las siguientes compañías en adquirir un computador de esta categoría fueron Coltejer (perteneciente a la industria textil), las Empresas Públicas de Medellín y Ecopetrol, la empresa de petróleos de Colombia.

En las memorias de la Universidad de los Andes se cuenta que «entre 1963 y 1967, la Universidad de los Andes pasó de tener un IBM 650 a tener un IBM 1620 (figura 2.1), y después de una ardua labor de consecución de fondos se adquirió un IBM 1130, financiado por la Fundación de la Universidad de los Andes en New York y por una donación personal de Rodman Rockefeller, cuando se retiró de la presidencia de esta fundación».²

Figura 2.1 Foto del computador IBM 1620 de Uniandes³



1. Álvaro Montes, «La máquina que cambió al país», *Semana*, Bogotá, marzo 1957, <http://www.semana.com/wf_InfoArticulo.aspx?IdArt=79194>. Consulta: abril 2013.
2. Paola Estrella, «Ingeniería de sistemas y computación: una utopía en la Universidad de los Andes», *Revista de Ingeniería Uniandes*, núm. 32, julio-diciembre, 2010, <<https://revistaing.uniandes.edu.co/pdf/MEMORIA%2032.pdf>>. Consulta: abril de 2013.
3. Foto tomada de Juanita Cristina Aristazábal, «Del 650 al 360: los primeros computadores de la Facultad de Ingeniería», *Revista de Ingeniería Uniandes*, núm. 20, noviembre, 2004.

2.3 De los tubos a los transistores

En 1961 Fabricato, otra industria textil, adquirió un IBM 1401 que fue el primer computador que usaba transistores en lugar de tubos y que se programaba en un lenguaje llamado *autocoder*. Esta nueva generación de computadores tuvo mucha trascendencia y empresas del Estado como Telecom, la empresa nacional de telecomunicaciones, fue usuaria de este tipo de máquinas y, debido a la trascendencia de sus operaciones, contribuyó a extender el uso de los computadores en el ámbito empresarial. Allí colaboró años más tarde el ingeniero de sistemas Guillermo Santos Calderón, pionero del periodismo informático en Colombia al crear la llamada «Página de computadores» de *El Tiempo*, el periódico más grande del país. Esta publicación aún existe y divulga las noticias del sector, así como lo hace la columna editorial del ingeniero Santos.

Burroughs llegó al país con minicomputadores y un gran computador de la gama de los *mainframes* que hizo historia; fue el computador 6700 cuya característica fundamental era la de tener un sistema operacional escrito en un lenguaje de alto nivel como es el Algol.

Los años 70 fueron la época de los centros de cómputo, los cuales albergaban máquinas que daban servicios a las grandes empresas. En esos centros de cómputo se procesaba, de forma centralizada, toda la información de las compañías o se daban servicios a otras empresas que no tenían computadores. Pero una buena forma de contar esta parte de la historia es narrando lo que sigue a continuación. Hace 37 años, en 1976, fundamos la Asociación Colombiana de Ingenieros de Sistemas (ACIS), de la cual hablaremos más adelante. Cuando la asociación cumplió 30 años se me permitió hacer un encuentro con aquellos pioneros de los años sesenta y setenta que dirigían los centros de cómputo más grandes de la época. La idea era compartir sus experiencias con un público joven al que sin duda le cuesta imaginarse al mundo sin Internet, como puede verse en dos videos en: <https://www.youtube.com/watch?v=YCiAEwDjcWo>

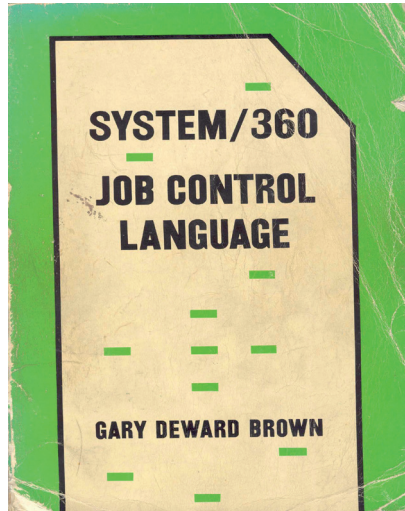
En 1974 y 1975 habíamos creado un grupo de estudio para hacer compatibles entre sí los grandes computadores IBM 360. Yo dirigía el centro de cómputo de las empresas del Acueducto y la Energía de Bogotá y por esa razón pensé en este grupo en particular. Los centros de cómputo que lo conformaban eran la IBM, la Universidad de los Andes, la Universidad Nacional, el DANE, que es la empresa del Estado encargada de las estadísticas oficiales de Colombia, y una empresa pionera en el servicio de sistemas llamada Colsistemas. Alrededor de nosotros estaban los especialistas de la IBM que nos daban soporte en las instalaciones del *software* de estos grandes computadores. Nos pusimos a buscar a estos profesionales, que en su mayoría ya estaban retirados de la actividad profesional, y los encontramos. Nos reunimos en ACIS como parte del evento de la celebración de los 30 años de la asociación para escuchar sus historias, que quedaron plasmadas en un video que compartimos con ustedes y en donde aparecen sus nombres y sus experiencias por esos años.⁴

Una curiosidad de orden técnico era el lenguaje de control con el cual se regulaba la secuencia en que los procesos se deberían realizar, los programas involucrados, los medios de almacenamiento que se

4. Puede mirarse el video de ese encuentro en ACIS («La tecnología de hace 30 años») en <<http://e-logicasoftware.com/tutoriales/conferencias/video-la-tecnologia-de-hace-30-anios.html>>. (Consulta: abril de 2013).

debían «montar» en las unidades de cintas y de discos. Se llamaba el *Job Control Language*⁵ del cual se publicó un libro que todos nosotros debíamos estudiar (figura 2.2).

Figura 2.2 Reproducción de la portada del manual Job Control Language



En los años 70 fueron apareciendo computadores más pequeños con la conformación de los *mainframes* llamados minicomputadores. Fueron los equipos IBM sistema 3, Hewlett Packard, Wang, Burroughs, que usaban lenguajes como Cobol, RPG, Pascal, Basic y Assembler, que popularizaron más los computadores, aunque restringidos al uso empresarial.

2.4 La era de los microcomputadores: 1980

La miniaturización de los equipos de cómputo se veía venir; en especial, porque el procesador Z80 de Intel ya estaba haciendo furor dentro de equipos periféricos y sus capacidades de cómputo estaban mostrando grandes posibilidades. En 1980 ya habían aparecido los primeros microcomputadores y tuve una experiencia que me hizo partícipe de esta historia, pues fui de los primeros en crear una empresa para trabajar con ellos, programarlos y comercializarlos. Yo había adquirido un pequeño microcomputador y, con la ayuda de mi amigo matemático Iván Obregón Sanin (QEPD), un Ph.D. de MIT, programaba un prototipo para la asignación de tripulantes a los vuelos de la aerolínea Braniff, ya desaparecida. Se trataba de un modelo de investigación operacional que usaba un algoritmo de asignación de recursos para calcular la distribución óptima de los tripulantes.

Íbamos a manejar terminales remotas vía satélite, pero por sugerencia de mi amigo lo hicimos en el pequeño microcomputador que parecía más un juguete que otra cosa. Era una máquina con 16K de

5. Gary Deward Brown, *System/360 Job Control Language*, John Wiley & Sons Inc, s.l.i.,1970.

memoria y usaba cassetes para almacenar los datos. Aún no existían los discos duros para los microcomputadores. Los resultados fueron tan exitosos que eso me movió a desarrollar *software* para esos equipos y traer la representación de los computadores Radio Shack a Colombia (figura 2.3).

Figura 2.3 Almacén de microcomputadores en la calle 77 Nro. 7 – 44 Bogotá. Año 1981



Debo mencionar a algunas personas que trabajaron conmigo en esta experiencia. Uno de ellos fue Thomas Killer, expresidente y fundador de Floramérica, una empresa colombiana que en esa época era de las más grandes productoras de flores a escala mundial. Thomas es un profesional de MIT y gran empresario. Otros son Roberto Ramírez Ocampo, casi un científico en el mundo de las ventas de alto nivel, y dos profesionales como Fernando Dávila, ingeniero de sistemas y actual presidente de una gran universidad de Bogotá, y Fernando Rivera, actual decano de la Facultad de Ingeniería Electrónica en la Universidad del Bosque en Bogotá.

Ahí se inició otra era de la microcomputación al lado de otras empresas y colegas que representaron diversas marcas de microcomputadores: Apple traídos por Germán Arciniegas, Commodore por Guillermo Santos, NEC por Carvajal S.A., Maxicom por Guillermo Turk, entre otras marcas más.

Ya he comentado sobre Guillermo Santos como pionero del periodismo digital y muy conocido por su columna semanal en *El Tiempo*. En el caso de Guillermo Turk, se ha especializado en desarrollo de grandes aplicaciones en países como Finlandia, Bolivia y la China, y lo menciono porque es un ejemplo en la internacionalización de la consultoría y desarrollo de *software*.

Ya en 1981 entró IBM con su PC (*personal computer*) representado por una firma privada comercializadora de equipos electrónicos que creó una unidad especializada para esta nueva línea de máquinas. Su gerente fue el ingeniero Alfredo Amore, el primer graduado en Ingeniería de Sistemas del país, e hijo de uno de los secretarios privados de Guillermo Marconi, el padre de las telecomunicaciones. Alfredo ha sido el principal promotor de un museo de los computadores, proyecto en el que mantiene todo su empeño para convertirlo en una realidad.

Por esos mismos años ochenta se crearon muchas casas de *software* que dieron lugar a la fundación de Indusoft (Asociación de Industriales del Software), hoy llamada Fedesoft, de la cual fui uno de sus miembros fundadores. Mucho es lo que hay que contar de esas épocas, pero tal vez el hecho más importante fue la llegada de la Internet al país, hecho del que fue uno de los pioneros en Colombia el ingeniero Hugo Sin, cuando trabajaba en la Universidad de los Andes.

2.5 Asociación Colombiana de Ingenieros de Sistemas (ACIS)

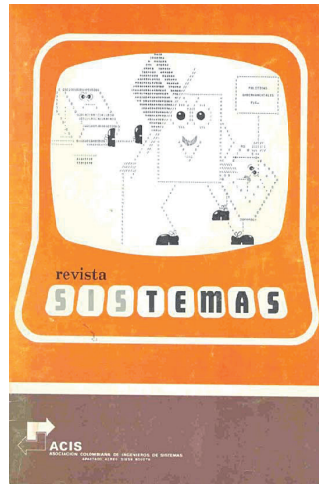
La Asociación Colombiana de Ingenieros de Sistemas fue creada en 1976, cuando éramos apenas estudiantes de ingeniería de sistemas. A través de ella se han logrado agrupar más de veinte mil profesionales que trabajan en el área de sistemas. Esta asociación realiza cada año un promedio de cuatro grandes encuentros sobre los temas más pertinentes de la informática; algunas discusiones tienen continuidad y estimulan el interés de comunidades profesionales alrededor de temas como la gerencia de proyectos, la ingeniería de *software*, la seguridad informática, el *software* libre. El grupo de seguridad informática, liderado por el Ph.D. Jeimy Cano y secundado por Andrés Almanza, es de características internacionales y está compuesto por más de dos mil ingenieros expertos en este campo, quienes durante todo el año interactúan para compartir sus experiencias, sugerir normas y reunirse para exponerlas ante el gremio —ya por 11 años consecutivos—, promulgar los resultados e invitar a profesionales internacionales que enriquezcan a esta comunidad.

Esta Asociación publica una revista trimestral. En ella se hacen foros sobre los temas de punta con expertos internacionales y nacionales para debatir sobre las nuevas tecnologías, tal como se puede observar en la siguiente dirección: <http://www.acis.org.co>, donde están publicadas las últimas ediciones.⁶

No cabe duda de que la ACIS tiene una de las muestras más importantes de nuestra historia informática. Por ejemplo, al revisar el primer número de la revista publicado en el año 1977 (figura 2.4) me encontré un artículo escrito por el ingeniero Jorge Gómez sobre la prohibición del uso del *go to* en la programación por Edsger W. Dijkstra, el padre de la programación estructurada. Esta primera revista la editamos cuando teníamos una empresa llamada Sistemas y Computación, con el ingeniero de sistemas y gran amigo Germán Salgar, quien fue en realidad el primer editor.

6. Asociación Colombiana de Ingenieros de Sistemas, *Revista Sistemas*, < <http://www.acis.org.co/index.php?id=32> >. (Consulta: abril de 2013).

Figura 2.4 Carátula de la primera revista de la ACIS en 1977



En ACIS hacemos encuentros con grandes personalidades nacionales e internacionales, a veces en compañía de los decanos de las facultades de ingeniería de sistemas de Bogotá. Uno de estos encuentros de gran importancia, por las características del personaje invitado, fue realizado en el año 2010 con Vinton Cerf, uno de los padres de la Internet, cocreador del protocolo TCP/IP desde Stanford en los años 70, vicepresidente de Google y actual figura en el desarrollo del Internet interplanetario (figura 2.5). El video del mencionado panel puede verse en la siguiente dirección: <http://e-logicasoftware.com/tutoriales/conferencias/video-vinton-cerf.html>

Figura 2.5 Vinton Cerf en compañía de los decanos de Redis (Red de Decanos y Directores de Ingeniería de Sistemas y Afines) y la junta directiva de ACIS



Otro personaje de importancia mundial que nos ha visitado es Richard Stallman, fundador el proyecto GNU y Free Software Foundation (figura 2.6), a quien entrevistamos en una reunión con los miembros de Redis.⁷ En el enlace <http://www.acis.org.co/index.php?id=215> pueden verse fotos de muchos encuentros, incluidos estos mencionados con Vinton Cerf y Richard Stallman.

Figura 2.6 Richard Stallman con los decanos de Redis



El sitio de ACIS (<http://www.acis.org.co>) es una enorme base de información que beneficia a nuestro país y su acontecer informático. Debo mencionar a dos de sus directoras ejecutivas que han sido el centro de nuestras actividades. Ellas son Susy Forero, la primera directora, y Beatriz Caicedo, la actual directora.

2.6 La Red de Decanos y Directores de Ingeniería de Sistemas y Afines (Redis): desde el año 2002

En el año 2002 creamos en Colombia esta red que hoy se llama la Red de Programas de Ingeniería de Sistemas y Afines: Redis. Es una comunidad universitaria que cobija los principales formadores de los ingenieros de sistemas. Esta red agrupa hoy en día las universidades más importantes del país fortaleciendo esta profesión en un trabajo continuo. La primera reunión se llevó a cabo con 18 universidades y un orden del día de un solo punto: ¿Para qué puede servir que los programas de ingeniería de sistemas y afines se unan en una red? La respuesta abarcó 21 temas propuestos por los miembros de la naciente red.

7. La entrevista hecha por el autor a Richard Stallman en diciembre 2004, puede consultarse en la siguiente dirección: <<http://www.acis.org.co/index.php?id=348>>. (Consulta: abril de 2013).

Con el tiempo se fueron agrupando las universidades de todas las regiones hasta completar 60 programas a escala nacional con una disciplina de trabajo permanente. En el caso de las universidades de Bogotá, que suman 22 instituciones, los decanos y directores nos reunimos cada mes rotando las universidades anfitrionas. Al día de hoy contamos 146 reuniones. Nuestro propósito general es el del mejoramiento continuo de la ingeniería de sistemas en Colombia. A nivel nacional cubrimos casi todas las regiones concentradas en los principales departamentos como Nariño, Boyacá, Santander (Oriente), Eje Cafetero, Tolima-Huila, Antioquia y la Costa en donde se han creado las redes regionales adscritas a Redis para formar así un solo cuerpo de esta comunidad académica.

Son muchos los proyectos que allí se han gestado. Puede mencionarse la creación de la red de alta velocidad Renata, como resultado de las redes locales de alta velocidad de cada ciudad que nos permiten estar conectados con el mundo a través de Internet II en los Estados Unidos y Giant en Europa, conectándonos mediante la red Clara de Latinoamérica. Otros ejemplos son la creación de un grupo llamado «Perfiles», para estudiar las competencias y referentes curriculares para el mejor diseño de nuestros programas; la creación de un grupo llamado «Universidad-Empresa-Estado», que nos ayuda a tener más definidas las relaciones de esta trilogía y de la interacción con el Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (Mintic) y el Ministerio de Educación, para darle viabilidad a la intervención de la academia en las políticas de Estado; la presentación anual de los mejores proyectos de grado de nuestros estudiantes y la creación de una revista donde publicarlos, con el propósito de divulgar las investigaciones a la sociedad, para que esos trabajos no se queden únicamente almacenados en las estanterías de las universidades; la formación de un grupo especializado de 12 universidades para crear el primer diplomado sobre IPV6, el nuevo protocolo de Internet; el encuentro anual de los sesenta programas de ingeniería de sistemas del país y, en general, la integración de nuestros programas de sistemas y afines.

2.7 Proyectos del gobierno desde el año 2000

El Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (Mintic) proviene del antiguo Ministerio de Comunicaciones y es la entidad del Estado que hace los esfuerzos de democratizar la tecnología para llevarla a todas las regiones del país. Proyectos como el «Gobierno en línea» (<http://www.gobiernoenlinea.gov.co/web/guest>), que ha logrado que todas las entidades del gobierno presten sus servicios por Internet, «Compartel» (<http://www.compartel.gov.co/>), que lleva la Internet a todas las regiones colombianas promoviendo la formación ciudadana en el uso de las TIC, y el plan «Vive Digital» (<http://www.mintic.gov.co/index.php/vive-digital>) del actual gobierno son iniciativas que han hecho avanzar al país en el uso de las tecnologías por parte del ciudadano común, así como la integración de las regiones.

2.8 La maratón mundial de programación de computadores: vigente por 36 años

La ACIS decidió incentivar, desde hace 36 años, la maratón de programación que es un evento de talla internacional donde llegan cerca de cien equipos compuestos de estudiantes de todo el mundo para competir en el área de desarrollo de *software*. Colombia ha ocupado puestos como el 32 y el 58. Si bien

no hemos sido ganadores, estos desempeños nos enorgullecen pues dan fe de la existencia de talento en esta área de la profesión tan importante. Pero no solo es importante el final de esta iniciativa. Lo es más el proceso, porque en su preparación para la maratón las universidades colombianas hacen encuentros locales. Es el caso de Bogotá, donde unas 23 universidades lo realizan mensualmente para luego competir en una maratón nacional con más de cien universidades, para que salgan de allí los equipos que representarán al país en la maratón suramericana y luego en la mundial, a la cual siempre llegamos desde hace varios años.

2.9 Asociaciones orientadas a la industria del *software* desde 1987

Otra asociación de gran importancia es la Federación Colombiana de la Industria del Software y Tecnologías Informáticas Relacionadas (Fedesoft),⁸ sucesora de la antigua Indusoft creada en 1987. La presidenta ejecutiva de Fedesoft, Paola Restrepo Ospina, ha hecho una tarea ardua por el bien de nuestra industria de *software*. Esta Asociación es una entidad sin ánimo de lucro que busca el desarrollo del sector integrando empresarios de *software*, academia, gobierno y otras entidades relacionadas para impulsar el desarrollo nacional basado en tecnologías de la información (TI). La meta: posicionar al país como productor de TI de clase mundial. Durante cerca de 30 años ha logrado ser la entidad más significativa alrededor de la industria del *software*, a la que en paralelo se le ha unido, con intereses parecidos y orientada a la investigación, la red empresarial Sinertic liderada durante varios años por Brigitte Mayorga.⁹

2.10 El *software* libre desde los años 90

El *software* libre tiene una larga y exitosa historia desde los años 90 con la llegada de Linux a Colombia, cuyas primeras instalaciones fueron trabajadas por el ingeniero Víctor Toro en la Universidad de los Andes. A él lo siguieron otros ingenieros y con el tiempo se fueron creando comunidades seguidoras de Linux, a tal grado que en el año 2000 llegaron a existir cerca de 26 comunidades organizadas en universidades por los mismos estudiantes. Se destacaron Linuxcol, Glud, Iskariote, Colibri. Esta última fue la promotora de la ley del *software* libre que se presentó en el Congreso de la República y que movió a la comunidad para intentar su fallida aprobación.

En el año 2000 iniciamos un trabajo intenso de «evangelización» del *software* libre en ACIS dictando conferencias y asistiendo a encuentros académicos con otros profesionales, En el primer año contamos con más de dos mil interesados, mientras que en muchas de las universidades las comunidades actuaban trabajando para dar a conocer este sistema operacional.

Algunos pioneros con los que hemos trabajado han sido Ricardo Naranjo, Jaime Gómez, Jorge Mario Calvo y una larga lista que no es posible mencionar completamente.

8. La dirección del portal de Fedesoft es <<http://www.fedesoft.org/>>. (Consulta: abril de 2013).

9. La dirección del portal de Sinertic es <<http://www.sinertic.org/>> (Consulta: abril de 2013).

2.11 Conclusiones

De esta manera termino el esbozo de la historia de la computación en Colombia, con la debida salvedad de que ha sido desarrollada desde mi visión personal. Pienso que seguramente cualquiera de nosotros que hubiera escrito este documento lo habría hecho desde su perspectiva. Hubiera tratado de hacer lo mismo como observador de los sucesos. Quiero ser claro en que no pretendo ser el centro de esta historia. Solo soy la persona que las circunstancias favorecieron para hacer de cronista.

El libro que estamos haciendo, y que he mencionado en varias ocasiones, contendrá las historias de los 160 personajes que han impactado la historia de la computación colombiana, y esas historias sí conformarán las vivencias de una comunidad entera que permitirá tener el mapa completo.

Sesenta años de informática en Cuba: la visión de un protagonista

Lázaro J. Blanco Encinosa

3.1	Introducción	24
3.2	Fuentes informativas y métodos de investigación utilizados	24
3.3	Etapa preinformática y prerrevolucionaria: desde 1920 aproximadamente a 1959	25
3.4	Los primeros pasos experimentales: desde 1960 a 1970	26
3.5	Minicomputadoras y mainframes en acción: desde 1971 a 1985	27
3.6	Llegada masiva de la microinformática: desde 1986 a 1994	37
3.7	Las redes informáticas y los sistemas gráficos: desde 1995 al inicio del siglo xxi	42
3.8	La apropiación popular y personal de la informática	50
3.9	Unas palabras finales	52
3.10	Anexo: Algunas aplicaciones informáticas cubanas	53

3.1 Introducción

La informática en Cuba tiene alrededor de 62 años de existencia. En el año 1958 se introdujo la primera computadora —una IBM Rmac 650— y en 1969 se fabricó por primera vez una en el país. Son suficientes años para hacer un resumen histórico de su desarrollo, para evaluar éxitos y fracasos, aciertos y errores. Y como todo resumen, hay muchos aspectos que no fueron incluidos, debido al espacio disponible.

El autor no es un historiador, pero ha sido un participante en este proceso desde finales del año 1970, año en que realizó su primer programa de computadoras, hasta la fecha. Consecuentemente, se ha decidido a utilizar sus experiencias para escribir este trabajo, pues, hasta donde es conocido, no existe otro similar publicado, excepto uno anterior del propio autor¹, que ha servido de base para el presente texto, con las lógicas actualizaciones.

Se consideró prudente terminar el análisis alrededor del inicio del siglo XXI. Los años posteriores son todavía muy recientes para intentar sistematizar los hechos históricos. No obstante, se resumieron e incluso se intentó una somera mirada a la época actual. Es un trabajo hecho por iniciativa del autor, ajeno totalmente a fuentes o intenciones oficiales de organización alguna, por lo que este asume toda la responsabilidad.

La utilidad de conocer los hechos relacionados con la informática y la computación en Cuba es incuestionable, dado que muchos esfuerzos se han hecho, muchas personas han dedicado lo mejor de sí a desarrollar esas tecnologías; muchos errores se han cometido, muchos éxitos se han obtenido; y todo debe quedar documentado, de manera que las generaciones presentes y futuras conozcan qué sucedió. La informática es parte de la cultura humana y cubana y toda faceta cultural de la humanidad, o de parte de ella, debe ser objeto de reflexiones históricas.

3.2 Fuentes informativas y métodos de investigación utilizados

El autor se ha basado en la información abierta que ha encontrado disponible en publicaciones serias especializadas, que en su momento se editaron o se editan por organizaciones responsabilizadas con la informática en Cuba; en las actas de congresos y eventos científicos y en la prensa regular cubana. Estas fuentes se referencian en el listado correspondiente al final del capítulo.

Además, se ha apoyado en informaciones provenientes de algunos protagonistas, con los que ha compartido como colegas durante estos años, los cuales han aportado criterios en conversaciones informales o en entrevistas más estructuradas.

No se ha abusado de las estadísticas, puesto que en el caso de la informática su desactualización ha sido manifiesta en algunos años, además de los períodos que han existido sin editarse anuarios estadísticos en algunos años en Cuba.

1. Lázaro J. Blanco, *Apuntes para una historia de la informática en Cuba. Consideraciones técnicas, organizativas y económicas*, La Habana, Universidad de La Habana, 2004.

3.3 Etapa preinformática y prerrevolucionaria: desde 1920 aproximadamente a 1959

Durante la primera mitad del siglo XX se utilizaron en Cuba máquinas de procesamiento de datos, tanto las llamadas de «tabulación» como las de «saldo directo» o «de contabilidad»; las cuales fueron las antecesoras de las actuales computadoras.

Las primeras, llamadas también «máquinas de contabilidad sobre tarjetas perforadas», fueron importadas de dos firmas con tecnologías diferentes: la IBM y la Remington Rand. Las primeras se difundieron más. La IBM llegó a crear en Cuba una sucursal para atender a los países del Caribe y de América Central. Esta era operada básicamente por profesores y técnicos cubanos. Algunas de las empresas y compañías cubanas o sucursales de transnacionales que utilizaron esos equipos fueron la Compañía Cubana de Electricidad, subsidiaria de la Electric Bond and Share; varias compañías de seguros, la compañía telefónica, también sucursal de la ITT; empresas jaboneras, firmas comerciales, bancos, etc. Emplearon esas máquinas en tareas que implicaban procesar grandes masas de datos contables y de administración, como la facturación, las ventas, los cobros, los pagos, las nóminas de sueldos y salarios, los inventarios, el control de los activos fijos, etc.

Basaban su tecnología de almacenamiento de la información en tarjetas de cartón que se perforaban, reflejando con un determinado código los datos que debían contener. Esas tarjetas, con su contenido informativo, eran ordenadas, interpretadas, clasificadas, intercaladas, tabuladas, calculadas, resumidas y resumidas, mediante un sistema de máquinas diferentes, que se acoplaban en una serie de procesos, para obtener las informaciones necesarias. El conjunto estándar de estas máquinas era: perforadora, verificadora, intérprete, clasificadora, intercaladora, calculadora y tabuladora.

Se programaban mediante tableros electromecánicos llamados «pizarras», con cables y *plugs* o clavijas que se introducían en los agujeros de las pizarras. Se lograba así cierta flexibilidad para la solución y ejecución de las diferentes tareas que se les planteaban a esos equipos.

Alrededor de esas máquinas se movía un conjunto de operadores: perforadores, verificadores, operadores de intérpretes, clasificadoras e intercaladoras, operadores de calculadoras y tabuladoras, mecánicos reparadores y sistematizadores. Estos últimos eran los técnicos más calificados de todos, puesto que eran los encargados de elaborar los sistemas y programar las máquinas, en un proceso que resultaba verdaderamente complejo y que podían acometer solo personas rigurosamente seleccionadas.

También se asociaba a esas máquinas toda una tecnología de análisis y diseño de sistemas mecanizados, compuesta por documentos (*layouts*) para el diseño de archivos y reportes de salida («tablas») y de una colección de símbolos estándares para indicar los pasos que seguirá el flujo de la información a través de las máquinas. Estos símbolos se usan todavía en todo el mundo, como puede comprobarse en cualquier procesador de textos, como Word.

Aunque no existen estadísticas disponibles sobre esta etapa, algunos expertos opinan que varios cientos o quizás miles de cubanos se ganaban la vida como operadores de equipos de tabulación y algunas decenas cubrían las funciones de sistematizadores.

Estos equipos fueron utilizados en Cuba hasta alrededor del año ochenta del siglo XX, pese a su antigüedad y a la escasez de repuestos y refacciones, y solucionaron problemas muy importantes para la sociedad, como la facturación eléctrica y la emisión de las chequeras de la seguridad social para los trabajadores jubilados.

La herencia tecnológico-cultural de las máquinas de tabulación y de saldo directo permitió el surgimiento en Cuba de una cultura de sistematización de los procesos informativos; presente en miles de personas vinculadas a la gestión económica, contable y financiera, muchas de las cuales trabajaron posteriormente con los sistemas computarizados y transmitieron sus conocimientos y su disciplina de trabajo.

Con relación a la mayoría de los países del mundo, Cuba estuvo muy adelantada en el empleo de esos equipos de tabulación o contabilidad: debe recordarse que su primera aplicación en el planeta fue en 1890 (en el censo de población y viviendas de EE.UU.), mientras que en Cuba se aplicaron por primera vez alrededor de 1920.

En los meses finales de 1958 se introdujo en Cuba la primera computadora electrónica: una IBM Ramac, de las primerísimas que se comercializaban en América Latina. Era una máquina de primera generación, porque basaba su electrónica en válvulas y tubos de vacío y su programación era realmente primitiva. Se trajo para una de las compañías petroleras radicadas en el país en aquel entonces (ESSO, Texaco y Shell), la cual prácticamente no la utilizó. Al triunfar en 1959 la revolución cubana y producirse casi inmediatamente un diferendo con el gobierno de EE. UU., que se mantiene hasta hoy, esa máquina se quiso emplear en el sistema de seguridad social y de jubilación, pero nunca pudo ser empleada eficazmente, por roturas y por la poca comprensión de su tecnología de programación por los técnicos cubanos, a pesar de su similitud con los equipos de tabulación conocidos.

3.4 Los primeros pasos experimentales: desde 1960 a 1970

Desde que triunfa la revolución hasta el final de la cosecha azucarera de 1970, ocurren en Cuba una serie de transformaciones muy significativas, en el ámbito económico y social. En resumen, se puede decir que se eliminaron las relaciones capitalistas de producción y con ella la propiedad privada y las relaciones monetario-mercantiles. Ya en 1968 se pudo extender el sector de la propiedad estatal a todas las empresas, desde las más grandes hasta las microempresas (en un proceso culminativo que se llamó «Ofensiva revolucionaria»). Solo quedó una pequeña proporción de las tierras en manos de campesinos privados. Otra transformación importante fue la eliminación de las relaciones monetario-mercantiles y del registro y control contable-financiero. La contabilidad por partida doble fue considerada innecesaria (una «tecnología capitalista») y hasta perjudicial en las nuevas condiciones económico-sociales y consecuentemente se eliminó (aunque desde 1975 ha intentado recuperarse, todavía está muy lejos de lo que debe ser). Esto tuvo una incidencia negativa notable en el empleo de las tecnologías de procesamiento de la información.

También, de conformidad con la política de centralización que imponía el nuevo orden económico, se creó la Empresa Nacional de Procesamiento de Datos (1963), la que concentró muchos equipos de tabulación de tarjetas perforadas y de saldo directo. Se crearon otros centros similares. Se pretendía

que procesaran centralizadamente la información de instituciones que no disponían de esas máquinas, función que cumplieron durante algunos años, con relativa eficacia.

En 1963 se adquiere una computadora inglesa, la *Elliot 803-B*, catalogada como de segunda generación, debido a que su electrónica se basaba en transistores y tubos. La Universidad de La Habana se responsabilizó de ella. En su programación se utilizaba un código propio, un lenguaje nemotécnico ensamblador, típico de la época.

En esa época, en años no precisados, pues no hay información abierta sobre ello, llegaron también dos computadoras Minsk, de fabricación soviética, destinadas a usos militares y de seguridad.

En 1968 se adquieren dos computadoras francesas SEA-4000, de segunda generación, para destinarlas al procesamiento de la información del censo de población y viviendas de 1970.

A partir del modelo francés, incluso en los nombres de las instituciones, se crea por entonces el llamado «Plan Cálculo», una institución adscrita a la entonces llamada «Junta Central de Planificación» (Juceplan), con la misión de dirigir, organizar, controlar y regular la introducción de computadoras, *software* y técnica de cómputo en general en el país. Se le subordinan, además, los talleres de reparación y mantenimiento existentes, la fábrica de tarjetas y formas continuas y de otros insumos. Se comienza un plan de formación de profesionales, tanto dentro como fuera del país (Francia y la URSS, fundamentalmente). Se compraron varias computadoras de la firma CII, serie Iris, de la tercera generación de máquinas. Su electrónica se basaba en circuitos integrados, sus medios de almacenamiento eran los discos y las bandas magnéticas y su *software* disponible incorporaba ya superlenguajes como el Fortran y el Cobol, además de contar con excelentes bibliotecas de programas.

En resumen, el elemento destacado de esta etapa fue el comienzo de los primeros pasos experimentales en la informática y el reconocimiento de su necesidad para dirigir al país y sus instituciones.

3.5 Minicomputadoras y *mainframes* en acción: desde 1971 a 1985

Se considera que el comienzo de la siguiente etapa puede ser ubicado, meses más, meses menos, en 1971, año en que el fracaso estrepitoso de la cosecha azucarera (producto muy importante para Cuba) de 1970 y de los estilos de dirección vigentes en ese entonces hizo necesario buscar otros derroteros para encontrar eficiencia y eficacia en la gestión económica y social.

En ese año comenzaron a ser prácticamente operacionales las computadoras IRIS. Algunas del modelo IRIS 10 fueron ubicadas en universidades, en centros de investigación y en otras entidades importantes. Era una máquina orientada a insertarse como *front-end* en sistemas más potentes, como la IRIS 50 y la IRIS 80; pero las instituciones mencionadas las utilizaron para la formación de técnicos y en algunas tareas de ingeniería y de economía. El autor elaboró varios programas en Fortran 10-H, lenguaje disponible en esas máquinas.

El efecto producido por estas computadoras en la economía cubana no fue más allá de la formación de técnicos y especialistas en programación e ingeniería de *software*, algunos de los cuales se mantienen

activos aún: se formaron en Cuba los primeros programadores y los primeros analistas de sistemas (El término «ingeniería en *software*» no se utilizaba todavía).

Una de las primeras metodologías de análisis de sistemas que se introdujo en Cuba, por aquellos años, fue la del National Computing Centre o simplemente NCC. Era una metodología compuesta por una serie de etapas de trabajo que debía cumplimentar el analista y de un conjunto de formularios que debían también llenarse, para avanzar de una de esas etapas y fases a la siguiente. Entre esos formularios se encontraban: «Resumen de acuerdos (entrevistas)», «Esquema del sistema», «Diagrama del sistema», «Diseño de archivos», «Diseño de campo de datos» y otros.

En esa época, primeros años de la década de los 70, los programadores hacíamos los programas con el llamado «estilo espagueti», con múltiples saltos de GOTO hacia delante o hacia atrás. Resultaban programas muy complejos y difíciles de entender y mantener.

Más avanzada la década se introdujeron las primeras técnicas de programación estructurada. Algunos trabajos se publicaron en esa época,² en defensa de la necesidad de programar más eficientemente y a favor de los métodos estructurados como una solución.

Se adquirieron, como se expresó, también varias IRIS 50. Una de ellas se ubicó en Juceplan, donde en esos años se reunió el equipo humano y técnico más importante del país en materia de informática. Otra fue al Ministerio de la Agricultura (Minagri). Una tercera fue a parar al Ministerio del Azúcar (Minaz), para apoyar la industria más importante del país en aquel entonces. Sus efectos en la planificación, la producción cañera y la azucarera no fueron significativos: el burocratismo y los sistemas ineficaces e ineficientes de dirección lo impidieron.

Las IRIS 50 fueron construidas siguiendo a la máquina paradigmática para la época, la IBM 360. Eran equipos tecnológicamente ubicados en la franja media superior en el mercado. Disponían de un *software* adecuado, donde los superlenguajes de programación Fortran IV y Cobol 65 formaban la base fundamental para la elaboración de sistemas. Impusieron la tecnología de análisis, diseño, programación y procesamiento que los tiempos demandaban, y generaron cargos y especialidades como fueron los de analistas de sistemas, analistas orgánicos, programadores de aplicación, organizadores del trabajo informático, operadores de consola, bibliotecarios de soportes informáticos, ingenieros de sistemas, programadores de sistema, administradores de bases de datos, y perforadoras y verificadoras de tarjetas, su medio de entrada fundamental. Máquinas como esas exigieron un enfoque estructurado y organizado del análisis y diseño de sistemas de información.

La influencia de las IRIS y su tecnología asociada hizo que los centros de enseñanza diseñaran sus planes de estudio basados en ellas. Por ejemplo, un centro que en esa época se encontraba a la vanguardia de la enseñanza de la informática en Cuba, la Facultad de Economía de la Universidad de La Habana, incluyó en sus programas la programación en Fortran IV y Cobol 65 y comenzó a graduar un licenciado en Economía con énfasis en el análisis de sistemas.³ Otras carreras universitarias especiali-

2. Lázaro J. Blanco, «Introducción a la programación estructurada», *Economía y Desarrollo*, núm. 47, 1978.

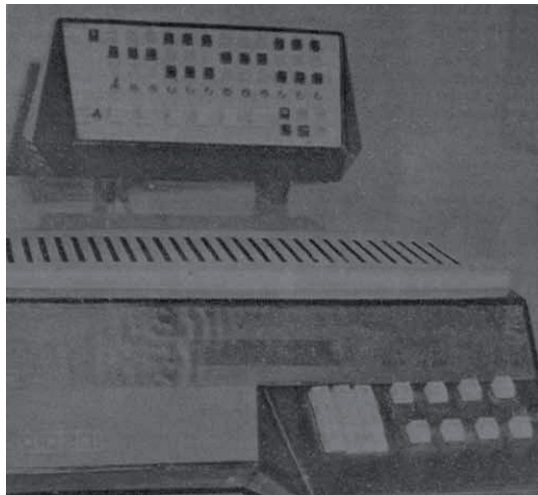
3. El autor fue alumno ayudante y profesor no graduado de esa Facultad en esa época, luchó con ambos lenguajes y hasta llegó a tener alguna destreza en el Cobol.

zadas en informática ya se habían fundado como la Licenciatura en Cibernética Matemática (Universidad de La Habana) e Ingeniería en Controles Automáticos (Instituto Superior Politécnico J. A. Echeverría, el Ispjae). En años sucesivos se consolidarían, se reorganizarían e incluso cambiarían su nombre, al influjo de los cambios tecnológicos.

Otra corriente de desarrollo en ese entonces fue la de los equipos construidos en Cuba, bajo los influjos tecnológicos de una familia de máquinas que produjo un gran impacto mundial: las PDP-08 y PDP-11, de la compañía norteamericana Digital. Estas máquinas crearon el concepto de minicomputadora.

El primer equipo construido fue la CID 201-A,⁴ minicomputadora con una memoria de núcleos de ferrita y una capacidad de 4 kilopalabras, con una «palabra» de 12 bits. Se especializó en el llamado «cálculo científico»⁵, como la solución de modelos económico-matemáticos para organizar el tráfico ferrocarrilero. Se fabricaron algunas pocas docenas. Varias se ubicaron en las universidades. Se programaban en un auto-código llamado LEAL (de «lenguaje algorítmico»), aunque se utilizaron otros como el Comaq, orientado a la enseñanza. La entrada básica de datos y programas se hacía en una cinta de papel de siete canales (figura 3.1). Aunque por su aspecto externo más bien parecía una calculadora de mesa, era una computadora.

Figura 3.1 Primera computadora cubana CID 201-A⁶



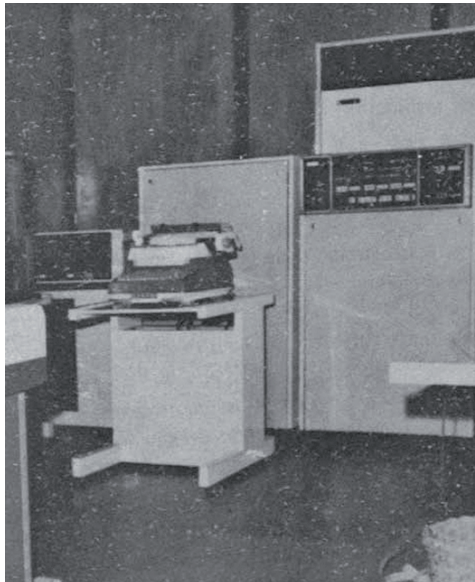
-
4. Uno de los diseñadores principales de esta máquina, el ingeniero Orlando Ramos, persona muy respetada por el autor, ha reclamado la total originalidad de esa máquina y solo ha aceptado «alguna influencia de otras máquinas... en el código de instrucciones...» (*CID. Electrónica y proceso de datos en Cuba*, núm. 1, 1979). Este planteamiento no coincide con la realidad práctica de otros modelos, como la CID 201-B y la CID 300, donde inclusive podía correrse sin problemas el *software* original de las PDP y donde los especialistas usaban también su documentación, alguna ya citada en los artículos que se han utilizado. Tampoco coincide su opinión con lo que expresaban muchos especialistas de la época, compañeros de trabajo del ingeniero Ramos.
 5. Se conceptuaban como tales aquellos problemas que requerían cálculos complejos y utilizaban lenguajes especializados, como el Fortran. En contraposición, estaban los problemas de gestión económica, más sencillos en cuanto a cálculo, pero más complejos en el proceso de entrada y salida de datos y en el almacenamiento. Para eso, el lenguaje más adecuado en esa época era el Cobol.
 6. Todas las fotos de los equipos cubanos que se muestran en este capítulo han sido tomadas por José A. Berenguer y extraídas de la revista *CID. Electrónica y proceso de datos en Cuba*.

El siguiente modelo de la familia CID fue la 201-B, equipo con más capacidad de memoria interna (podía llegar hasta 32 K-palabras de 12 bits cada uno), también de núcleos de ferrita, con más velocidad (50.000 sumas por segundo) y un LEAL más desarrollado. En un esfuerzo por dotarla de más posibilidades, se le lograron acoplar lectores/grabadores de casetes, minibandas magnéticas, minidiscos y un lector de tarjetas perforadas. Los equipos con esa configuración presentaron problemas frecuentes de roturas.

La CID 201-B, a pesar de sus limitaciones tecnológicas y sus problemas de calidad, se produjo en varias decenas de unidades, que se usaron en empresas, escuelas, universidades y otras entidades. Se incluyó en su *software* básico lenguajes de programación como Fortran, Cobol, Algol, LEAL y Focal (estos dos últimos fueron lenguajes de creación cubana). Contribuyó a crear muchos especialistas en computación en todo el país y permitió solucionar muchos problemas de la administración, como nóminas de salarios y sueldos, inventarios, control de activos fijos y otros similares.

La CID 201-B, al igual que los restantes miembros de la familia CID, se construyó utilizando componentes provenientes de Japón, de otros países del sudeste asiático y del campo socialista europeo. Se les acoplaron periféricos construidos en Japón y otros construidos en los países socialistas de Europa del Este y un lector de tarjetas construido en Cuba⁷ (figura 3.2).

Figura 3.2 Computadora cubana CID 201-B



Desde el punto de vista de la tecnología de elaboración de programas y sistemas, y a diferencia de los equipos IRIS, las CID propiciaron un trabajo más integral y sencillo, pero menos especializado y estruc-

7. Información reseñada a partir del trabajo de Tomás López, «Resultados principales del desarrollo de los medios de computación en Cuba», *CID. Electrónica y proceso de datos en Cuba*, núm. 1, 1979, pp 9-13; y del trabajo de J. Febles, et al., «El lector de tarjetas SÉrvitec-1, un esfuerzo y un resultado», *CID. Electrónica y proceso de datos en Cuba*, núm. 3, 1980, pp. 23-25.

turado. Los técnicos que trabajaban en los ambientes CID 201 lo hacían todo, desde el análisis y el diseño del sistema hasta la programación e incluso, la operación de la máquina.

En 1972 Cuba se acerca más a los países socialistas del este de Europa y a su modelo económico, cuando se integra al Consejo de Ayuda Mutua Económica (CAME). En el caso particular de la informática, se firma un acuerdo para el desarrollo de esa actividad y se adhiere a la Comisión Intergubernamental de Computación del CAME. A partir de esa integración se establecen planes de trabajo conjuntos, para desarrollar equipos, software y aplicaciones, con criterios estándares, para acoplarse a los Sistemas Unificados de Computadoras (Sumce) y Minicomputadoras (SMMCE). A partir de esos acuerdos, comienza a recibirse en Cuba tecnología, equipamientos, *software*, información, financiamiento y, sobre todo, la filosofía de trabajo de los soviéticos.

Se reciben *mainframes* de la serie EC: los modelos 1020, 22, 30, 35, 40, 45, 50, 55 y 60, empleados, sobre todo, en ministerios y organismos centrales y centros de cálculo de uso colectivo. Eran máquinas construidas a partir de licencias y soluciones tecnológicas inspiradas en las IBM 360 y 370. Se comenzó a estudiar en Cuba los sistemas operativos de la compañía IBM, como el DOS y el OS, así como otro *software* básico acompañante, como los lenguajes de programación Cobol, Fortran y PL/1; los sistemas de gestión de bases de datos americanos como Total, IDMS y DB2 y los sistemas de gestión empresarial BOMP y CICS (también yanquis). Estos últimos no pudieron utilizarse pues la gestión empresarial existente no tenía la organización y el nivel informativo necesarios (figura 3.3).

Figura 3.3 Computadora soviética de la serie EC



El contacto con los países socialistas hizo que a la jerga informática se incorporaran términos incomprensibles en el resto del mundo, como «aseguramiento matemático» (una forma más complicada de decir «programas» y «algoritmos») y otras traducciones literales del ruso, con el consiguiente impacto en nuestra cultura lingüística. Felizmente, tales aberraciones no echaron raíces y no duraron en desaparecer de nuestro argot técnico.

Muchos cubanos fuimos a los países socialistas a realizar estudios de pre y posgrado, así como entrenamientos en materia de informática y pudimos constatar la solidez de las matemáticas soviéticas y el relativo atraso que tenían en la informática (*hardware* y *software*).

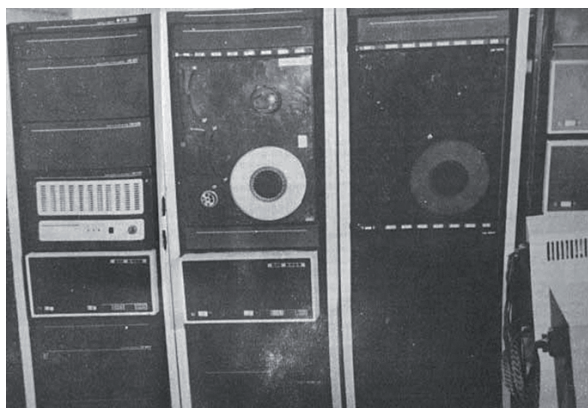
En el ámbito educativo, se funda en 1970 en el Ministerio de Educación (Mined) el «Grupo para el Desarrollo de la Informática», con la misión de desarrollar técnicas informáticas de apoyo a la educación primaria, secundaria y media. Se crean varias herramientas para apoyar el aprendizaje de los que comienzan el estudio de las técnicas de programación y dirigida a la computadora CID 201-A, como el Focal y el Linco.⁸ La «Escuela Vocacional Lenin» (preuniversitario o bachillerato) contó desde su inauguración en 1974 con una CID 201-B, la cual utilizó mucho en la formación de sus alumnos.

En 1978 se creó el Centro de Adiestramiento de Computación (CAC, posteriormente Censai), otro de los centros que asumió la labor de formar técnicos en *hardware* y *software*. Formó a cientos de especialistas y en 1988 amplió su misión, con maestrías para directivos, en coordinación con otros centros cubanos y españoles.⁹

Ya en 1980 se reportaban 1.500 especialistas en *hardware* y *software* formados por el sistema del Instituto Nacional de Sistemas Automatizados y Técnicas de Computación (Insac), que se adicionaban a los ya existentes.¹⁰ Se crearon en todos los ministerios ramales, direcciones de informática y centros de diseño de sistemas, para solucionar los problemas de las empresas e instituciones agrupadas bajo esas instituciones.

La integración de Cuba con los países socialistas de Europa del Este propició que se construyera un nuevo modelo de CID: la CID 300/10, una máquina muy similar a la PDP 11/40. Era una máquina mucho más evolucionada que su antecesora, con una velocidad de 400.000 sumas por segundo, con 32 kilopalabras de memoria interna, con una dimensión de palabra de 16 bits; con periféricos tales como el lector de tarjetas, display alfanumérico, impresora de caracteres y de líneas, minidisos y minicintas; con un sistema operativo sobre discos que permitía, al menos en teoría, la corrida simultánea de dos programas, y con lenguajes como LEAL, Cobol, Fortran, Algol, Basic y Focal (figura 3.4).

Figura 3.4 Computadora cubana CID 300



8. Hilario Rossete, «La computación y la enseñanza media en Cuba», *CID. Electrónica y proceso de datos en Cuba*, núm. 19, 1987, pp. 28-35.

9. René Herrera, et al., «La informática y la educación cubana», *CID. Electrónica y proceso de datos en Cuba*, núm. 27, 1992, pp. 45-49.

10. Revista CID. Electrónica y proceso de datos en Cuba, Editorial: «Hacia el Segundo Congreso del Partido. El procesamiento mecanizado y automatizado de datos como apoyo al Sistema de Dirección y Planificación de la Economía» *CID. Electrónica y proceso de datos en Cuba* núm. 1, 1979, pp. 2-4.

Se comenzó a trabajar fuertemente por algunas instituciones del país, para dotar a esas máquinas de *software* de aplicación económica y empresarial; y se obtuvieron algunos paquetes de programas que se utilizaron en diferentes organizaciones, entre ellas empresas de variado tipo, para automatizar los inventarios, la contabilidad, las nóminas de salarios y de sueldos y otras tareas similares. El talón de Aquiles fue la calidad de sus componentes y sus partes integrantes, lo que motivó índices de rotura muy altos.

Lo más positivo de la fabricación de las CID fue que obligó a desarrollar, en 1969, el Centro de Investigación Digital, luego Instituto de Investigaciones Digitales (ICID), para su diseño y fabricación. Este centro y sus investigadores fueron las bases necesarias para diseñar y elaborar equipos médicos, los cuales se analizarán más adelante.

La capacidad de cálculo instalada se elevó, paulatina pero consistentemente, en esos años. En 1975 se reportaban 5 *mainframes* instalados y alrededor de setenta minicomputadoras CID.¹¹ Ya en 1980 se reportaba un crecimiento de la técnica instalada de un 67 %, en relación con el año 1977, siempre con preponderancia de las minicomputadoras CID y las computadoras EC del campo socialista.

Como parte de la llamada «división del trabajo socialista», las instituciones cubanas asumieron la producción de displays, como el CID 7220, alfanumérico. Estos se instalaron en las CID 300 y algunos se exportaron,¹² pero nunca tuvieron una importancia significativa en la economía cubana (figura 3.5).

Figura 3.5 Computadora cubana CID 300 con el display cubano CID 702



11. R. Piñero, et al., «Desarrollo de algunas líneas de medios de computación en el Instituto de Investigación Digital del Insac», *CID. Electrónica y proceso de datos en Cuba*, La Habana, núm. 2, 1980).

12. Hay informaciones que reportan la exportación de unos 3.000 displays al año a la URSS. El número parece un tanto grande. Véase al respecto a N. Márquez, en: «De donde se hace el Cardiocid. Entrevista con Fernando Arrojas, Director del ICID», *GIGA*, núm. 2, 2001.

También se diseñaron y produjeron otros equipos, como la CID 400/10, microcomputadora de oficina, con impresora de caracteres, almacenamiento de datos sobre cinta de papel y memorias Eprom para los programas. Pese a su nombre, no puede compararse con el concepto actual de «microcomputadora», sino más bien con las máquinas de saldo directo mencionadas anteriormente.

En 1976 se crea una institución con rango ministerial, el Insac, ya mencionado, para regir la política relacionada con la informática en el país, en otro esfuerzo centralizador. El Insac creó, entre otras organizaciones adscritas a él, una red de centros y estaciones de cálculo provinciales, para procesar información a las instituciones que no contaban con computadoras y a las instancias de gobierno de su territorio.¹³ Asumió también la proyección y diseño de equipos de computación (ICID), la reparación y el servicio técnico, la producción de computadoras, un centro de diseño de sistemas de carácter económico-administrativo¹⁴ y un centro de automatización industrial.

A pesar de las trabas y obstáculos que surgían de la estructura empresarial y ministerial establecida en el país, del sistema organizativo y económico vigente y de las dificultades de calidad que presentaban los equipos EC y CID, paulatinamente se iban incrementando las aplicaciones informáticas que se usaban en empresas y distintas instituciones. Se generalizaba la automatización de tareas contables. Consecuentemente, muchas instituciones dependían cada vez más de las soluciones informáticas.

La influencia teórica soviética había generalizado en el país el concepto de «Sistema automatizado de dirección», en el cual se destacaba la integración de las tareas por solucionar y la aplicación de los métodos y modelos cuantitativos de dirección y toma de decisiones de la investigación de operaciones. Se instaba a los especialistas a aplicar esos métodos¹⁵. Muchos creímos en la filosofía que sustentaba el concepto: el mundo es predecible, la planificación centralizada acabará con la anarquía del mercado, se pueden optimizar las tareas de dirección en las empresas, ministerios y en el mayor nivel del Estado. Los libros de autores rusos que defendían esa tesis se distribuían profusamente y se estudiaban en escuelas de Economía y Finanzas, de Ingeniería y de Dirección. Eran frecuentes los artículos que proponían aplicaciones de la teoría de inventarios, de colas, de los métodos de ruta crítica y de programación lineal. Algunos publicamos en revistas nuestros intentos de aplicar las matemáticas a las condiciones informativas y organizativas cubanas, para perfeccionar su dirección.¹⁶

Lamentablemente, esos esfuerzos científicos tuvieron poca incidencia en la práctica empresarial. Las soluciones informáticas, en su casi totalidad, se destinaban al procesamiento más simple de datos, lo que, en el mejor de los casos, produjo como efectos positivos la liberación de algunos trabajadores administrativos de bajo nivel (oficinistas, auxiliares de contabilidad, etc.), aunque con escasa inciden-

13. Información reseñada a partir de los trabajos de Miguel Brunet, «Las estaciones de cálculo como solución al procesamiento de datos a nivel municipal», *CID. Electrónica y proceso de datos en Cuba*, núm. 1, 1979; y Orlando Landa, «Los centros de cálculo de uso colectivo», *CID. Electrónica y proceso de datos en Cuba*, núm. 1, 1979, pp. 22-29.

14. El autor fue director técnico de esa institución desde su fundación hasta 1982.

15. Rodrigo Fernández, «Las matemáticas aplicadas y la computación: un reto a los profesionales» *CID. Electrónica y proceso de datos en Cuba*, núm. 1, 1979, p. 21.

16. Pueden consultarse los trabajos de Lázaro J. Blanco, «El árbol de decisiones», *CID. Electrónica y proceso de datos en Cuba*, núms. 20-21, 1989, pp. 64-69; y A. Pérez, et al, «Modelo económico-matemático para la distribución de recursos materiales», *CID. Electrónica y proceso de datos en Cuba*, núm. 16, 1987, pp. 46-48.

cia en el incremento de la eficiencia y la eficacia de la dirección. Probablemente, la causa de los problemas guarda relación con el sistema de dirección de la economía, caracterizado por la excesiva centralización de funciones, controles, informaciones y decisiones, y por la poca autonomía de las empresas e instituciones; circunstancias propicias para que los directores y dirigentes se comporten más como funcionarios que como gerentes. O sea, la informática y las técnicas de dirección no podían ir más allá de las propias limitaciones que imponía el sistema de dirección de la economía socialista cubana. Esta situación ha mejorado, pero, en esencia, no ha cambiado radicalmente.

En 1980 se organizó en Cuba el primer curso de análisis y programación estructurada, basado en una de las metodologías en boga en esa época, la de J. Warnier, consistente en aplicaciones de la teoría de conjuntos y en lógica matemática.¹⁷

Hubo algunos desarrollos interesantes de *software*. Un ejemplo fue el sistema de gestión de base de datos relacionales hecho para la CID 300.¹⁸ Otros fueron los paquetes de programas de aplicación administrativa.¹⁹ Otras instituciones también diseñaron sistemas técnicamente ambiciosos. Pero «diseñar» y «elaborar sistemas» es una cosa e implantarlos y utilizarlos es otra. No había en el sistema empresarial la suficiente madurez informativa, organizativa y de dirección para su aplicación. Había que luchar mucho con lo que todavía se está luchando en Cuba: los inventarios desactualizados, los activos fijos sin control, la contabilidad no confiable y otros problemas elementales de gestión que impiden usar esas herramientas tan avanzadas.

La automatización industrial también confrontó dificultades, aunque de otro tipo. El trabajo experimental en algunas fábricas de azúcar, con la base tecnológica que presentaba la CID, permitió automatizar partes del proceso azucarero. Pero las roturas, tanto de las máquinas de las fábricas como de las computadoras, la falta de eficacia y eficiencia del proceso fabril y agrícola y la dirección centralizada e ineficaz de la cosecha, impidieron que esos promisorios intentos se generalizaran a una industria que, pese a todas las inversiones y esfuerzos, no lograba despejar por la ruta de la rentabilidad, la eficacia y la eficiencia.

Merece la pena recordar un hecho destacado y paradójico a la vez: la empresa Datazúcar, responsabilizada con la elaboración de *software* de aplicación para el Ministerio del Azúcar y sus fábricas, elaboró un sistema de planeación, organización, gestión y control de la fabricación de azúcar; soportado sobre minicomputadoras Texas Instruments y lo vendió a empresas azucareras mexicanas, en lo que probablemente fue la primera exportación de *software* y soluciones de dirección cubanos (a mediados de la década del setenta). Sin embargo, variantes de ese mismo sistema no tuvieron idéntico éxito en las fábricas cubanas con las máquinas nacionales.

En el lejano 23 de diciembre de 1984 se inauguró en el Palacio Central de Pioneros (institución recreativa para los niños) un círculo de interés de computación electrónica, donde los pequeños disponían de una CID 300/10, teclados inteligentes con un Basic incorporado, conectados a televisores y a grabado-

17. CAC, CREI, «La programación estructurada: un método para programar», *CID. Electrónica y procesos de datos en Cuba*, núm. 2, 1980, pp. 12-17.

18. Jorge Ibarra, «SARI 300: un paso en el desarrollo de Sistemas de recuperación de información», *CID. Electrónica y proceso de datos en Cuba*, núm. 6, 1982, pp. 11-13.

19. Lázaro J. Blanco, «Subsistema tipo de abastecimiento técnico-material para empresas industriales», *Economía y desarrollo*, núm. 60, 1981.

ras de casetes, una microcomputadora profesional IBM compatible, calculadoras y algunos equipos electrónicos para prácticas.²⁰

Los últimos años de la década del 70 son testigos del establecimiento de una política informática para el sistema de salud cubano²¹ con los siguientes subsistemas:

- Sistema Automatizado de Dirección (SAD) Ramal de la Salud Pública.
- Sistema Automatizado de Dirección (SAD) de hospitales.
- Sistema Automatizado de Dirección (SAD) de empresas distribuidoras de medicamentos, materiales de curación y equipos médicos.
- Sistema Automatizado de Dirección de Procesos Tecnológicos (SADPT) de la industria farmacéutica.
- Sistema de información para el control y seguimiento de pacientes.
- Sistema para el procesamiento automatizado de señales biológicas con microprocesadores.

Esa política consistía en crear redes de centros de cálculo provinciales, interconectarlos para lograr comunicaciones efectivas y crear bases de datos con las informaciones necesarias. Se apoyaba en *mainframes* y minicomputadoras. Como se aprecia fue una etapa caracterizada por el empleo de la tecnología de la época, como era de suponer.

Se aprecia un hecho curioso al estudiar hoy los trabajos publicados por los principales directivos y funcionarios responsabilizados con la informática en aquellos tiempos, todos muy vinculados mediante la Comisión Intergubernamental de Computación de los países socialistas de Europa a los principales centros científicos de esas naciones: ni en planes, ni en pronósticos, ni en proyecciones científicas ni productivas, ni en estrategias técnico-económicas, se le daba importancia al fenómeno más impactante de la microelectrónica en el siglo XX: el desarrollo y utilización del microprocesador. Más bien se le consideraba como un dispositivo secundario, útil, en el mejor de los casos, para apoyar tareas de automática en procesos industriales.²² Los especialistas, por supuesto, estábamos informados, pues leíamos las revistas técnicas de la época y otras publicaciones importantes. Además, investigadores de algunos centros, como por ejemplo, el Instituto de Matemática Aplicada y Cibernética de la Academia de Ciencias de Cuba, estaban haciendo trabajos más serios al respecto. Es de suponer que los científicos y especialistas rusos y del resto de los países del campo socialista europeo estuviesen también al tanto de los avances en microelectrónica. Entonces, ¿por qué no trascendía el trabajo y el conocimiento de los científicos a las instancias de dirección y a las organizaciones productivas? Probablemente porque los dirigentes no los apoyaban. Es algo que debe ser investigado más profundamente, pero que quizás arroje un poco de información sobre otra de las causas que motivó la caída del socialismo en Europa del Este.

20. L. Vázquez, «Los Joven Club subirán el nivel», *Juventud Rebelde*, La Habana, 2002.

21. E. Morales, «Proyección de la política de desarrollo de la informática médica en el Sistema de Salud de la República de Cuba», *CID. Electrónica y proceso de datos en Cuba*, núm. 4-1, 1984, pp. 44-47.

22. Información reseñada a partir de los trabajos de R. Piñero, et al., «Desarrollo de algunas líneas de medios de computación en el Instituto de Investigación Digital del INSAC», *CID. Electrónica y proceso de datos en Cuba*, núm. 4-1, 1984; y de B. Suarez, «Empleo de las microcomputadoras en los SAD de procesos tecnológicos: conceptos, tendencias, ejemplos», *CID. Electrónica y proceso de datos en Cuba*, núm. 1, 1979, pp. 29-40.

Las primeras microcomputadoras llegan al final de esta etapa, producto de donaciones y de alguna compra individual hecha por algún funcionario en el exterior. Esa llegada marca, precisamente, el final de una época. Los cubanos descubrían, al fin, la otra informática.²³

Esas compras y donaciones iniciales se hicieron en forma completamente independiente del sistema de planificación, perspectiva y corriente que regía la vida económica de la época. Ningún «plan de ciencia y técnica», ninguna «estrategia para el año 2000», previó lo que ocurriría en la informática.

Visto desde «afuera» y desde la perspectiva del tiempo, se aprecia que algunas instancias del gobierno percibieron síntomas de que el sistema que había creado para desarrollar la informática no cumplía todas las expectativas. Se creó una nueva institución, paralela al Insac y a las direcciones de informática de los ministerios, para que asumiera tareas similares a estas: la importación y producción de *hardware* y *software*, de medios de comunicación, etc. Esa institución fue Copextel,²⁴ que todavía existe. Evidentemente, una nueva etapa en el desarrollo de la informática comenzaría en Cuba.

Al resumir esta etapa, habría que mencionar dos aspectos básicos: la creación de una base nacional de *hardware*, la existencia de una discreta pero útil colección de sistemas de aplicación económica y de otras materias que se utilizaban y una buena cantidad de especialistas que dominaban, a un nivel aceptable, los requerimientos técnicos de la informática, tanto en el ámbito del *software* como en el de *hardware*.

3.6 Llegada masiva de la microinformática: desde 1986 a 1994

Las primeras microcomputadoras que se vieron en forma masiva (varias decenas) fueron algunas de la firma japonesa NEC, con posibilidades de procesamiento de 8 bits, discos flexibles de 5 pulgadas, excelentes displays a colores y la mayoría sin discos duros. Eran máquinas de buena electrónica, pero no eran compatibles con la IBM PC/XT ni con el estándar Intel 8086, y consecuentemente disponían de poco *software*. Pero fueron suficientes para indicarles a los especialistas cubanos, que hasta ese momento tenían que mirar solamente a los países socialistas, que el mundo de la informática tenía otros derroteros, otros caminos, otras formas de hallar soluciones a los problemas del procesamiento de la información.

Las diferentes organizaciones cubanas comenzaron a buscar posibilidades en el mundo de la microinformática. Por ejemplo, una institución que había sido líder en el uso de *mainframes*, como la Juceplan, adquirió un lote grande de micros Olivetti con procesadores Intel 8080, Zilog e Intel 8086 y abandonó los *mainframes*. Parte de ese lote se utilizó en el Instituto Superior de Dirección de la Economía para la formación de directivos.²⁵ Otras instituciones comenzaron a importar máquinas diferentes, siempre IBM compatibles.²⁶

23. El autor recuerda haber elaborado programas sobre Pascal UCSD, para una Apple II recibida por esa vía.

24. Corporación Copextel S.A. El nombre se debe asumir como una marca, y no como siglas.

25. El autor dirigió la cátedra de Cibernética de esa institución desde 1982 hasta 1988 y utilizó ampliamente esas máquinas.

26. No se importó nada de la línea Apple en forma masiva.

Se comenzó a pasar de las mini CID 201-B y 300, del Cobol, de las bandas magnéticas, de las EC y su rigidez operativa; a máquinas sencillas, de bajo costo, bajo nivel de consumo energético, sin especiales exigencias de infraestructura, que se programaban en forma relativamente simple y que se podían utilizar descentralizadamente. El impacto fue muy grande, la revolución fue tremenda y no hubo tiempo de pensar. Instituciones que llevaban diez o quince años con las minis cubanas o con los *mainframes*, cambiaron de la noche a la mañana hacia las microcomputadoras. Se desmontaron las viejas máquinas y se cancelaron contratos de compra. Se abandonaron las aplicaciones en Cobol, para reprogramarlas en xBASE. Las hojas electrónicas de cálculo de la época hicieron su aparición para solucionar múltiples problemas de gestión estadística simple. Paradójicamente, la principal fuerza de esos programas, que es la planificación mediante el cálculo de múltiples variantes o la elaboración de escenarios, ha sido poco explotada por los gerentes económicos y financieros cubanos, a pesar de que directivos y teóricos han declarado, en múltiples ocasiones, que la planificación es la base del sistema económico socialista.

La técnica de generaciones anteriores quedó fuera del juego. Pero «cuando se arrojó el agua sucia de la bañera, se lanzó fuera también al niño». Por ejemplo, instituciones grandes, como ministerios y empresas, comenzaron a basar toda su gestión en los PC, aislados en principio, organizados en redes después, bajo sistemas operativos de la familia Windows o Linux; renunciando ya a los *mainframes*. Incluso en la actualidad, en algunas instituciones no se usan máquinas potentes y seguras, que puedan acometer aplicaciones complejas y balancear adecuadamente la combinación centralización-descentralización informativa.

Los diseñadores de *hardware* cubanos quisieron entrar en la liza y se llegó incluso a producir una microcomputadora cubana,²⁷ pero pronto comprendieron que esa era una carrera diferente a la que habían sostenido con los países socialistas. Felizmente se optó por dedicar las capacitadas fuerzas del ICID al diseño y elaboración de equipos médicos, donde han tenido un éxito mayor que en el ámbito de la computación general (ver más adelante).

A pesar de todos esos cambios, la inercia existente hacía difícil un viraje rápido en algunas instituciones. Por ejemplo, en 1987 todavía se reportaba una versión del dBASE (dBASE 300, le llamaron) para la CID 300,²⁸ el empleo de un generador de análisis sintáctico para la elaboración de compiladores sobre la CID 201-B²⁹ y un sistema operativo inspirado en el MS-DOS, el DOS-RV³⁰ para la CID 300/20, modelo de computadora que murió antes de nacer, aplastado por el IBM PC y sus compatibles.

Otras organizaciones tuvieron una visión más clara del futuro o quizás otras posibilidades de desembarazarse de los planes establecidos en años anteriores, en una forma más rápida que otras. Por ejemplo, el sistema de educación superior recibió las posibilidades de adquirir e instalar nuevas PC, en sus variantes XT y AT, en sus centros de enseñanza e investigación. Se hizo un gran esfuerzo de publica-

27. J. M. Cruz, «¿Es la CID 1417 una microcomputadora compatible IBM?», *CID. Electrónica y proceso de datos en Cuba*, Núm. 16, 1987, pp. 2-4.

28. Miguel Fonfría, et al., «Sistema de gestión de bases de datos Dbase 300 para la minicomputadora CID 300/10», *CID. Electrónica y proceso de datos en Cuba*, Núm. 15, 1987, pp. 30-31.

29. Miguel Fonfría, et al., «Experiencias con el uso del Generador de Análisis Sintáctico (GAS) de la minicomputadora CID 201-B», *CID. Electrónica y proceso de datos en Cuba*, Núm. 15, 1987, pp. 40-42.

30. M. T. Pérez y M. Lay, «Sistema de operación DOS-RV para la CID 300/20», *CID. Electrónica y proceso de datos en Cuba*, núm. 15, 1987, pp. 25-29.

ción de textos, sobre todo manuales técnicos y de *software*. Se lanzó una cantidad de literatura enorme. Fue un vendaval de cambios, en el que hubo que estudiar nuevos lenguajes de programación, como el Basic, el Pascal o el dBASE, que asimilar sistemas de gestión de bases de datos tipo xBASE, DataEase o Sensible Solution. Hubo que asimilar la sencilla pero potente lógica de las hojas electrónicas, que penetrar en la tecnología de los programas de dibujo y diseño como el Story Board, que asimilar los procesadores de textos, que utilizar paquetes integrados como el Framework y que aprender la mecánica del MS-DOS y sus comandos.

Todo era muy sencillo, ¡pero los cambios eran rápidos y la filosofía del procesamiento de la información era otra! Especialistas que habían comenzado con las máquinas de tarjetas perforadas, y después se habían reciclado para usar minicomputadoras o *mainframes*, no pudieron dar el salto hacia las microcomputadoras, con su programación estructurada y su procesamiento interactivo de la información. Por el contrario, otras personas que habían rechazado o no habían apoyado la informática de la era de las «máquinas grandes y las minis», ahora se sentaban en una microcomputadora, aprendían los rudimentos del MS-DOS y el Wordstar y se ufanaban de «saber informática». Era la revolución de las microcomputadoras y no se considera que en Cuba haya sucedido algo diferente al resto del mundo.

Otro efecto de esa revolución en nuestro país fue que se rompió el monopolio existente en décadas anteriores para la importación e instalación de máquinas y de *software*. Surgieron empresas en los distintos organismos que se ocupaban de comprar componentes y agregados electrónicos en países productores y suministradores y después ensamblaban las computadoras y las vendían a sus empresas subordinadas. Se instalaron equipos en lugares que nunca habían existido y se ampliaron sus aplicaciones a actividades menos tradicionales, como la medicina, la enseñanza y la cultura.

La llegada de las microcomputadoras, a mediados de la década de los 80s, exigió que se utilizaran los lenguajes estructurados, como los xBASE, por lo que necesariamente los programadores aprendieron sus métodos.

Se impuso así el «análisis y diseño estructurado de los sistemas», a partir de los trabajos publicados de C. Gane y T. Sarson y T. DeMarco. En este sentido, se hicieron esfuerzos por presentar metodologías nacionales que recogieran lo mejor del arte de diseñar sistemas de información en el mundo.³¹

Sin embargo, hay que reconocer que las facilidades del *software* de las microcomputadoras hizo que muchos diseñadores y programadores escogieran el método de diseñar sin analizar adecuadamente el problema y de programar sobre la máquina, sin tener un criterio integral de solución del problema que se iba a resolver, por lo que se fue perdiendo en la actividad práctica de esos especialistas, la organización y rigor de las metodologías de análisis y diseño de sistemas de información y se fue sustituyendo por el poco profesional estilo de «programa, prueba y después rectifica los errores», que tantos gastos de recursos innecesarios ha traído y tanto daño le han hecho a la actividad de elaboración de sistemas informativos en el país. En la actualidad, todavía muchos especialistas en informática traba-

31. Sofía Alvarez, *et al.*, «Metodología ADESA», La Habana, Departamento de SAD de la Facultad de Ingeniería Industrial del ISPJAE, 1987. Se basaba en los métodos y herramientas estructuradas que proponían especialistas muy conocidos internacionalmente como Tom DeMarco.

jan así y añaden, lamentablemente, al empirismo y la improvisación otro vicio pernicioso: hacer sistemas y programas y no documentarlos.

Al final de la década de los 80, muchos especialistas e instituciones hicimos esfuerzos por acceder a los sistemas CASE (Computer Aid Software Engineering). Algunos tuvimos que contentarnos con «freeware CASE» (programas gratuitos demostrativos), como el Analyst Tool Kit (de enfoque estructurado) o el WCLASS24 (orientado a objetos), pero otras organizaciones (Ispjae, por ejemplo) pudieron conseguir licencias de productos más potentes como Excelerator. Su utilización no se ha generalizado.

Entre las aplicaciones tradicionales que se realizaron para las microcomputadoras se distinguieron el sistema integral de contabilidad elaborado por el Minbas y llamado comercialmente Siscont, aplicado en cientos de empresas en el país.

Un trabajo muy interesante de esa época fue la construcción de un robot industrial en la empresa fabricante de utensilios domésticos conocida como Inpud,³² que inicialmente se utilizó en el vertido de aluminio fundido en la reparación de cafeteras. Es el primero del que se tiene noticia en Cuba, y no ha tenido después muchos seguidores.

Se hicieron otras aplicaciones exitosas como la remodelación de la sala de mando central de la planta cementera «René Arcaay», basada en tecnología Siemens.³³

Ya en 1992 la industria electrónica cubana producía más de 80 renglones diferentes, entre sensores, transmisores, instrumentos de medición, reguladores automáticos, computadoras especializadas y su *software*, elementos finales de control, equipos metrológicos y otros dispositivos.

Comenzaron a introducirse las redes locales de PC. Entre las primeras que lucharon su espacio, estuvieron 3-COM y 10-NET, aunque después se impuso Novell y su sistema Netware. El Cobol cedió paso a los lenguajes estructurados xBASE, ya mencionados.

Pero con los beneficios de la microinformática llegaron sus problemas: desembarcaron los virus. El primer programa maligno que afectó a Cuba fue el Vienna, en marzo de 1988. El segundo fue el Italian, alias «Bouncing Ball», también alrededor de esa fecha.³⁴ Después, al igual que en el resto del mundo, ha habido una avalancha de esos programas.

Una solución interesante fueron las aplicaciones deportivas elaboradas para asegurar la información de los Juegos Panamericanos de La Habana en 1991, hechas en su casi totalidad en FoxPro y corridos en una red de PC, sobre un *software* de comunicaciones llamado Videotel.³⁵

32. R. de la Parte, et al., «Robot industrial VC.01», *CID. Electrónica y proceso de datos en Cuba*, La Habana, núm. 20-2, 1989, pp. 22-29.

33. J. Pedre, et al., «Planta de cemento "René Arcaay". Remodelación de la sala de mando central», *CID. Electrónica y proceso de datos en Cuba*, núm. 27, 1992, pp. 17-21.

34. José Bidot, «La protección contra los virus informáticos. Experiencia en Cuba», *CID. Electrónica y proceso de datos en Cuba*, núm. 27, 1992, pp. 37-41.

35. Eduardo Mejías, «XI Juegos Deportivos Panamericanos Habana 91. El sistema Videotel», *CID. Electrónica y proceso de datos en Cuba*, núm. 27, 1992, pp. 9-15.

Se comenzaron a crear en Cuba centros con computadoras disponibles para que la juventud y personas en general asistieran a recibir cursos o a utilizar los equipos que no podían comprar o disponer de otras formas. Eran los llamados «Joven Clubs», lugares con varias computadoras, donde las personas podían utilizar la tecnología informática. Años después, alrededor del 2000, ya funcionaban unos 300 y más de 60.000 personas habían participado en sus cursos.

Comienzan a generalizarse noticias sobre Internet, las cuales paulatinamente pasan de los especialistas al público en general. Se crean algunas redes nacionales de intercambio de información. Destaca aquí la red Infomed, dedicada a los médicos y especialistas en medicina en general.

En los primeros años de los noventa se comienzan a utilizar las 80386 y se empiezan a difundir las primeras versiones prácticas de Windows. De su mano aparecen otras soluciones que desplazan a productos establecidos en el mercado, como la hoja electrónica Excel, el procesador de textos Word y el sistema de gestión de bases de datos relacionales Access.

Las ventajas de las PC y su *software* asociado permitieron la generalización de la informática en Cuba. Ese desarrollo relativo hizo que se trazaran planes de modernización de actividades que habían quedado notablemente retrasadas en su accionar, como la banca, la hostelería y las ventas al detalle para el turismo internacional (ver más adelante).

El sistema de educación superior consolidó y reorganizó con éxito carreras para formar especialistas en informática y tecnologías afines, como la Licenciatura en Cibernética Matemática (Universidad de La Habana) y la Ingeniería en Sistemas Automatizados (Ispjae). El resto de las especialidades y carreras que no la tenían, incorporan la informática como disciplina obligatoria.³⁶ En particular las licenciaturas en Economía y en Contabilidad y Finanzas incluyeron en sus programas un aceptable conjunto de cursos, que va desde los sistemas operativos básicos hasta las técnicas de análisis y diseño de sistemas, las cuales se generalizan desde la Universidad de La Habana a todas las del país³⁷. También el Ispjae y otras instituciones crearon y hoy mantienen carreras orientadas al *hardware* y la automática. Se crearon instituciones de enseñanza media profesional, para formar especialistas en *hardware* y en *software*.

Se estabilizaron los congresos científicos sobre informática y tecnologías afines, como los llamados «Informática» (congreso bienal que celebró en el 2013 su decimoquinta edición), que reúnen a cientos de especialistas cubanos y extranjeros. Resultan interesantes también los dedicados a la ciencia de la información, conocidos como «Info» (congreso bienal con más de diez ediciones al momento de escribir este capítulo), muy concurridos. Se desarrolla la auditoría orientada a los sistemas computarizados, con un núcleo inicial de profesionales provenientes de la informática y de la auditoría llamada «tradicional».

El año 1995 llega y con él la conclusión de una etapa en Cuba: el empleo de los sistemas operativos MS-DOS y la informática de máquinas aisladas (o *stand alone*). Se avizoraba el estándar que venía, el Windows 95 y la generalización de las redes de computadoras, con el predominio de Internet.

36. Lázaro J. Blanco, «Introducción a la programación estructurada», *Economía y Desarrollo*, núm. 47, 1978.

37. El autor ha sido el profesor principal de la disciplina «Informática» en las facultades de Economía y de Contabilidad y Finanzas de la Universidad de La Habana, y el principal responsable del diseño de esos cursos.

El balance de esta etapa fue evidentemente positivo: la afirmación y generalización nacional de un conjunto de tecnologías asociadas a la informática; el incremento, renovación y perfeccionamiento de un capital humano con una buena formación y aplicaciones con un aceptable nivel de calidad. Llama la atención que la actividad que menos evolucionó y que menos efectos positivos recibió de la informatización fue aquella por la que comenzó en el país: la administración económico-financiera. Los sectores agropecuarios siguieron también atrasados con relación al resto.³⁸ Aunque hay sistemas interesantes, en la mayor parte de los casos el nivel se mantuvo bajo, con un predominio del procesamiento estadístico y contable relativamente simple, orientado al control. Probablemente se debe al perfil bajo de la propia administración: la informática no puede estar a un nivel cualitativo superior que la actividad a la que se aplica.

3.7 Las redes informáticas y los sistemas gráficos: desde 1995 al inicio del siglo XXI

El año 1995 fue el escogido por Microsoft para lanzar su sistema operativo Windows 95, que marcó el comienzo de una nueva etapa de la informática en el mundo. Este puede considerarse, además, como un año de consolidación de Internet, pues es una época en que se alcanza una masa crítica de usuarios, la cual da a la red verdadera utilidad, en los planos científico, comercial, financiero, social, cultural y personal.

Cuba reflejó esa situación. Las instituciones que marcaban el paso migran de los sistemas MS-DOS, hacia los Windows, y de los 386 y 486 a los Pentium y posteriores. Consolidan y amplían sus servicios redes como Infomed (salud pública) y Columbus (SIME y electrónica) y se completan otras como la de educación superior.

Cuba se conecta a Internet y una institución, el Cenial, recibe la responsabilidad de ser el rector y administrar el *back bone* cubano. Otros organismos participan también en la gestión y el control del empleo de Internet, entre ellos el Ministerio del Interior (Minint). Por supuesto, como todo medio de transmisión y uso de la información en Cuba, está bajo estricto control del gobierno, mediante sus organismos responsables. Hasta bien entrado el nuevo siglo, los ciudadanos comunes no recibieron la autorización de comprar computadoras en el país —aunque algunos podían importarlas, previa autorización de los organismos en los cuales trabajaban— ni de conectarse a Internet. Pero como en casi la totalidad de las actividades que se desarrollan en el país, el mercado negro también funcionaba en la informática, por lo que muchas personas que contaban con los ingresos suficientes, adquirieron sus máquinas y hasta lograban cuentas para el acceso a Internet en las redes existentes, todas estatales.

El viejo cable coaxial, tendido a muy alto costo a lo largo de toda la isla en la década del setenta y que debía asimilar la corriente básica de la transmisión de datos, quedó obsoleto, y se comenzó a transitar a la fibra óptica³⁹ que se instala progresivamente en el país. Se establecieron los servicios de correo

38. Información reseñada a partir de los trabajos de M. Amador y A. Águila, «La informática en la industria agro azucarera», *CID. Electrónica y proceso de datos en Cuba*, núm. 27, 1992, pp. 2-3; y de R. Puerta, R. y J. de Armas, «La informática en el programa alimentario», *CID. Electrónica y proceso de datos en Cuba*, núm. 27, 1992, pp. 2-3.

39. Ya se ha instalado la línea troncal de fibra óptica que recorre el país de este a oeste y enlaza las principales ciudades de país. Se trabaja actual-

electrónico, sobre todo nacional y se procedió a modernizar la red telefónica nacional, basada en tecnología digital.

Como se aprecia, en esta etapa los cambios tecnológicos en la informática y las comunicaciones se sucedieron a una velocidad superior que en la pasada, en parte por la acumulación de conocimientos y técnica y en parte por una mayor voluntad gubernamental de apoyo a la actividad.

Los años 90 trajeron los sistemas gráficos y visuales, haciendo obsoletos los enfoques estructurados, y con ellos se impusieron lenguajes tales como el Visual Basic, el Borland Delphi, el C++ y el Visual FoxPro, y con ellos la necesidad de enfocar el análisis, diseño y la programación de los sistemas de información con una nueva metodología, en este caso la orientación a objetos (OO) o a la programación orientada a eventos, impulsada por Microsoft. En este caso han ayudado también metodologías elaboradas en Cuba, las cuales recogen lo mejor de la tecnología mundial.⁴⁰

Igualmente se desarrollaron los ambientes webs. Se crearon portales como Islagrande, Cubaweb y Cubaindustria. Prácticamente todos los ministerios, muchas de las grandes empresas y corporaciones, órganos de prensa y universidades desarrollaron sus páginas webs, con las informaciones que consideraron necesarias divulgar. En este «esfuerzo-web» se destacan las páginas con contenido político, donde se difunden al mundo informaciones sobre el país, su actividad internacional y nacional y sobre todo sus posiciones políticas. Merecen ser comentadas también las páginas culturales, con la imagen cultural de Cuba, las turísticas, para «vender» nuestro producto turístico en la red y las deportivas, con similar objetivo, pero referido al deporte. En muchas ocasiones se encuentran mezclados estos objetivos.

El diseño de esas páginas webs ha reflejado siempre nuestro carácter y nuestra idiosincrasia: los diseñadores emplean colores muy vivos, por lo general cálidos, frecuentes *banners* o efectos de movimiento, elementos decorativos de parpadeos o de otro tipo (figura 3.6).

Paralelamente al desarrollo de Internet en Cuba, se introdujo en esa época en la práctica el concepto de «intranet» y los sistemas basados en el web. Algunas organizaciones de avanzada diseñaron sus intranets desde entonces, las cuales han ganado una influencia relativa, pero creciente, en la actividad de estas organizaciones. Quizás las más utilizadas son las de universidades, los centros de investigación y los de salud. La actividad empresarial sigue relativamente retrasada en esto también.

Una línea que comenzó a desarrollarse en los años finales del siglo XX es la educación a distancia basada en las redes de computación. Las universidades y algunos organismos han trabajado en esto con éxito.

mente en dotar de fibra óptica a esas ciudades y a organizaciones importantes (la complicada y cara «última milla»). Instituciones como las universidades, centros de investigación, algunos hoteles, instituciones de dirección y otras organizaciones cuentan ya con wifi, instalado en los dos últimos años. Un cable de fibra óptica que enlaza a Cuba con Venezuela y Jamaica se declaró operacional desde los últimos meses del 2012.

40. Sofía Álvarez, *et al.*, «Metodología Adoosi», La Habana, Departamento de SAD de la Facultad de Ingeniería Industrial del ISPJAE, 2000. Se orientaba al análisis, diseño y programación orientada a objetos. Se difundió bastante en el país y fue la base de cursos y entrenamientos a ingenieros en *software* y programadores.

Figura 3.6 Sitio web de una agencia de noticias cubana



El desarrollo de la educación a distancia aún es relativamente incipiente, dada la poca disponibilidad de computadoras personales en poder de los ciudadanos, pero muestra unas perspectivas interesantes.

Las escuelas primarias y medias fueron dotadas de microcomputadoras IBM compatibles progresivamente. En la actualidad puede afirmarse que la totalidad de los planteles posee equipos de computación. Deben destacarse los institutos preuniversitarios vocacionales (bachillerato especializado) de ciencias exactas, disponibles en todas las provincias y todos dotados de computadoras para ser utilizadas como objeto y como medio de enseñanza.

Se debe mencionar que se creó en 1996 un nuevo ministerio que reunía dos de las ramas básicas de la sociedad moderna: la informática y las comunicaciones. Fue el Ministerio de la Informática y las Comunicaciones (MIC), que asumió la rectoría de la política estatal en lo referido a las tecnologías informáticas, las telecomunicaciones, las redes de intercambio de información, los servicios de valor agregado con infocomunicaciones, la radiodifusión, el uso del espectro radioeléctrico, la automatización, los servicios postales y la industria electrónica.⁴¹ Nació con más nivel jerárquico que otras instituciones que en años anteriores dirigieron la informática en Cuba, lo que ha resultado relativamente beneficioso.

Como consecuencia de ese desarrollo se introdujeron y desarrollaron actividades tales como la auditoría y la gestión de la información y el conocimiento y la inteligencia empresarial. En este rubro merece destacarse la pionera «Maestría en gestión de la información y el conocimiento», que comenzó con

41. Norma Márquez, «Informática y comunicaciones», *GIGA*, núm. 2, 2000, pp. 4-6. Al momento de escribirse este artículo, y en fecha posterior a la publicación citada, se cambió de nuevo el nombre, ciertas funciones y la organización de ese ministerio: en 2013 se llama Ministerio de Comunicaciones. Hasta ahora nada ha hecho pensar que haya disminuido la atención y la consideración a la informática por parte del gobierno.

profesores de la Facultad de Economía de la Universidad de La Habana, de otras instituciones cubanas, de la Universidad Autónoma de México y de la Universidad de Murcia.

Surgieron las primeras organizaciones dedicadas al comercio electrónico entre empresas (B2B). Lógicamente, en una nación con un mercado subdesarrollado, casi inexistente y limitado por múltiples leyes y disposiciones a veces absurdas, no resultaba fácil introducir el *e-commerce* ni el *e-business*. Incluso aún hay muchos obstáculos, entre los cuales están una infraestructura bancaria sin el necesario desarrollo, una red de comunicaciones incompleta y relativamente lenta, la falta de las regulaciones jurídicas necesarias, un proceso aún incipiente de certificación y autenticación de las partes, una casi inexistente cultura de lo que pudieran representar el comercio y el negocio electrónico⁴² y, sobre todo, una pobre necesidad de esa nueva forma de comerciar internamente en el país, al menos con las condiciones existentes. El comercio al detalle o B2C en esos años no existía. No obstante, algunos balbuceos se hicieron: se creó una empresa que permitía comprar desde el extranjero un regalo y entregarlo a algún residente en Cuba. Otra organización nacional, vendedora de piezas de repuesto y mercancías de amplio uso, inauguró en aquel entonces su tienda electrónica. También nació otra institución para vender en el mundo productos culturales cubanos

En los años noventa el gobierno cubano optó por retomar la senda del turismo internacional, que había interrumpido y desestimulado desde los primeros años de la Revolución (debe recordarse que en los años cincuenta, Cuba asimilaba entre el 40 y el 50 % del turismo de la cuenca del Caribe).

Se hicieron muchos esfuerzos para la construcción de hoteles y su infraestructura. Como resultado se tiene actualmente una aceptable red hotelera, nuevos polos turísticos y la isla recibe más de dos millones de turistas al año. Por supuesto, no hubiera podido hacerse esto sin una base informática y de comunicaciones. Prácticamente todos los hoteles cuentan con redes locales de PC, donde los principales servicios están interconectados entre sí. Algunos cuentan con servicios de Internet y correo electrónico y otras facilidades para clientes. En la casi totalidad de los casos, los sistemas han sido traídos por las casas matrices de las empresas extranjeras que operan la mayoría de los hoteles. Por supuesto, el producto turístico cubano se oferta en Internet, y en la actualidad se pueden realizar reservaciones directamente a través de páginas webs.

Una aplicación cubana interesante es Rodas, sistema que automatiza las principales funciones de una central hotelera de reservas, hecho sobre plataformas Windows y UNIX.⁴³

La «informática de aplicación en la industria» tuvo cierto desarrollo en estos años. La rama más destacada es la llamada «industria básica». Esta ha heredado una cierta tradición de control, de organización y de gestión eficiente y fue menos afectada que las demás por las decisiones erróneas ya mencionadas. Contó siempre con un relativo avance en el procesamiento de la información. El *hardware* que tuvo disponible fue siempre de lo mejor que hubo en el país, así como el *software* y el personal técnico. Desarrollaron, entre otras aplicaciones, el Siscont, un sistema de aplicación contable-financiera. Se considera a este sistema como uno de los logros de la informática cubana en el sector industrial.

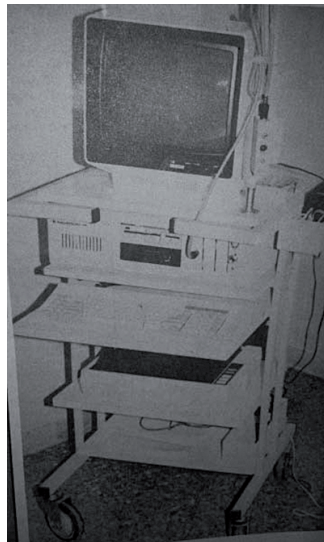
42. Se recomienda la lectura de la entrevista al director de la empresa Softcal, F. Campos en F. López, «La informatización como mina de la eficiencia» *Granma*, 4 de enero de 2003, p. 3. La opinión de Campos es compartida por muchos especialistas. Dice: «El empresariado nuestro, explica, no da todavía la debida importancia a la información».

43. M. Villarnova *et al.*, «Rodas. Sistema de gestión para centrales de reserva», *Giga*, núm. 2, 1997, pp. 14-16.

Una rama industrial muy importante en Cuba es la producción de equipos médicos con alto valor añadido integrado.⁴⁴ A ello se han destinado el ICID y otras organizaciones. Se han requerido profundos procesos de investigación y desarrollo, en los cuales los especialistas en informática se han unido a médicos, para lograr acopiar el conocimiento de estos últimos, y convertirlo en informaciones o en *software* complejo, para así poderlos aplicar con un altísimo grado de confiabilidad en los procesos médicos de diagnóstico.

Entre los equipos para la obtención y procesamiento de señales desarrollados se encuentran varias versiones del Neurocid (figura 3.7).⁴⁵ Este es un valioso instrumento empleado en el diagnóstico de las enfermedades musculares y del sistema nervioso. Se ubica en la línea de los instrumentos empleados en electromiografía, y permite realizar, además, estudios de velocidades de conducción motora y sensitiva, estimulaciones repetida y pareada, reflejos bulbo-cavernosos, potenciales evocados espinales y pruebas de miastenia. Otro equipo muy interesante ha sido el Cardiocid BS, un electrocardiógrafo con muchas prestaciones, potente y barato, que ha sido muy vendido a México, Venezuela y otros países. Otra aplicación interesante es Labware, sistema para utilizarlo en los laboratorios de análisis clínicos, estudios microbiológicos y de anatomía patológica.⁴⁶

Figura 3.7 Equipo Neurocid



No se debe dejar de comentar el monitor de terapia intensiva Doctus IV, muy utilizado, con más de 670 instalados en Cuba. Otro equipo muy difundido ha sido el OXY 9800, con más de 1.200 unidades en operación⁴⁷ hasta el 2001.

44. J. Pino, et al., «Consideraciones sobre el desarrollo y producción de equipos médicos de alta tecnología», *CID. Electrónica y proceso de datos en Cuba*, núm. 1, 1993, pp. 8-11.

45. Hilario Rossete, «Neurocid-M: un logro cubano», *CID. Electrónica y proceso de datos en Cuba*, núm. 20-21, 1989, pp. 40-50.

46. L. Pérez, et al., «Labware: entra en la red de salud», *GIGA*, núm. 1, 1998, pp. 20-21.

47. Norma Márquez, «De donde se hace el Cardiocid. Entrevista con Fernando Arrojas, Director del ICID», *GIGA*, núm. 2, 2001, pp. 4-7.

En los noventa se trabajó más en lo que se ha llamado «Informática hospitalaria»,⁴⁸ con aplicaciones interesantes, a partir de las posibilidades que daban sistemas tales como el Microsoft SQL- Server, las redes locales y la filosofía cliente-servidor. Se buscaba así integrar en un solo sistema las informaciones relacionadas con la dirección, la enfermería, la médica y las instalaciones auxiliares de un hospital; sin renunciar a la microinformática. Es conveniente recordar entre otros desarrollos de la informática en la medicina, la red Infomed⁴⁹ y algunos productos multimedia existentes, etc.

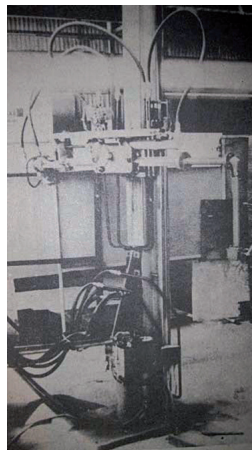
Otra línea de trabajo de esos años fue la conversión de las viejas aplicaciones sobre MS-DOS a Windows, a Linux y a otros entornos gráficos.

Las instituciones de investigación y docentes van delante en aplicaciones complejas, como la de inteligencia artificial, pero no ha habido una transferencia fluida de esas tecnologías a las empresas y corporaciones. Otro ejemplo de aplicaciones científicas avanzadas son las bioinformáticas, las cuales hallan su expresión más elevada en el Centro de Bioinformática del Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medioambiente (Citma).

También en los últimos años del milenio anterior desembarcaron transnacionales grandes de la informática como SAP y Exact, con relativo éxito, pues lograron colocar algunas licencias de sus paquetes de gestión empresarial en diferentes instituciones cubanas. Otras aplicaciones extranjeras interesantes recibidas en esa época fueron las de hostelería y restauración, llegadas, fundamentalmente, de la mano de corporaciones extranjeras.

Las aplicaciones tecnológicas como la automática y la robótica (figura 3.8), que comenzaron experimentalmente en los años 70 y 80 en condiciones muy desfavorables, tuvieron un relativo despegue en los últimos años del siglo XX, pero aún en «laboratorios» o en fase de experimentación en alguna empresa.

Figura 3.8 Robot industrial de fabricación cubana



48. A. Rosales, «La informática hospitalaria», *CID. Electrónica y proceso de datos en Cuba*, núm. 1, 1993, pp. 5-7.

49. E. del Valle, «Medicina en línea», *Juventud Rebelde*, enero 10 de 2003, p. 4.

También se comenzó un esfuerzo por lograr una alternativa a los sistemas de Microsoft. En este sentido, se crearon grupos de usuarios de Linux y se comenzó a promover la utilización y desarrollo de *software* Open Source. Se completó la red municipal de «Joven Clubs» de informática, al ubicar al menos uno por cada municipio, y se llevó a cabo la dotación de computadoras, televisores y otros medios a todas las escuelas primarias, secundarias y medias. También se estabilizó la publicación de una revista especializada en informática (*GIGA*) y se creó y organizó la Universidad para las Ciencias Informáticas (UCI), la cual ha desarrollado muchos proyectos interesantes y ha graduado a cientos de ingenieros especializados en informática. El modelo de enseñanza de esta universidad es interesante: los estudiantes disponen de una tecnología de buen nivel en el mundo, viven en la universidad y, a la vez que aprenden, participan en proyectos de desarrollo de *software* con instituciones nacionales e internacionales dirigidos por sus profesores y por otros especialistas. Algunos de esos proyectos han representado ingresos importantes para el país.

Se han elaborado y distribuidos juegos didácticos, orientados sobre todo a las edades más tempranas, para la enseñanza. Algunos de estos productos se muestran en la tabla 1 del anexo.⁵⁰

Ya se ha expuesto como se ha desarrollado la informática aplicada a la educación (en sus dos modalidades, como *objeto* y como *medio de enseñanza*), desde fecha tan temprana como los lejanos años sesenta del pasado siglo. En esta etapa la informática se consolidó en todas las carreras universitarias y los estudiantes disfrutaron sus bondades habitualmente y con cierta eficacia, pese a las dificultades materiales y financieras para adquirir el equipamiento.

En esa etapa se consolidó la lucha por la seguridad de los recursos informáticos. Se promulgaron algunos textos legales. Entre estos apareció el Reglamento de Seguridad Informática, emitido por el Ministerio del Interior en 1996. El resto de los ministerios y de las empresas y corporaciones emitieron reglamentos específicos para la protección y seguridad de los recursos informativos.⁵¹ Se creó, en 1995, la empresa Segurmática, consultora de seguridad y protección informática, que desde su creación asimiló con particular éxito la nueva misión. Esa empresa ha sido notablemente eficaz en la lucha contra los programas malignos. Se ha integrado al sistema mundial de lucha contra ese flagelo y al respecto mantiene relaciones de trabajo con varias empresas globales, como Kaspersky Lab.

Otra actividad que tuvo un despegue en esa etapa es la informática bancaria. Se comenzó a trabajar fuertemente para poner a los bancos cubanos a un nivel adecuado con relación al resto del mundo, cosa que durante muchos años no se logró.

El grueso del trabajo de automatización bancaria se inicia en 1995, cuando se introducen más de 7.500 microcomputadoras y se implantan más de 500 redes locales de comunicación.⁵² Se comienzan a formar a más de 13.000 trabajadores bancarios en el uso de estas técnicas. Durante 1997-1999 se automatizaron las delegaciones provinciales de los grandes bancos y sus casas matrices, y se procedió

50. Norma Márquez, «CENSAI vs. Anticonformismo. Entrevista con Nestor del Prado, Director del CENSAI», *GIGA*, núm. 4, 1998, pp. 4-5.

51. S. Arregoitía, «Protección contra los recursos informáticos en Cuba», *GIGA*, núm. 4, 2002, pp. 38-40.

52. El autor recomienda la lectura de las siguientes entrevistas: Norma Márquez, «¿Contante y sonante? Entrevista con Jorge Barreras, Vicepresidente del Banco Central de Cuba», *GIGA*, núm. 5, 2000, pp. 4-7; y Francisco Soberón (ministro-presidente del Banco Central de Cuba), «El sistema bancario cubano enfrentó con éxito las más duras pruebas en el año 2002», *Granma*, 30 de diciembre de 2002.

a comenzar la interconexión de las sucursales. Se introducen por primera vez en Cuba los cajeros automáticos y se procede a la emisión de tarjetas para utilizarlos en diferentes servicios. La tercera etapa está ocurriendo todavía. En ella los bancos se proponen llegar hasta el propio cliente y permitir que este haga sus propias transacciones de modo informatizado.

Al inicio del 2003, se reporta un parque instalado de 15.000 computadoras en el sistema bancario, y varias decenas de cajeros automáticos, por los cuales ya se habían realizado transacciones por aproximadamente 300 millones de pesos y 37 millones de pesos convertibles (equivalentes al dólar).

El próximo reto informático del sistema bancario cubano será asimilar las transacciones del comercio y los negocios electrónicos, que deben comenzar a realizarse próximamente, y ampliar los servicios al resto de la población, cuando la mayoría cuente con computadoras y conexión a Internet.

Se concibió en los primeros años del nuevo siglo un programa nacional llamado «Informatización de la sociedad». Concebido integralmente, este programa rector de informatización de la sociedad cubana se basaba en 8 programas más particularizados:⁵³

- IS-ITH: Infraestructuras, tecnologías y herramientas.
- IS-CULT: Fomento de la cultura informática.
- IS-JCLUB: Fortalecimiento del papel de los Joven-Clubs.
- IS-GOB: Informatización del gobierno, la administración y la economía.
- IS-MUN: Informatización territorial.
- IS-IND: Fomento de la industria nacional de las tecnologías de la información y las comunicaciones.
- IS-IDA: Investigación, desarrollo y asimilación tecnológica.

En época más reciente, esos programas han sido revisados y relativamente modificados, pero su esencia se mantiene.

En resumen, en la etapa de 1995 hasta el inicio del siglo XXI se ha logrado dar una dimensión más amplia a la informática, con algunos éxitos importantes en las aplicaciones multimedia, en las webs y en la creación y explotación de redes informáticas y de comunicación. Más modestos, pero también a buen paso, pueden citarse los logros relativos a la construcción de equipos médicos y los científicos. Aún atrasadas, pese a la sangre nueva que han traído las firmas extranjeras, están las aplicaciones de gestión empresarial, si se exceptúan las hoteleras.

53. Francisco Hartman, *et al.*, «Avanzando hacia la sociedad de la información», *GIGA*, La Habana, núm. 1, 2002.

3.8 La apropiación popular y personal de la informática

Más que una etapa ubicada secuencialmente después de las anteriores, se puede afirmar que la que ahora se describe es una característica de la informática en Cuba en los primeros años del siglo XXI. Muchos ciudadanos cubanos, en los cursos de universidades, institutos de enseñanza media y Joven Clubs, han aprendido informática y ahora la están utilizando en su vida profesional individual.

Desde finales del siglo XX, el ciudadano cubano comenzó a utilizar la informática en microempresas privadas, clandestinas primero, legalizadas algunas después. Ya se ha permitido la creación de casi 400 mil microempresas privadas⁵⁴ y en muchas de ellas se utiliza profusamente la informática.

Desde 1968, y en el marco del proceso de la «ofensiva revolucionaria», se eliminaron todas las empresas privadas en Cuba, desde las pocas grandes y medianas que quedaban hasta las microempresas (aunque parezca absurdo, desaparecieron de las calles todos los artesanos, con sus herramientas confiscadas, los vendedores de fiambres, etc.). Apenas quedaron algunos pequeños campesinos, pero se disminuyó también su capacidad de gestión, al integrarlos mediante diversas medidas coercitivas al sistema estatal. Surgió entonces un tipo de empresa privada que hasta hoy funciona: la empresa «ilegal»,⁵⁵ clandestina, «subterránea». Y esta empresa se asoció al mercado negro, el cual tomó como suministradores fundamentales, y casi totales, a los almacenes de las empresas estatales, mediante el robo. Ese fenómeno se agudizó a finales del siglo XX y principios del XXI y deberá ser analizado más profundamente, por las implicaciones que está teniendo en la cultura e idiosincrasia del cubano promedio. Probablemente, el reconocimiento de la existencia de esas empresas ha sido uno de los factores que ha motivado el interés por actualizar el modelo económico de socialismo y ha sido lo que ha llevado al gobierno a reconocer de nuevo la propiedad privada y cooperativa.

Entre las empresas privadas (legales o no) asociadas a la informática, las más frecuentes han sido:

- Escuelas informáticas privadas.
- Elaboradores de trabajos de diploma, de tesis de maestría y de doctorados.
- Reproductores de CD, DVD y otros soportes; con canciones, películas, programas de TV, etc.
- Elaboradores de videoclips para músicos o personas particulares en general.
- Gestores de fiestas, que integran la filmación de videos, fotos, elaboración de álbumes de recuerdos, impresión de afiches, etc.; donde la informática juega un papel primordial.
- Productores musicales con estudios de grabación basados en la informática.
- Elaboradores de páginas webs, multimedia y otros productos informáticos.
- Elaboradores de *software* económico y contable.
- Vendedores y gestores de cuentas de Internet.

54. Raúl Castro (presidente de Cuba), «Discurso pronunciado ante la Asamblea Nacional», *Granma*, 14 de diciembre de 2012, pp. 2-4.

55. El concepto de «ilegalidad» en Cuba es muy amplio y difiere de lo generalmente aceptado en el mundo. Por ejemplo, comprar ciertas mercancías, como leche en polvo, miel de abejas o carne de vacuno fuera de la red estatal de tiendas son delitos, también penados con la prisión.

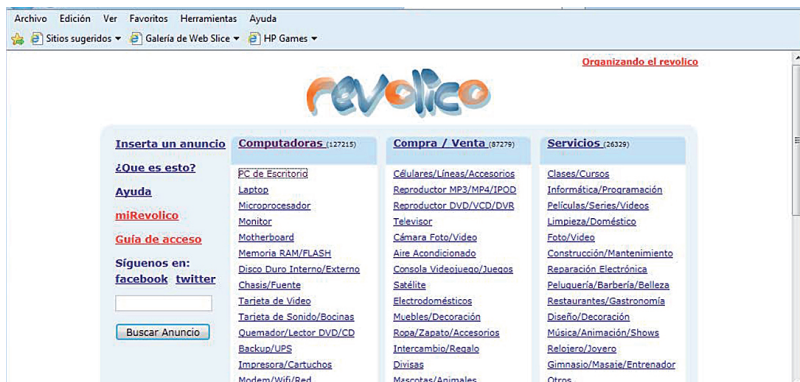
- Consultores de gestión empresarial con utilización de la informática.
- Ingenieros y arquitectos diseñadores de casas, negocios, etc. (CAD).
- Buscadores de información en Internet.
- Vendedores de TV por cable y por antenas parabólicas.
- *Crackers* para posibilitar el uso de *software* ilegal.
- Reparadores de equipos informáticos y de comunicaciones.
- Gestión de teléfonos móviles («crackeado» de *software*, reparación, «liberación», instalación de aplicaciones, etc.).
- Consultoras de *marketing* apoyadas en la informática.

Muchas de estas empresas privadas realizan su trabajo entre ciudadanos particulares, pero no pocas lo ejecutan teniendo como clientes también a empresas estatales y a las llamadas empresas mixtas (integradas por capital privado extranjero y capital estatal).

Por otra parte, es de suponer que esa lista se amplíe, en la medida en que el surgimiento de nuevas empresas privadas cree nuevas necesidades de empleo de la informática y, en general, de las tecnologías de la información, las comunicaciones y el conocimiento.

El suministro de equipamiento a los ciudadanos montado por esas empresas ha sido fundamentalmente mediante el mercado negro, pues la oferta de computadoras y otros equipos en las tiendas estatales ha sido muy poca, reciente y cara. En la figura 3.9 se aprecia la página web del sitio Revolico.com, dedicado al comercio C2C, y gestionado por personas particulares desde el exterior. Por supuesto, está bloqueado por el gobierno cubano. En ese sitio se ofertan muchos equipos de computación, en su mayoría totalmente nuevos.

Figura 3.9 Portal de Revolico.com, sitio de comercio electrónico especializado en C2C y destinado a Cuba. (Consulta: 9 de enero de 2013)



Aunque también muchos de los trabajos citados se realizan en las propias máquinas de las organizaciones estatales durante el tiempo normal de trabajo de los empleados, quienes se dedican clandestinamente a trabajos particulares.

La empresa privada informática, aún incipiente y todavía poco desarrollada, está llenando espacios que las empresas estatales nunca ocuparon. Su presencia está trayendo aire fresco al mundo informático cubano. Es de esperar que esta tendencia renovadora continúe.

Las empresas estatales, con más fuerza y recursos materiales, humanos y financieros, aportarán avances indudables, probablemente en áreas no abordadas en este artículo, como pudiera ser la biometría y la encriptación.

De cualquier forma, la combinación de ambos tipos de instituciones será beneficiosa para la actividad.

3.9 Unas palabras finales

Resulta muy difícil intentar concluir en unas pocas palabras estos sesenta años de informática en Cuba. En el poco espacio disponible se intentó destacar los hitos más importantes de ese desarrollo, de ese proceso complejo. La realidad ha demostrado que han existido éxitos y fracasos, avances y retrocesos, aciertos y errores, políticas correctas y otras no tan adecuadas. Pero la evolución ha sido inegablemente favorable.

Cuba se ha insertado, a pesar de condiciones internacionales desfavorables la mayor parte del tiempo, en este mundo tecnológico globalizado. Ha asimilado las diferentes tecnologías, muchas veces con un enfoque muy propio, y en la actualidad ocupa un lugar decoroso en el concierto de naciones. Tiene un enorme capital humano bien calificado, a juicio del autor lo más importante para mantenerse y desarrollarse.

Los primeros años del siglo XXI parecen traer cambios importantes para el modelo cubano socialista de desarrollo; cambios caracterizados sobre todo, por el abandono del modelo de propiedad estatal total que existía, la aceptación de la pequeña propiedad privada empresarial y la acción del mercado como mecanismo de distribución en algunos sectores; aunque sin dejar de mantener la preponderancia de la propiedad estatal y la planificación socialista. Si se logran o no los objetivos que el gobierno y el Partido Comunista de Cuba se han planteado es algo que solo se sabrá con el tiempo. Sin embargo, estos cambios influyen fuertemente en la actividad informática.

Es un momento favorable para solucionar aspectos débiles que han quedado pendientes de años anteriores, como la informática administrativa empresarial, la informática agropecuaria y la ingeniería en *software*.

¿Qué pasará en el futuro? ¿En qué posición estaremos? ¿La informática tendrá, al fin, un efecto real, medible y cuantitativamente importante en la economía nacional? ¿Se podrán exponer resultados significativos?

El autor, quien no tiene nada de vidente, prefiere terminar con estas preguntas aunque no tiene motivos para pensar negativamente con relación a las posibles respuestas.

3.10 Anexo: Algunas aplicaciones informáticas cubanas

Tabla 3.1 Juegos didácticos desarrollados en Cuba para niños pequeños

Producto	Características	Elaborado por:
Colorea y aprende	Desarrolla habilidades con colores	SIS, Copextel
Componedor de palabras	Apoyo a primeros pasos en escritura	SIS, Copextel
Lito	Enseñanza de la naturaleza	SIS, Copextel
Los juegos de Margarita	Enseñanza de la computación	CEJISoft
¿Dónde voy?	Geografía elemental	SIS, Copextel
Adivinanzas	Toma de decisiones	CEJISoft
Rompecabezas	Toma de decisiones. Literatura	CEJISoft
Primy en la cueva del tiempo	Geometría	CEJISoft

Fuente: Norma Márquez, «CENSAI vs. Anticonformismo. Entrevista con Nestor del Prado, Director del CENSAI», GIGA, núm. 4, 1998, pp. 4-5.

Tabla 3.2 Aplicaciones informáticas del sector agropecuario

Rama	Aplicación
Cítricos	Historial de plantaciones, cosechas, rendimientos, etc.
Café, cacao	Rendimientos de cacao, atención cultural del café, etc.
Acopio de producciones	Planificación de distribución, hábitos alimentarios, etc.
Plátano	Control del riego, rendimiento de campos, etc.
Ganadería vacuna	Control poblacional, control de salud por animal, etc.

Fuente: R. Puerta, R. y J. de Armas, «La informática en el programa alimentario», CID. Electrónica y proceso de datos en Cuba, núm. 27, 1992, pp. 2-3.

Tabla 3.3 Productos multimedia

Producto	Características	Elaborador
Todo de Cuba	Primera enciclopedia cubana sobre CD-ROM	CEDISAC
Orishas en Cuba	Religiones afrocubanas	SIS
Moncada	Trabajos con audio e imágenes del grupo musical	SIS
Música popular cubana	Panorama de la música popular cubana	CEISIC

Producto	Características	Elaborador
Puntos. Acupuntura	Atlas de acupuntura	ESI-Pinar del Río
La historia del tabaco	Historia de la producción y la cultura del tabaco	SIS
Cardiología Vol. 1	Semiotecnia general, estudio de ruidos y soplos	SIS
Entrenador de anatomía 1	Información sobre el esqueleto de la cabeza	SIS
Necrópolis de Colón	Todo sobre el famoso cementerio habanero	SIS
Andar La Habana	Guía turística, cultural e histórica de La Habana	Génesis Multim.
Presentaciones exitosas	Capacitación empresarial para presentadores	SIS
Camagüey, paraíso y leyenda	Guía turística, cultural e histórica de Camagüey	Génesis Multim.
El sistema de salud pública	Descripción del sistemas cubano de salud	Génesis Multim.

Fuentes: Norma Márquez, «CENSAI vs. Anticonformismo. Entrevista con Nestor del Prado, Director del CENSAI», GIGA, núm. 4, 1998, pp. 4-5.

Inicios, consolidación y expansión de la computación en Chile (1961-1982)

Juan Álvarez y Claudio Gutiérrez

4.1	Introducción	56
4.2	Etapa 1: primeros computadores (1961-1965)	56
4.3	Etapa 2: convergencia y consolidación (1966-1975)	58
4.4	Etapa 3: expansión (1976-1982)	61
4.5	Conclusiones	62

4.1 Introducción

En el año 2007 se inició el proyecto de «Historia de la Computación en Chile» en el Departamento de Ciencias de la Computación de la Universidad de Chile. Desde entonces se ha realizado un trabajo de recuperación y recopilación de información proveniente de fuentes escritas y orales. En ese contexto se han realizado entrevistas individuales, colectivas, encuentros por la memoria y se ha producido material escrito, documental y audiovisual.

Como culminación de una primera etapa, en el año 2009 se publicó un artículo con un resumen extendido del avance del proyecto¹ y se organizó el «I Taller de Historia de la Computación en Chile», en el marco de las Jornadas Chilenas de Computación de la Sociedad Chilena de Ciencia de la Computación. En el evento testimoniaron algunos de los pioneros de la computación en las universidades, instituciones del Estado y empresas fabricantes y proveedoras de computadores. Por otra parte, se presentaron artículos que dieron cuenta de historias locales del desarrollo de la computación en distintas universidades del país. Adicionalmente, durante este año 2010, y con motivo de los 35 años del Departamento de Ciencias de la Computación, se escribió un artículo con la historia local de la computación en la Universidad de Chile.²

El propósito de este artículo es presentar una visión general y resumida de los primeros años de la computación en Chile que sea de interés en un contexto latinoamericano, con la omisión de algunos detalles que son más relevantes en el contexto nacional. Al respecto, se distinguen tres etapas en los inicios de la computación en Chile, que muy probablemente se acercan a tendencias similares de los países vecinos. Adicionalmente, y con el propósito de servir como referencia comparativa, se adjunta una cronología (tabla 4.1) de los principales hitos de los primeros años de la computación en Chile, con información acerca de los primeros computadores, las primeras carreras, departamentos y congresos universitarios, las primeras empresas del área y los primeros proyectos de envergadura. Un análisis más detallado (en idioma inglés) está disponible en los *Anales de Historia de la Computación de IEEE*.³

4.2 Etapa 1: primeros computadores (1961-1965)

Los inicios de la computación digital en Chile se remontan a comienzos de los años sesenta y tienen dos vertientes originarias: la computación administrativa y la computación científica.

La computación administrativa tuvo sus orígenes en el procesamiento de datos perforados en tarjetas, cuya primera experiencia se registró en el censo de 1930. Posterior y paulatinamente, algunos servicios y empresas del Estado instalaron máquinas UR (*Unit Record*) para realizar procesamiento de grandes volúmenes de datos, pero con cálculos muy sencillos. Esta etapa culmina con la instalación del primer computador digital (un IBM-1401) en el Servicio de Aduanas en Valparaíso en 1961 (figu-

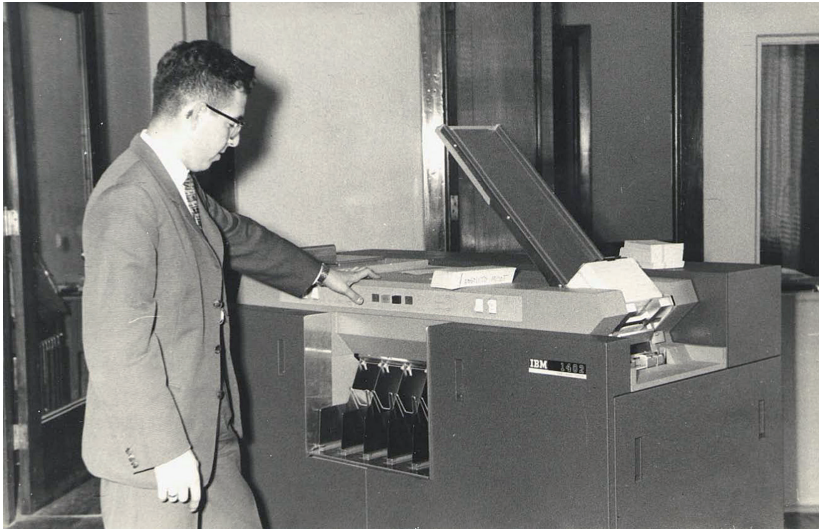
1. Juan Álvarez y Claudio Gutiérrez, «Orígenes de la Disciplina de la Computación en Chile 1961-1975», *Revista Bits*, núm. 3, jul.-dic. 2009.

2. Juan Álvarez, «Antecedentes, creación y primeros años del Departamento de Ciencias de la Computación de la Universidad de Chile», *Revista Bits*, núm. 4, jul.-dic. 2010.

3. Juan Álvarez y Claudio Gutiérrez, «History of Computing in Chile, 1961-1982», *IEEE Annals of the History of Computing*, vol. 34, núm. 3, jul.-set. 2012.

ra 4.1). En los años siguientes, varias instituciones del Estado instalaron computadores similares para realizar sus procesos administrativos.

Figura 4.1 René Cabezas, en la lectora-perforadora 1402 del IBM-1401 del Servicio de Aduanas en Valparaíso

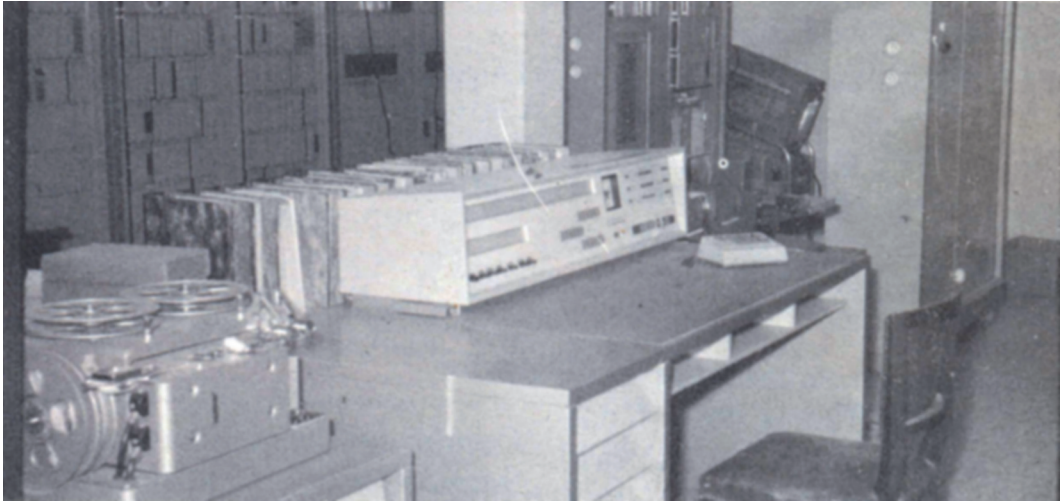


Paralelamente, a fines de los años cincuenta y comienzos de los sesenta algunas universidades usan y arman computadores analógicos para realizar cálculos científicos en diversas disciplinas de ingeniería y ciencia. El primer computador digital orientado a aplicaciones científicas lo instaló la Universidad de Chile en 1962: el computador alemán ER-56 Standard Elektrik Lorenz «Lorenzo» (figura 4.2). Seguidamente, las universidades Católica, Santa María y de Concepción adquirieron computadores IBM-1620 y la Universidad Técnica del Estado recibió la donación de un Datatron. Con el propósito de administrar los computadores, y difundir y dar servicios de computación, las universidades crearon los centros de computación.

Durante estos años, la computación administrativa y la computación científica corrieron por carriles paralelos, con pocas conexiones entre ellas. La incorporación inicial de computadores no obedeció a una planificación centralizada, sino a precursores individuales e institucionales. De hecho, en las universidades fueron los ingenieros y científicos quienes promovieron la adquisición de computadores; por su parte, en las instituciones del Estado fueron los directivos con responsabilidades administrativas y de procesamiento de datos.

Desde el punto de vista geográfico, las primeras experiencias computacionales se produjeron en las tres ciudades principales del país: Santiago (la ciudad capital), Valparaíso (a 120 kilómetros al poniente de Santiago) y Concepción (a 500 kilómetros al sur de Santiago). En el ámbito académico, entre las ocho universidades de la época, las pioneras en la incorporación de la tecnología computacional fueron la Universidad de Chile (estatal y con sedes en Santiago y varias provincias) y las privadas subvencionadas Católica, de Concepción y Técnica Federico Santa María en Valparaíso.

Figura 4.2 El computador Standard Elektrik Lorenz en 1962



En síntesis, esta primera etapa, que comprendió aproximadamente cinco años en el período 1961-1965, estuvo marcada por la instalación de los primeros computadores digitales en cada uno de los grandes ámbitos iniciales de aplicación: la administración estatal y la ingeniería y ciencia universitaria. De esta manera, se transitó paralelamente desde las máquinas UR y la computación analógica al uso de computadores digitales con tecnología de transistores.

Dado lo novedoso del área, en esta etapa no existían aún profesionales especialistas. En las universidades la capacitación fue responsabilidad de los investigadores pioneros. En las instituciones del Estado la preparación del personal fue principalmente realizada por IBM, el único proveedor de computadores (12 de los 14 computadores existentes hasta el año 1965 en Chile eran IBM).

4.3 Etapa 2: convergencia y consolidación (1966-1975)

A fines de la década del sesenta se pudo apreciar una convergencia de las vertientes administrativa y científica de la computación chilena. Este acercamiento presentó varias dimensiones que centralizaron, coordinaron y consolidaron la disciplina.

En primer lugar, la tecnología convergió con la aparición de computadores de «propósito general», es decir, con características técnicas que permitieron el desarrollo tanto de aplicaciones administrativas como científicas. Desde el punto de vista de *hardware* estas máquinas se consideraron de «tercera generación», con tecnología del estado sólido (precursora de los circuitos integrados) que reemplazó a los transistores. El primer computador de estas características que llegó a Chile fue un IBM-360 (figura 4.3): a la Empresa Nacional de Petróleos en 1966, a la U. de Chile en 1966 y a ECOM, la Empresa Nacional de Computación, en 1968. Posteriormente, se instalaron computadores Burroughs en la Universidad Católica de Chile (1970) y ECOM (1972).

Paralelamente, las universidades crearon las primeras carreras de programación y de ingeniería que prepararon profesionales con una formación adecuada para satisfacer la demanda, tanto de la computación científica como de la computación administrativa. Las primeras carreras de programación (de 3 años de duración) se crearon entre 1968 y 1971 y las primeras carreras de ingeniería de 4 años de duración («ingenierías de ejecución») comenzaron entre 1971 y 1975.

Figura 4.3 El computador IBM-360



Por otra parte, y en coincidencia con los proyectos político-gubernamentales del período, el Estado jugó un papel muy activo, tanto desde el punto de vista económico, como en su orientación planificadora del desarrollo del país. Esta dimensión se apreció muy claramente con la creación en 1968 de la empresa estatal ECOM (Empresa Nacional de Computación) que centralizó y coordinó las iniciativas computacionales de las diversas instituciones del Estado. Esto significó economizar recursos con la compra de computadores «grandes» y caros que dieron servicio a varias instituciones y capacitaron al personal correspondiente. Resulta pertinente señalar que los primeros directivos de ECOM provinieron de las universidades y de la industria, como un símbolo también la convergencia de los dos ámbitos.

Por otra parte, la actividad de investigación había comenzado tanto en los centros de computación y ECOM como en los distintos departamentos académicos donde residían los investigadores del área, principalmente Matemáticas, Electricidad e Industrias. Prueba de ello fue la realización de congresos especializados en 1968 y 1974. Este último, el «I Panel de discusión sobre tópicos de computación», organizado por la Universidad Católica de Valparaíso dio origen al CLEI en 1976, cuya conferencia número 39 se realizó en el año 2013 en Venezuela.

En esta segunda etapa del desarrollo computacional nacional se desarrollaron sistemas de mayor envergadura y complejidad. El Banco del Estado desarrolló tempranamente una red de teleproceso (1969). Por su parte, desde 1971, ECOM desarrolló paquetes de aplicaciones genéricas (sistemas contables, cuentas corrientes y sueldos) y, en conjunto con los organismos estatales Corfo (Corporación de Fomento de la Producción) e Intec (Instituto de Investigaciones Tecnológicas), desarrolló el emblemático proyecto Synco (o Cybersyn)⁴ que tuvo el propósito de centralizar la gestión de las empresas del Estado durante el gobierno socialista de Salvador Allende. En la figura 4.4 presenta la sala de control de operaciones.

Figura 4.4 La sala de comando del proyecto Synco



El quiebre del régimen democrático y constitucional en septiembre de 1973 produjo la intervención de ECOM, el despido de personal y la suspensión del proyecto Synco. Se canceló también la compra de los computadores Iris-80 e Iris-60 a la empresa francesa CII cuyo propósito era disminuir la dependencia de los fabricantes norteamericanos.

Por su parte, las universidades fueron intervenidas por rectores delegados militares con la consiguiente expulsión de académicos del área. Afortunadamente, la inercia heredada, tanto del pujante desarrollo inicial de la disciplina, como de la modernización de las universidades mediante sus procesos de reforma de los años sesenta y comienzos de los setenta, permitieron que en 1975 se crearan los primeros departamentos académicos de ciencia de la computación con las funciones de docencia, investigación y extensión. En el caso de la Universidad de Chile y la Técnica Federico Santa María de Valparaíso se ofrecieron también los primeros programas de magíster en el área. Cabe señalar que en otras universidades existían centros e institutos de computación con funciones parecidas, pero sin la calidad de departamento exclusivamente académico según los criterios de la reforma universitaria.

La reducción temporal de los aranceles de importación a fines de 1974 y la aparición de computadores más pequeños («minicomputadores») expandió abruptamente la computación en el sector privado. La brusca ampliación de la demanda de especialistas obligó a ECOM y a las universidades a crear Pla-

4. Eden Medina, *Cybernetic Revolutionaries: Technology and Politics in Allende's Chile*. Cambridge, Massachusetts, MIT Press, 2011. Ver también el portal del proyecto Synco: <http://www.cybersyn.cl/>

nacap (Plan Nacional de Capacitación intensiva). Simultáneamente, se crearon las primeras empresas privadas de consultoría informática (por ejemplo, Sonda).

En síntesis, la segunda etapa, que abarcó los diez años del período 1966-1975 se caracterizó por una convergencia de las vertientes administrativa y universitaria de la computación, por un fuerte involucramiento del Estado en el uso y promoción de la computación, por la consolidación de la disciplina en las universidades y por el aumento tanto de la envergadura de las aplicaciones como de la capacidad y diversidad de marcas de los computadores (con la incorporación de Burroughs y NCR). La etapa termina con la titulación de las primeras generaciones de ingenieros y programadores universitarios. Es importante hacer notar que el fuerte impacto político, social y humano producido por el golpe militar de 1973 no logró revertir los logros que se habían alcanzado hasta ese momento.

4.4 Etapa 3: expansión (1976-1982)

La siguiente etapa de los comienzos de la computación en Chile podría sintetizarse como un período de expansión, es decir, de difusión, extensión, ampliación y descentralización de la disciplina.

El aumento sostenido del parque de computadores diversifica los proveedores, los tipos de computadores y las aplicaciones. Particularmente importante fue la incorporación de la computación en el sector financiero y de servicios. Los computadores se difundieron por todo el país y en todos los sectores, con utilización incluso en el área de defensa de los derechos humanos. Un reflejo de su difusión fue la aparición en 1979 de la *Revista Informática*, dirigida a la industria y a los profesionales, cuya circulación mensual se mantiene hasta hoy.

En las universidades, la investigación ayudó a consolidar los departamentos de ciencia de la computación. Para presentar los resultados de los proyectos de investigación se creó, en 1979, la Conferencia Nacional. En 1981 se transformó en la Conferencia Internacional de Ciencia de la Computación que, en el año 2013, realizó su versión número 32, organizada por la Sociedad Chilena de Ciencia de la Computación (establecida en 1984). Por otra parte, los programas de magíster produjeron sus primeros egresados que se emplearon, mayoritariamente, como académicos universitarios y, secundariamente, en las empresas, en especial en las proveedoras de computadores. De manera simultánea, regresaron a Chile los primeros investigadores con doctorados obtenidos en el extranjero.

En 1981 el régimen militar impone una nueva legislación universitaria que estratificó las carreras, al decretar que sólo algunas de ellas tenían el carácter exclusivamente universitario. Consecuentemente, las universidades crearon la carrera de Ingeniería Civil (de 6 años), y en algunos casos cerraron la Ingeniería de Ejecución, disciplina que no estaba en la lista y disfrutaba de un incremento sistemático en el número de alumnos. También se redujo de un modo drástico el financiamiento directo de las universidades y se crearon mecanismos indirectos que fomentaron la competencia tanto por los estudiantes como por los recursos sujetos a concursos del I Fondo de Investigación Científica y Tecnológica (Fondecyft).

En síntesis, en esta etapa hay un considerable aumento del uso y aplicación de la computación en la industria y en las universidades. Su difusión se amplifica aún más al comienzo de los ochenta con la

aparición de los «microcomputadores» (computadores personales), lo que da comienzo a una nueva etapa que escapa al alcance de este estudio y que sincroniza el desarrollo computacional chileno con las principales tendencias internacionales. La inundación de ECOM, producida por el desborde del río Mapocho, debido a un temporal que afectó a la ciudad de Santiago, causó la pérdida de un valioso equipamiento computacional y puede considerarse como un símbolo del fin de esta etapa (figura 4.5).

Figura 4.5 La inundación del edificio de ECOM en 1982



4.5 Conclusiones

Los inicios de la computación en Chile permiten distinguir claramente tres etapas. La primera etapa, de los años 1961 a 1965, se caracterizó por la instalación de computadores digitales, tanto en el ámbito de la computación administrativa en las instituciones del Estado, como en aplicaciones científicas y de ingeniería en las universidades. Estos dos ámbitos tuvieron muy poca relación y cada uno de ellos tuvo una evolución y una prehistoria independiente.

La segunda etapa, los diez años del período 1966-1975, se caracterizó por el encuentro y convergencia de las dos vertientes, administrativa y científica, de los primeros años de la computación en Chile. La convergencia se manifestó en computadores de propósito general, en carreras universitarias de programación (de 3 años) e ingeniería (de 4 años) orientadas a los dos ámbitos, en la creación de la empresa estatal de computación (ECOM) y en el desarrollo de grandes proyectos de ingeniería.

Esta segunda etapa coincide con años de grandes cambios económicos y reformas educacionales, sociales y políticas bajo los gobiernos de Eduardo Frei Montalva (1964-1970) y Salvador Allende (1970-1973), que dieron un gran impulso al desarrollo científico y universitario. Los dos últimos años de la etapa se desarrollaron en los primeros años de la dictadura militar, que intervino ECOM y las universidades. Sin embargo, la inercia del desarrollo anterior, en el Estado y las universidades, permitió que la etapa culminara con la creación de los primeros departamentos científicos universitarios que, además de sus funciones de docencia, investigación y extensión, comenzaron a desarrollar proyectos científicos, tecnológicos y de ingeniería, las tres aristas de la disciplina de la computación.

La tercera etapa, los siete años del período 1976-1982, difundieron masivamente la computación a lo largo de todo el país y en diversos ámbitos. Se multiplicaron los computadores, los proveedores, las aplicaciones, los profesionales, las carreras, los estudiantes, los departamentos.

En síntesis, de acuerdo a criterios internacionales de la época que clasifican los niveles de actividad computacional,⁵ en la primera etapa el país alcanzó un nivel básico, es decir, con unos pocos computadores, con algún entrenamiento en la tecnología y con aplicaciones básicas en el gobierno. En la segunda etapa se alcanzó el nivel operacional, con numerosos computadores, centros educativos, carreras especializadas, diseño y producción de *software* y aplicaciones en ciencia e ingeniería. En la tercera etapa, el país comienza a transitar de un nivel operacional a uno más avanzado de actividad computacional, con un rango de carreras especializadas, computadores de todos los tamaños y alguna contribución en actividades internacionales.

Tabla 4.1 Cronología de los principales hitos del período 1961-1982

	<i>Hito</i>	<i>Institución</i>	<i>Ciudad</i>
1961	Computador IBM-1401	Servicio de Aduanas	Valparaíso
1962	Computador ER-56	U. de Chile	Santiago
1963	Computador IBM-1401	Compañía Aceros del Pacífico	Concepción
	Computador IBM-1620	U. Católica	Santiago
1964	Computador IBM-1620	U. Técnica F. Santa María	Valparaíso
	Computador Datatron	U. Técnica del Estado	Santiago
1965	Computador IBM-1620	U. de Concepción	Concepción
1966	Computador IBM-360	Empresa Nacional de Petróleos	Santiago
	Computador IBM-360	U. de Chile	Santiago
1968	Creación Empresa Nacional de Computación (ECOM)	Corporación de Fomento (Corfo)	Santiago
	Carrera Programación (3 años)	U. de Chile	Santiago
	I Encuentro Nacional Computación	U. Técnica F. Santa María	Valparaíso
1969	Red Teleproceso	Banco del Estado	Chile
1970	Carrera Programación (3 años)	U. de Concepción	Concepción
1971	Carrera Ingeniería Ejecución Procesamiento Información (4 años)	U. de Chile	Santiago
	Carrera Programación (3 años)	U. Católica	Santiago

5. ECOSOC [United Nations Economic and Social Council «Consejo Económico y Social»]: *The application of Computer Technology for Development, Report of the Secretary-General*, (Report E-4800 GE-70-11926), 1970.

	<i>Hito</i>	<i>Institución</i>	<i>Ciudad</i>
	Proyecto Synco	Corfo, ECOM, Intec	Santiago
1972	Carrera Ingeniería Ejecución Computación e Informática (4 años)	U. Técnica del Estado	Santiago
1974	Computador IBM-370	Empresa Nacional Petróleos	Santiago
	I Panel Discusión Computación	U. Católica de Valparaíso	Valparaíso
	Creación empresa Sonda	Sociedad Nacional de Datos	Santiago
1975	Creación Plan Nacional de Capacitación Profesional (Planacap)	ECOM, U.de Chile, U. Católica, U. Técnica del Estado	Chile
	Creación empresa Crecic	Centro Regional Comp. e Informática	Concepción
	Carrera Ingeniería Ejecución Sistemas Información (4 años)	U. Técnica F. Santa María	Valparaíso
	Dpto./Magíster Ciencia Computación	U. de Chile	Santiago
	Dpto./Licenciatura Mat.- Cs.Comput.	U. Técnica del Estado	Santiago
	Dpto./Magíster Cs. Computación	U. Técnica F. Santa María	Valparaíso
1976	I Conferencia CLEI	U. Católica de Valparaíso	Valparaíso
1977	Carrera Ingeniería Ejecución Computación e Informática (4 años)	U. de Concepción	Concepción
1979	I Conf. Nacional Ciencia de la Comput.	U.de Chile, U. Católica	Santiago
	I Simposio Aplicaciones Informática	U. del Norte	Antofagasta
	<i>Revista Informática</i>		Santiago
1980	Carrera Ingeniería Ejecución Computación e Informática (4 años)	U. del Norte	Antofagasta
1981	I Conferencia Internacional Ciencia Computación	U. de Chile	Santiago
1982	Carrera Ingeniería Civil (6 años)	U. Técnica F. Santa María	Valparaíso

El B-205 en la PUC-Río: historia y memoria de la primera computadora empleada en una universidad brasileña

*Margarida de Souza Neves, Silvia Ilg Byington
y Arndt von Staa*

5.1	Introducción	66
5.2	El Burroughs Datatron 205	67
5.3	El B-205 en la PUC-RIO: memoria e historia	76
5.4	Un objeto icónico	81

Era un aparato de mucho respeto. Pesaba poco más de una tonelada y contenía algo así como 3.500 válvulas de dobles triodos y un enorme conjunto de diodos, además de resistencias y condensadores.¹

5.1 Introducción

Los historiadores saben que una fecha puede ser tan solo un marcador cronológico, vacío de contenidos, pero puede también evocar un tiempo social, con toda la riqueza de lo vivido. En el caso de Brasil, el año de 1956 remite al inicio del mandato del presidente de la República, Juscelino Kubitschek, quien quiso asociar su gobierno al desarrollo; proyectó un «Plan de Metas» que definía cinco sectores estratégicos: el energético, el de transportes, el de las industrias de base, el de alimentación y el de la educación; propuso además la construcción de Brasilia, la nueva capital planeada para ser una síntesis y un símbolo del nuevo Brasil que pretendía construir y, a la vez, un marco urbanístico de modernidad y un signo de la ocupación efectiva del interior de un país de dimensiones continentales. Su gobierno se caracterizó por una participación más efectiva del capital extranjero en la economía y por la búsqueda de una presencia más significativa de Brasil en el escenario internacional. En 1960, Brasilia, la modernísima capital, fue inaugurada con pompa y circunstancia en medio de la entonces despoblada meseta central brasileña.

Los inicios de la informática en Brasil y, particularmente, la introducción del primer sistema de computación en una universidad brasileña se sitúan en el marco de un país que ensanchaba las posibilidades para la presencia extranjera en su economía y pretendía acelerar su historia para vivir, como proponía la propaganda oficial, «cincuenta años en cinco». En el año de 1960, aunque los trámites para su adquisición se remontan a 1956, la Pontificia Universidad Católica de Rio de Janeiro (PUC-Rio) introdujo en su campus universitario el primer gran sistema de computación con finalidad científica de Brasil. En el acto solemne estuvo el presidente Kubitschek. La asistencia de la autoridad máxima del país a la instalación de la enorme máquina, entonces conocida como la «computadora electrónica», subrayaba el deseo de asociar el Estado y las políticas oficiales a la iniciativa de una universidad privada que, por su parte, también hizo gala de su influencia en las instancias internacionales de la iglesia católica, pues al lado del presidente de la República de Brasil, estuvo también presente, en la inauguración del B-205, el cardenal arzobispo de Milán, Giovanni Battista Montini, que en años anteriores había sido uno de los colaboradores más próximos del papa Pío XII en la Secretaría de Estado del Vaticano. Sin embargo, lo que no podía saberse en 1960 era que el cardenal Montini vendría a ser, tres años más tarde, el papa Pablo VI (figura 5.1).

1. «Gênese», en Arndt von Staa, A. L. Furtado y S.D.J. Barbosa, *Carlos José Pereira de Lucena. Pioneiro da Informática*, Rio de Janeiro, PUC-Rio, 2003, p. 13.

Figura 5.1 En la inauguración del B-205, el presidente de la República, el Cardenal Montini y el rector de la PUC-Río (13 de junio de 1960)



El objeto de este artículo es el B-205 instalado en la PUC-Río y sus múltiples significados. Y el principal objetivo es identificar, en las colecciones de documentos de la universidad, en particular aquellos del Departamento de Informática y del Núcleo de Memoria de la PUC-Río, la documentación disponible sobre el B-205, hito de la historia de la informática en las universidades brasileñas y, a la vez, comprender el significado de ese sistema de computación pionero en la historia de la informática en Brasil, de modo particular, en la memoria, en la construcción de identidad y en la formulación de proyectos académicos de la Pontificia Universidad Católica de Rio de Janeiro.

5.2 El Burroughs Datatron 205

5.2.1 «Ensueño y trabajo»

En un documento de origen no identificado, fechado en enero de 1958 y titulado *Datos generales sobre la adquisición de la «Computadora Electrónica 205» de la Companhia Burroughs de Brasil Inc. por la Pontificia Universidad Católica*, conservado en el archivo de los rectores de la PUC-Río, el argumento que justifica la adquisición de la mítica Burroughs Datatron 205, primera computadora para fines científicos instalada en una universidad de Brasil, es el hecho de ser «el ensueño y trabajo de dos años de la EPUC (Escuela Politécnica de la Pontificia Universidad Católica)»² Sin saberlo, el autor desconocido del documento encontró en la fórmula «ensueño y trabajo» una de las síntesis posibles de los muchos significados que revisten la historia y la memoria del B-205 para la PUC-Río y también para la comunidad científica de informática en Brasil.

2. *Dados Gerais sobre a aquisição do «Computador Eletrônico 205» da Companhia Burroughs do Brasil Inc. pela Pontificia Universidade Católica* [documento mecanografiado], Rio de Janeiro, en. 1958. Ubicación: archivo de los rectores de la PUC-Río.

El B-205, alrededor del cual se materializaron multitud de «ensueños y trabajos» operó en la PUC-Rio a partir del 1960. En 1965 fue introducido un modelo más moderno, el B-200. La documentación relativa a la primera computadora cubre un período que va de 1958 a 1966, puesto que comprende todos los trámites de compra, traslado e instalación.

Quienes participaron de aquellos «ensueños» o fueron los protagonistas de los primeros «trabajos» del B-205 han dejado testimonios donde abundan menciones a la «primera computadora», donde se repiten los recuerdos de la «gran máquina», una expresión que remite al lugar ocupado por el aparato en el imaginario de profesores, funcionarios y estudiantes de entonces, y al impacto que tuvo su adquisición en la comunidad científica, en particular en los matemáticos, los físicos y los ingenieros.

El documento más antiguo identificado hasta el momento en los archivos de la PUC-Rio sobre el B-205 es una carta con la propuesta de venta enviada por la Burroughs de Brasil al director de la EPUC, el profesor Carlos Alberto Del Castillo, firmada y fechada el 15 de octubre del 1958, en la que la sucursal brasileña de la compañía estadounidense contesta, con todo detalle, a una presunta consulta de la dirección de la Universidad e incluye, por su cuenta, un elenco de posibles tareas que una computadora podría realizar. Su lectura, hoy, resulta divertida por la necesidad de justificativas que implica:

El uso y el desarrollo de computadoras electrónicas de parte de entidades privadas, para fines científicos así como para fines comerciales, empezó a tener su implementación reconocida a partir de 1950, cuando la necesidad de velocidad y versatilidad hicieron de las máquinas utilizadas hasta entonces [tecnologías] sino obsoletas por lo menos superadas.³

Las «máquinas», en este caso, eran calculadoras electrónicas de utilización científica y comercial, destinadas a ser reemplazadas por los sistemas electrónicos de computación como aquel ofrecido por la Burroughs. La propuesta venía con cinco documentos anexados, donde se especificaban las características del modelo 205 y las ventajas que ofrecía en relación con las tecnologías disponibles, además de la descripción de los componentes eléctrico-electrónicos y de refrigeración propuestos, y de la infraestructura mínima necesaria para la instalación.

También añadía una «Relación de algunas instalaciones de la computadora Burroughs modelo 205 mediante el tipo de aplicación deseada», cuyo contenido consistía en una lista en la que figuraban 44 usuarios de aquel tipo de equipo, introducido en el mercado en 1954.⁴ Esos usuarios están clasificados por áreas de actuación: aeronáutica; energía atómica; ingeniería civil; defensa nacional; sector terciario; industria automotriz y petroquímica; seguridad social; transportes y, por fin, universidades. Todos los usuarios listados eran de Estados Unidos, buena parte de ellos pertenecían a departamentos de gobierno del área de la defensa o a industrias del sector petroquímico. Entre las universidades o institutos universitarios estaban el California Institute of Technology, el University of Chicago Institute of Air Weapons Research y el Stanford Research Institute, donde el B-205 había sido instalado en el año de 1956.

3. Burroughs do Brasil Inc., *Carta a la Pontificia Universidad Católica de Rio de Janeiro*, [documento mecanografiado], Rio de Janeiro, 15 oct. 1958. Ubicación: archivo de los rectores de la PUC-Rio.

4. Burroughs do Brasil Inc., *op. cit.*, anexo 5.

Entre los papeles reunidos en el archivo de los rectores queda conservado un informe en contra de la adquisición del B-205 y su instalación en la PUC-Río, con el sello rojo que indica tratarse de un documento confidencial. Viene con fecha del 22 octubre de 1958 y lo firma Rubens Porto. Su nombre completo era Rubens d'Almeida Horta Porto, un funcionario público de alto rango, muy próximo al expresidente de la República brasileña Getúlio Vargas,⁵ y que ocupó el puesto de vicepresidente del Instituto Brasileño de Geografía y Estadística (IBGE). Era, a la vez, profesor en la Facultad de Filosofía de la PUC-Río.⁶

La opinión contraria de Rubens Porto tenía el peso doble de su condición de profesor de la PUC-Río y persona con autoridad en el IBGE, una de las instituciones asociadas a la compra del equipo B-205 como herramienta de cómputo del censo nacional. La institución educativa, por cierto, no quedaba demasiado bien en el informe tan breve cuanto objetivo del profesor Porto:

De la lectura y del estudio sumario que hice de la propuesta de la Burroughs y con base en mis conocimientos sobre el tema, en lo que atañe a la utilización de la computadora electrónica para el CENSO de 1960 no es posible una conclusión favorable a la compra.

La manipulación y la explotación comercial son, en el primer caso difícil y, en el segundo, de éxito poco probable en el caso de la PUC.⁷

Conviene decir que el IBGE tramitaba simultáneamente la compra de su propio sistema de computación, y no tendría, por lo tanto, gran interés en opinar de modo favorable sobre la compra del B-205 para la PUC-Río. De hecho, en noviembre de 1960 el IBGE instala su propia computadora, una Univac 1105 y los censos brasileños nunca serían procesados por la máquina instalada en la PUC-Río.

A pesar del informe en contra de la computadora en la PUC-Río, dos documentos de enero de 1959 indican que los trámites de la dirección de la EPUC para hacer viable la compra y la importación del B-205, en términos financieros y en términos de logística, seguían su camino.

El primero de ellos, sin firma, titulado «Datos generales sobre la adquisición de la “Computadora Electrónica 205” de la Compañía Burroughs de Brasil Inc. por la Pontificia Universidad Católica», hace un resumen de los esfuerzos hechos y de los motivos para proseguir en las negociaciones. Permite también encontrar algunos indicios sobre las razones de la elección de aquella máquina específica: la decisión por el modelo B-205 se debió al hecho de que respondía «a los nuevos requisitos técnicos», presentaba «una propuesta conveniente» y además, en el caso de que la compra fuera realmente efectuada, proponía un «plazo reducido» para la entrega.⁸

El mismo documento añade una lista, un tanto imprecisa, de sus posibles aplicaciones científicas, administrativas y comerciales:

5. Sérgio Miceli, *Intelectuais à brasileira*, São Paulo, Companhia das Letras, 2001, p. 272.

6. PUC-Río, *Anuário 1959*, Rio de Janeiro, PUC-Río, 1960, p. 39.

7. Rubens Porto, [informe mecanografiado sin título], Rio de Janeiro, 22 oct. de 1958. Ubicación: archivo de los rectores de la PUC-Río.

8. *Dados Gerais sobre a aquisição do “Computador Eletrônico 205” da Companhia Burroughs do Brasil Inc. pela Pontifícia Universidade Católica* [documento mecanografiado], Rio de Janeiro, en. 1958, p. 1. Ubicación: archivo de los rectores de la PUC-Río.

Formación de personal especializado, investigación científica y técnica, cálculo matemático, proyectiles dirigibles, problemas de aeronáutica y marina, análisis [de] estadísticas, problemas de reconocimiento, almacenamiento de mercancías, facturación, nóminas de sueldos, cálculos para motores eléctricos, transformadores, problemas de mecánica, ingeniería de petróleo: mezcla, destilación, refinación, y cálculos para la medición de partículas atómicas.⁹

Por fin, el texto hace un resumen del «significado para el país» de la iniciativa; menciona las posibilidades abiertas por la computadora tales como dar «continuidad a proyectos de investigación interrumpidos» por su complejidad; atender a la necesidad de «formación de personal»; «mejoría de procesos industriales de producción y de control», sin olvidar de subrayar la «economía en divisas».¹⁰ Es además en ese documento donde es posible ubicar el origen de uno de los mitos que cercan el B-205 de la PUC-Rio: el de haber sido la primera computadora para fines científicos de América Latina. El texto alude a que la PUC-Rio sería «la primera universidad de Latinoamérica» en tener un sistema de computación para fines científicos. Una afirmación equivocada, puesto que en 1958 se instaló en la UNAM (Universidad Nacional Autónoma de México) una máquina IBM 650. Además falta otro hito importante: la decisión de compra de la primera computadora científica de Argentina, una Ferranti Mercury de fabricación inglesa, a la que los argentinos dieron el simpático nombre de Clementina, fue tomada en noviembre de 1957 y la licitación que la adjudicó a Ferranti data de 1958. Aunque la máquina se haya estrenado en la Universidad de Buenos Aires en mayo de 1961, llegó al país en 1960.¹¹

Los argumentos empleados señalan los caminos encontrados y que hicieron viable la compra del equipo, cuyo valor alcanzaba los US\$ 200.000,00 sin que estuviesen contabilizados, en ese total, los impuestos de importación, el traslado, la instalación y la manutención.

La solución que posibilitó la compra aparece en el segundo documento de enero de 1959, que tiene por título «Computadora Electrónica Burroughs 205. Histórico». Según ese registro, dada la imposibilidad de costear la máquina, la EPUC decidió formar un «consorcio de agencias técnicas y científicas que puedan tener interés en el tema», y que fue llamado «Grupo pionero o Consejo de administración», del cual eran miembros el Consejo Nacional de Investigación, la Comisión de Energía Nuclear, los Ministerios del Ejército, de la Aeronáutica y de la Marina, la Compañía Nacional de Siderurgia, la Petrosbras y la Escuela de Ingeniería de la PUC.¹²

En el documento «Computadora Electrónica Burroughs 205. Histórico» queda señalado como, al final de muchas reuniones, se estableció que la PUC-Rio sería la propietaria de la computadora y que el consorcio pasaba a ser el responsable de los gastos relativos a la máquina y su instalación en la universidad, «campo abierto a todos los sectores de investigación», además de coordinar la instalación, la

9. *Op. cit.*, p. 2.

10. *Dados Gerais sobre a aquisição do "Computador Eletrônico 205" da Companhia Burroughs do Brasil Inc. pela Pontifícia Universidade Católica* [documento mecanografiado], Rio de Janeiro, en. 1958, p. 2. Ubicación: archivo de los rectores de la PUC-Rio.

11. El lector puede consultar una reseña histórica acerca de la instalación en la UNAM de la máquina IBM 650 en el artículo «50 años de la computadora en México», disponible en <<http://www.lajornadadeoriente.com.mx/2008/01/28/puebla/s1arr09.php>>. En cuanto a la compra y adquisición de la computadora marca Ferranti Mercury por parte de la Universidad de Buenos Aires, el lector puede revisar el artículo «Historia del Departamento de Computación», disponible en <<http://www.dc.uba.ar/inst/historia>>.

12. *Computador Eletrônico Burroughs 205. Histórico*, [documento mecanografiado], Rio de Janeiro, en. 1959, p. 1. Ubicación: archivo de los rectores de la PUC-Rio.

manutención y la operación del sistema por un período mínimo de ocho años. Seguramente a tales atribuciones correspondía el derecho a la utilización de la máquina y de los datos por ella producidos, lo cual ensancha los campos de investigación posibles y la utilización científica del nuevo sistema, a la vez que explica la larga lista de posibles aplicaciones presentada en el documento anterior.

Los componentes que tendrían que comprarse están enumerados, lo cual permite conocer el B-205 proyectado para la PUC-Río: computadora central modelo 205; panel de control modelo 458; control de máquina de escribir modelo 406; máquina de escribir Flexowriter modelo 406 modificado; convertidor de tarjetas perforadas modelo 500; control de cinta magnética modelo 543; unidades de lectura de cintas magnéticas modelo 544 y unidad de perforación de cintas de papel modelo 454. Además, fueron comprados componentes de mantenimiento: una segunda máquina de escribir Flexowriter; un cilindro extra de memorias con capacidad para 4.080 dígitos; una segunda lectora de cintas de papel; equipo para tests y otros ítems bajo el título de «Partes diversas», tales como válvulas al vacío y de germanium, lámparas, 6 rollos de cinta magnéticas (cada una de 2.500 pies) y 20 rollos de cinta de papel.¹³

El presupuesto alcanzaba un total de US\$ 196.163,00 lo cual correspondía tan solo a la máquina y los componentes en la fábrica ubicada en Pasadena (California). En el caso de que este monto no parezca demasiado elevado en la actualidad, la página web del Burroughs 205 sugiere que equivaldría, con las variaciones del valor real del dólar, al precio de un avión Douglas DC-3.¹⁴ Sumados los gastos de compra, instalación y mantenimiento de la computadora, cada uno de los siete miembros del «Grupo pionero» tuvo que contribuir con una suma muy considerable.

Los dos documentos mencionados sirven de base para la carta, fechada el 30 de enero de 1959, con la cual la PUC-Río confirma su interés por la compra del modelo B-205 a Burroughs, empresa que dieciocho días antes había enviado una comunicación para tantear el terreno. La carta viene firmada por el rector Arturo Alonso s.j. y por el director de la EPUC, Carlos Alberto Del Castillo, y confirma el deseo de la universidad de adquirir el B-205, sin dejar de aclarar que de aquel momento en adelante el «Consejo de administración» sería el responsable de la negociación. En la misiva se define además las distintas tareas atribuidas a la Burroughs, que incluían el coste del entrenamiento, en California, de dos profesores de la Escuela de Ingeniería de la PUC; el encargo del entrenamiento de grupos en la PUC-Río; la instalación de la máquina y todos sus componentes; el nombramiento de técnicos especializados de la Burroughs para acompañar de cerca la instalación de la computadora y la eventual ampliación del sistema por el tiempo determinado por la universidad.¹⁵

Cerca de seis meses después llegaba al Aeropuerto de Galeão, a la orilla de la Bahía de Guanabara, el encargo que el «Grupo pionero» aguardaba con ansiedad.

5.2.2 Aventuras de la computadora de Batman en la universidad

Uno de los especialistas designados por la Burroughs para asesorar la instalación de la B-205 fue el ingeniero Georg Herz que, en entrevista concedida en 2007 al Núcleo de Memoria de la PUC-Río, dejó

13. *Ibid.*, p. 3.

14. El lector puede conocer más sobre el computador Burroughs 205 en el enlace de Internet <<http://tjsawyer.com/B205Home.htm>>.

15. Arturo Alonso, *Carta a la Burroughs*, Rio de Janeiro, 30 en. 1959, p. 1. Ubicación: archivo de los rectores de la PUC-Río.

su testimonio sobre el proceso de negociación, traslado, instalación e inicio de operación de la computadora. Según declaró, fue él mismo el primer ingeniero del área contratado por la Burroughs de Brasil, después de completar su formación en ingeniería electrónica en Syracuse (USA).

El relato de Georg Herz (figura 5.2) describe la compleja operación de transporte que supuso, incluso, el alquiler de un avión DC6 de Panamerican para traer la máquina y sus componentes desde California hasta Rio de Janeiro y las circunstancias de su traslado desde el Aeropuerto de Galeão hasta el campus de la PUC-Rio en un camión abierto del ejército seguido por las sirenas de la escolta de motociclistas, también del ejército, que abría el paso mientras la población de la ciudad acompañaba con gran curiosidad la operación. El B-205 y sus componentes llegaron felizmente a su destino. El local donde fue entregada la preciada carga fue una sala en la planta baja del único edificio, para entonces, de la universidad. Era una ubicación noble, puesto que la sala se abría para la gran columnata que es la marca de identidad arquitectónica de la PUC-Rio.

Figura 5.2 El ingeniero Georg Herz enseña el modo de operar el B-205 a un investigador



La sala destinada a la B-205 tenía 150 m², espacio necesario para albergar las unidades que componían la computadora, sus equipos complementarios, las piezas de reposición tales como las célebres miles de válvulas de doble triodo, que consumían cerca de 50 KVA, y también el voluminoso aparato de refrigeración que garantizaba algo de estabilidad a todo el sistema, que despilfarraba algo así como cien mil btu/hora.¹⁶ La instalación tardó cerca de un año y en ella participaron técnicos de la Burroughs, profesores y estudiantes. El trabajo supuso el montaje de las unidades centrales y periféricas, identificadas en el «Manual técnico» original del Burroughs 205 y traducidas al portugués. Posteriormente, una adaptación de partes del manual permitió la elaboración del folleto de divulgación del Centro de

16. Georg Herz, [entrevista concedida al Núcleo de Memoria de la PUC-Rio], Rio de Janeiro, 25 oct. 2007.

Procesamiento de Datos (CPD), creado en 1960 con la particularidad de constituirse en un instituto de ciencias autónomo en relación con las escuelas de distintas especialidades que la PUC-Río tenía entonces. El CPD tenía por finalidad coordinar los trabajos con la máquina y operar el «Sistema Computadora Electrónica Digital»¹⁷

La sección «Resumen técnico» presenta la configuración de la máquina, agrupa las unidades centrales y las periféricas y, de forma más didáctica, confirma los componentes listados en la propuesta original. Presenta además otras informaciones que permiten caracterizar el sistema. Hoy su lectura nos hace sonreír, pero no hay que olvidar que expresa la tecnología de punta de su época:

- Memoria central: cilindro magnético de 4.000 palabras.
- Memoria de acceso rápido: 80 palabras.
- Dimensión de palabra: diez dígitos decimales + signo algebraico.
- Estructura de palabra: Código binario decimal. La unidad aritmética trata todos los números como fracciones decimales comprendidas entre + 9999999999 y – 9999999999.
- Comandos: Dirección única. Operaciones aritméticas: suma, sustracción, multiplicación y división. Punto decimal fijo o flotante. Operaciones lógicas: comparar con 0, comparar señal, extracción de dígitos, desplazamientos, cambio condicional o incondicional de control.
- Velocidad de operación: En media, 2,5 milésimas de segundo por operación.¹⁸

En el folleto de divulgación titulado *PUC Centro de Processamento de Dados: Sistema Computador B-205* se especifican las características innovadoras del sistema, en particular en los apartados «Entrada», «Memorias», «Funcionamiento» y «Salida».

Sobre los mecanismos de entrada y salida de datos del B-205, se subraya su versatilidad puesto que «ofrece todos los medios utilizados en la práctica» y es capaz de leer datos a partir de un «teclado corriente», de cintas de papel, de cintas magnéticas y de una «lectora de tarjetas perforadas». Los datos obtenidos, a su vez, podrían ser impresos por una máquina de escribir, perforados en tarjetas o en cintas de papel o leídos directamente en los registros.¹⁹

Merecen atención particular los contenidos de los apartados «Memorias» y «Funcionamiento» que subrayan la gran capacidad y el talante científico de la computadora. En el folleto se puede leer:

Memorias: la memoria central consiste en un cilindro magnético de aproximadamente 10 pulgadas de diámetro. Ese cilindro gira a la velocidad de 3.570 rotaciones por minuto. Tiene 20 sectores paralelos con capacidad de 40.000 dígitos y otros 4 sectores de acceso rápido, con capacidad de almacenar 800 dígitos. El sistema de cintas magnéticas, compuesto por dos unidades, puede almacenar dinámicamente 8 millones de dígitos. (...) Cualquier búsqueda en cinta magnética es independiente de la operación de la computadora, lo

17. PUC-Río, *Anuário da PUC-Río de 1961*, Rio de Janeiro, PUC-Río, 1962, p. 157.

18. PUC-Río, *PUC Centro de Processamento de Dados: Sistema Computador B-205*, [Folheto de divulgação], Rio de Janeiro, PUC-Río, s.a. 4.ª ed. cub.

19. *Ibid.*, 3.

cual permite no retrasar el procesamiento interno. Las cintas magnéticas pueden ser encauzadas, y eso permite la actualización de cualquier bloque de informaciones sin que sea necesaria la reproducción de toda la cinta. Las cintas también permiten conferir automáticamente la paridad en el sentido horizontal y en el sentido vertical.

Funcionamiento: las operaciones son normalmente secuenciales, siempre ejecutadas en los sectores de rápido acceso. De ahí que la necesidad de optimizar los programas es ilimitada. El «Registro B» es otra característica que ofrece la posibilidad de reducir sustancialmente el número de pasos de la programación, puesto que permite la modificación automática de direcciones, así como el cómputo de *loops* de la programación. Ese registro tiene capacidad de 4 dígitos que pueden añadirse a la dirección de un comando, lo cual pone en marcha una modificación automática de direcciones. Todos los registros de la computadora son visibles y es posible programar la interrupción de la máquina al momento de la ejecución del test inicial de un programa. Esas interrupciones (*break point*) no afectan al programa si es ejecutado de modo productivo. Para ello es suficiente desconectar el conmutador que comanda su ejecución.²⁰

Una de las primeras demostraciones públicas de la capacidad del B-205 ocurrió el día de su inauguración. El computador debía contestar qué evento histórico correspondía a un determinado año, situado entre 1889 y 1960, propuesto por una de las personalidades presentes en el acto. Para programar la ejecución de esa tarea fueron necesarios seis meses de trabajo de los técnicos y muchas cintas de papel. El presidente de la República, Juscelino Kubitschek, eligió el año 1960 y el B-205 contestó de inmediato: «Inauguración de Brasilia». Aplausos de todos los presentes y ¡un gran alivio de parte de los técnicos!

Desde el actual desarrollo de la ciencia de la computación y de la proliferación de las computadoras personales, las características constitutivas del B-205, su talla, su peso, su configuración y las tareas que lograba ejecutar suenan risibles. En su época, sin embargo, la adquisición de la computadora puede ser vista como expresión de una universidad innovadora, capaz de una articulación efectiva con sectores públicos y privados, y comprometida con la ciencia y la tecnología de punta.

El profesor Carlos José Pereira de Lucena, del grupo fundador del Departamento de Informática de la PUC-Rio, y uno de los pilares de la investigación en ciencias de la computación en Brasil, relata la importancia de la experiencia con el B-205 como marco fundacional para la constitución del área científica y académica en computación en la PUC-Rio, y subraya el hecho de que ese desarrollo es simultáneo a la creación del área académica de informática y la organización de programas de posgrado en ciencia de la computación en los principales centros de investigación y universidades en el ámbito internacional.

En 1962 el profesor Lucena era uno de los estudiantes que participaron del primer grupo de alumnos que aprendieron a operar el B-205 bajo la orientación del profesor Jacques Cohen, ingeniero civil y doctor por el MIT contratado por la PUC-Rio para conformar el grupo de «analistas efectivos» del Centro de Procesamiento de Datos.

20. Ibid, 3.

Además del título de doctor, que muy pocos profesores de universidades brasileñas tenían entonces, el profesor Cohen traía la experiencia en computación obtenida en sus años de formación en Estados Unidos. Según el profesor Lucena, Cohen y su grupo de estudiantes eran quienes operaban la computadora e investigaban las potencialidades científicas del B-205. Cuando Cohen dejó su trabajo en la universidad lo sustituyó Helio Drago Romano. Este episodio es recordado vivamente por el profesor Lucena en una entrevista concedida al Núcleo de Memoria de la PUC-Río: «uno de los profesores del IME (Instituto Militar de Ingeniería) contratados por la PUC-Río fue designado director del Centro de Computación, [donde trabajaba] cercado por una pandilla de jóvenes estudiantes. Él no sabía mucho de computación, y nosotros hacíamos lo que nos daba la gana».²¹

La experiencia de trabajo pionero con el B-205 es descrita por el profesor Lucena como un rito de iniciación: «Estar en la sala del Burroughs Datatron era algo así como estar en un templo.»²²

La novedad de la máquina se refleja en la multiplicidad y en alguna que otra imprecisión terminológica a la hora de nombrar el B-205. Un folleto de divulgación de la universidad así se refiere a las instalaciones que hacían de la PUC-Río «un parque de enseñanza a la altura de Brasil: salas de clase, bibliotecas, laboratorios, institutos tecnológicos, cerebro electrónico».²³ En el ya mencionado informe negativo del 1958, la computadora aparece nombrada de modo genérico como «equipo electrónico».²⁴ En los anuarios de la PUC-Río del período es identificado como «Centro de Procesamiento de Datos», como «Centro de Computación Electrónica» o como «Sistema de Computación Electrónico Digital». La máquina se confunde con sus aplicaciones, poco desarrolladas en aquel entonces, o con el sector institucional creado para su administración.

Además de las características operacionales innovadoras del B-205, de la capacidad y de la funcionalidad que lo convertían en un símbolo, otro factor hacía de él una máquina singular. El imaginario de aquellos años transmutaba el diseño y la configuración física del B-205 en una representación perfecta y acabada de las conquistas de la ciencia. Quienes trabajaron o estudiaron en la PUC-Río de los años 60 aún recuerdan la imagen nocturna de la sala del Centro de Procesamiento de Datos, cuando las puertas de cristal permitían la visión de la computadora en funcionamiento, con el constante encenderse y apagarse de sus luces de colores, misteriosas a los ojos de los no iniciados, pero no por eso menos fascinantes.

En entrevista al periódico *O Globo*, uno de los principales periódicos de Rio de Janeiro, el profesor Lucena sintetiza su recuerdo de aquel ambiente capaz de plasmar material y simbólicamente los ideales de un futuro ya presente, al utilizar una fórmula expresiva de la memoria cultural de una generación: «En los primeros tiempos, nosotros utilizábamos la computadora de Batman»²⁵ La alusión tiene todo el sentido, puesto que los paneles de control del B-205 figuran como las computadoras de la «baticueva» en la serie estadounidense del hombre murciélago presentada por la red televisiva ABC entre 1966 y 1968 y protagonizada por Adam West, Burt Ward y Alan Napier.

21. Carlos José Pereira de Lucena, [entrevista concedida al Núcleo de Memoria de la PUC-Río], Rio de Janeiro, 8 ag. 2006.

22. *Ibid.*

23. PUC-Río, *Folheto de divulgação*, Rio de Janeiro, PUC-Río, 1965.

24. Porto, [informe mecanografiado sin título], Rio de Janeiro, 22 oct. de 1958. Ubicación: archivo de los rectores de la PUC-Río.

25. Caderno de Informática, *O Globo*, Rio de Janeiro, 13 de oct. 2003, p. 4.

Una búsqueda realizada por aficionados al B-205 enlista cerca de 19 producciones, entre películas y series para la televisión, que entre los años de 1957 y 1999 pusieron en la pantalla ese modelo de computador y las clasifica según tres criterios: la importancia que pueda tener el B-205 en la historia contada, el realismo de la presentación de la máquina y su visibilidad en la película o en la serie. Sus registros van de *The Night the world exploded*, presentado en 1957, a *Austin Powers: the spy who shagged me*, de 1999, y pasan por *Lost in Space* (1965), *Batman* (1966), *Get Smart* (1969), *Battle for the Planet of the Apes* (1973), *The right stuff* (1983) y muchas otras producciones donde el B-205 presta su diseño futurista y sus credenciales de cerebro electrónico y se hace presente como protagonista, o como elemento del escenario constitutivo, también de la memoria informática y cultural de occidente.²⁶

5.3 El B-205 en la PUC-RIO: memoria e historia

5.3.1 Historia, memoria y reliquias

En los últimos decenios se han multiplicado los estudios teóricos sobre la memoria, por definición un tema que presupone un enfoque interdisciplinario. En eventos científicos, publicaciones y debates, especialistas de distintas especialidades académicas se reúnen para profundizar aspectos relativos a cuestiones, enfoques, políticas y perspectivas de análisis sobre la memoria y temas correlativos. En muchos países de América Latina las «comisiones de la verdad y la justicia» inscribieron en la agenda pública el derecho a la memoria y sus consecuencias como un aspecto relevante para el ejercicio de la ciudadanía.

En efecto, tal como lo señaló el antropólogo brasileño Gilberto Velho, las relaciones orgánicas, necesarias y permanentes entre la memoria, la identidad y la formulación de proyectos, en el plan individual así como en lo que atañe a las colectividades, pone de manifiesto el significado y la importancia de la construcción de memorias personales, institucionales y colectivas.²⁷

Cabe señalar que memoria e historia no son sinónimos perfectos, aunque estas dos modalidades de narrativa sobre el pasado puedan aportar ricas metáforas entre sí y ordenen sus discursos en función del presente y de sus desafíos. Aunque suene paradójico, el tiempo de la memoria, así como el de la historia, es, de muchas maneras, el presente; a pesar de que ambas tengan como materia prima el pasado y sus posibles interpretaciones. Es en el presente y para el presente y el futuro que los estudiosos hacemos memoria e investigamos, escribimos y enseñamos historia.

Aunque no sea difícil deducir la relevancia de conocer algo de la historia de la primera computadora utilizada en una universidad brasileña para uso académico y científico, y también sea fácil inferir el lugar ocupado por el B-205 en la memoria de la institución que lo instaló, es necesario prevenir los riesgos que supone un concepto de historia mediatizado por los cantos de sirenas de los positivismos de todos los tiempos que se creen capaces de identificar «aquello que verdaderamente ocurrió», para

26. Información tomada del blog personal de T. J. Sawyer: «Burroughs 205 Blog». La dirección del enlace es <<http://datatron.blogspot.com.br>>. Consulta: 14 my. 2012.

27. Gilberto Velho, *Projeto e metamorfose. Antropologia das sociedades complexas*, Rio de Janeiro, Zahar Editores, 1994, PP. 97-106.

emplear la fórmula clásica de Leopold Von Ranke, historiador germánico del siglo XIX. Y eso, por la buena razón de que en historia la verdad no es unívoca y está siempre en función de los puntos de vista presentes en los documentos conservados y consultados, así como de los presupuestos teóricos o metodológicos del historiador. Eso, desde luego, no significa asumir un relativismo exacerbado, pero sí quiere reconocer el carácter relativo del conocimiento histórico, puesto que su construcción dependerá de la óptica y del lugar social de aquellos que dejaron constancia de lo vivido y de aquellos que interpretan estos registros. De modo análogo, nunca será demasiado advertir que, en contra de lo que muchas veces supone el sentido común, la memoria no *rescata* lo vivido sino que lo *recrea*, y lo hace en condiciones y con objetivos que miran al presente y al futuro. Por eso el historiador y medievalista francés Jacques Le Goff recuerda a sus lectores que toda memoria es, a la vez, «fíel y móvil».²⁸

Por lo tanto, el pasado se presenta a los historiadores y a quienes se interesan por la historia como un país siempre extranjero, como lo recuerda el geógrafo humanista David Lowenthal en el título de uno de sus libros.²⁹ Este mismo autor nos señala que para movernos en el territorio del pasado se nos ofrecen tres caminos distintos, aunque no excluyentes: el del método y el rigor de la *historia*, el de los juegos y los trabajos de la *memoria* y aquel que Lowenthal denomina el de las *reliquias*, analogía que subraya el valor real o simbólico de los fragmentos descontextualizados que el acaso, o la voluntad de los hombres, conservan de algo que un día fue parte de un todo coherente en sí mismo y con el contexto en el que estuvo en su origen.³⁰

5.3.2 El B-205 y los retos de una memoria distinta de aquella del universo de la informática

En la PUC-Rio de aquella primera computadora no quedan *reliquias*, en el sentido propuesto por Lowenthal. Ninguno de sus componentes fue conservado. Ni siquiera uno de sus enormes válvulas o circuitos han sido guardados. Nadie se preocupó en mantener en algún rincón alguno de sus paneles de control o incluso una de las lamparitas multicolores que hicieron del B-205 una máquina reconocidamente fotogénica y, por eso, presente hasta hoy en el imaginario de los especialistas en informática. Tampoco subsistió a la voracidad del tiempo alguna de las cintas magnéticas con los registros digitales que contenían los datos procesados por el cerebro electrónico. Aunque haya coexistido por lo menos hasta 1966 con el B-200, modelo más moderno, adquirido en 1965, el B-205 desapareció sin dejar huellas en el campus de la PUC-Rio a lo largo de los años, en parte, según algunos testimonios, porque fue «canibalizado» para la manutención de sus sucesores.³¹ Los profesores y estudiantes que participaron en el primer curso de programación en el Centro de Procesamiento de Datos, quienes formaban el cuerpo técnico del Departamento de Investigación de Operaciones (DPO), entre ellos los profesores Carlos José Pereira de Lucena, Carlos Valdesuso, Raphael Chrysóstomo Barbosa da Silva, Luiz Carlos Siqueira y tantos otros, lamentan, hoy, que ni a la PUC-Rio ni a nadie se le haya ocurrido conservar una pieza del B-205.³² El Núcleo de Memoria de la universidad hace coro con ellos.

28. Jacques Le Goff, «Memória», en *Enciclopédia Einaudi*, vol. I, Lisboa, Imprensa Nacional/Casa da Moeda, 1986, p. 46.

29. David Lowenthal, *The past is a foreign country*, Cambridge, New York, Cambridge University Press, 1988

30. David Lowenthal, «How we know the past», en *Ibid*, pp. 85-259.

31. Liliane Schwob, «Geração do cérebro eletrônico», *O Globo*, Rio de Janeiro, 24 ag. 1992, p. 3.

32. «Gênese», en Arndt von Staa, A. L. Furtado y S.D.J. Barbosa, *Carlos José Pereira de Lucena. Pioneiro da Informática*, Rio de Janeiro, PUC-Rio, 2003, p. 15.

De haber sido conservado algún fragmento del B-205, seguramente sería hoy una *reliquia* preciada no solamente por la PUC-Rio, sino que por toda la comunidad de informática de Brasil. Y como sus similares del campo semántico religioso, tendría el poder taumatúrgico de hacer presente algo de un tiempo ya lejano.

En contraste con las *reliquias* inexistentes, es posible localizar documentos y series documentales relevantes sobre el B-205 que permiten establecer las líneas generales de su historia. Por ese otro camino propuesto por Lowenthal como posibilidad de acceso al pasado, el de la *historia*, sí es posible salir al encuentro del Burroughs Datatron 205, piedra angular de la investigación y de la enseñanza de la informática en Brasil. El estudio presentado en este artículo quiere unirse a otras iniciativas del Departamento de Informática de la PUC-Rio y ser un primer esfuerzo de sistematización histórica de los tiempos fundacionales. El relato expuesto en el apartado anterior reúne algunos datos significativos y la presentación como un todo ofrece posibilidades de análisis histórico de la documentación conservada.

Además, las sesiones de trabajo que tuvieron lugar en Medellín (Colombia) por ocasión del «XXXVIII Congreso Latinoamericano de Estudios de Informática», en cuyo marco fue presentado por primera vez a un grupo de especialistas en historia de la informática el contenido de este artículo, abrieron un panorama muy prometedor en lo que atañe a la posibilidad de estudios comparativos, en particular con la historia de las primeras computadoras utilizadas en universidades de Chile, de Argentina y de México.

Se hacen necesarias algunas observaciones acerca de los documentos de que disponemos sobre el B-205 de la PUC-Rio. La primera de ellas se refiere a la relativa escasez de esos registros en los distintos archivos de la PUC-Rio, lo cual postula la necesidad de una investigación sistemática en colecciones ubicadas fuera de la universidad; en especial, en los periódicos de la época que seguramente registraron la inauguración del B-205 y otros hitos significativos de la historia de la informática brasileña; noticias y reportajes que ayudan a perfilar el marco fundacional del proceso modernizador. Otra posibilidad viene dada por la investigación en los archivos de instituciones públicas y privadas que participaron en el proyecto. En algunos casos, como el de la firma Burroughs, ausente ya en Brasil, esa investigación puede ser más difícil. En otros, la investigación sistemática podría ser menos complicada, como en los archivos del Consejo Nacional de Investigación Científica (CNPq), o de los ministerios implicados en la negociación, o en los archivos de la Agencia Nacional de Petróleo (ANP), de la Comisión Nacional de Energía Nuclear, de la Compañía Siderúrgica Nacional (CSN) u otras agencias. Son caminos para futuras investigaciones.

Una segunda observación se refiere a la documentación fotográfica, rica en posibilidades analíticas, aunque constituya una serie documental de dimensiones modestas: además de las fotos del acto de inauguración, hay imágenes del B-205 ya instalado, tomadas de distintos ángulos y perspectivas; otras en que figuran, además del aparato, investigadores y estudiantes (figura 5.3) o personajes ilustres de visita en la universidad. El estudio sistemático de esas imágenes y su comparación con series fotográficas de computadoras del mismo modelo instaladas en otras universidades, como en la Universidad de Portland (USA), que divulga por Internet su rica colección de fotos, permitirá un mejor conocimiento de la máquina y, sobre todo, de su significado simbólico.³³

33. Información tomada del sitio web «Tom's Datatron 205». Dirección: <<http://tjsawyer.com/B205Home.htm>>. Consulta: 17 my, 2012.

Figura 5.3 El presbítero Roser s.j profesor del Instituto de Física opera el B-205 en compañía de un grupo de estudiantes



Cabe observar aún el carácter fuertemente institucional de la documentación escrita ya trabajada y tomada de los documentos conservados en el archivo de los rectores de la PUC-Río: cartas; informes; la colección de anuarios de la universidad, registros de todo aquello que la institución considera importante para la posteridad; folletos sobre el sistema de la computadora y sobre los cursos ofrecidos; recortes de prensa. La naturaleza de esta documentación permite subrayar el empeño de la dirección de la PUC-Río de la época en la adquisición pionera de la computadora, pero no permite identificar conflictos y tensiones que seguramente estuvieron presentes. Un único documento deja constancia de dichas tensiones y conflictos, el brevísimo parecer, ya mencionado, en contra de la compra. El parecer contrario del vicepresidente del IBGE estaba lejos de ser tan solo una opinión entre muchas.

En esta misma perspectiva de los posibles conflictos, conviene precisar que la omisión de las relaciones entre las universidades y el Estado en los anuarios de la PUC-Río es significativa, en particular en aquellos días que siguieron al golpe de estado de 1964 que instauró la dictadura militar. En 1965 el anuario recoge el acto oficial por el 25° aniversario de la fundación de la PUC-Río y deja constancia del B-205, de su contribución para las ciencias y la tecnología y para la formación de investigadores y grupos de investigación; sin embargo, nada se dice de la presencia del presidente Kubitschek en el acto de inauguración. Su asistencia no aparece registrada en ninguna de las fotos del evento. No se alude en los textos la poco usual presencia de un jefe de Estado en un acto académico. Y más insólito, si cabe, es el hecho de que tampoco se mencione la presencia del presidente Kubitschek en la PUC-Río el nueve de marzo de 1959, a propósito de la ceremonia de inicio del año académico. En tiempos de gobiernos dictatoriales, la PUC-Río omite la reiterada presencia en el campus de un presidente democrático.

Por fin, queda por señalar la importancia de las entrevistas hechas a los actores del proceso, estudiantes del primer grupo capacitado, quienes se han vuelto referencias en el campo de la informática, o al ingeniero alemán y brasileño Georg Herz. Son documentos históricos producidos a posteriori y especialmente valorados por la historia oral. Entre las particularidades de este tipo de documentación está

el hecho de situarse en el cruce de los caminos de la historia y de la memoria, y de ello deriva mucho de su riqueza y atractivo.

Identificar, ampliar, investigar y hacer disponible la documentación histórica es uno de los cometidos del Núcleo de Memoria de la PUC-Rio, en estrecha colaboración con el Departamento de Informática. Hacer de los documentos archivados la base empírica para futuros trabajos comparativos que permitan identificar coincidencias y diferencias en los orígenes de las ciencias de la informática en países latinoamericanos es un proyecto para el futuro, para el cual, por cierto, este libro es un primer y significativo paso.

De los tres senderos propuestos por David Lowenthal, la *memoria* parece ser el camino más rico para conocer los tiempos heroicos de los inicios de la informática brasileña, gracias a la iniciativa de la PUC-Rio de conmemorar los 60 años del Departamento de Informática con la recopilación de los testimonios personales de sus fundadores y colaboradores, para hacer memoria de la trayectoria profesional de cada uno de ellos. Los testimonios de compañeros de trabajo, antiguos alumnos e investigadores de otras instituciones aportan detalles sabrosos, y en la casi totalidad de los casos aportan datos sobre los primeros tiempos del departamento y de su incuestionable marco fundador: la instalación del B-205.

Leer esos testimonios impresos, u oírlos de viva voz, permite inferir o contrastar informaciones importantes, siempre precedidas por la repetición de un personalísimo «yo me acuerdo», que subraya el valor de lo que queda dicho, al integrar la información objetiva con el más subjetivo de los recuerdos personales. Complementar esos relatos históricos, realizados en los momentos centrales de la celebración, con otras entrevistas orales hechas en circunstancias menos emotivas es otra de las tareas del Núcleo de Memoria.

Una contribución tan grata cuanto inesperada a esta colección de memorias viene de una tesis doctoral presentada en la Universidad de California (Berkeley).³⁴ Aunque buena parte de las referencias al Departamento de Informática de la PUC-Rio se hayan centrado en un período mucho más reciente, la tesis hace mención al B-205 y, de este modo, viene a sumarse al elenco de memorias directa o indirectamente referidas al papel desempeñado por esa computadora en la constitución del grupo de los primeros especialistas en informática, en los orígenes del programa de posgrado en la PUC-Rio y en la influencia de de las universidades en la formación de científicos y la constitución del campo académico de la informática en Brasil.

La referencia a la primera computadora para fines científicos en una universidad de Brasil es una constante en la memoria viva de la PUC-Rio, invocada como una metonimia de la calidad académica de la universidad como un todo, como evidencia empírica del papel de los profesores e investigadores del Departamento de Informática en la comunidad académica o como signo del carácter pionero que la universidad quiere invocar como una de sus marcas de identidad. No sin razón, por lo tanto, en todas las publicaciones conmemorativas de algún aniversario de la institución es posible encontrar fotos y

34. Yuri Takhteyev, *Coding Places: Uneven Globalization of Software Work in Rio de Janeiro, Brazil* [Tesis de doctorado], Berkeley, University of California, 2009. Disponible en la dirección <<http://takhteyev.org/dissertation>>. Consulta: 17 my. 2012.

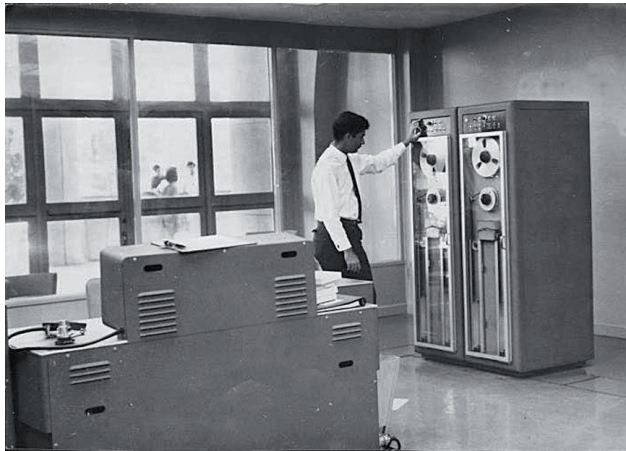
alusiones al B-205.³⁵ Ilustrativo de los usos de la memoria y de su relación con el presente es la reiterada afirmación de que el B-205 de la PUC-Río fue el primer computador para uso científico y académico de América Latina, lo cual no es cierto, como lo evidencian las fechas ya apuntadas de las primeras computadoras de México y de Argentina.

5.4 Un objeto icónico

Por todo lo expuesto queda patente que, además del hecho objetivo e indudablemente significativo de que la PUC-Río abrigó el primer gran sistema de computación para uso científico instalado en una universidad brasileña, en un momento en que pocas universidades norteamericanas contaban con ese tipo de aparatos, el B-205 se revistió de un valor icónico.

Muchas eran las circunstancias que ayudaban a que el computador B-205 proyectase una imagen mágica: sus proporciones; su configuración futurista; el misterio que a los ojos de las personas comunes envolvía a sus operaciones; y la decisión de la administración universitaria de instalar todos los complejos componentes del computador gigante en una sala resguardada por una pared de cristal que la separase de la gran columnata de acceso a todas las salas y laboratorios, pero que, a la vez, la expusiese a la vista de los estudiantes, profesores y funcionarios (figura 5.4). Todos podían observar el «cerebro electrónico» de la universidad.

Figura 5.4 El B-205 instalado en una sala visible desde la columnata de acceso a la universidad



Pero ¿qué hace del B-205 un ícono reconocido como tal por la comunidad académica, por lo menos en la PUC-Río, hasta hoy? En el plano de lo simbólico, ¿qué valor agregado, adquirió la máquina con el pasar de los años?

35. Entre las publicaciones conmemorativas pueden mencionarse: PUC-Río, *Anuário Comemorativo do jubileu de prata - 1940-1965*, Rio de Janeiro, 1965, pp. 38-39; Laércio Dias de Moura, s.j., «50 anos», en *Revista comemorativa dos 50 anos da PUC-Rio*, Rio de Janeiro, 1990, p. 6; «Uma história de idealismo, solidez e excelência», en *PUC-Rio 60 anos*, Rio de Janeiro, 2000, p. 43; Margarida de Souza Neves y Sílvia Ilg Byington (eds.), *PUC-Rio 70 anos*, Rio de Janeiro, 2010, pp. 36-38, 122-123, 216.

Quizá la máquina se haya transformado, a lo largo del tiempo, en una poderosa representación, en un símbolo de la propia comunidad de la PUC-Rio, porque es un ícono de la identidad que esa universidad quiere construir.

Esa identidad deseada se traduce en algunos rasgos constantemente invocados por la memoria y por la historia, del mismo modo que en los proyectos institucionales. El más relevante de esos rasgos es el perfil pionero que la PUC-Rio reclama para sí y que encuentra una de sus manifestaciones más tempranas en la instalación de la primera computadora científica del país. Otros aspectos de vanguardia destacados por la PUC-Rio son el hecho de haber sido la primera universidad brasileña en implantar la reforma universitaria, mantener un marcado interés por la internacionalización de su trabajo educativo y cuidar con esmero la formación humanística de los estudiantes de todas las carreras, incluidas las carreras científicas y técnicas.

El segundo rasgo institucional que la PUC-Rio busca asociar a su imagen es el de la excelencia académica de sus métodos de enseñanza y del valor social de las actividades científicas desarrolladas por sus departamentos de investigación. Herramienta poderosa de enseñanza e investigación, el B-205 fue, en su tiempo, instrumento de construcción de la excelencia académica en informática. El lugar que tiene el Departamento de Informática en la comunidad científica corrobora la imagen de compromiso académico y sus implicaciones sociales, que se traducen incluso en algunas de las utilidades del B-205, tales como, por ejemplo, la simulación de la operación de empresas hidroeléctricas en la región centro-sureste, y las simulaciones en usinas y centros de consumo de energía. Los sistemas creados, encargados por Furnas —empresa de generación y transmisión de energía, hoy día un enlace del Ministerio de Minas y Energía brasileño— constituyen el primer paso de la gran red interconectada de generación y distribución de energía eléctrica que opera en Brasil.

Un tercer rasgo de la identidad que la PUC-Rio quiere construir para sí misma aparece en el proceso de adquisición e instalación del B-205 y, con distintos contenidos, se ha buscado confirmar a lo largo de los años: la estrecha colaboración con el sector público y con el sector privado, de modo especial con industrias nacionales, lo cual termina por resultar en la particular fisonomía de la PUC-Rio en el conjunto de las universidades brasileñas, puesto que es una institución de naturaleza privada que dialoga, sobre todo, con las universidades que privilegian, además de la enseñanza de licenciatura y posgrado, las actividades extensivas de investigación, en el caso de Brasil, principalmente las universidades públicas, entre ellas, las universidades federales.

Es notable que el material de divulgación institucional del Centro de Procesamiento de Datos y del sistema de computación del B-205 traiga un pequeño texto de quien fue el rector de la universidad entre 1956 y 1962, el jesuita Arturo Alonso Frías. Allí se puede leer:

Es misión primordial de toda universidad representar el pasado, promocionar el progreso científico y cultural contemporáneo y mantener siempre en actividad un espíritu saludable y pionero.

Obra prodigiosa del espíritu humano, la computadora electrónica es, indudablemente, un instrumento que resume esa misión universitaria. El personal del Centro de Procesamiento de Datos, a mí me parece, es hoy día, una universidad en miniatura.

La PUC de Rio de Janeiro no podría quedarse indiferente frente a ese progreso puesto que se propone, en sus iniciativas, a no traicionar jamás las exigencias de su misión universitaria.³⁶

El léxico utilizado por el rector remite, indudablemente, a un doble campo semántico. De una parte, el religioso, asociado a la utilización reiterada de palabras tales como *misión* o *espíritu*; y de otra parte, el vocabulario propio de las preocupaciones del universo científico de su tiempo, tales como *progreso científico y cultural contemporáneo*, *computadora electrónica* o *pionero*. Esta dualidad parece ser también constitutiva, para bien o para mal, de la identidad institucional de la PUC-Río. Sin embargo, el hallazgo de considerar el Centro de Procesamiento de Datos y su principal herramienta, el B-205, como «una universidad en miniatura» no deja de ser un argumento que resume y metaforiza las hipótesis aquí presentadas.

36. PUC-Rio, *PUC Centro de Processamento de Dados: Sistema Computador B –205*, [Folheto de divulgação], Rio de Janeiro, PUC-Rio, s.a, p. 1.

El primer computador universitario en Chile: el hogar desde donde salió y se repartió la luz

Juan Álvarez y Claudio Gutiérrez

6.1	Introducción	86
6.2	El ambiente previo (1958-1961)	87
6.3	Instalación y presentación del ER-56 (1962-1963)	90
6.4	Utilización del Lorenzo (1962-1966)	95
6.5	Conclusiones	100
6.6	Anexos	100

La difusión de los conocimientos supone uno o más hogares, de donde salga y se reparta la luz, que, extendiéndose progresivamente sobre los espacios intermedios, penetre al fin las capas extremas.

ANDRÉS BELLO,
Inauguración de la Universidad de Chile, 1843.

6.1 Introducción

¿Cómo se produce el encuentro entre los computadores digitales —el fundamento tecnológico de una nueva era— y la población chilena? Antes del año 1960, el tema de los computadores había estado recluido en estrechos círculos: por una parte, académicos, principalmente de ingeniería eléctrica, que ya experimentaban con computadores analógicos; y por la otra, ingenieros que necesitaban simulación y cálculo intensivo (numérico, de estructuras, de redes). Todos ellos se habían acercado al tema por medio de revistas, contactos y visitas a laboratorios internacionales. Adicionalmente, algunos científicos teóricos en las áreas de matemáticas y física, interesados en los fundamentos de la ciencia, comenzaban a explorar las bases teóricas del nuevo objeto tecnológico.

Los años 1961 y 1962 marcaron el inicio material de la computación en Chile con la llegada de sendos computadores digitales al país.¹ En diciembre de 1961 se instaló en el Servicio de Aduanas en Valparaíso el primer computador digital en Chile, un IBM 1401, destinado al procesamiento administrativo. El año 1962 llegó el primer computador de orientación científica, un Standard Elektrik Lorenz ER-56, de fabricación alemana, a la Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas («Escuela de Ingeniería») de la Universidad de Chile.

El impacto cultural y mediático que produjeron estos dos primeros computadores fue disímil. El IBM 1401 de la aduana fue incorporado como una versión mejorada del procesamiento tradicional con máquinas Hollerith, y por ello su llegada pasó casi inadvertida para la población y la prensa.² No ocurrió lo mismo con el computador universitario. La puesta en funcionamiento del ER-56 puso en el imaginario ilustrado la percepción de que se estaba cruzando un umbral hacia una revolución en los procesos industriales. La prensa dedicó sus mejores páginas a exaltar el «nuevo cerebro electrónico», y su puesta en funcionamiento gatilló en el mundo académico una febril actividad docente y de difusión en torno a él.

¿Por qué esta diferencia de apreciación entre el IBM 1401 de la aduana y el ER-56 de la universidad? En este artículo mostramos que la adquisición del ER-56 fue parte de un proceso de incorporación de nuevas ideas y tecnologías a la sociedad chilena. Su arribo fue precedido de una reflexión académica sobre los usos de la computación en la ciencia y la ingeniería. En el Consejo de la Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas hubo conciencia de que se estaba ante una tecnología que iba a cambiar el mundo. La sesión del Consejo de 1959, que reproduce con más fidelidad esa discusión, refleja las preocupaciones sobre las necesidades que podría cubrir y los alcances de esta nueva tecnología.

1. Juan Álvarez y Claudio Gutiérrez, «History of Computing in Chile, 1961-1982: Early years, Consolidation and Expansion», *IEEE Annals of the History of Computing*, vol. 34, núm. 3, jul.-set., 2012.

2. Juan Álvarez, «El primer computador digital en Chile: Aduana de Valparaíso, diciembre de 1961», *Revista Bits. DCC*, FCFM de la Universidad de Chile, núm 6, jul.-dic. 2011.

La actividad posterior en torno al ER-56 confirmó esta apreciación. El computador ER-56 no se utilizó en procesos administrativos, como el IBM 1401 de la aduana, sino que se convirtió en un centro desde donde se difundió esta nueva «luz» a otras disciplinas y organizaciones.

Junto con el ER-56 se desarrolló el Centro de Computación (CEC) y un conjunto de programas, cursos y seminarios para formación sistemática de personal. Comenzaron también las primeras «investigaciones» gatilladas por la necesidad de desarrollar compiladores para lenguajes particulares. Estos antecedentes permiten considerar que el ER-56 fue el «hogar de donde se irradió la luz» de la computación digital a otros sectores de la sociedad. No es casualidad que se igualara la importancia de esta actividad con el impacto que había producido la energía nuclear y se hablara de una «segunda revolución industrial».

Este artículo presenta la etapa previa, el arribo, la instalación y las actividades generadas en torno al computador ER-56. La investigación se basa en diferentes fuentes: entrevistas orales individuales y grupales; actas de sesiones de Consejo; memorias de título; prensa escrita; revistas científicas y profesionales; apuntes, manuales y textos contemporáneos.

6.2 El ambiente previo (1958-1961)

6.2.1 Computación analógica

La computación en la Universidad de Chile comenzó en 1958 en la sección de Computadores y Servomecanismos del Instituto de Investigaciones y Ensayos Eléctricos (IIEE), predecesor del Departamento de Electricidad. La sección fue creada por el profesor Guillermo González y posteriormente se transformó en el Laboratorio de Computadores y Control Automático.

Inicialmente se trabajó e investigó en computación analógica para apoyar la solución de problemas de ingeniería. De hecho, en 1958 se armó el computador analógico Heathkit. Con posterioridad, se dispuso del computador analógico Applied Dynamics AD 2-64PB con tableros para realizar y mantener los programas. Además, se contó con el computador analógico EAI modelo TR-20.³ Un buen resumen del estado del arte en esta área se encuentra en la memoria de título de Walter Brokering y Herbert Ohrnad: «El computador análogo electrónico y su aplicación a la resolución de problemas de ingeniería».⁴

Anticipándose al advenimiento de la computación digital, a comienzos de los sesenta, el grupo de investigación diseñó un primer computador digital experimental (Comex) y construyó una memoria de núcleos magnéticos.⁵ Este experimento fue previo a la decisión de adquirir un primer computador digital comercial para aplicaciones científicas en la universidad.

3. Guillermo González, *Presentación*, en: I Taller de Historia de la Computación en Chile, Santiago, 2009.

4. Walter Brokering y Herbert Ohrband, «El computador análogo electrónico y su aplicación a la resolución de problemas de ingeniería», Memoria de Ingeniero Civil Electricista, FCFM, U. de Chile, 1960.

5. Guillermo González, *op.cit.*,

6.2.2 El Centro de Computación (CEC)

En la sesión del Consejo de la Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas de la Universidad de Chile del 2 de julio de 1959 el decano Carlos Mori dio cuenta «de la idea que existe en la Universidad de traer un equipo computador que podría ser usado tanto para la casa Central y para las Facultades, como para las Instituciones Estatales y Particulares».⁶ En la tabla de la sesión, el físico Carlos Martinoya señaló:

La necesidad creciente de entregar a los profesionales que [la Universidad de Chile] forma en las escuelas de su dependencia métodos eficaces de cálculo que puedan ayudarles en la aplicación de sus conocimientos a problemas prácticos.

No obstante queda por realizar una labor importante: ella se relaciona primero con las necesidades de computación en los trabajos de los institutos tecnológicos y de investigación, dependientes de la Facultad y, segundo con las necesidades de computación y procesamiento de información en entidades técnicas y administrativas nacionales.

Concluyó proponiendo el siguiente proyecto de acuerdo, aprobado por unanimidad:

Acordar la creación en la Facultad, mediante la cooperación de los Institutos de Física y Matemáticas, de Investigación y Ensayes Eléctricos y Ensayes de Materiales de un Centro de Computación que atenderá las necesidades científicas y tecnológicas de la Universidad en estas materias.

La creación del Centro de Computación se concretó en agosto de 1961. El decano Carlos Mori señaló que «la creación de este Centro por la Universidad responde a la necesidad de introducir en el país una herramienta que ha revolucionado los conceptos vigentes en relación con la amplitud y alcance de las investigaciones y estudios de índole industrial, económico, administrativo, científico, etc.». Después de un amplio debate en el Consejo de Facultad se aprobó la creación del Centro por 25 votos contra 6 y 3 abstenciones.⁷ La creación fue confirmada en la sesión del Consejo Superior Universitario del 13 de septiembre. Cabe señalar que dos años antes el gerente general de Endesa, el ingeniero Raúl Sáez, propuso la creación de un «Centro Nacional de Cálculo» patrocinado por una universidad.⁸

El Centro de Computación se creó como una unidad independiente, bajo la dirección del ingeniero Santiago Friedmann, con los siguientes objetivos iniciales:

- Prestar servicio de procesamiento de datos a los centros e institutos de la Universidad de Chile, a las otras universidades y a las demás instituciones que lo soliciten.
- Difundir el conocimiento de las técnicas derivadas de la operación de computadores digitales y formar el personal necesario, tanto para el Centro como para las instituciones similares del país.

6. Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas, Acta de la sesión núm. 103 del Consejo de la Facultad, 2 de julio de 1959.

7. Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas, Acta de la sesión núm. 122 del Consejo de la Facultad, 17 de agosto de 1961.

8. Raúl Sáez, «Universidad y Empresa», *Boletín de la Universidad de Chile*, núm. 1, abr. 1959.

6.2.3 Adquisición del ER-56

La selección y gestión de la compra de un computador digital fue encabezada por los académicos Joaquín Cordua, director del IIEE, y Gastón Pesse, encargado de la Sección de Electrotecnia y Alta Tensión. La idea original fue comprar un computador IBM, pero la empresa sugirió esperar un nuevo modelo. Se decidió entonces adquirir el computador alemán ER-56 fabricado por Standard Elektrik Lorenz (SEL).⁹ Este computador fue pionero en Europa en computadores completamente transistorizados, tecnología que reemplazó a la de tubos, con una mejora de la confiabilidad en un 50 %.

En 1961 se contrató a la firma SEL de Alemania un crédito por la suma de 1.380.230 marcos alemanes (DM), aproximadamente 400.00 dólares. Este crédito fue cancelado con una cuota al contado de DM 452.850 y el saldo de DM 997.380 en cinco letras iguales equivalentes cada una a DM 185.476.¹⁰

La sigla ER-56 corresponde a «Elektronischen Rechenanlage von 1956»: equipo calculador electrónico de 1956. De hecho la guía de despacho de la aduana especificó «máquina calculadora eléctrica automática».¹¹ El primer computador ER-56 estuvo operativo en 1959. Su diseñador fue Karl Steinbuch (1956), quien además en 1957 acuñó el término «informática» como un acrónimo de información y tecnología automática.¹²

6.2.4 Preparación

Una vez decidida la compra del ER-56 comenzó una intensa preparación y capacitación. El profesor de ingeniería eléctrica Guillermo González impartió cursos de capacitación y preparó los primeros apuntes.¹³ A modo de ejemplo, la página 22 de los apuntes contiene un programa que calcula una sumatoria matemática (figura 6.1).

Figura 6.1 Un programa del computador ER-56

Programa para encontrar $S = \sum_{i=1}^{20} a_i$

Estamos ahora en condiciones de hacer el programa.

Celda de instrucción		Explicación
507	7200 0 00	Coma flotante
508	0140 0 31	0 → A
509	0000 1 91	0 → J1
510	0100 1 35	(A) + (0100 + (J1)) → A
511	0002 1 93	(J1) + 2 → J1
512	0040 1 98	(J1) comp. 40
513	0510 0 16	Salto si c
514	0142 0 32	(A) → S
....	Alto o enlace con resto del programa

9. Comunicaciones FCFM, «Hombres que moldearon la historia de Beauchef», *Revista FCFM*, núm. 46. Primavera 2009.

10. Universidad de Chile, Acta del Consejo Universitario, 27 de mayo de 1964.

11. Sergio Prenafeta, «La nueva era de los computadores viejos», *Revista Informática*, vol. 1, núm. 3, my. 1979.

12. B. Widrow, R. Hartenstein y R. Hecht-Nielsen, «1917 Karl Steinbuch 2005», *IEEE Comp. Intelligence Society*, ag. 2005.

13. Guillermo González, *Curso de programación del computador digital ER-56*, Santiago, IIEE, 1961.

En la perspectiva de vincular los computadores a los problemas de la ingeniería nacional, en el mes de diciembre de 1961 se realizó un primer seminario de 12 sesiones dirigido a las empresas con el siguiente temario:

- El computador electrónico dentro de la familia de las calculadoras.
- Los componentes básicos de un computador.
- Diagrama de bloque del computador.
- Cómo se formula un problema para el computador, y la entrega de datos.
- Aplicaciones sobre problemas y ejecución de sus diagramas de flujo.
- Programación para el computador electrónico.

Asistieron representantes de Ferrocarriles del Estado, Banco Crédito e Inversiones, IBM, Compañía Manufacturera de Papeles y Cartones, Molinos y Fideos Luchetti S.A., S. A. Yarur, Compañía Chilena de Electricidad, Endesa, Editora Zig-Zag, Chiprodal y Compañía de Cervecerías Unidas.¹⁴

6.3 Instalación y presentación del ER-56 (1962-1963)

6.3.1 Capacitación en Alemania

Para recibir la capacitación final del fabricante y preparar la llegada del ER-56 a Chile, los primeros meses de 1962 viajaron a Stuttgart los ingenieros de la Universidad de Chile José Dekovic, Guillermo González y Jean Marie de Saint Pierre.¹⁵

José Dekovic, ingeniero investigador del CEC, viajó entre el 6 de enero y el 6 de junio de 1962 para realizar estudios relacionados con la organización, operación, explotación y puesta en marcha del Centro de Computación, primeramente en Stuttgart y luego completó su entrenamiento en el Centro Internacional de Cálculo en la Universidad de Roma.

Guillermo González, ingeniero jefe de la Sección de Computadores del IIEE, viajó el 6 de febrero de 1962 durante tres meses, y recibió capacitación en los aspectos de ingeniería de computadores digitales relacionados con el computador digital ER-56.

Jean Marie de Saint Pierre, investigador del IIEE, viajó por tres meses a partir del 11 de febrero de 1962 y recibió entrenamiento en los problemas de mantención del ER-56.

14. *Diario La Nación*, «Computador electrónico se incorpora a administración de las empresas chilenas», 9 de diciembre de 1961.

15. Universidad de Chile, Actas del Consejo Universitario, 14, 21 y 28 de marzo de 1962.

6.3.2 Instalación

El ER-56, que arribó el martes 5 de junio de 1962 a la universidad, se instaló entre los meses de junio y julio de ese año en el subterráneo del edificio de Química, fue administrado por el Centro de Computación y su mantención técnica se encargó al IIEE (Figura 6.2). No tardó en ser coloquialmente apodado «el Lorenz» o «Lorenzo», en alusión a su fabricante Standard Elektrik Lorenz, y al género masculino que se atribuye a los computadores en Chile.

El ER-56 se adquirió con una memoria de 3.000 palabras de 7 dígitos decimales, un tambor magnético de 12.000 palabras, y una lectora de cinta de papel perforado. Los resultados se imprimían con un te-leimpresor.

Figura 6.2 El computador Standard Elektrik Lorenz ER-56 (Foto cortesía de W. Riesenkö-nig)



Desde el punto de vista del *software*, los programas se escribían en los lenguajes de máquina y Alcor (un subconjunto de Algol para el ER-46). El ER-56 funcionaba sin sistema operativo por lo que su operación se realizaba manualmente en el panel («pupitre») de control (ver esquema en el anexo 2).

Para apoyar la instalación y la operación inicial, la SEL envió al ingeniero alemán Wolfgang Riesenkö-nig, quien capacitó a los chilenos en Alemania y puso en funcionamiento el Centro de Computación de la Universidad de Bonn. Riesenkö-nig llegó el 1º de septiembre de 1962, permaneció varios meses en Chile, dictó diversas charlas y cursos en la Facultad y en otras universidades del país y publicó un apun-te de programación en Algol.¹⁶

16. Wolfgang Riesenkö-nig, *Presentación*, en: I Taller de Historia de la Computación en Chile, Santiago, 2009.

6.3.3 Actividades de difusión

Una vez instalado el computador, se realizaron diversas actividades de difusión con el propósito de fomentar su uso. El 27 de agosto de 1962, Santiago Friedmann, director del CEC, ofreció la conferencia «La era del computador se inicia en Chile. Consideraciones sobre sus efectos en el ejercicio de la ingeniería» en el Instituto de Ingenieros.¹⁷ Su exposición abordó los siguientes temas:

- ¿Por qué fue necesario crear el computador?
- La mecanización de la inteligencia.
- Enseñando a leer y escribir (las máquinas Hollerith).
- El computador digital.
- El Centro de Computación de la Universidad de Chile.

Santiago Friedmann finalizó su charla señalando que «el Centro de Computación está abierto al uso de sus facilidades por el público: otras universidades, empresas públicas y privadas, profesionales, etc.» en tres niveles específicos: entrenamiento, asesoría y procesamiento.

Por otra parte, el CEC organizó un seminario sobre computadores, especialmente orientado hacia los profesores e investigadores de todas las universidades del país. Los participantes quedaron capacitados para formular sus problemas a un computador digital electrónico. El seminario se realizó entre el 27 de agosto y el 14 de septiembre de 1962 y fue dictado por el ingeniero Jean Marie de Saint-Pierre. Posteriormente, entre el 24 de septiembre y mediados de octubre, se realizó la segunda parte a cargo del ingeniero Manuel Quinteros, donde se resolvieron y programaron problemas específicos.¹⁸

En febrero de 1963, en la sede del Club de la Unión, el ingeniero del CEC José Dekovic ofreció una charla para el Rotary Club que el diario *La Nación* tituló «Computadores electrónicos dan lugar a la segunda revolución industrial».¹⁹ La crónica informó que:

Caracterizando los últimos 25 años en el aspecto tecnológico, el conferenciante señaló dos hechos fundamentales: 1.- el dominio y la utilización de la energía atómica, y, 2.- el gran desarrollo de la automatización, posibilitada por los computadores. El segundo de estos hechos ha dado lugar a lo que algunos llaman la Segunda Revolución Industrial.

17. Santiago Friedmann, «La era del computador se inicia en Chile. Consideraciones sobre sus efectos en el ejercicio de la Ingeniería», *Anales del Instituto de Ingenieros*, año LXXV, núm. 4, ag.-oct. 1962.

18. Universidad de Chile, *La Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas*, Santiago, nov. 1964.

19. *Diario La Nación*, «Computadores electrónicos dan lugar a la segunda revolución industrial», 8 de febrero de 1963.

6.3.4 El «cerebro electrónico» en la prensa

La presentación del ER-56 a la opinión pública se realizó en una masiva conferencia de prensa el 11 de enero de 1963. El diario *La Nación* tituló la noticia «Cerebro electrónico reemplazará al hombre en tareas improductivas» e informó que:²⁰

La gigantesca máquina, que ocupa un gabinete de 12 por 2.30 metros y pesa 8.950 kilos, informó a los reporteros en un segundo y medio cuánto habían vendido 30 empleados de una casa comercial y cuál había sido su comisión. Santiago Friedmann, Director del Centro, dio a conocer la complicada maquinaria y señaló sus múltiples ventajas — con un funcionamiento de 7 a 8 horas diarias —explicó— su mayor ventaja es su monstruosa rapidez, puede hacer una cantidad ilimitada de operaciones y rinde 300 escudos por hora de trabajo, con lo cual amortizará en 7 años su costo que es de 400.000 dólares.

Figura 6.3 Foto del ER-56 en el diario *La Nación* en enero de 1963



El texto de la foto (figura 6.3) titulada «Un cerebro de 8.950 kilos» señalaba que:

El computador electrónico que ocupa la Universidad de Chile en sus investigaciones científicas, hizo demostraciones ayer sobre los diferentes cálculos que puede hacer en tiempo récord para aliviar al hombre de tareas inútiles e improductivas. En el grabado, los periodistas observan mientras la máquina responde una de las preguntas que habría requerido horas de trabajo a una persona.

Por su parte, la portada del diario *El Mercurio* informó con el título «Cerebro electrónico adquirido por la Universidad piensa y memoriza» y el siguiente resumen:²¹

El computador digital es capaz de jugar ajedrez; resuelve en apenas un segundo más de mil quinientas multiplicaciones. «Piensa» mediante fórmulas lógico-matemáticas que le son proporcionadas junto a los datos que

20. *Diario La Nación*, «Cerebro electrónico reemplazará al hombre en tareas improductivas», 12 de enero de 1963.

21. *Diario El Mercurio*, «Cerebro electrónico adquirido por la Universidad piensa y memoriza», 12 de enero de 1963.

procesará. «Recuerda» gracias a un archivo maestro que, para ulteriores operaciones, solo requiere de datos complementarios y variables. Funciona a temperatura moderada, pues «se le calienta la cabeza», e indica su dolencia.

Figura 6.4 Foto del ER-56 en el diario *El Mercurio* en enero de 1963



El texto de la foto (figura 6.4) de la primera página del diario indicaba que:

El 18 de septiembre de 1810 fue un día martes, según la contestación que en fracciones de segundo dio el reluciente aparato que se observa en la fotografía. Esta es una máquina electrónica capaz de jugar ajedrez, formular diagnósticos médicos y resolver todo problema susceptible de ser planteado en términos matemáticos. Fue adquirido por el Centro de Computación de la Universidad de Chile.

Por su parte, la revista *Ercilla* tituló la noticia «El cerebro Mecánico de la U» con el siguiente y ambicioso resumen:²²

Sabe ejecutar y componer música, hacer acertadamente diagnósticos médicos, resolver todo tipo de problemas lógicos, jugar ajedrez, y matemáticos, a la velocidad de 2.000 operaciones por segundo y posee la memoria más eficaz y amplia que es dado imaginar.

Días después una columna editorial del diario *La Nación* titulada «Competencia de cerebros» era más moderada al expresar en el último párrafo:²³

Magnífica la técnica, y los robots, y cuanto ingenio salga para aligerar las tareas estólicas. Pero, por favor, no aplaudamos más los cerebros electrónicos que los hechos de materia orgánica. Ellos cuando se destruyan nunca se convertirán en flores o en gusanos como los nuestros.

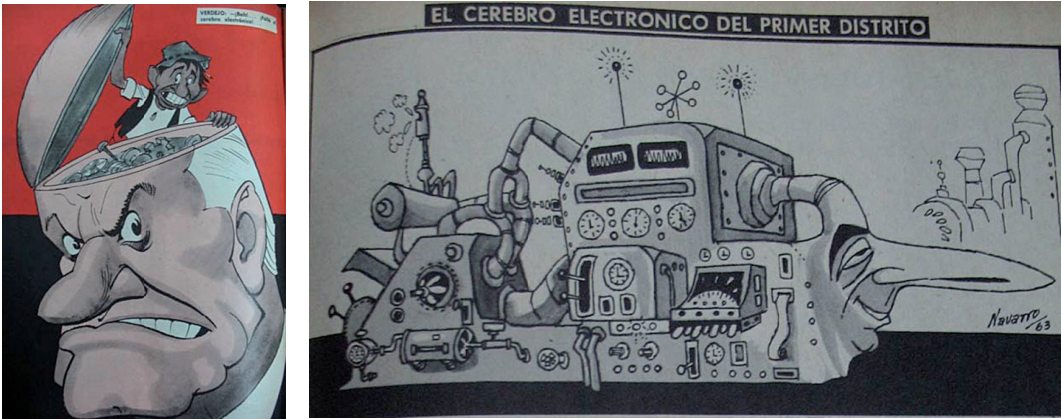
22. Revista *Ercilla*, «El cerebro Mecánico de la U», Núm. 1.443, 16 de enero de 1963.

23. Diario *La Nación*, «Competencia de cerebros», 13 de enero de 1963.

Tres meses después, con motivo de las elecciones municipales de abril de 1963, la revista de sátira política *Topaze* publicó caricaturas del presidente Alessandri y del futuro presidente Frei (figura 6.5) y entrevistó al «cerebro electrónico» que falló al hacer los escrutinios:²⁴

O sea, caballeros, que reconozco hidalgamente que no me la puedo —terminó confidenciándonos el cerebro electrónico—. Y por favor, nada de fotos, porque siempre salgo movido —nos dijo al despedirnos mientras nos palmoteaba cariñosamente la espalda.

Figura 6.5 Caricaturas de Alessandri y Frei Montalva en la revista *Topaze* en abril de 1963



La situación se produjo por una falla en la lectora de cinta debido a una pequeña desviación en su célula fotoeléctrica.²⁵

6.4 Utilización del Lorenzo (1962-1966)

6.4.1 Proyectos

Inicialmente, el ER-56 fue utilizado por Endesa (procesamiento de información hidrológica y estudios de energía), la Dirección de Riego (análisis de los recursos de agua), la Dirección de Vialidad (cálculo de cubitaciones de los movimientos de tierra), y Enap (interpretación de mediciones de terreno para determinar yacimientos).²⁶

En la Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas el computador fue utilizado en proyectos de investigación de centros e institutos, en algunos casos en colaboración con empresas públicas o privadas. Sus resultados se reflejaron en las memorias de titulación de al menos 4 ingenieros eléctricos, 7 ingenieros industriales y ingenieros 11 civiles según se observa en anexo 1.

24. Revista *Topaze*, «El cerebro electrónico», núm. 1.590, 12 de abril de 1963.

25. Prenafeta, «La nueva era de los computadores viejos».

26. Santiago Friedmann, «La era del computador se inicia en Chile. Consideraciones sobre sus efectos en el ejercicio de la Ingeniería», *Anales del Instituto de Ingenieros*, año LXXV, núm. 4, ag.-oct. 1962.

El Centro de Computación prestó servicios a centros, laboratorios e institutos: Laboratorio de Estructuras, Departamento de Exploraciones de Geofísica, IDIEM, Instituto de Física y Matemáticas (departamentos de Biofísica y Cristalografía), IIEE, Centro de Radiación Cósmica, Centro de Geodesia y Cátedra de Química Teórica. Por otra parte, se prestó servicios a reparticiones externas: Instituto Forestal (FAO), Corfo, UTFSM, Sonap, Endesa, Ministerio de Obras Públicas (direcciones de Riego y Vialidad) y Municipalidad de Santiago (Intendencia).²⁷

6.4.2 Tarifas

Después de un intenso uso inicial, a partir del 1° de enero de 1963 se fijaron las siguientes tarifas por los servicios:²⁸

Tarifa base por servicio del computador digital electrónico, por minuto (con un cargo mínimo de 2 minutos): E°5,00.

Tarifa base por elaboración de cinta perforada por palabra (dato hasta 7 caracteres), en exceso sobre 200 palabras por minuto de computación: E°0,002.

Tarifa base por impresión de resultados, la hora: E°3,00.

Los trabajos que realice el Centro de Computación, para atender necesidades de la docencia universitaria, serán gratuitas.

Las tarifas antes señaladas serán rebajadas en un 60 % en los trabajos que el Centro realice en beneficio de la investigación universitaria, cuando sean financiados con fondos universitarios, y en un 50 % cuando se trate de pruebas de programas. En el caso de prueba de subrutina, el trabajo que realice el Centro será gratuito por el tiempo que se haya convenido y el exceso sobre ese tiempo se cancelará con un 50 % de descuento sobre la tarifa base.

Los costos de programación, asesoría, docencia, etc., serán convenidos entre el usuario y el Director del Centro de Computación.

6.4.3 Perfeccionamiento

La utilización intensiva del ER-56 gatilló la necesidad de perfeccionamiento de los ingenieros del Centro de Computación.²⁹ Santiago Friedmann viajó en marzo de 1963 por un año para cursar estudios sobre Computación Digital en la Universidad de California, Berkeley, con una beca de la Comisión Fulbright. En enero de 1964, Jean Marie de Saint Pierre del IIEE, con una beca del gobierno francés, viajó a la Universidad de París para realizar estudios sobre computadores. Posteriormente, en septiembre de 1964, Hugo Segovia viajó al Centro de Computación de la Universidad de California para desarrollar un plan de estudios e investigación. En el mismo año, Manuel Quinteros y Pedro Taborga viajaron becados al MIT.

27. Universidad de Chile, *La Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas*, Santiago, nov. 1964.

28. Universidad de Chile, *Actas del Consejo Universitario*, 18 de enero de 1963.

29. Universidad de Chile, *Actas del Consejo Universitario*, 26 de diciembre de 1962, 29 de enero de 1964, 16 de septiembre de 1964.

6.4.4 Docencia

La labor docente relacionada con el computador consistió en seminarios de divulgación técnica generales y para empresas específicas, capacitación para investigadores y cursos de cálculo numérico, de programación y de estadística.³⁰ Por su parte, el Departamento de Estudios Generales de la Escuela de Economía creó la cátedra de «Elementos de computación electrónica» que se impartió en el séptimo semestre de la carrera.³¹

La labor docente más importante comenzó en marzo de 1966 cuando la Facultad introdujo un curso semestral de «Computación y cálculo numérico» en el segundo año de las carreras de Ingeniería. El curso se orientaba a la comunicación hombre-máquina mediante diversos lenguajes para el cálculo numérico y no numérico en el computador ER-56: lenguaje de máquina, Algol y Lisp. Para apoyar el curso se escribió un texto de 7 capítulos, cuyo editor fue Efraín Friedmann. Los 4 primeros se refieren a los computadores y a los fundamentos de programación y fueron escritos por Adriana Kardonsky y Víctor Sánchez. El capítulo 5 presenta el lenguaje Algol y su autor es Víctor Sánchez. Los capítulos 6 y 7, de «Análisis numérico» y de «Programación no numérica» (con el uso de Lisp), fueron escritos por Manuel Quinteros y Hugo Segovia respectivamente. En el anexo 3 se presenta la tabla de contenidos del libro que permite apreciar el estado del arte de la enseñanza de la computación después de 3 años de experiencia del uso del ER-56.³²

6.4.5 Carrera de «computación»

En el Consejo Universitario del 30 de diciembre de 1964 el decano de la Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas, Enrique D'Etigny, propone un plan de estudios en computación:³³

El decano Señor D'Etigny expresa que el Departamento de Matemáticas de la Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas, a raíz de la instalación en Chile de las Máquinas Computadoras especializadas, que en este momento suman 10 y hay 3 o 4 que deben llegar el próximo año, estimó que era necesario formar matemáticos que pudieran estudiar los problemas que deben ser planteados a estas máquinas. La Facultad, sin embargo, se anticipó a esta idea y tiene, desde hace 3 años, un grupo de trabajo en matemáticas aplicadas, en realidad, en computación y, desde hace 2 años, funciona un computador de cierta importancia. Ahora desea ofrecer, como una carrera profesional adicional, a los alumnos de Ingeniería, la posibilidad de dedicarse a este campo. En especial, se ha tenido en cuenta que para abastecer normalmente de problemas a una máquina como ésta se requiere un equipo de 6 personas, lo que supone, en este momento, 70 personas, que, sin embargo, no han sido formadas.

Tras un intenso debate, y con la fuerte oposición de varios decanos, la propuesta fue postergada. Días después, en la sesión del 13 de enero de 1965, mediante la gestión del rector Eugenio González, se aprobó finalmente un plan de estudios distinto para una carrera de Ingeniería Matemática de 5 años de duración.

30. Universidad de Chile, *La Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas*, Santiago, nov. 1964.

31. Universidad de Chile, Actas del Consejo Universitario, 3 de abril de 1963.

32. Centro de Computación (CEC), *Curso de Computación y cálculo numérico*, Santiago, FCFM, Universidad de Chile, 1966.

33. Universidad de Chile, Actas del Consejo Universitario, 30 de diciembre de 1964.

6.4.6 Desarrollo de lenguajes de programación

La programación del computador se realizó inicialmente en los lenguajes de máquina (programación «directa») y Alcor apoyándose en la asesoría y publicaciones del Centro.³⁴ Para superar la incomodidad de la programación en lenguaje de máquina, el ingeniero Fernando Vildósola desarrolló Adrela, un pequeño lenguaje ensamblador. Luego desarrolló Ladrea que traducía programas del lenguaje de máquina al lenguaje Adrela.³⁵ Posteriormente implementó Slap (un lenguaje simple para la programación automática).³⁶ Años después, el ingeniero electricista Herbert Plett implementó el lenguaje TNP.³⁷

6.4.7 Evolución del Centro de Computación

Con la reforma estructural de la Facultad en 1964, a partir del 1º de enero de 1965 el Centro de Computación junto con el Centro de Matemáticas conformaron el Departamento de Matemáticas, dirigido por el ingeniero Efraín Friedmann.³⁸ Para entonces el Centro de Computación contaba con el siguiente personal:

- Ocho investigadores de jornada completa.
- Cuatro investigadores auxiliares con media jornada (estudiantes de ingeniería).
- Seis programadores de jornada completa.
- Siete programadores ayudantes con ¼ de jornada.
- Un técnico de mantención del equipo.
- Dos operadores de consola (del panel de control del computador).
- Un operador de teleimpresores.
- Una bibliotecaria.
- Dos secretarías.
- Un portero y un chofer.

Los ocho investigadores de jornada completa, con una excepción, eran ingenieros egresados de la Universidad de Chile:

- Efraín Friedmann, ingeniero civil y eléctrico con estudios de ingeniería nuclear.
- Santiago Friedmann, ingeniero civil.

34. Centro de Computación (CEC), *Descripción del computador digital electrónico Standard Elektrik Lorenz ER-56.1*, Santiago, FCFM, Universidad de Chile, 1963; Francisco Radó, *Fundamentos de Programación (orientada al computador ER-56.1)*, Santiago, CEC, 1963.

35. Fernando Vildósola. *Presentación*, en: I Taller de Historia de la Computación en Chile, Santiago, 2009.

36. Fernando Vildósola, *SLAP: un lenguaje simple para la programación automática de un computador digital*, Santiago, CEC, 1966.

37. Herbert Plett, *TNP: un lenguaje versátil para la programación del computador digital ER-56*, Santiago, Departamento de Electricidad, FCFM, Universidad de Chile, 1969.

38. Universidad de Chile, *La Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas*, Santiago, nov. 1964.

- Manuel Quinteros, ingeniero civil.
- Francisco Radó, ingeniero civil.
- Víctor Sánchez, ingeniero mecánico industrial (Universidad Técnica del Estado).
- Héctor Hugo Segovia, ingeniero civil industrial.
- Pedro Taborga, ingeniero civil industrial.
- Germán Torres, ingeniero civil.

Figura 6.6 Personal del Centro de Computación en un coctel de celebración



Las nuevas y crecientes necesidades docentes y de servicio aconsejaron una ampliación del ER-56. Entretanto, por motivos comerciales, la empresa SEL dejó de fabricar computadores ER; de hecho, «Lorenzo» fue uno de los pocos equipos construidos. El CEC buscó una alternativa que se concretó en diciembre de 1966 con la adquisición e instalación de un IBM/360-40, un computador de «tercera generación» (tecnología del estado sólido, precursora de los circuitos integrados) y de «propósito general» (para aplicaciones científicas y administrativas). Consecuentemente, el ER-56, con un promedio de uso de alrededor de 8 horas diarias y el empleo de cintas de papel perforado, fue rápidamente desplazado por el nuevo computador que utilizaba tarjetas perforadas, discos y cintas magnéticas. A mediados de los setenta el ER-56 terminó sus días como una reliquia utilizada con fines didácticos y para demostraciones (como, por ejemplo, la interpretación musical del «vuelo del moscardón») hasta ser lentamente desmantelado.³⁹

39. Sofía Otero, «Beauchef, la cuna del desarrollo computacional chileno», *Revista FCFM*, núm. 43, Primavera 2008, pp. 37-39.

6.5 Conclusiones

Hemos trazado la trayectoria del primer computador universitario de Chile. También hemos recreado las circunstancias que determinaron su compra y recreado las expectativas nacidas de su llegada al país.

El computador ER-56 estableció las relaciones entre la computación y el mundo científico e industrial en Chile, gracias a su capacidad de resolver problemas de diversas áreas de la ingeniería. Su entorno, el Centro de Computación de la Universidad de Chile, se constituyó en un «Centro Nacional de Cálculo» que brindó servicios de entrenamiento, asesoría y procesamiento al medio nacional.

El Centro hospedó el núcleo inicial de la investigación en computación en Chile. Fue en torno al ER-56 que académicos e ingenieros diseñaron lenguajes e implementaron compiladores. La continuidad y progreso de este quehacer gatilló posteriormente la creación de las primeras carreras profesionales y un departamento científico y académico que contribuyó, importantemente, a la configuración y el desarrollo posterior de la disciplina.

De los antecedentes presentados, es interesante colegir que esta empresa fue una exitosa labor colectiva, con participantes de diversas formaciones y orígenes. Muchos de ellos contribuyeron con posterioridad a desarrollar el área en otras instituciones nacionales.

La actividad computacional desarrollada en torno al ER-56 no pasó inadvertida. Los principales periódicos recogieron su inauguración, y siguieron las noticias sobre sus actividades. Las organizaciones profesionales y académicas comenzaron a hablar de la computación e incorporar el tema en sus agendas. Una nueva época había nacido para el país.

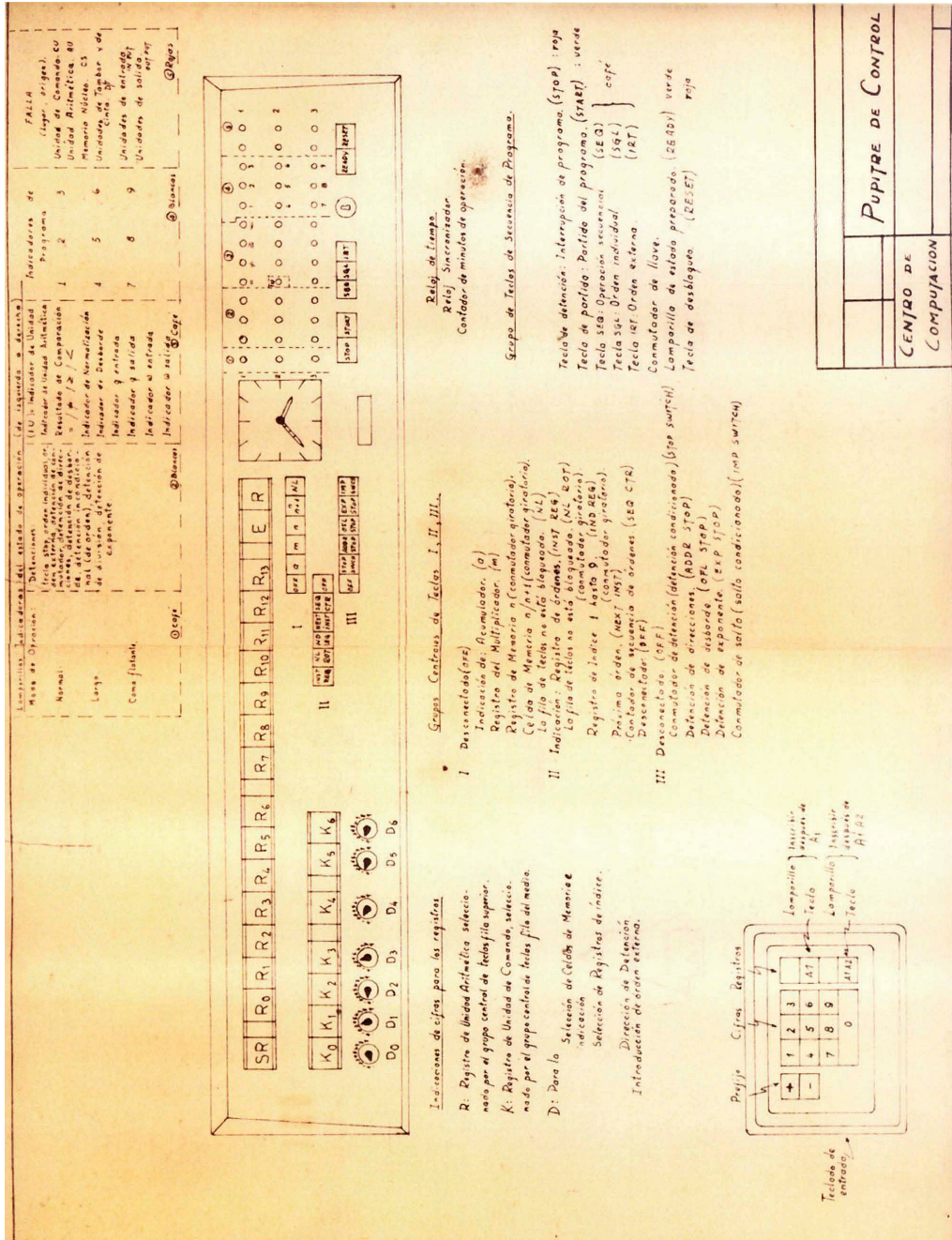
6.6 Anexos

Tabla 6.1 Trabajos de Título de la Escuela de Ingeniería de la Universidad de Chile que utilizaron el computador ER-56

<i>Año</i>	<i>Especialidad</i>	<i>Ingeniero</i>	<i>Prof. Guía</i>	<i>Empresa</i>	<i>Título de la Memoria</i>
62	Eléctrica	E. Gaete	E. D'Etigny	Endesa	Despacho de carga económico del sistema interconectado mediante el computador digital
63	Eléctrica	E. Bianchi	E. Friedmann	Endesa	La previsión de las demandas de energía eléctrica a corto plazo
63	Industrias	P. Taborga	J. Cauas	CAP	Aplicación de la teoría de esperas
63	Civil	M. Quinteros	A. Arias		Estudio teórico del comportamiento de edificios con pisos recogidos sometidos a temblor
63	Industrias	H. Segovia		CMPC	Aplicación de los métodos de investigación operacional al control de inventarios en la industria

Año	Especialidad	Ingeniero	Prof. Guía	Empresa	Título de la Memoria
64	Industrias	J. Sutter		Endesa	Análisis comparativo de sistemas tradicionales y de trayectoria crítica para programación y control de obras
64	Industrias	A. Krell	J. Cauas	Enami	Aplicación de programación lineal al problema de distribución de productos minerales de la Enami
64	Civil	F. Radó	A. Arias		Estudio teórico del comportamiento de edificios con pisos recogidos y que se deforman por flexión
65	Civil	M.J. Bolelli		Agua P.	Estudio del cálculo de redes de agua potable usando la computación digital
65	Civil	C. Leighton	J. Monge		Análisis dinámico de edificios con torsión en planta
65	Eléctrica	M. Mertens			Solución de problemas de sísmica artificial mediante el computador ER-56
65	Civil	R. Peralta	A. Quintana		Algunos métodos de aerotriangulación
65	Eléctrica	L. Ponce	A. Cisternas		Propagación de pulsos en esferas fluidas heterogéneas
65	Civil	G. Torres		MOP	Diseño de superestructuras en puentes con viga metálica y losa colaborante
65	Civil	J. Wachholtz			Análisis elástico de vigas altas
66	Industrias	H. Donoso	J. Cauas	Endesa	Programación matemática y economías de escala en planificación eléctrica
66	Civil	C. Gaete			Estudio elástico de muros
66	Civil	P. Ortigosa			Solución computacional de un emparrillado de vigas
66	Civil	J. Poblete			Programación matemática aplicada al estudio del aprovechamiento de recursos hidráulicos
66	Industrias	J. Radmilovic			El método de los planos cortantes en la programación no lineal
66	Civil	M. Sarrazín			Proyecto de losa de pruebas para un laboratorio de ensayo de estructuras
66	Industrias	Scopelli			Modelo de simulación del sistema eléctrico interconectado chileno

Esquema del panel de control del computador ER-56



Reloj de tiempo
 Reloj Sincronizador
 Contador de minutos de operación

Grupo de Teclas de Secuencia de Programa:

Tecla de detención: Interrupción de programa. (STOP) : roja
 Tecla de parada: Parada del programa. (START) : verde
 Tecla 360: Operación sucesiva. (SEQ) : café
 Tecla 361: Orden individual. (361)
 Tecla 127: Orden externo. (127)
 Conmutador de línea.
 Lámparilla de estado programado. (25402) : verde
 Tecla de desbloqueo. (25357)

PUPITRE DE CONTROL	
CENTRO DE	COMPUTACION

- Grupos Centros de Teclas I, II, III.**
- I Desconectados (OFF)**
 - Indicador de Acumulador. (A)
 - Registro del Multiplicador. (M)
 - Registro de Memoria n/n1 (computador giratorio).
 - La fila de teclas en esta bloqueada. (KL)
 - La fila de teclas en esta bloqueada. (KL)
 - Indicador: Registro de órdenes. (MSI REC STOP)
 - La fila de teclas en esta bloqueada. (MSI REC STOP)
 - Registro de índice. (I) (MSI REC STOP)
 - Positivo orden. (NEXT) (MSI)
 - Conmutador de secuencia de órdenes. (SEQ CTR)
 - Desconectado (OFF)
 - III: Desconectado (OFF)**
 - Conmutador de detención (deflexión condicionada) (MSI SW1254)
 - Deflexión de direcciones. (ADDR STOP)
 - Deflexión de desborde. (OFL STOP)
 - Deflexión de exponente. (EXP STOP)
 - Conmutador de salto (salto condicionado) (MSI SW1254)

- R:** Registro de cifras para las registros.
 R: Registro de Unidad Aritmética selección para el grupo central de teclas fila superior.
- K:** Registro de Unidad de Comando, selección para el grupo central de teclas fila del medio.
- D:** Para la Selección de Cifras de Memoria e indicación de Selección de Registro de índice. Dirección de Selección Introducción de orden externo.

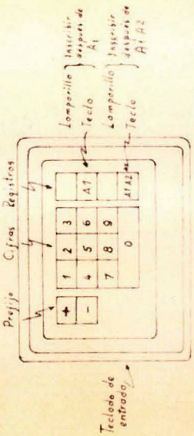


Tabla de contenidos del texto «Curso de computación y cálculo numérico»

págs.

Estructura de bloques 5,63 Rótulos en estructura de bloques 5,69 Procedimientos 5,73 Llamada por nombre 5,76 Llamada por valor 5,79 Especificaciones 5,83 Funciones 5,85 Procedimientos recursivos 5,87 Procedimientos en Código 5,90 Restricciones 5,91 Bibliografía 5,98

Cap. VI ANALISIS NUMERICO 6,1 - 6,77

Prefacio, Introducción, Errores de Cálculo Numérico
 6,1 Errores por redondeo 6,4 Propagación de errores, Errores absolutos 6,9 Errores relativos 6,10 Ejemplos 6,12 Ejercicios 6,16 Aplicaciones de Algebra Lineal, Resolución de un sistema de ecuaciones lineales por el método de eliminación 6,18 Programa general 6,21 Errores por redondeo y criterio para elección del pivote 6,25 Errores "probables", Errores por truncamiento 6,29 Ajuste cuadrático de curvas 6,31 INTERPOLACION, Definición de diferencias divididas 6,39 Fórmula de interpolación de Newton 6,47 Polinomio de interpolación de Lagrange 6,51 Fórmula de Gregory-Newton 6,52 Fórmula de Gauss 6,53 Fórmulas de Stirling y de Bessel 6,56 Fórmula de Everett 6,60 Ejercicios 6,63 Algunas fórmulas de integración numérica, El método, Fórmulas del error 6,64 Fórmulas de Newton-Cotes, Primera fórmula de la regla de Simpson, Regla de Madlie, 6,66 Ejercicios 6,72 Ecuaciones Diferenciales Ordinarias 6,74 Sistema de ecuaciones diferenciales 6,77

Cap. VII PROGRAMACION NO NUMERICA 7,1 - 7,43

Procesadores de listas 7,2 Arboles y Listas 7,3 Representación de Listas en la memoria de un computador 7,4 Procedimientos recursivos e iterativos 7,6 Procesador de listas LISP EB-56¹ 7,7 Implementación en el EB-56 7,14 El sistema 7,15 Funcionamiento 7,16 Recolector de basura 7,17 Ejemplos 7,19 Lista inicial de átomos 7,23 Lista de detenciones 7,24 Operación del intérprete 7,25 Descripción del intérprete de LISP en su propio lenguaje 7,27 Bibliografía 7,30 Ejercicios 7,31 Compiladores y sistemas 7,35 Búsqueda, ordenamiento y clasificación de información 7,40

I N D I C E

págs.

Cap. 1 COMPUTADORES 1 - 4,1
 A. Eranas Tecnológicas 1,1 Computadores Electromecánicos 1,4 Computadores Electrónicos a tubos 1,5 Computadores Electrónicos a Transistor 1,6
 B. Mercado actual de computadores 1,7 Aplicaciones 1,11 Medición, cuento 1,12 a) Problemas científicos 1,13 b) Procesamiento de datos 1,14

Cap. 2 PRINCIPIOS 1,15-1,19

Estructura de un sistema de Computación: a) Diagrama de bloques 1,15 b) Funcionamiento del sistema 1,16 c) Configuraciones típicas 1,17 d) Sistemas de Entrada y Salida 1,19

Cap. 2.2 UNIDADES FUNCIONALES DE UN COMPUTADOR 2,1- 2,12

a) Unidad de Memoria 2,1 b) Unidad de Control 2,5
 c) Unidad Aritmética-Lógica 2,6 d) Unidades de Entrada y Salida 2,8 e) Memorias de Respaldo 2,11

Cap. 3 ETAPAS DE LA SOLUCION DE UN PROBLEMA 3,1 - 3,12

Formulación y Análisis del problema 3,1 Planteamiento algorítmico 3,2 Diagramas lógico-matemáticos 3,3 Programación 3,3 Codificación 3,10

Cap. 4 PROGRAMACION BASICA 4,1 - 4,18

Descripción de las Unidades Funcionales del Computador Digital EB-56 Standard Elektrik 4,1 Representación de la información de dicho Computador 4,2 Estructura de la palabra de instrucción 4,8 Ejemplos 4,9

Cap. 5 ALGOL 5,1 - 5,98

Introducción 5,1 Definición de ALGOL y ALGOR 5,4 Definiciones básicas 5,6 Rango de la representación interna de los números 5,8 Identificadores 5,9 Operador de definición 5,9 Variables 5,11 Expresiones Aritméticas 5,12 Ejemplos de expresiones correctas e incorrectas en ALGOL 5,14 Funciones standards y Expresiones Lógicas 5,17 Estructura de un Programa 5,24 Declaraciones, Programa elemental 5,24 Instrucciones 5,26 Rótulos y las Instrucciones 'got to' y lógica 5,37 Instrucción 'for' 5,45 Arreglos (Arrays) 5,51 Switch 5,57

Sobre personajes, instituciones y palabras. La Sociedad Argentina de Cálculo en su primera etapa (1960-1962)

Raúl Carnota y Carlos Borches

7.1	Introducción	106
7.2	La Fundación de la Sociedad Argentina de Cálculo	109
7.3	El boletín de la primera SAC (1960-1962)	110
7.4	Texto y contexto del boletín de la SAC	114
7.5	Personajes e instituciones	117

7.1 Introducción

Las computadoras digitales comenzaron a penetrar en el mundo académico latinoamericano casi diez años después del inicio de su difusión comercial en los países más desarrollados (principalmente Gran Bretaña y EE.UU.). En este proceso de incorporación de una nueva tecnología a la región hubo numerosas experiencias comunes y también rasgos propios de cada país.¹ En 1958 la Universidad Nacional Autónoma de México incorporó una IBM 650 en su flamante Centro de Cálculo Electrónico y comenzó una tendencia modernizadora que, al cabo de un lustro, llevaría a las computadoras a los principales centros académicos de América Latina.²

En Argentina las primeras iniciativas se desarrollaron en la Universidad de Buenos Aires (UBA), que, por entonces, protagonizaba un marcado proceso de renovación político y académico. En efecto, al ser derrocado el gobierno constitucional de Juan D. Perón en 1955 los estudiantes, parte importante del frente golpista, lograron la instauración de un modelo de universidad autónoma y democráticamente cogobernada, banderas centrales del Movimiento Reformista de 1918. Así comenzaba una profunda transformación universitaria en numerosos sectores de la UBA. En el modelo de universidad promovido por el sector renovador y progresista de la comunidad universitaria, encabezado por el filósofo Risieri Frondizi (rector entre 1957 y 1962), el concepto de autonomía no implicaba aislamiento sino que era concebido como una herramienta para permitir el compromiso social de la institución. Para el peronismo las universidades más antiguas del país habían funcionado como «instrumento de la oligarquía» y la autonomía constituía un freno para conservar privilegios, pero Risieri Frondizi postulaba una suerte de fórmula superadora, que reclamaba la autonomía y asumía un novedoso compromiso social. En sus palabras:

La Universidad ha vivido, hasta ahora, de espaldas al país. Hay que convertirla en el instrumento de transformación y de progreso de la Nación. Para ello, la Universidad debe mantener un vínculo permanente con las grandes reparticiones públicas, con las industrias, con los problemas concretos de orden económico, social, sanitario, educativo. Debe transformarse en el oído que ausculta las necesidades del país, en el órgano que impulsa su progreso, en el guía que indica el sendero de su desarrollo material y espiritual.³

En la UBA se constituyeron dos grupos en el área de la computación, ambos vinculados entre sí: uno en la Facultad de Ingeniería (FIUBA), alrededor del Laboratorio de Electrónica (LE) dirigido por el ingeniero Humberto Ciancaglini y otro en el Departamento de Matemáticas de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales (FCEN), liderado por Manuel Sadosky.⁴

-
1. Para los centros académicos, los elevados costos de las primeras computadoras comerciales constituían un escollo difícil de superar. No era extraño encontrar académicos que se negaban a realizar inversiones en sistemas digitales por considerarlo de dudosa utilidad científica.
 2. Christian Lemaître, «50 años de la computadora en México», *Diario La Jornada*, 28 de enero de 2008. Disponible en: <<http://www.lajornadadeoriente.com.mx/2008/01/28/puebla/s1arr09.php>>. Consulta: 13 my. 2012.
 3. Risieri Frondizi, «Discurso pronunciado al asumir el Rectorado», en: *Discursos pronunciados por el Presidente Provisional de la Nación General Pedro Eugenio Aramburu y los Doctores Alejandro Ceballos y Risieri Frondizi. el día 27 de diciembre de 1957, en el salón de actos de la Facultad de Derecho y Ciencias Sociales*, Buenos Aires, Ministerio del Interior, 1957.
 4. Fuera de Buenos Aires y para la misma época se conformó en la Universidad Nacional del Sur (UNS), ubicada en la ciudad bonaerense de Bahía Blanca, un núcleo pionero donde convivieron un proyecto de construcción de una computadora con los primeros estímulos al estudio de temas teóricos de computación. Ver Nicolás Babini, *La Informática en la Argentina 1956-1966*, Buenos Aires, Editorial Buena Letra, 1991.

En el primer ámbito se desarrolló, a partir de 1958, una computadora experimental con tecnología de transistores denominada «Computadora Electrónica de la Facultad de Ingeniería de Buenos Aires» (Cefiba) que fue presentada ante las autoridades universitarias en 1962.⁵ En la FCEN, que bajo la dirección de Rolando García y de Sadosky como decano y vicedecano, respectivamente, se convirtió en esos años en un centro de excelencia científica de primer nivel, se fundó el Instituto de Cálculo (IC) y se logró que el flamante Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (Conicet) aprobara la compra una Mercury de Ferranti (FM), la primera computadora académica y una de las primeras computadoras del país.⁶

La perspectiva del grupo de Ciancaglini en la Facultad de Ingeniería era definitivamente electrónica, con la participación, junto con los ingenieros, de un «asesor matemático» que validaba la lógica de las instrucciones que serían implementadas.⁷ Por su parte el grupo de la Facultad de Ciencias Exactas, al menos en su inicio, veía la computación desde el ángulo de la «matemática aplicada», es decir, como una disciplina auxiliar de la investigación científica en distintas áreas (la astronomía, la física, la economía, la química y también la modelización matemática de los procesos de decisión y optimización) y no como un objeto de estudio en sí mismo. No por casualidad el decano de la FCEN-UBA, Rolando García, entusiasta impulsor del proyecto, había imaginado al Instituto de Cálculo como «el consultor máximo de la República y quizás de Latinoamérica» en matemática aplicada.⁸

Otra vertiente que luego fue importante en la constitución del nuevo campo, aunque en sus inicios tuvo objetivos y visiones diferentes, estuvo representada por los cultores de la investigación operativa que comenzó a desarrollarse en el país por los mismos años. Estaba liderada por el ingeniero Agustín Durañona y Vedia e integrada, en sus inicios, por los ingenieros Isidoro Marín y Horacio Reggini y la doctora Magdalena Mouján Otaño, entre otros. Su enfoque disciplinar difería de los otros citados, porque priorizaba la formulación de modelos de decisión y, en principio, la computación solo era vista como una herramienta que facilitaba su uso.

Con el tiempo esta mirada puramente instrumentalista de las computadoras comenzó a modificarse. Al estar el Instituto de Cálculo centrado en el equipo Mercury, y al ser fundada muy pronto en la FCEN la carrera de Computador Científico, se fue constituyendo allí un núcleo interesado en los problemas de la programación, teóricos y prácticos y sus posibilidades más allá del cálculo. Un referente para este incipiente grupo fue el joven matemático español Ernesto García Camarero, discípulo de Julio Rey Pastor, contratado en el IC desde fines de 1960 para hacerse cargo del área de programación del Instituto en razón de su experiencia previa. García Camarero fue un pionero en Argentina, y luego en España, de los usos no numéricos de las computadoras.⁹ Por el lado de la investigación operativa, varios de sus

5. Los jóvenes ingenieros de Cefiba, como Pedro Joselevich, Felipe Tanco y Alberto Bilotti, tuvieron papeles destacados en la electrónica y la computación argentinas de las décadas siguientes. Ver Humberto Ciancaglini, «La computadora CEFIBA», en: J. Aguirre y R. Carnota (eds.), *Historia de la Informática en América Latina y el Caribe*, Río Cuarto, Argentina, Editorial Universidad de Río Cuarto, 2009.

6. Pablo Factorovich y Pablo Jacovkis, «La elección de la primera computadora académica en Argentina», en: J. Aguirre J. y R. Carnota (eds.), *Historia de la Informática en América Latina y el Caribe*, Río Cuarto, Argentina, Editorial Universidad de Río Cuarto, 2009.

7. Alfredo Pérez (uno de dichos «asesores»), entrevista personal por los autores, my, 2010.

8. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Acta del Consejo Directivo de la FCEN-UBA, 10.03.1958, disponible en: archivo FCEN-UBA.

9. EGC fue también «asesor matemático» del proyecto de construcción de una computadora en Bahía Blanca (Ceuns) y allí desarrolló programas para testear circuitos y para interpretar en la FM programas en absoluto de la máquina en desarrollo. Luego, a su regreso a Madrid en 1968, fue un promotor del arte cibernético. Entrevista a E. G. Camarero, Madrid, 2008.

iniciadores se inclinaron prontamente hacia la computación como en el caso del ingeniero Reggini, quien dirigió el Centro de Computación de la Universidad Católica Argentina (UCA) desde sus inicios en 1963.¹⁰ Otros lo fueron haciendo como una derivación casi natural de sus actividades profesionales. Para finales de la década de 1960 el grueso de ese grupo se volcó hacia la Ingeniería de Sistemas y la Informática.¹¹

Sadosky, Durañona y muchos de los expertos que los acompañaron tuvieron la conciencia, o la intuición, de la importancia social que el futuro reservaba a las computadoras y a los modelos matemáticos potenciados por el cálculo electrónico.¹² No solo era una predicción especulativa, ambos estaban dispuestos a orientar el proceso de incorporación de las nuevas tecnologías como expertos de referencia en la formación de cuadros y como consultores privilegiados del Estado y las grandes empresas en esa materia. Es por eso que no se limitaron a la creación de espacios de trabajo en ámbitos académicos, sino que promovieron el establecimiento de instituciones ambiciosas que tendieron puentes con el sector público y privado. Así es como se constituyeron la SAC (Sociedad Argentina de Cálculo) y la Sadio (Sociedad Argentina de Investigación Operativa).¹³ Una vez conformadas, ambas encararon la publicación de boletines para transmitir su ideario.

En paralelo las principales empresas proveedoras, particularmente IBM, formaban sus propios cuadros a partir de jóvenes universitarios de diversas disciplinas, en especial de las facultades de Ciencias Exactas e Ingeniería de la UBA, varios de ellos relacionados con los respectivos núcleos académicos que mencionamos.

Si bien podemos definir esquemáticamente a estos diversos grupos a partir de sus diferentes perspectivas respecto al nuevo campo, en la realidad muchos de los profesionales y académicos más jóvenes participaban en más de uno de ellos.¹⁴

En el caso de la SAC, fundada en junio de 1960, la intención del grupo de la UBA que la promovió era convertirla en un puente entre el medio universitario y las empresas dedicadas a la nueva área, esencialmente las proveedoras de equipos. Durante poco más de dos años esta alianza pareció funcionar. La SAC, presidida por Sadosky, tuvo una presencia destacada: editó nueve boletines con un nivel y una distribución importantes, participó de las primeras jornadas de la especialidad en 1961, organizó sus propias Jornadas de Cálculo en 1962 e impulsó cursos y seminarios. Sin embargo, a fines de ese año,

10. En 1962 la Universidad Católica Argentina (UCA) compró una computadora IBM 1620. El acto inaugural con su instalación y puesta en marcha fue en mayo de 1963.

11. Este vuelco puede visualizarse cuando, en 1968, la Sociedad Argentina de Investigación Operativa (Sadio) aceptó el encargo de la Unión Panamericana de Ingenieros (Upadi), donde el ingeniero Isidoro Marín lideraba el grupo de Ingeniería de Sistemas, para organizar en Buenos Aires el I Congreso Iberoamericano de Informática (Ciadi), que se desarrolló en 1972.

12. Manuel Sadosky, «El Instituto de Cálculo de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales» *Revista de la UBA*, año VII, 1962, pp. 646-650.

13. Carlos Borches y Raúl Carnota, «Misioneros entre gentiles: Los primeros pasos de la Investigación Operativa en Argentina», en: Marisa Velasco y Nicolás Venturelli (eds.), *Selección de trabajos de las XXI Jornadas de Epistemología e Historia de la Ciencia*, Córdoba, Argentina, Área Lógico-Epistemológica de la Facultad de Filosofía de la Universidad Nacional de Córdoba, ISBN 978-950-33-0919-3, 2011.

14. Lo más habitual fue el reclutamiento de los primeros integrantes de los equipos de apoyo técnico de las proveedoras entre los universitarios. De ese origen fueron Gustavo Pollitzer Juan Chamero, Juan Vella y David Vergara (IBM); Mauricio Milchberg (BULL); Alfredo Pérez (Univac) y Heriberto Scala (NCR), entre otros estudiantes o graduados de ingeniería, matemática y física. Pérez pasó de asesor matemático de Cefiba a instalador de Univac. Chamero fue reclutado por IBM y también dictó las primeras materias de sistemas de información en la flamante carrera de Computación Científica en la Facultad de Exactas. Según sus propio testimonio, inicialmente lo hizo sin nombramiento ni pago para «pagar las culpas» de haberse «vendido» a IBM. Algunos de ellos participaban a la vez de la SAC y de la Sadio. Estos cruces surgen de entrevistas personales en poder de los autores y de cotejar los boletines de ambas sociedades.

en coincidencia con la renovación de la comisión directiva y la salida de Sadosky de la presidencia, su actividad decayó bruscamente y el boletín dejó de aparecer. Luego de una breve transición la Sociedad quedó en manos de un grupo de jóvenes, varios de ellos socios fundadores, que estaban constituyendo el flamante campo profesional de los «sistemas de información» y que le dieron un rumbo diferente, independiente tanto de las instituciones académicas como de las empresas proveedoras.

En el presente trabajo, pieza de un plan mayor de investigación de las primeras instituciones ligadas a la computación en Argentina, nos proponemos analizar el origen, desarrollo y fin de la que llamaremos la «primera SAC»; un asunto que no ha sido tratado en los escasos estudios sobre la vida de estas sociedades.¹⁵ Para ello buscaremos explorar los objetivos que tanto los académicos como los representantes de empresas se habían planteado originalmente, las formas de la alianza y los resultados alcanzados en el bienio en que funcionó. Asimismo intentaremos dilucidar los motivos del abrupto final de esa fase de la sociedad. Hemos considerado como la principal fuente documental la serie de boletines publicados durante ese período, y a ella agregamos, en forma complementaria, testimonios originales de sus fundadores y primeros protagonistas.

7.2 La Fundación de la Sociedad Argentina de Cálculo

En el año 1960 Argentina festejaba los ciento cincuenta años de la revolución que dio inicio a su independencia de España. Ese año fue clave en la introducción de la computación en el país. Durante la exposición conmemorativa del aniversario, IBM presentó un modelo 305 que contestaba preguntas del público. Poco después se instalaron los primeros modelos IBM 650 con sistema de discos Ramac. En noviembre de ese año llegó al puerto de Buenos Aires el equipo Ferranti Mercury para el nuevo Instituto de Cálculo creado en la Facultad de Ciencias Exactas de la UBA. Durante ese mismo año Ferrocariles Argentinos había recibido dos equipos Univac SS-90 de la nueva tecnología de estado sólido, cuya instalación estuvo lista en marzo de 1961, e IBM entrenó a la primera camada de «ingenieros de sistemas» reclutada en el medio universitario.¹⁶ También se constituyeron las sociedades profesionales ligadas al nuevo campo: la SAC y la Sadio. Ese ritmo continuó el año siguiente con la puesta en marcha de la FM y de los equipos Univac, la realización del primer congreso de la especialidad, las Jornadas sobre Métodos Matemáticos en la Industria, el Comercio y la Administración Pública y la instalación en algunas otras empresas de equipos IBM.

La fundación de la SAC surgió de una convocatoria conjunta de Manuel Sadosky y de Humberto Ciancaglini, los líderes de los dos grupos activos en la UBA. Pese a su denominación y al peso de la visión de «matemática aplicada» predominante en el IC, la entidad estaba mucho más volcada a las cuestiones emergentes de la nueva tecnología. Si bien su origen era marcadamente académico, su propósito declarado era tender a «establecer una íntima relación entre las actividades académicas de la Universidad y las actividades técnicas y comerciales de las empresas que se ocupan de la sistematización de datos y del tratamiento numérico de la información».¹⁷ En ese sentido, su estatuto permitía

15. Nicolás Babini, *Tres décadas de SADIO, 1960-1990*, Buenos Aires, Sadio, 1990; Nicolás Babini, *La Informática en la Argentina 1956-1966*, Buenos Aires, Editorial Buena Letra, 1991.

16. Alfredo Pérez (encargado por Univac de dicha instalación), entrevista personal por los autores, sede de la Sadio, my. 2010.

17. Sociedad Argentina de Cálculo, *Acta fundacional Boletín 1*, Buenos Aires, Sadio, ag. 1960.

la figura del socio institucional, con un voto emitido por el representante que la institución designase. El objetivo era integrar de ese modo a las empresas proveedoras de computadoras.¹⁸ La primera Comisión Directiva (CD), junto a Sadosky y a Ciancaglini, como presidente y vicepresidente, respectivamente, y Rebeca Guber —mano derecha de Sadosky en el IC— como secretaria, integró en los demás cargos a varios jóvenes, surgidos todos del ambiente universitario de Ciencias Exactas y de Ingeniería, pero que eran, a la vez, los primeros técnicos de las proveedoras. Algunos de ellos figuraban a título individual y otros como representantes institucionales de Olivetti, Remington Rand e IBM.¹⁹

7.3 El boletín de la primera SAC (1960-1962)

La fundación de la SAC es el tema predominante del primer boletín. La reunión que decidió constituir la sociedad se describe de este modo:

El doctor Sadosky, quien juntamente con el ingeniero Ciancaglini actuó como observador en la reunión constitutiva de la Federación Internacional de Sociedades para el Tratamiento Numérico de la Información (I. F. I. P. S.), presentó a consideración de los presentes los motivos conducentes a la necesidad de la creación de una Sociedad Argentina de Cálculo. La Sociedad Argentina de Cálculo tenderá a establecer una íntima relación entre las actividades académicas de la Universidad y las actividades técnicas y comerciales de las empresas que se ocupan de la sistematización de datos y del tratamiento numérico de la información. En esta forma las instituciones que participen en estas actividades resultarán beneficiadas, ya que las empresas privadas podrán contar con técnicos y científicos adiestrados especialmente y los egresados universitarios tendrán una nueva posibilidad de actividad rentada, facilitada por la creación de una carrera de nivel universitario en la Facultad de Ciencias Exactas.²⁰

El boletín también informa de la elección de la primera Comisión Directiva (CD) «provisoria». A fin de poder desarrollar actividades técnico-científicas se propuso organizar comités de trabajo integrados por expertos en dichas actividades, el primero de los cuales se constituyó con el objeto de estudiar el problema de la nomenclatura castellana en todo lo relativo al «tratamiento numérico de la información».

Los boletines tenían una difusión importante dentro y, sobre todo, fuera del campo académico. Se repartían varios centenares por correo y eran muy leídos por ser el único medio de comunicación que informaba sobre temas de computación.²¹

18. «La SAC fue una idea de Sadosky (y otros) para poder reunir representantes del mundo académico y de las compañías proveedoras...», afirma David Vergara, en: entrevista personal escrita con David Vergara, 2009. Vergara era un estudiante cercano a Manuel Sadosky y que trabajó para IBM en los primeros años de la década de 1960.

19. Sociedad Argentina de Cálculo, *op. cit.* Puede leerse la nómina completa: presidente: doctor Manuel Sadosky; vicepresidente: ingeniero Humberto Ciancaglini; secretario: doctora Rebeca Ch. de Guber; secretario de publicaciones: señor Juan Vella; tesorero: licenciada Walkiria Primo; vocales: señor Aldo Alasia (representante de Olivetti Argentina), ingeniero Gustavo Pollitzer (representante de IBM), ingeniero Luis F. Rocha (representante de Remington Rand [UNIVAC]). Vella y Primo estaban conectados tanto con los núcleos de la UBA como con las proveedoras (IBM y Remington respectivamente). Pollitzer había llegado a IBM por recomendación de Sadosky.

20. *Idem.*

21. En la época cualquier trabajo, ya sea una aplicación ingenieril básica, o una descripción de un equipo o de métodos o herramientas de trabajo, era una novedad valiosa. Testimonio del doctor. Huño Scolnik, quien, de estudiante, desarrolló todas las actividades operativas necesarias para que el boletín saliese y llegase a sus lectores.

Desde la fundación de la SAC hasta fines de 1962 se publicaron siete boletines regulares, uno especial dedicado a las Jornadas Nacionales realizadas en julio de 1962 y un suplemento sobre el KWIC (*Key Words In Context*) un «buscador de contenidos».

Los siete números regulares del boletín tienen una estructura de secciones fijas: «Noticias del país», «Noticias del exterior»; «En las empresas» y «Sección bibliográfica». Desde el tercer número se agrega una sección dedicada a publicar un léxico castellano de los términos del nuevo campo, producto del trabajo de la comisión constituida a tal fin.²² A pesar del título de las secciones no siempre aparecen simples noticias. A menudo se publican tanto descripciones detalladas de nuevos equipos como artículos científicos y técnicos firmados y de cierta envergadura, lo que convierte al Boletín de la SAC en la primera revista de computación en el país.

En los tres primeros números del Boletín de la SAC (de agosto de 1960 a junio de 1961) la sección «Noticias del país» da un peso preponderante al traslado, arribo al puerto, instalación y posterior puesta en marcha en el Instituto de Cálculo de la computadora Ferranti Mercury. Esta insistencia respondía a la fuerte conexión de la SAC con el IC, pero también al propósito de impulsar la conversión del núcleo primario del IC en un «Servicio Nacional de Computación», orientado a las empresas y reparticiones estatales y firmas privadas.²³ En esos mismos números se destacan artículos acerca de la constitución de Sadio, la adhesión argentina (como décimo país) al Centro Internacional de Cálculo, con sede en Roma (ICC), la instalación de una computadora en el *Data Center* de IBM, las novedades de los proyectos Cefiba y Ceuns,²⁴ la constitución del Seminario de Cibernética en la Sociedad Científica Argentina (SCA) y la realización de las Primeras Jornadas Argentinas sobre Técnicas Matemáticas en la Industria y el Comercio y la Administración Pública (organizadas conjuntamente con Sadio).²⁵ Si agregamos que en la sección «En las empresas» se daba cuenta de la compra e instalación de 2 Univac por Ferrocarriles y de los planes de IBM para colocar su nuevo equipo 1401, podemos estimar el verdadero vendaval de iniciativas y realizaciones que se vivieron en el nuevo campo entre 1960 y mediados de 1961. La sección «En el país» refleja novedades y trabajos académicos. Cuando las novedades —locales o no— ocurren fuera del ámbito universitario aparecen en la sección «En las empresas». Esta última incluía tanto informes técnicos como trabajos originales o de divulgación de miembros de la SAC que trabajaban en el Departamento de Aplicaciones Científicas de IBM (Juan Chamero o David Vergara) y en Remington Rand (Luis Rocha u Osvaldo Vergili), las dos empresas comercializadoras más activas, aunque luego se incorporaron otras.²⁶

22. En el número 3 se comentó la existencia de un proyecto surgido de la IFIP que se denominaba «Terminología multilingüe del Tratamiento Automático de Datos» y que pretendía cubrir múltiples idiomas. El envío de la IFIP incluía inglés, francés, alemán, ruso y español. La comisión local había postergado el comienzo de la publicación de su propio trabajo para un estudio previo del enviado por la IFIP. De todos modos parecería que el grupo de la SAC pretendía desarrollar su propia versión del léxico en castellano.

23. En el boletín número 1 se afirma que «Esta máquina, adquirida con el subsidio del Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas, hará que las funciones del Instituto de Cálculo, además de sus actividades normales de investigación, docencia y formación de programadores, tengan todas las características de un "Servicio Nacional" al alcance de las empresas y reparticiones estatales y de firmas privadas». Cita tomada de: Sociedad Argentina de Cálculo, *Acta fundacional Boletín 1*, Buenos Aires, Sadio, ag. 1960.

24. Cefiba por: Computadora Electrónica de la Facultad de Ingeniería de Buenos Aires; y Ceuns por: Computadora Electrónica de la Universidad Nacional del Sur. Ambos eran proyectos de construcción de equipos en el medio local.

25. La nota aparece luego de la realización de las Jornadas. El balance indica la presentación de 37 trabajos. Solo 4 autores son miembros de la SAC y al menos tres pertenecen al Departamento de Aplicaciones Científicas de IBM. Los restantes son expertos relacionados con el mundo empresario, muchos de ellos ligados a Sadio, como Federico Frischknecht y Julio Kun.

26. Como ejemplo en el número 2, junto al anuncio de Univac de un sistema *real time*, se publican dos artículos «técnicos»: uno escrito por el ingeniero Rocha, por entonces en Remington Rand (sobre el código corrector de errores) y otro por Chamero de IBM (una introducción a los «Siste-

El mismo lapso demarcado por los tres boletines iniciales también está pleno de iniciativas fundacionales reflejadas en la sección «En el exterior»: la formación reciente de la IFIP, bajo los auspicios de la Unesco; la constitución definitiva del ICC, gracias a la adhesión argentina; los inicios del cálculo académico en otros países de la región²⁷ y las iniciativas (no concretadas) de proyectos comunes —entre ellas la construcción de una computadora «de bajo costo»²⁸— entre todas las universidades de América Latina, etc.

Los boletines siguientes cubren el período de agosto de 1961 a noviembre de 1962.²⁹ En este lapso aparecen menos eventos destacados y hay más trabajos firmados, en particular de la autoría de técnicos de las empresas. En la sección «En el país», descuellan las propias Jornadas Nacionales de Cálculo, organizadas por SAC en julio de 1962, y la adquisición, por parte de la UCA, del primer ejemplar en el país de la computadora para uso «científico» de IBM, la 1620. Sin embargo, en ese período la Sadio, ya en solitario, organizó sus Jornadas de Investigación Operativa (las segundas en su numeración, al considerar como las primeras las conjuntas de 1961) sin que ese evento se haya siquiera informado en el Boletín de la SAC.³⁰ Completan la sección información de cursos y se destaca la noticia del retorno al país del doctor Pedro Zadunaisky, en quien se habían puesto expectativas importantes, dada su amplia experiencia en el uso de computadoras para cálculo científico en EE.UU. También se da cuenta de la instalación de un seminario de cálculo numérico enfocado en computadoras digitales, dirigido por Sadosky y cuyas primeras clases estuvieron a cargo de Pollitzer y Chamero (del Departamento de Aplicaciones Científicas de IBM). Además de las noticias, esta sección publicó en sucesivos números un largo trabajo firmado por Hugo Scolnik (en ese tiempo estudiante de matemática) sobre el estado del arte en la inteligencia artificial.

La sección de «Noticias del exterior» reflejaba en sus páginas la constitución del ICC, cuya primera asamblea general fue presidida por Sadosky; el II Encuentro de la IFIP, «que versará sobre todos los temas relacionados con el procesamiento de la información y las computadoras digitales»³¹; y un extenso trabajo de García Camarero sobre el estado de la computación en la Unión Soviética, con detalles técnicos de los distintos modelos de computadoras fabricadas en dicho país. Mucho más nutrida en este segundo año es la sección «En las empresas», donde aparecen siete trabajos (casi dos por número), cinco de la gente de «Aplicaciones Científicas» de IBM y los dos restantes de Luis Rocha y de Alfredo Pérez, ambos de Remington.³² Finalmente, el proyecto de desarrollo del léxico avanza en todos los números, con varias páginas en cada uno de ellos dedicada a una nueva lista de expresiones.

mas de Programación», que explica cómo definir un diagrama de flujo, con vistas a su posterior codificación en Fortran, el lenguaje que impulsaba IBM).

27. En el número 3 se informa de la constitución de un Departamento de Cálculo y Electrónica en la Universidad Central de Venezuela (UCV) que estaría dotado, ya en el año de 1961, de una IBM 1620. En México ya existía una computadora académica IBM 650 por la época. En el caso de Brasil, el boletín 4 da cuenta de la instalación de la primera computadora académica, una Burroughs 205 ubicada en la PUC-Rio.

28. Iniciativa de la UNAM que aparece reflejada en el número 2 (en. 1961).

29. El primero aparece rotulado como «Año1-4» y el último como «Año2-7». Hay una aparente discontinuidad entre el quinto boletín, rotulado como «Año2-1» y el sexto que aparece como «Año2-6», pero se trata, evidentemente, de un cambio del criterio de numeración.

30. Entre los núcleos fundadores de ambas sociedades existía algo más que diferencias de énfasis disciplinar. La SAC reflejaba el espíritu laico y la visión progresista de los renovadores de la UBA, mientras que las figuras descollantes de Sadio estaban vinculadas a la Universidad Católica y a sectores de las Fuerzas Armadas y grandes empresas. Esto se puso de manifiesto cuando el golpe militar de 1966, que fue resistido por Sadosky y la gente del IC y aplaudido por los principales dirigentes de Sadio.

31. Sociedad Argentina de Cálculo, *Acta fundacional Boletín 1*, Buenos Aires, Sadio, ag. 1960.

32. Alfredo Pérez presenta un trabajo sobre «Sistemas Ejecutivos», programas antecesores de los «Sistemas Operativos», donde los ubica dentro de una secuencia en que la actividad del programador se va despegando paulatinamente de los detalles físicos y de la operación de un equipo para centrarse más en el problema. Dentro de esa lógica, comenta el concepto de compilador y que, dado que estos compiladores dependen de cada máquina, se está trabajando en nuevos lenguajes, cuyos programas puedan ser «portables» entre máquinas como Algol y Cobol.

7.3.1 Las Jornadas Nacionales de Cálculo

Esta es la iniciativa más ambiciosa que encaró la SAC en esta etapa y mereció un número extraordinario (fuera de numeración) del boletín. Se desarrollaron en julio de 1962 y su objetivo declarado fue el de «conocer las posibilidades del tratamiento numérico de la información en nuestro país». ³³ La convocatoria estuvo dirigida a las universidades de todo el país. A todas se les pidió que enviaran miembros informantes que pudiesen reflejar: a) la existencia de grupos de investigación o de profesionales con investigaciones ligadas a las técnicas de cálculo numérico y tratamiento de la información; b) necesidades de parte de esos grupos, ya sea de horas de máquina como de computadoras propias y c) planes futuros de todas las universidades, con el fin de evaluar la colaboración más idónea que se les pudiese brindar. Dentro de la programación del evento, y con la colaboración de las empresas que comercializan equipos, aparecían las visitas a los centros de cómputo existentes. Para facilitar la concurrencia, la SAC ofrecía cubrir los gastos de estadía en Buenos Aires de un delegado de cada una de las facultades de Ingeniería, Económicas o Ciencias Exactas de todas las universidades del país. A las Jornadas concurren representantes de facultades de Ingeniería, Económicas y Ciencias Exactas de las universidades nacionales de Buenos Aires, Litoral (Rosario), Córdoba, Tucumán y Cuyo (San Juan y San Luis), así como de la Facultad de Ciencias e Ingeniería de la Universidad Católica de Buenos Aires. Las Jornadas cubrieron tres días en los cuales se realizaron cuatro visitas, acompañadas por conferencias: una en el IC, otra en Ferrocarriles (Remington) y dos en IBM. ³⁴ Se formaron dos comisiones: una dedicada a Matemáticas e Ingeniería y otra a Ciencias Económicas, coordinadas, cada una, por dos miembros de la SAC. Es significativo que en ambos casos uno de los coordinadores era del IC y el otro, si bien poseía adscripción a alguna facultad de la UBA, trabajaba en IBM. Estas comisiones trabajaron con informes de los delegados de las facultades presentes. La síntesis mostró muchas inquietudes pero pocos planes y realizaciones en el interior (salvo algunos cursos dictados por gente del IC o de IBM). Se formuló, ad referendum de una asamblea de la SAC, un plan de acción que, por un lado, involucraba a las facultades presentes, que se incorporarían a la SAC (en principio los delegados presentes y más adelante, con gestiones conducentes, la adhesión de las facultades como tales) y coordinarían con la SAC y los grupos locales el dictado de cursos. Por otro lado, SAC se proponía, entre otras cosas, dar cursos en colaboración con las empresas comercializadoras, crear e intercambiar programas, difundir artículos e información de los eventos locales e internacionales y estudiar el otorgamiento de becas. ³⁵

7.3.2 El fin de los boletines...y de la primera SAC

El último boletín publicado por la SAC, de noviembre de 1961, es mucho más pobre en tamaño y contenidos. Allí se anuncia la renovación de la CD, donde la presidencia pasa de Sadosky a Zadunaisky. También Ciancaglini es reemplazado como vicepresidente por Vella, un matemático joven, ligado a Sadosky, que trabajaba en IBM; mientras Rebeca Guber deja la secretaría a manos de A. Pérez, de Remington.

33. Sociedad Argentina de Cálculo, *op. cit.*

34. Las conferencias brindadas en las visitas eran descripciones detalladas de los sistemas Mercury del IC, Univac SS90 de Ferrocarriles y la 1401 del Data Center de IBM.

35. En el mismo boletín de las Jornadas aparece la información de un curso que estaba dictando un ingeniero de IBM en la Universidad de La Plata, sobre la arquitectura de *hardware*, de la 1401, y «el sistema de programación Fortran de las 1620». Los cursos los había co-organizado IBM con las facultades respectivas y parecía ser el modelo que la SAC se proponía repetir en otros puntos del interior.

Desde este momento no hay más edición de boletines. En cierto modo, la actividad de la Sociedad entra en un cono de sombras. Todo indica que el esquema que le había dado viabilidad por los dos primeros años se había deshecho.

7.4 Texto y contexto del boletín de la SAC

La edición de un boletín o revista de una institución presupone la existencia de un espacio público donde circulará la publicación y una intencionalidad de los promotores para orientar ese espacio público. Las intenciones pueden estar dirigidas a promover ciertas temáticas y eventualmente reservarse cierto liderazgo en el espacio sobre el cual se opera, o ir más lejos: pretender el arraigo, en ese espacio público, de un conjunto de valores que son propios de los editores.

¿Sobre qué hablan los boletines de la SAC? ¿A quiénes les hablan? La creación del Instituto de Cálculo y el arribo de la computadora FM fueron vistos por las filas más modernizantes de la UBA como una novedad no solo de impacto académico, sino también social. Desde que el proyecto comenzó a tomar forma, las autoridades de la FCEN supieron que tenían que lograr transmitir al resto de la comunidad los rasgos del futuro que se avecinaba.

Esta necesidad de comunicar y persuadir aparece incluso al interior de la propia academia cuando fue necesario vencer los reparos que surgían dentro del Conicet a la hora de financiar la compra de la computadora. «Yo obtuve el Premio Nobel sin necesidad de instrumentos tan costosos»³⁶, se cuenta que argumentaba Houssay al oponerse a una inversión en ciencias solo comparable en Argentina con la inversión nuclear del período 1949-1955.³⁷

El imperativo de dar a conocer a toda la sociedad la importancia del IC y su computadora se refleja, incluso, en la nota firmada por el decano García para solicitar a la empresa pública de telefonía una línea para el edificio «donde funcionará una computadora electrónica que llegará al país próximamente», y sigue aportando detalles: «de inmediato un destacado grupo de científicos se abocará mediante dicha calculadora a sus trabajos específicos».³⁸

En la misma línea, en mayo de 1961, al ponerse operativa la Mercury en la Facultad de Exactas, lo que implicaba la puesta en marcha efectiva del IC, tuvo lugar un primer curso público de programación dictado por la doctora Cicely Popplewell, quien había sido contratada para colaborar en el inicio de las actividades. Dicho curso, de una semana de duración, concluyó con un acto que contó con la presencia de personalidades del mundo académico (el presidente del Consejo de Investigaciones, doctor Bernardo Houssay en primer lugar) y empresarial. Sin embargo, del sector público solo asistieron técnicos de las empresas estatales y ningún funcionario del Gobierno nacional, ni siquiera de segundo rango.³⁹

36. Rolando García, «La Construcción de lo posible», en: Catalina Rotunno y Eduardo Díaz de Guíjarro (eds.), *La Universidad de lo Posible*, Buenos Aires, Libros del Zorzal, 2003.

37. Diego Hurtado y Analía Busala, «De la "movilización industrial" a la "Argentina científica": La organización de la ciencia durante el peronismo (1946-1955)», *REVISTA DA SBHC*, Rio de Janeiro, vol. 4, núm. 1, en. jun. 2006, pp. 17-33. Disponible en: <http://www.mast.br/arquivos_sbhc/189.pdf>. Consulta: abr. 2013.

38. Correspondencia de Rolando García, 9 de junio de 1960. Archivo de la Biblioteca de la FCEN-UBA.

39. La única posible excepción es la del general Olascoaga, en representación del Centro de Investigaciones de las Fuerzas Armadas (Citefa). El acto

Estas significativas ausencias marcaban también las dificultades y los límites del proyecto universitario en general y del IC en particular.⁴⁰

Ante este panorama de aislamiento político se hace más entendible la búsqueda de una apertura a través del vínculo directo y privilegiado con las empresas proveedoras que se reflejó con la creación de la SAC y la incorporación a su Comisión Directiva de figuras de la academia junto con representantes empresariales.

«La Sociedad Argentina de Cálculo tenderá a establecer una íntima relación entre las actividades académicas de la Universidad y las actividades técnicas y comerciales de las empresas que se ocupan de la sistematización de datos y del tratamiento numérico de la información», nos dice el Boletín de la SAC para justificar la constitución de la sociedad. Sus promotores, Sadosky y Ciancaglini se dirigen luego a las empresas para decirles que «las instituciones que participen en estas actividades resultarán beneficiadas, ya que las empresas privadas podrán contar con técnicos y científicos adiestrados especialmente». También se dirigen a un restringido sector del mundo académico con una promesa «los egresados universitarios tendrán una nueva posibilidad de actividad rentada, facilitada por la creación de una carrera de nivel universitario en la Facultad de Ciencias Exactas».⁴¹

Podemos sostener, entonces, que uno de los objetivos centrales que sus promotores asignaron a la SAC, tal como lo reflejan sus boletines, fue el vínculo entre un sector académico y uno empresarial, cuyos intereses aparecían como complementarios, máxime cuando el proyecto que se desarrollaba en el Instituto de Cálculo aparecía sin posibilidades de apoyo estatal.

Lo que decimos se apoya en una mirada contextual de los boletines.⁴² Pero al analizar los contenidos de la publicación también se puede apreciar como el vínculo con la empresa deja su huella en el dise-

se describe en el primer número de *Informativo*, el boletín del IC que comenzó a salir en agosto de 1961. Contrasta con el impacto público de un evento similar en Brasil en 1960, donde estuvo el presidente de la República o de la inauguración del Centro de Cómputos de la Universidad Católica Argentina, dos años más tarde, a la que asistió el Secretario de Estado de Educación.

40. El movimiento renovador que dirigía la UBA estaba ubicado en una situación difícil, distanciado de los sectores populares a raíz de su histórico enfrentamiento con el peronismo y naturalmente enfrentado con los poderes económico, militar y religioso en razón de su proyecto político modernizante, laico y progresista. Sus aliados naturales en el campo político hubieran sido los políticos desarrollista, encabezados por el presidente Arturo Frondizi, que gobernaron entre 1958 y 1962. Y de hecho mucho de lo logrado por la UBA en esos años fue posible gracias al apoyo de su gobierno, pero éste, tal vez a causa de la endémica debilidad política que lo marcó, había transado con el *establishment*, sin respetar su programa. En particular le había concedido a la Iglesia la posibilidad de que sus universidades otorgaran títulos habilitantes, lo que abrió el camino a la enseñanza privada en el segmento de la educación superior y este episodio había dinamitado los puentes con el movimiento universitario reformista. Luego del derrocamiento de Frondizi y durante el interinato de José María Guido (1962-1963), manejado de hecho por las FF.AA., la situación empeoró, porque al ahogo financiero se sumaron los ataques políticos y la caza de brujas, cuyo episodio paradigmático fue la destrucción del temprano grupo de investigación en biología molecular donde revistaba el futuro premio Nobel César Milstein y Rosa Nagel.
41. Esta promesa parecería transitar por una concepción más bien profesionalista de la universidad. La discusión de problemas nacionales, donde las máquinas y los expertos puedan aportar soluciones, no es una tarea explícitamente enunciada en los boletines de la SAC, mientras que sí lo era dentro del ambiente universitario del Instituto de Cálculo. Sadosky, refiriéndose a su proyecto de convertir al IC en un servicio nacional de procesamiento, señalaba que: «No solamente (...) se hace cumplir así a la Universidad una de sus misiones fundamentales, sino también (...) se orienta a la juventud que asiste a sus aulas hacia la preocupación en la temática nacional». Luego contrasta este camino formativo con el habitual de entrenar becarios en los grandes centros internacionales, por que en ese caso logran realizar trabajos importantes y de rápida publicación, pero que «pueden no figurar entre las más urgentes de las necesidades nacionales». Testimonios tomados de Manuel Sadosky, «El Instituto de Cálculo de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales». *Revista de la UBA*, año VII, 1962, pp. 646-650.
42. Halliday propone dos miradas del «discurso del conocimiento»: atender a la ciencia como texto, y atender al discurso en su contexto, que da cuenta de la esfera institucional de la ciencia. Ver: M.A.K. «Introduction to Functional Grammar» en G. N. Gilbert y M. Mulcahy, *Opening Pandora's box: a sociological analysis of scientists' discourse*, Cambridge, Cambridge University Press, 1984.

ño editorial, donde la procedencia del autor de la nota tiene mayor relevancia que el contenido de la nota. Tal es así que muchos artículos de divulgación de computación o ciertos desarrollos matemáticos están bajo la sección «En las empresas», en la medida en que son producciones de los jóvenes profesionales que trabajan en ellas, mientras que la sección «En el país» se ocupa solo de las noticias académicas locales. De ese modo se pone de manifiesto en el propio formato del boletín la alianza explícita entre la academia y las proveedoras que aparecía como fundamento de la constitución de la Sociedad.⁴³

En esa época uno de los objetivos de las compañías proveedoras era convencer a los potenciales usuarios, el Estado y las grandes empresas, acerca de las ventajas de las computadoras. A esa tarea se abocaron los flamantes «ingenieros de sistemas» formados, sobre todo, por IBM. Una estrategia era lograr la inserción de la computación en las universidades, fuentes de legitimidad técnica y sitio de formación de los futuros profesionales del nuevo campo. En ese contexto, la SAC podía ser para las empresas una forma de llegar a las unidades académicas de todo el país. Por otra parte, el núcleo del IC, gracias al funcionamiento de la SAC, podía proyectar su liderazgo más allá del ámbito académico. Tal como señalara Sadosky: «El IC tiene una triple misión: de investigación, de docencia superior y de servicio», con énfasis en este último aspecto porque le permitía al IC «tomar contacto con una serie de instituciones no universitarias (...) Esta interrelación entre la Universidad y grandes reparticiones estatales y privadas, que en otros países es habitual, tiene en el nuestro un valor monitor»⁴⁴. En este sentido, ya la Memoria de 1962 del IC señalaba como balance «el planteo y resolución de problemas que han presentado importantes reparticiones nacionales, tales como la Dirección de Estadística y Censos (DEC), YPF, INTA, el Consejo Federal de Inversiones (CFI) y la Dirección Nacional de Vialidad (DNV)».⁴⁵

La convergencia de intereses entre el IC y las empresas del sector adquiere en las Jornadas Nacionales de Cálculo su máxima expresión. Pocas instituciones podían exhibir la capacidad de convocatoria del IC para lograr que representantes de la mayoría de las universidades públicas llegaran a Buenos Aires para «conocer las posibilidades del tratamiento numérico de la información en nuestro país». Pero sin el apoyo del sector privado —y con la carencia de apoyo público a raíz del ya mencionado aislamiento político de la UBA— parecía difícil garantizar la organización, traslado y participación de miembros de instituciones académicas de todo el país. Además hemos visto como el propio funcionamiento de las Jornadas refleja esta convergencia al definirse los coordinadores de las dos comisiones (uno del IC y otro de IBM), porque esas reuniones permitían entrar en contacto íntimo con las necesidades y las personas representativas de las distintas unidades académicas convocadas.

Luego de las Jornadas, detalladamente reseñadas en el boletín, la SAC y su órgano de difusión cerraban su primer ciclo de vida.

43. Pese a su nombre y a la impronta «calculista» original del IC, buena parte del contenido de los boletines tiene que ver con la computación en sí misma, ya sean descripciones de equipos o de las posibilidades de un lenguaje o programa o algún trabajo metodológico. Esto refuerza la idea de que con la SAC se buscaba intervenir activamente en el espacio público alrededor de la nueva tecnología. Sin embargo, las aplicaciones de tipo administrativo no estaban presentes.

44. Manuel Sadosky, *op. cit.*

45. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Memoria FCEN-UBA 1962, disponible en: archivo de la FCEN-UBA.

7.5 Personajes e instituciones

Si tomamos los objetivos de la SAC, explicitados en su boletín, podemos pensar que, desde su aparición en 1960 hasta fines de 1962, se había recorrido un camino satisfactorio para todas las partes.⁴⁶

Las empresas aprovecharon la capacidad de convocatoria del IC para llegar a los claustros con sus propuestas. Ellas difundieron en el boletín la labor desempeñada por sus especialistas —la IBM lo hizo con sus técnicos del Departamento de Aplicaciones Científicas— quienes lograron posicionarse como pares de los académicos, como interlocutores en la discusión de problemas de orden científico.

El IC acentuó efectivamente su papel rector en el nuevo campo disciplinar. Por otro lado, tal como lo prometía el boletín, crecía el número de jóvenes estudiantes y graduados del medio universitario, muchos vinculados al IC, que encontraban empleos favorecidos por una demanda laboral que crecía con mayor rapidez que la oferta. A su vez, el posicionamiento del IC como centro de referencia y consulta de amplia proyección social se consolidaba con la circulación del boletín o la realización de las Jornadas Nacionales, hechos ambos viabilizados por el apoyo financiero de las empresas.⁴⁷

A fines de 1962, aparece la última edición del año con noticias acerca del recambio de las principales autoridades. El trío Sadosky-Ciancaglioni-Guber deja al frente de la sociedad a Zaduniasky quien, aunque tenía un indiscutible prestigio académico, carecía de la mirada política y la capacidad práctica organizativa de antiguos conductores de la SAC. El resto del elenco se completaba con miembros de la nueva generación, casi todos ligados por trabajo a las empresas.

Si los nueve números del boletín y toda la actividad desplegada por la SAC durante 1960-1962 se sostiene en el vínculo entre académicos y empresas, la discontinuidad de su publicación y el cono de sombras en que ingresa la sociedad nos habla del deterioro del nexo.

Podríamos buscar una explicación centrada en las personas. Con la investidura de un cargo no se heredan aptitudes personales y la salida de Sadosky y Guber fue una pérdida irreparable para el proyecto de la «primera SAC». Como recuerdan algunos de los entonces «jóvenes brillantes» del IC, Sadosky no era un gran conocedor de las técnicas de computación, pero veía con claridad la importancia estratégica del sector. En este sentido, no operaba como un científico sino que actuaba en el terreno de la política científica.

Y a la hora de hablar de hombres, vale destacar también la ausencia de una persona que, desde la empresa, apoyó el emprendimiento sin ocupar ningún papel protagónico: Juan Guerra, gerente comercial de IBM Argentina. Guerra, según diversos testimonios, era un librepensador de ideas socialistas. Desde su puesto clave en la filial local, tuvo influencia en el reclutamiento de muchos jóvenes estudiantes y gra-

46. Podemos tomar como modelo de convergencia el trabajo de normalización del vocabulario técnico en castellano, la iniciativa es la que en los dos primeros años parece concitar más avances, porque establecía un estándar que podía reforzar el liderazgo intelectual del IC (y las inclinaciones latinoamericanistas de sus dirigentes), y también parecía concitar el interés de IBM, porque, según el testimonio de Juan Vella, la filial local de la multinacional alojaba uno de los tres centros de traducción de manuales al castellano (los otros eran México y España). Las tres versiones resultaban distintas y existía interés por homogeneizar la terminología (y hacerlo con la impronta de la filial argentina).

47. La publicación ocupó un espacio único divulgando información en un público que leía con avidez lo poco que circulaba sobre las computadoras y no era ciencia ficción.

duados de Ciencias e Ingeniería para IBM, varios de ellos recomendados por Sadosky. Estos jóvenes participaban en la SAC y desarrollaban actividades en el ámbito universitario con relativa libertad, bajo el ala protectora de Guerra, quien, por otra parte, parece haber tenido cierta fluidez de diálogo con Sadosky. Si bien esta política convergía con los intereses de IBM, la forma de llevarla a cabo y la aproximación concreta al grupo del IC parecen haber dependido del estilo de Guerra, en un marco en que las filiales de las corporaciones tenían una autonomía que fue fuertemente recortada en el proceso de globalización posterior.⁴⁸ La declinación del apoyo de IBM Argentina a la SAC coincide temporalmente con la salida del país de Guerra, a raíz de su promoción a la Gerencia de Ventas del área Sudamericana de la Big Blue.⁴⁹

Podríamos pensar que la ausencia de Sadosky y de Guerra causó que la SAC naufragase como ente del sector académico y empresarial, pero ¿es la única explicación?

En los años siguientes Sadosky continuó como director del IC y como vicedecano de la FCEN y algunos de los objetivos enunciados en la SAC conservaban vigencia. Mantener el liderazgo del sector era una tarea cada vez más exigente en un medio donde la presencia de las computadoras crecía exponencialmente.⁵⁰ En el plano académico, la UCA instalaba en 1963 un equipo «moderno» cuando la FM comenzaba a mostrar su obsolescencia.⁵¹ Mientras tanto, según los testimonios de quienes compartieron ese tiempo en el IC, surge el recuerdo de una esperada donación de IBM que nunca llegó.⁵² Por el lado de las empresas o, más concretamente, de IBM, es probable que haya existido una disminución de la importancia asignada a la penetración en las universidades, en vista del crecimiento que experimentaba, de todos modos, su influencia en el mercado y de la poco fructífera campaña de ventas de equipos 1620 en las casa de estudio.⁵³

Pero además comenzaba a surgir una brecha conceptual y generacional entre el equipo fundador del IC y sus primeros discípulos, quienes fueron justamente quienes comenzaron, luego del vacío de 1963, a tomar las riendas de la SAC. Si Sadosky era un matemático aplicado que veía en el cálculo electrónico una poderosa herramienta, y su fino sentido político le permitió intuir el impacto social de esa tecnología, muchos de los más jóvenes ya sentían por ella otro tipo de interés. Se estaba constituyendo en un objeto de estudio en sí mismo y su aplicación al cálculo numérico era uno de los posibles campos y no necesariamente el más atractivo.⁵⁴ Wilfredo Durán, quien fuera jefe de programadores del IC, re-

48. Hemos reconstruido este escenario de acuerdo con los testimonios de los que en la época habían sido reclutados por IBM, como es el caso de Juan Chamero, Juan Vella y David Vergara. Respecto a Guerra coinciden otros testimonios como el de Alfredo Pérez.

49. Ver: Rodrigo Herrer M., *Historia Cronológica de IBM en América Latina y el Caribe*, disponible en: biblioteca personal de Nicolás Babini, actualmente en la sede de Sadio en Buenos Aires.

50. Si en 1960 existían instalados o en instalación solo 5 equipos, en 1965 el número llegaba a 40. La curva hasta inicios de los setenta es efectivamente exponencial. Ver: Christian Lemaître, «50 años de la computadora en México», *Diario La Jornada*, 28 de enero de 2008. Disponible en: <<http://www.lajornadadeoriente.com.mx/2008/01/28/puebla/s1arr09.php>>. Consulta: 13 my. 2012.

51. La preocupación de Sadosky por mantener al IC «en la avanzada de la investigación en los campos específicos de la computación y en todo lo que hace a la formación del personal que el país necesitará en el futuro inmediato...» se manifestó en esos años en las activas gestiones por un recambio del equipo del IC.

52. Esta referencia remite a las características de la presencia (o ausencia) del Estado argentino. El IC aspiraba a ser el eje de un servicio nacional, pero evidentemente no contaba con soporte del Estado y necesitaba para crecer de estas alianzas con las proveedoras.

53. La existencia de una campaña de ventas para las universidades durante 1961 y 1962 la testimonia Juan Vella, quien participó en ella. Luego, según otros extrabajadores de IBM, ya a mediados de la década, el equipo de venta a universidades era muy poco valorado en la empresa. Entrevista a Juan Vella, Buenos Aires, enero de 2009.

54. «Desde los comienzos del IC se perfilaron las diferencias de pensamiento y por ende de posturas, entre los actores de la época. Algunos consideraban que programar era una tarea rutinaria, que no requería de una gran actividad intelectual. Había quienes programaban porque inevita-

cuerda que, en diversas oportunidades, al cruzarse con Sadosky, éste le preguntaba, respecto de la Mercury: «¿Ya averiguó cómo calcula el seno?», y la respuesta siempre era negativa, pues el interés de Durán era la parte lógica del compilador, no la parte numérica.⁵⁵

La «segunda SAC» fue obra de un grupo de jóvenes de las facultades de Ciencias Exactas e Ingeniería que ya estaban trabajando en las proveedoras, en las primeras instalaciones empresarias y en consultoras. El sesgo había cambiado y se definían como «especialistas en aplicar la computadora a los problemas de las empresas» y «completamente prousuarios», rechazaban la dependencia propietaria y propiciaban el uso de los nuevos lenguajes que, como Cobol, Algol o Fortran, eran considerados «generales» y, por lo tanto, «portables». Como era de esperar, esta «segunda SAC» tuvo poco apoyo de las empresas proveedoras.⁵⁶ Pero, además, este relanzamiento fue acompañado de un significativo cambio: la SAC sería, de allí en más, la Sociedad Argentina de Computación.

Un cambio que presagiaba las nuevas tendencias que los más jóvenes ya vislumbraban.

blemente tenían que resolver ciertos problemas que lo requerían y se sacrificaban. Había quienes eran considerados y más de una vez se consideraban a sí mismos de una jerarquía intelectual no muy alta, por lo cual ellos y los demás concluían que estaban bien ubicados programando. Y había también quienes empezamos a descubrir la importancia de la programación, el formalismo que nacía, ¿y cómo no decirlo?: la belleza de la programación; y con ello a concebir y a plantear de manera a veces intuitiva: problemas de complejidad, de volúmenes de datos, de optimización de código, de ahorro de código versus tiempo de producción, y muchos de los tópicos [temas] que después esas mismas personas habríamos de estudiar de manera formal.» Victoria Bajar (primera graduada de la carrera de computación de la FCEN-UBA), entrevista personal escrita por los autores.

55. Wilfredo Durán et al., «Comic: el primer lenguaje y compilador argentino», en: J. Aguirre y R. Carnota (eds.), *Historia de la Informática en América Latina*, Río Cuarto, Argentina, Editorial Universidad de Río Cuarto, 2009, pp. 109-143.

56. Entre ellos Juan Chamero, Mauricio Milchberg, Sergio Orce, José Fernández Pernas, Alfredo Pérez, Heriberto Scala, Juan Vella, Marcelo Larramendy y Héctor Monteverde, todos los cuales aportaron su testimonio. Las expresiones entrecuilladas son de José Fernández Pernas.

Inicios de los estudios de computación en Venezuela y sus circunstancias

Marta Sananes

En 1958, una confluencia de fuerzas —grupos de resistencia de los partidos políticos, sectores democráticos de la Marina y la Aviación, de la Iglesia, de empresarios, de trabajadores en general— había permitido derrocar a la dictadura militar. En 1960, apenas iniciado el primer gobierno surgido de elecciones democráticas tras la superación de la dictadura, Venezuela parecía entrar en una época de consolidación democrática con paz y prosperidad: funcionamiento equilibrado de la sociedad después de una transición relativamente tranquila y posibilidad de diversificación económica y progreso social basado en el nivel de desarrollo de la industria petrolera, que subía su aporte al ingreso fiscal. En efecto, antes de culminar el período de transición un decreto de la última Junta de Gobierno provisional presidida por Edgar Sanabria había aumentado la participación del Estado en las ganancias de la industria petrolera a la relación 60:40. La UCV —Universidad Central de Venezuela— estrenaba un rector reconocido por su trayectoria científica y su participación en la lucha por la democracia y la autonomía universitaria, el investigador médico Francisco De Venanzi. Otro reconocido profesional, Rafael Pizani, debutaba como ministro de Educación para continuar el gran esfuerzo iniciado de extensión de la educación a todos los niveles y el incentivo de la inmigración de docentes hispanohablantes, para tratar de satisfacer las nuevas necesidades de personal docente calificado. La Junta de Gobierno había restaurado la autonomía de las universidades nacionales.¹ Se había creado el IVIC —Instituto Venezolano de Investigaciones Científicas— a propósito de la ampliación de competencias de un instituto creado por la dictadura. Otros proyectos valiosos iniciados por el gobierno dictatorial fueron revisados y adaptados para darles continuidad, como fueron los de los sectores siderurgia, aluminio, desarrollo hidroeléctrico, vías de comunicación. Las grandes compañías petroleras instaladas en el país hasta ese momento en régimen de «concesiones petroleras» —extensiones de territorio con yacimientos existentes o presuntibles para su exploración y explotación— habían aportado experiencias de organización de empresas modernas, incluido ya como elemento importante de funcionamiento el uso de los computadores y sistemas informáticos de la época. Ya para entonces un personal nacional laboraba en todos los niveles de operación y administración, lo que favoreció en particular la formación de profesionales de la ingeniería y el entrenamiento en las incipientes ciencias de la computación.² Todas condiciones prometedoras para que el país siguiera una vía ordenada y constructiva hacia el bienestar y el desarrollo.

Pero la ilusión no duró mucho. En enero de 1959 entraba Fidel Castro con el ejército rebelde a La Habana, Cuba, para tomar el gobierno después de la huida del derrotado dictador Batista. Este suceso que fue celebrado en Venezuela fraternalmente como otro triunfo de la democracia pronto demostró ser un proyecto de otra naturaleza. La lucha armada en Cuba no la dirigió Castro para restaurar la democracia, sino para instaurar un proyecto comunista que comienza, como está bien proclamado desde la publicación del *Manifiesto comunista*, por la instalación de la «dictadura del proletariado», que en términos reales se traduce en instalación por tiempos indefinidos de dictaduras personalistas, militares o no, de quienes se arrojan el poder o la magia de «interpretar» el sentir del «pueblo».

-
1. Luis Fuenmayor Toro, «Autonomía universitaria y reforma constitucional». *Educere [online]*, vol. 12, núm. 40, mzo. 2008, pp. 118-126. Disponible en: <http://www.scielo.org/ve/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1316-49102008000100015&lng=es&nrm=iso>.
 2. Hebe Vessuri, «Aprendizaje científico técnico y cambio cultural en Venezuela: un enfoque microsociológico», *Redes*, vol. IV, núm. 9, abr. 1997, pp. 49-77. «La historia de la tecnología petrolera en Venezuela suele dividirse en dos períodos: bajo el régimen de concesiones y nacionalizada. A su vez, en el primer período se reconoce una subdivisión correspondiente al lapso que va desde 1885, cuando se otorgaron las primeras concesiones, hasta 1970, cuando comenzó a planificarse seriamente la nacionalización de la industria. En ese primer largo subperíodo el personal venezolano que trabajaba en las firmas extranjeras adquirió un amplio cúmulo de conocimientos en el negocio petrolero y una familiarización con el manejo de las nuevas tecnologías que eran incorporadas y adaptadas a las condiciones particulares del medio a través del adiestramiento en el trabajo y cursos formales para ingenieros y técnicos de las firmas.»

Este giro produjo una gran frustración en la dirigencia y en muchos militantes del PCV —Partido Comunista de Venezuela— y de su juventud, la JCV. Hasta entonces se mostraban orgullosos de haber intervenido notablemente en la lucha compartida contra la dictadura militar y así mismo participaban hasta entonces con consignas unitarias en la reconstrucción democrática. Sin embargo, el PCV no había sido invitado a participar en el «Pacto de Punto Fijo», la alianza de partidos políticos que precedió al derrocamiento para configurar la salida democrática. El PCV participó, sin embargo, en el proceso electoral con su apoyo al carismático militar primer presidente de la Junta de Gobierno, quien obtuvo una gran votación en la capital, pero no así en el resto del país, donde revivía la antigua maquinaria del partido AD —Acción Democrática— y el fervor por su líder popular y ganador de las elecciones, el ex-comunista Rómulo Betancourt (RB). En estos resentimientos identifica el historiador Germán Carrera Damas las causas de la llamada «lucha armada» en Venezuela, iniciada por elementos del PCV y JCV a los que se unió una fracción principalmente juvenil de disidentes de AD que acusaban a RB de traidor.³ No pesaron la gran diferencia de no haber habido en Venezuela una guerra ni de guerrillas ni de otro tipo para cambiar el tipo de gobierno, sino la confluencia de fuerzas mencionada al principio de este recuento.

La UCV fue base ideológica de esa lucha armada (así como, en menor medida, otras universidades nacionales y liceos): enfrentamientos entre grupos estudiantiles pro y anticomunistas respaldados solapada o abiertamente por correspondientes profesoraes, reclutamiento de militantes para las guerrillas urbanas y rurales, refugio de militantes y —según el allanamiento y posterior intervención durante la primera presidencia de Rafael Caldera— también arsenal. Con el trasfondo de la «guerra fría» constantemente se realizaban manifestaciones, ya fueran de apoyo o de protesta por conflictos internacionales, además de las motivadas internamente por diversas demandas reivindicativas.

En este ambiente nacional y universitario se crea en 1961 el primer departamento de computación, con el nombre de Departamento de Cálculo Numérico, en la Facultad de Ciencias de la UCV, con su primera dotación de cómputo, una IBM 1620 con algunos periféricos mecánicos. Se inicia con una planta de profesores «importados», llegados al país con la esperanza de encontrar mejores condiciones políticas y económicas que las que dejaron en sus tierras de origen. De España: Jaime Barcón, Inmanol Zubizarreta, Rizal Grimau, José Gálvez, Vicente Alonso; de Costa Rica: Fernán Rodríguez Gil, quien aportaba además su formación y experiencia como ingeniero en el área de computación de la compañía Shell de Venezuela; de Argentina: Carlos Domingo y, algo más tarde, Julián Araoz y Oscar Varsavsky por temporadas. Al mismo tiempo, nos incorporábamos, primero como estudiantes asistentes y luego algunos como personal profesional después de graduados, varios venezolanos: César Briceño, Eduardo Menda, Elkin Palacios, Jorge Baralt, Jorge Fernández...

Eran tiempos de aprendizaje para todos. Se incursionaba en la investigación y desarrollo con proyectos como el PUC —lenguaje mixto de bajo y alto nivel— de Fernán y Domingo. Se hacía computación aplicada en colaboración con investigadores de otras dependencias universitarias o gubernamentales, que se iniciaban en el uso de la computación en sus proyectos, así como con profesionales en general. Comenzó entonces una larga cooperación con el Cendes —Centro de Estudios del Desarrollo, dependencia central de la UCV— con los proyectos: «Conflicto y consenso», con la participación de los soció-

3. Ramón Hernández, *El Asedio Inútil, Conversación con Germán Carrera Damas*, Caracas: Editorial Libros Marcados, 2009.

logos J.A. Silva Michelena y del portorriqueño-norteamericano Frank Bonilla; «Modelo económico de Venezuela», proyecto contratado al profesor Holland, de la empresa Simulmatics, quien abrió una línea de investigación en modelación social en el que participaron Carlos Domingo, Oscar Varsavsky, Eduardo Menda, Jaime Barcón; proyecto «Modelo de utopía», posiblemente el primer proyecto de simulación de sociedad, con la participación también de J.A. Silva Michelena y el chileno Jorge Ahumada, por Cendes y de Oscar Varsavsky, Carlos Domingo y Jaime Barcón por el Departamento. Era muy demandado por los investigadores el *software* estadístico desarrollado por Menda, el Encues. Se hacía labor de extensión dictando cursos de iniciación y avanzados para estudiantes y profesores. Investigadores y tesis de la Facultad de Ingeniería eran también usuarios habituales del Departamento de Cálculo Numérico, tanto para utilización del equipo como para asesoramiento. Un poco más tarde esta Facultad instaló su propio centro de computación. El Departamento lograba obtener ingresos propios al ofrecerle tiempo de cómputo a empresas y profesionales, en particular era habitual el uso por ingenieros que trabajaban haciendo cálculos de estructuras. Fortoul y otros comenzaron así con sus propios desarrollos de *software*, para luego fundar una empresa con equipo propio que tuvo éxito por varios años. Con esos ingresos el Departamento pudo otorgarme una beca para ir a estudiar en la primera carrera de computación en Latinoamérica, la carrera de «Computador científico», en la UBA —Universidad de Buenos Aires—, Argentina.

Entre sobresaltos e interrupciones causados por el conflicto político nacional, se lograba trabajar con entusiasmo y planear futuros emprendimientos, como era el de la creación de una Licenciatura en Computación.

En esa Venezuela con altos ingresos petroleros ya la computación penetraba con fuerza tanto en empresas privadas como en muchos organismos públicos, promovida por los proveedores ya instalados en el país, como IBM, NCR o Burroughs. En las empresas privadas proliferaban equipos de cómputo dedicados para nóminas o inventarios, la banca contratava equipos de mayor capacidad. Las compañías petroleras extranjeras incorporaban sus estándares de computación, incluidos los equipos y sistemas de mayor envergadura para la época. En algunos ministerios y en el Consejo Supremo Electoral (en la actualidad, Consejo Nacional Electoral) también se adquirieron equipos de gran porte.

Además del Departamento de Cálculo Numérico —después sería llamado «de Computación»— de la Facultad de Ciencias de la UCV, en las universidades se utilizaban también equipos de computación en las dependencias administrativas centrales.

Hasta entonces la demanda de formación de personal la satisfacían a niveles bajo e intermedio principalmente las mismas empresas proveedoras. La formación de personal de mayor nivel se intentaba resolver con becas para estudios de posgrado generalmente a profesionales de ingenierías.

En 1966 se produjo un nuevo retroceso democrático en Argentina —el golpe militar contra el Presidente Illía— seguido, casi inmediatamente, del allanamiento y desalojo de universitarios que protestaban en varias facultades de la UBA contra el recién aprobado decreto intervencionista de las universidades. Este suceso conocido como «la noche de los bastones largos» tiene como consecuencia la renuncia de una gran cantidad de docentes. Un nutrido grupo de profesores investigadores renunciantes de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales se incorpora al Departamento de Computación de la UCV: Cristina Zoltan, Víctor Pereyra, Gustavo Galimberti y Víctor Yohai. Todavía como estudiante se llegó en

este grupo Nélide Lugo. Ellos aportaron además su experiencia en la docencia de la carrera de «Computador científico». Debido a esta masiva renuncia de profesores quedó interrumpida la carrera de la UBA, por lo cual regresé a Venezuela sin haber culminado los estudios y me incorporé en proyectos en colaboración con el Cendes y luego como auxiliar docente hasta mi graduación.

Otros docentes-investigadores provenientes de Argentina se incorporan a diversos departamentos de la Facultad de Ciencias. Tales son los casos de Manuel y Cora Sadosky, Mitcha Cotlar, Rebeca Gruber. Oscar Varsavsky y su equipo de trabajo —Biancioto, O'Connel, Testa, Frenkel, Marzulli— se incorporan al Cendes. Se inicia una nueva etapa de colaboración más estrecha con el Cendes con el desarrollo de modelos de simulación socioeconómicos, bajo convenio con el organismo central de planificación nacional, Cordiplán. También se colaboraba con el estudio de la reforma agraria, en el que me tocó participar.

Cuando el físico argentino Manuel Bemporad asume la jefatura del Departamento de Cálculo Numérico de la UCV ya tenía tiempo en el país, incluso contaba ya con la nacionalidad venezolana, y se había desempeñado como investigador en el IVIC, primero, y la Facultad de Ingeniería, después. Sus conocimientos, junto con su capacidad organizativa y de gestión, se aplican, entre otras tareas, a la empresa de crear la Licenciatura en Computación, con el aliciente de contar con la presencia de una planta profesoral suficiente para iniciarla. Esta planta profesoral se completa con la incorporación a tiempos parciales de profesionales ocupados en empresas privadas, principalmente compañías petroleras, que por sus actividades no podían tener mayor dedicación a la docencia e investigación universitarias. Sin embargo, el aporte de este grupo fue muy valioso puesto que complementaba el enfoque teórico de la universidad con el conocimiento directo del funcionamiento del mundo empresarial, con sus herramientas habituales, los perfiles de personal requeridos, sus prácticas y necesidades de trabajo, sus problemas. Así se incorporaron Moros, Viso, Anzola, Díaz Zuluoga. Con dedicación completa se incorporó Suárez Flamerich.⁴

La carrera arrancó con pocos alumnos. Pronto ocurrió una explosión aparentemente no bien prevista: ingreso de cientos de estudiantes que hicieron tambalear el ambiente tranquilo de la Facultad de Ciencias. Con la creciente utilización de computadores en empresas e instituciones públicas se había acumulado una demanda de personal que aspiraba a ser de categoría profesional. Sin embargo, para ese momento solo existía la Licenciatura en Computación de la UCV. Por ejemplo, hubo que ingeniárselas para, con los recursos de computación de la época, enseñar programación a cientos de estudiantes. Costaba mantener el nivel deseado de enseñanza en formación matemática o estadística o profundizar en temas netamente computacionales.

El conflicto de la lucha armada que nos circunscribía había devenido en derrota militar y policial para las guerrillas y en el inicio de las políticas de pacificación durante el gobierno de Raúl Leoni (1964-1969). En las universidades los grupos y partidos de izquierda se encontraban divididos por las posiciones tomadas en cuanto a la decisión de abandonar la lucha armada. En medio de cierta confusión so-

4. Una visión de la creación de esta licenciatura, aunque el artículo se centra en una experiencia posterior, se puede ver en Julián Aráoz y Cristina Zoltan, «Human Resources Education in Computing at Simon Bolívar University, Venezuela- 1972 to 1985», en: John Impagliazzo (ed.), *History of Computing and Education 2: WCC 2006 Santiago, Chile*, IFIP 19th World Computer Congress, WG 9.7, TC 9: History of computing, proceedings of the Second Conference on the History of Computing and Education, ag. 21-24 2006, Santiago de Chile.

bre cómo continuar la actividad política en las universidades se difunden las noticias del mayo francés del 68. Aunque no fuera la única causa, puede pensarse que influyó notablemente en la dirección del movimiento de «Renovación universitaria» que se desplegó ese año y que fue disolviéndose lentamente hasta el año 75.⁵ En esa época, de continuas asambleas, se pasaba fácilmente del análisis y crítica renovadora al estilo destructivo —ofensivo y calumnioso— preludeo del lenguaje y práctica que ahora son comunes en quienes ejercen el poder en Venezuela.

Finalmente, la «Renovación universitaria» pasó con alguna pena y poca gloria. En la carrera de Computación trajo como consecuencia la decisión de no contratar más a profesores a dedicación parcial, con el argumento de que solo profesores a tiempo completo o a dedicación exclusiva podían ser efectivos en la enseñanza. Así se debilitó el contacto con el medio ambiente exterior y sus problemas. Incómodos por este ambiente conflictivo y el trato desconsiderado algunos profesores prefirieron aceptar ofertas de otras universidades.

En 1970 culmina el proceso de creación de la USB —Universidad Simón Bolívar— que absorbió algunos profesores de la UCV. La USB se convirtió en referencia académica en el país. Aunque su creación fue considerada por algunos de quienes participaron del proceso de renovación como un intento, desde el poder, de destruir a la UCV, el resultado final fue la aparición de un fuerte competidor en el mundo universitario. Una sana rivalidad que convirtió a ambas instituciones en ganadoras. En la USB se crean la carrera de Computación, inicialmente como licenciatura y poco después como una rama de ingeniería. Paulatinamente se van creando carreras afines en otras universidades públicas y privadas.

Me recibí de Licenciada en Computación en 1971, después de una larga espera por el acto académico de graduación, debido a la intervención con ocupación militar de la UCV en 1969, al comienzo del primer gobierno de Rafael Caldera. Fui miembro del personal docente del Departamento de Computación de 1972 a 1974.

Todos los departamentos universitarios de computación y afines, así como sus carreras, fueron evolucionando junto con el desarrollo global de la computación —con sus avances sucesivos: los *mainframes*, los minicomputadores, los computadores personales, las estaciones de trabajo y las redes— dado que, en general, siempre se obtuvo acceso a recursos para actualizar las dotaciones. Siempre con los sobresaltos e interrupciones de conflictos recurrentes de la incansable insurgencia antisistema.

Así fue hasta la consolidación del actual gobierno con lo que los herederos de la insurgencia llegaron finalmente al poder.

5. Nelson Méndez, *La Renovación en la Universidad Central de Venezuela (1968-1969): Érase una vez el futuro*. Disponible en: <http://www.analitica.com/bitblbio/nelson_mendez/renovacion.asp>.

Fulgor y ocaso de Ceuns. Una apuesta a la tecnología nacional en el sur de Argentina

Raúl Carnota y Ricardo Rodríguez

9.1	Introducción	128
9.2	Los contextos de surgimiento de Ceuns	129
9.3	El proyecto Ceuns	134
9.4	Discusión y conclusiones	143

9.1 Introducción

Durante la década de 1950 e inicios de la siguiente, numerosos centros académicos de varios países se plantearon proyectos de construcción de computadoras. En la Argentina, hacia el final de ese período, surgieron dos de ellos, en el marco del proceso de renovación universitaria del período posperonista.¹ El primero fue la Computadora Electrónica de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Buenos Aires (Cefiba), cuyo objetivo prioritario era la formación de un grupo de ingenieros capaces de dominar la nueva tecnología.² El segundo se desarrolló en la Universidad Nacional del Sur (UNS), situada en la ciudad de Bahía Blanca, y se proponía construir una computadora realmente operativa para la universidad que pudiera luego ser transferida a la industria nacional.

El proyecto Ceuns³ fue ideado por el ingeniero Jorge Santos, quien concretó su diseño durante su estadía en la Universidad de Manchester, donde colaboró en el desarrollo del modelo Atlas, primera computadora a transistores que produjo la empresa Ferranti. La pretensión de construir un computador en la remota Bahía Blanca se sostenía en la convicción, compartida por Santos y el grupo innovador de la UBA al que se hallaba ligado, de la necesidad de promover la independencia tecnológica como pilar del desarrollo económico y social del país, y en una serie de condiciones favorables técnicas, académicas y políticas.

En el plano internacional, en la Conferencia de París de 1959 sobre el tratamiento de la información, convocada por la Unesco, se discutieron la necesidad de construir computadoras «de bajo costo» y las posibilidades técnicas y económicas de tal proyecto. Por otra parte, en el ambiente universitario y científico del país se vivía un clima muy especial. Se había constituido en 1958 el Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (Conicet) y existían significativos fondos gubernamentales para las actividades de C&T.⁴ La UNS, fundada en 1956, ya albergaba, además del Laboratorio de Computación dirigido por Santos, otros núcleos importantes de investigación en diversas áreas como Edafología, Biología Marina y una escuela de Matemática liderada por la prestigiosa figura de Antonio Monteiro, quien brindó al proyecto un importante soporte político e intelectual.⁵

A su regreso a Bahía Blanca, en octubre de 1960, Santos logró, por intermedio del rector de la UNS, que la Legislatura de la Provincia de Buenos Aires (PBA) votara un subsidio destinado a la construcción de la computadora. Sumó, además, el compromiso formal de participación del Departamento de Matemática (DM).

El proyecto Ceuns comenzó en 1961 con estos auspicios favorables. Cuatro años más tarde, mientras en otras latitudes proyectos contemporáneos y similares ya habían culminado con éxito, la construc-

-
1. Pablo Buchbinder, *Historia de las Universidades Argentinas*, Buenos Aires, Editorial Sudamericana, 2005.
 2. Humberto Ciancaglini, «La Computadora Electrónica CEFIBA», en: J. Aguirre y R. Carnota (coms), *Historia de la Informática en América Latina y el Caribe*, Río Cuarto, Editorial Universidad de Río Cuarto, 2009.
 3. Computadora Electrónica de la Universidad Nacional del Sur. Antes del presente trabajo, el proyecto solo apareció tratado con algún detalle en: Nicolás Babini, *La Informática en la Argentina: 1956-1966*, Buenos Aires, Editorial Letra Buena, 1991.
 4. Pablo Buchbinder, *op. cit.*; María E. Estébanez y Carlos Prego, *Ciencia, Desarrollo y Universidad en la Argentina 1955-1966*, Campinas, IV ESOCITE, 2000; C. Prego y O. Vallejos (eds.), *La construcción de la ciencia académica: actores, instituciones y procesos en la Universidad argentina del siglo XX*, Buenos Aires, Biblos, 2010).
 5. Raúl Carnota y Ricardo Rodríguez, *Antonio Monteiro: pionero de los estudios de computación en Argentina*, en: II Simposio de Historia de la Informática en América Latina y el Caribe (II SHIALC), Medellín, 2012.

ción de la Ceuns, pese al esfuerzo y constancia de Santos y su equipo, tuvo que ser abandonada. ¿Cómo explicar este fracaso de un proyecto iniciado en unas condiciones tan positivas?

La causa directa fue la aguda falta de recursos humanos y materiales debida, fundamentalmente, a un cambio de las condiciones políticas; una circunstancia que convirtió al proyecto en patrimonio casi exclusivo de un pequeño grupo de desarrollo, solo constituido por ingenieros electrónicos. Por otra parte, entre su formulación y su abandono se había producido un cambio de foco en el diseño de las computadoras con la incorporación de componentes de *software*.

Luego del abandono del proyecto, cuando en la década de 1980 se constituyó formalmente un campo profesional y científico en computación dentro de la UNS, la experiencia de Ceuns fue ignorada como antecedente en las «historias oficiales» de las unidades académicas de la institución.

El presente trabajo, apoyado en el análisis de archivos personales e institucionales, y en los testimonios orales y escritos de numerosos protagonistas, se propone lograr una mejor comprensión del episodio Ceuns, al presentarlo en forma integrada con la historia argentina y con la evolución de la ciencia y la tecnología de las computadoras. También busca señalar cómo una mirada «presentista» de las historias institucionales tiende a desconocer aquellos episodios que escapan al punto de vista actual. Finalmente, es interesante notar que el proyecto fue un intento de desarrollar tecnologías «adecuadas» al contexto local, una cuestión que, posteriormente y hasta hoy, ha sido objeto de múltiples iniciativas y debates.

La sección 2 resume las condiciones de contexto iniciales y la sección 3 se dedica al desarrollo de Ceuns: su entusiasta formulación, sus primeros resultados y su abandono final. En la última sección se discute el cambio de las circunstancias políticas y tecnológicas iniciales y se reflexiona sobre la memoria histórica.

9.2 Los contextos de surgimiento de Ceuns

9.2.1 Computadoras de «bajo costo»: ¿comprar o construir?

En los años 50 los precios de las computadoras las hacían prohibitivas para muchos centros académicos nacionales e internacionales. Los diversos intentos de construir computadoras de «bajo costo» en aquella época estuvieron técnicamente habilitados por tres novedades: la aparición de los transistores y, con ellos, los circuitos de estado sólido que necesitaban y disipaban muchísima menos energía; la construcción de memorias en redes de núcleos magnéticos, en lugar de tambores giratorios para el almacenamiento primario; y, originalmente menos importante pero de fuerte impacto con el correr de los años, la conceptualización de la multiprogramación. Los primeros intentos de la industria, como los de Digital Equipment Corporation (DEC) aún no cubrían ese nicho. La PDP-1 se comercializaba en 1959 a unos ciento veinte mil dólares.

Una justificación conceptual y económica para ese tipo de proyectos la dio M.M. Lehman en 1959.⁶

6. M. Lehman, *The specification of a cost limited digital computer*, en: *Proceedings of the International Conference of Information Processing*, Unesco, Oldenbourg, Butterworth, París, 1960, pp. 365-374. Se presentó en la Conferencia sobre Procesamiento de Información, convocada por la Unesco, que dio lugar a la constitución de IFIP y albergó un «Symposium on the Logical Organization of Very Small Computers». Disponible en: <<http://unesdoc.unesco.org/images/0012/001267/126713EB.pdf>>.

Lehman revistaba en el Ministerio de Defensa de Israel y había trabajado anteriormente para Ferranti. Su análisis sostenía que 10 % del precio de un equipo en venta en el mercado correspondía a componentes y 15 % a mano de obra. El 75 % restante estaba compuesto por gastos de publicidad y ventas, sobrecostos varios y ganancias empresarias. Allí especificaba el diseño de una computadora cuyo costo en componentes y materiales no debía exceder los doce mil dólares, a ser construida en dieciocho meses por un equipo *full time* compuesto por 6 matemáticos e ingenieros con calificación académica y 4 técnicos electrónicos que dispusieran de un laboratorio instalado y de los servicios de infraestructura «habituales» en los centros académicos. Para Lehman la construcción (en lugar de la compra) de una computadora sería de particular relevancia «para organizaciones ubicadas en áreas de monedas débiles o subdesarrolladas, ya que parece que el gasto de divisas fuertes que implica comprar una máquina puede frecuentemente reducirse en un noventa por ciento si la máquina es construida localmente». ⁷ También mencionaba la posible creación de una industria local a partir de la transferencia del desarrollo una vez que fuera demostrado el éxito del proyecto inicial. Este fue un punto clave en el planteo de Ceuns. ⁸ La especificación de Lehman estaba orientada a la constitución lógica y física de las memorias. Programación era un término que denotaba exclusivamente a las aplicaciones o a los lenguajes para construirlas. Esta concepción la adoptaría Santos en la formulación de su proyecto. Vale la pena mencionar que, a fines de la década de 1950 y comienzos de la de 1960, era un tema de debate la importancia estratégica del diseño y desarrollo de computadoras. Los proyectos Cirrus y Sabrac ⁹ fueron dos casos paradigmáticos que alcanzaron trascendencia en publicaciones académicas, pero hubo muchos más. En este sentido, la iniciativa de Santos no era un hecho aislado, sino que estaba en consonancia con un desarticulado movimiento internacional.

9.2.2 La introducción de la computación en Argentina

En 1960 Argentina festejaba el sesquicentenario de la revolución que dio inicio a su independencia de España. Ese año fue clave en la introducción de la computación en el país. Durante la exposición del aniversario, IBM presentó un modelo 305 que contestaba preguntas del público. Poco después instaló una 650 con sistema de discos Ramac en su data center y colocó otra en la empresa Transportes de Buenos Aires. En noviembre llegó a Buenos Aires la Ferranti Mercury (FM) para el nuevo Instituto de Cálculo (IC) creado en la Facultad de Ciencias Exactas (FCEN) de la UBA. Durante ese mismo año Ferrocarriles Argentinos había recibido dos equipos Univac SS-90 de la nueva tecnología de estado sólido y se fundaron sociedades profesionales como la Sociedad Argentina de Cálculo (SAC) y la Sociedad Argentina de Investigación Operativa (Sadio). El año siguiente se puso en marcha la FM y los equipos Univac, se realizó el primer congreso de la especialidad y se instalaron en algunas otras empresas equipos IBM. ¹⁰

7. M. Lehman, *op. cit.*

8. Ernesto García Camarero señala que en la época la opción de comprar o construir no pasaba por el costo, dado el alto precio de las computadoras «industriales». Comprar producía «rendimiento» inmediato a costa de iniciar una dependencia tecnológica en un área aún incipiente, a la cual «cabía la esperanza de incorporarse desde sus comienzos». Ernesto G. Camarero, entrevista por los autores, junio 2010. En 1960 de la UNAM surgió la propuesta de un proyecto latinoamericano de desarrollo de una computadora de costo menor a 20 mil US\$.

9. Sabrac: proyecto dirigido por M. M. Lehman en el Ministerio de Defensa de Israel. Ver: M. Lehman, Rayna Eshed y Z. Netter, «SABRAC, A New Generation Serial Computer», *Comp. Sys. Iss. IEEE Trans. on Electr. comp.* 12, núm. 5, 1963, pp. 618–628. Disponible en: <<http://www-dse.doc.ic.ac.uk/~mml/>>; Proyecto Cirrus, Electrical Engineer Dept. University of Adelaide, Australia. Disponible en: <<http://www.acs.org.au/media/docs/mcli/ACSfinal.pdf>>.

10. Babini, *Op. Cit.*

9.2.3 La renovación universitaria y la Universidad Nacional del Sur

La UNS se fundó en enero de 1956, a pocos meses del derrocamiento del gobierno del general Perón, sobre la base del Instituto Tecnológico del Sur (ITS), que tenía una débil tradición docente y una nula de investigación.¹¹ El rector organizador fue el filósofo Vicente Fatone, un referente de la renovación universitaria.¹² Acompañaron a Fatone figuras destacadas de ese movimiento, como el doctor Rolando García, futuro decano de Ciencias Exactas de la UBA, y el economista crítico Enrique Silberstein. Fatone y sus asesores procuraron plasmar en la UNS dos cuestiones: el estímulo a la investigación, mediante la dedicación exclusiva, y la renovación universitaria a través de la organización departamental de la docencia y la creación de institutos de investigación, todos ellos aspectos en los que fue pionera en el país.¹³

Las condiciones para promover el proyecto universitario renovador en Bahía Blanca eran inicialmente favorables. La UNS era un antiguo anhelo de la población bahiense desde hace más de 30 años. Existía una estructura previa, el ITS, pero su accidentada trayectoria no había permitido la constitución de sólidos núcleos de poder interno que, como ocurrió en la UBA, opusieran una resistencia importante a las nuevas propuestas.¹⁴ La principal fuerza interna organizada era la Federación Universitaria del Sur (FUS), de orientación reformista.¹⁵ Por otra parte, se vivía un momento de promoción de las actividades de ciencia y tecnología en el país, en el marco del proyecto «desarrollista». El proyecto universitario renovador coincidió, en esos primeros años, con algunas facetas sustanciales de la política gubernamental que reconocía en la promoción de la ciencia un instrumento fundamental para asegurar el «desarrollo» económico, en el contexto de las teorías promovidas por la Cepal. Es el período en que se funda el Conicet y se inicia la carrera de investigador que se suma a la expansión del sistema de dedicación exclusiva en las universidades. Los recursos económicos dispuestos para apoyar la tarea científica se incrementaron significativamente en un marco internacional de aumento general de dichos fondos.¹⁶ La UNS contó, en sus primeros tiempos, con recursos suficientes como para lograr la instalación de profesores con dedicación exclusiva en Bahía Blanca, con el fin de constituir núcleos de investigación, algo poco habitual en la vida universitaria argentina hasta ese momento. Así es como, en muy poco tiempo, quedó integrada en la ciudad sureña una pequeña comunidad académica y de investigación de buen nivel, integrada en muchos casos por personas «trasplantadas» a Bahía Blanca desde otros puntos del país. Todo esto favoreció también las relaciones entre los miembros de esa comunidad.¹⁷

-
11. M. Cernadas de Bulnes, *Universidad Nacional del Sur 1956-2006*, Bahía Blanca, Editorial UNS, 2006; E. Fernández Stacco, *Abandono a la contemplación: Apuntes para la historia de la Universidad Nacional del Sur*, Buenos Aires, Editorial Universitaria Rioplatense, 2009.
 12. Fatone había integrado la terna de candidatos a rector de la UBA que la federación estudiantil porteña (FUBA) le presentó al gobierno surgido del golpe de estado antiperonista. Ver: Pablo Buchbinder, *op. cit.*
 13. «El proceso de modernización académica de la Universidad postperonista, cuyo paradigma fue la FCEN-UBA, tuvo dos nudos conectados pero diferenciados: a) la cuestión del desarrollo científico-tecnológico, relacionada en términos histórico-ideológicos, con la perspectiva y la problemática —tanto local como latinoamericana— del desarrollo (...) y b) la cuestión de la educación superior y su transformación, vinculada con la ancha corriente del pensamiento y movimiento reformista...» María E. Estébanez y C. Prego, *op. cit.*
 14. Fernández Stacco, *op. cit.*; C. Prego, y O. Vallejos (eds.), *op. cit.*
 15. El término reformista alude a la corriente universitaria renovadora, democrática y antiimperialista, nacida en Argentina en 1918 y luego extendida a América Latina. «No queremos una Universidad más, sino una Universidad nueva» era el lema de la FUS que presidía la Comisión Popular Pro Universidad del Sur. Ver: E. Fernández Stacco, *op. cit.*
 16. Pablo Buchbinder, *op. cit.*
 17. Hay que tener en cuenta que este núcleo «ilustrado» se encontraba inmerso en un medio social bastante cerrado y conservador, lo que facilitó los vínculos entre ellos. Incluso existía un pequeño barrio universitario, con una docena y media de casas.

9.2.4 Antonio Monteiro y la Escuela de Matemática de Bahía Blanca

El doctor Antonio Aniceto Monteiro, de nacionalidad portuguesa, había llegado a la Argentina en 1950, luego de tener que abandonar su país natal, primero, y Brasil, después, a causa de la persecución política que había sufrido por sus posiciones antifascistas. Pese a las condiciones adversas había dejado una huella profunda, tanto en la matemática portuguesa como en la brasileña. Al llegar a la Argentina se había incorporado a la Universidad de Cuyo, donde tuvo una participación destacada en el Departamento de Investigaciones Científicas (DIC).¹⁸ Fatone lo había convocado en 1956, junto a Oscar Varsavsky (otro antiguo miembro del DIC), para fundar una carrera y una escuela de investigación en matemática. Al año Varsavsky optó por instalarse en Buenos Aires y Monteiro se mudó a Bahía Blanca, donde fundó el Instituto de Matemática, alrededor del cual en pocos años se formó una de las más importantes escuelas de esta disciplina en el país.

Además de un destacado investigador en Álgebra de la Lógica, Monteiro era una personalidad cuyo horizonte intelectual estaba abierto hacia todas las direcciones. Por ambos motivos la aparición de las computadoras atrajo su atención como fenómeno social y como objeto de reflexión teórica.¹⁹ Eduardo Ortiz, compilador de su obra, afirma que:

«El interés de Monteiro y de sus estudiantes por el campo de la Lógica Algebraica fue estimulado en los inicios de la década de 1960 por el surgimiento de las computadoras automáticas electrónicas y, en forma más directa, por su llegada a las universidades argentinas. Mientras que la actividad computacional en la Universidad de Buenos Aires (UBA) estaba centrada en sus aplicaciones numéricas, el interés de la escuela de Monteiro en Bahía Blanca estaba mucho más próximo a las cuestiones de la lógica algebraica y a los fundamentos teóricos de la computación, estudios en los que fue pionera en Argentina....»²⁰

Al poco tiempo de instalado en la UNS, Monteiro comenzó a promover dichos estudios teóricos. En 1959 invitó al doctor Makoto Itoh, quien dictó un curso sobre «Aplicaciones de la Lógica Modal en el Diseño y Síntesis de Circuitos», y en 1960 fue el turno del profesor Jean Porte, del Instituto Blaise Pascal, quien tuvo a su cargo un seminario sobre «Teoría de las Funciones Recursivas». También

18. Sobre la vida de Monteiro ver, por ejemplo, Edgardo Fernández Stacco, *Antonio A. Monteiro (31/05/1907-29/10/80)*, conferencia pronunciada en: reunión de la UMA, Rosario, 22 de setiembre de 2000. También se puede consultar la siguiente dirección electrónica: <http://www.union-matematica.org.ar/links_de_interes/antonio_monteiro.html>. Existe un sitio dedicado al célebre matemático: <<http://antonioanicetomonteiro.blogspot.com/>>. Igualmente, puede consultarse Eduardo L. Ortiz, «Professor Antonio Monteiro and contemporary mathematics in Argentina», *Portugaliae Math*, vol. 39, fasc. 1-4, XIX-XXXII, 1980.

19. Diversos testimonios dan cuenta de ese interés de Monteiro. Fernández Stacco recuerda que «una de las preocupaciones que manifestaba Monteiro en sus amenas charlas luego de las clases, era el desarrollo de la automatización, por su incidencia en el mejoramiento de la calidad de vida de los obreros (...) y concluía que era necesario promover los estudios en las Ciencias de la Computación». Edgardo Fernández Stacco, «Dr. Antonio A. Monteiro. Pionero de la matemática moderna en la patagonia argentina», en: *Actas del Coloquio Dr. António Aniceto Monteiro (on the centenary of his birth)*, Lisboa, 2007. Su discípulo Roberto Cignoli refiere que a Monteiro le interesaban los problemas teóricos que la computación podría aportar a las matemáticas. Roberto Cignoli, entrevista de los autores, Buenos Aires, mayo de 2009.

20. Eduardo L. Ortiz y Alfredo Pereira Gomes, «The Works of Antonio Monteiro. Prologue», London, The Humboldt Press, 2008, pp. xxvii-xx. La traducción es de los autores. La cita completa original es la que sigue: «The interest of Monteiro and his students for the field of algebraic logic was enhanced in the early 1960s by the advent of automatic electronic computers and, more directly, by their arrival to universities in Argentina. While activity on computers at the University of Buenos Aires was centered on their numerical applications, Monteiro's school in Bahía Blanca was more closely interested in matters of algebraic logic and the fundamentals of theoretical computing, which they pioneered in Argentina. Through their research they opened contacts with several foreign schools in that field, particularly with those in France and Poland. As Cignoli has pointed out, the perspectives opened by computers had an impact on the methodology he used in the study of classes of algebras: Monteiro was in favor of using finitistic and combinatorially oriented research techniques».

logró que la UNS se suscribiera a revistas como *Communicatios of the ACM* y *The Journal of Computers*.²¹

9.2.5 La formación del Seminario y el Laboratorio de Computación

Jorge Santos se había graduado en la Facultad de Ingeniería de la UBA, donde había sido ayudante de cátedra hasta que, en 1953, su contrato no fue renovado al igual que el de otros docentes, entre ellos Manuel Sadosky, por no estar afiliado al partido gobernante.²² Las solidaridades creadas entre los docentes desplazados dieron lugar a que, cuando Fatone se hizo cargo de la UNS, invitara a Santos a integrarse a la institución.²³ Esto implicaba mudarse a Bahía Blanca con un contrato de dedicación exclusiva y con una remuneración acorde, dos novedades para el estándar universitario de la época.²⁴

Santos conocía el nuevo fenómeno de la computación gracias a la influencia intelectual de Manuel Sadosky.²⁵ Lo que conocía de las computadoras provenía «...de hablar con Sadosky, que decía “tenemos que hacer una máquina, en lugar de diez mil válvulas va a tener dos mil válvulas, pero hay que hacerla”. Todo lo que yo sabía era a través de los artículos de Sadosky, que salían en las revistas de la época».²⁶ A poco de instalarse en Bahía, Santos propuso a un grupo de estudiantes y graduados jóvenes de ingeniería la constitución de un «Seminario de lógica y diseño de computadoras» que, en 1957, ya estaba en pleno funcionamiento. A la vez conformó el Laboratorio de Computadoras para realizar actividades de ingeniería. Esta iniciativa ocurrió al mismo tiempo que las primeras actividades encaradas en Buenos Aires.²⁷

Fue en la UBA y en la UNS, escenarios destacados de la renovación universitaria, donde se promovieron los primeros desarrollos de la computación en la Argentina.

Para 1958 en el Laboratorio de Computación se construyó una Unidad Aritmética sencilla.²⁸ Santos y uno de sus colaboradores, Héctor Arango, también realizaron un primer trabajo teórico²⁹ y asistieron al

21. Agradecemos a la licenciada Leticia Giretti de la Biblioteca Monteiro de la UNS.

22. «En 1953 fue reformada la Ley Universitaria de 1947, adjudicándose el Estado la potestad de regular la administración interna de las casas de estudio y las pautas de los cursos. Este cambio (...) impulsó un nuevo y lento proceso de expulsión de alumnos y docentes que rechazaron los requerimientos de adhesión explícita al gobierno». Tomado de: Pablo Buchbinder, *op. cit.*, pp. 164 -165.

23. «En el año 53... terminaron de echar a los últimos no afiliados peronistas que quedaban... Y en ese momento Fatone agarró la dirección de la traducción de la enciclopedia francesa Quillet de treinta tomos. Sadosky era la cabeza del grupo que traducía todas las voces que decían “tecnología” (...) Y Sadosky las distribuía, tenía una tercera línea. Y yo me contacté con Sadosky y me dice mire, ¿quiere hacer traducciones?” “Sí, fenómeno”. Yo jamás lo había visto a Fatone, a Sadosky sí. Y cuando se creó la Universidad del Sur y nombraron rector organizador a Fatone, éste empezó a averiguar por sus lugartenientes de la Quillet, qué tipos tenían...». Tomado de: Jorge Santos, entrevista de los autores, Bahía Blanca, junio 2009.

24. Al respecto de la remuneración ofrecida, Santos recuerda que el monto era de nueve mil pesos de la época. Para contextualizar la valía del pago, basta señalar que esta cantidad de dinero duplicaba lo que podía ganar en Buenos Aires aun sumando la remuneración de tres trabajos: jefe de Trabajos Prácticos de dedicación simple en la FIUBA, ingeniero en la planta de General Electric e instalador eléctrico por cuenta propia. Información tomada de: Jorge Santos, entrevista de los autores, Bahía Blanca, junio de 2009

25. Jorge Aguirre, «Semblanza de Manuel Sadosky», en: J. Aguirre y R. Carnota (comps.), *Historia de la Informática en América Latina y el Caribe*, Río Cuarto, Editorial Universidad de Río Cuarto, 2009.

26. Jorge Santos, entrevista de los autores, Bahía Blanca, junio de 2009.

27. En Buenos Aires, en 1957, se realizó un ciclo de conferencias públicas para difundir la computación y se constituyeron seminarios en Ingeniería y en Ciencias Exactas de la UBA. Ver: Nicolás Babini, *op. cit.*

28. J. Santos et al., «Desarrollo de una Unidad Aritmética experimental transistorizada», *Revista Ciencia y Técnica del Centro de Estudiantes de Ingeniería*, vol. 129, núm. 648, Buenos Aires, 1960.

29. J. Santos y H. Arango, «Un método de síntesis de circuitos combinacionales», *Revista Ciencia y Técnica del Centro Estudiantes Ingeniería*, vol. 127, núm. 639, 1959, pp. 205-213.

curso de Álgebra de la Lógica dictado por Monteiro. En aquella época aún estaba en discusión la característica de las memorias. Todavía se consideraba, por ejemplo, la posibilidad de una «memoria trivaluada», por lo que los temas de trabajo de Monteiro interesaron a Santos y a Arango por sus potenciales aplicaciones en la ingeniería. De estos contactos surgió unos años más tarde una línea de trabajos teóricos paralela al desarrollo de Ceuns que, a diferencia de éste, sobrevivió en la memoria histórica. Por todo esto no resulta extraño que, ya en 1958, el flamante Laboratorio de Computadoras «consolidó un vínculo de colaboración con el Instituto de Matemática de la UNS».³⁰

El empuje del grupo de computación fue fundamental para solicitar la creación del Departamento de Electrotecnia (DE) de la UNS, como unidad académica separada de Ingeniería.³¹ Por otra parte, funcionarios de la Unesco, que visitaron Bahía Blanca en 1957 y 1958, discutieron con las autoridades la posibilidad de constituir el «Centro Regional de Lógica-Matemática y Computación» en la ciudad,³² y declararon haber tenido una «impresión muy favorable» respecto del «grupo de investigadores y estudiosos de lógica, matemática y de computadores matemáticos que encabezan respectivamente el profesor Monteiro y el ingeniero Santos».³³

9.3 El proyecto Ceuns

9.3.1 La experiencia de Manchester y la formulación de Ceuns

Una de las primeras actividades del flamante Conicet, presidido por el doctor Bernardo Houssay, fue otorgar becas de perfeccionamiento en el exterior a las nuevas camadas de investigadores de las universidades. Santos fue seleccionado y salió del país en agosto de 1959. Su tema de estudio fue «Diseño lógico en computadoras digitales».³⁴ El lugar de trabajo era la Universidad de Manchester, que tenía una alianza con la empresa Ferranti y de donde había surgido el equipo Mercury, adquirido por el IC de la UBA. La estadía de Santos en Manchester coincidió con el diseño del Atlas, sucesor de la Mercury, proyecto dirigido, al igual que el anterior, por Tom Kilburn. Gran Bretaña era líder en el diseño de computadoras³⁵ y Santos participó en el equipo desarrollando el algoritmo de división.³⁶

Sin embargo, el resultado principal de su estadía fue otro. En el ambiente productivo de Manchester empezó a plasmarse lo que había sido una indicación de Sadosky años atrás: «Tenemos que hacer una máquina».³⁷ No se trataba de una fantasía. En la Argentina de esos años tenía un peso importante el

30. Tomado de: Informe del Ing. Santos, Presentación del proyecto Ceuns, Expediente 616 del ejercicio 1961 de la UNS.

31. Hay una nota firmada por profesores y alumnos en: Expediente 2.598 del ejercicio 1957/58 de la UNS.

32. La referencia aparece en el Acta 111 del Consejo Superior de la UNS, que refleja la reunión del 10 de marzo de 1958, en la que también participaron Monteiro y Santos.

33. La edición del 18 de abril de 1958 de *La Nueva Provincia* (diario de Bahía Blanca) refleja la visita de James Swarbrick, subdirector del Centro de Cooperación Científica de la Unesco en Montevideo.

34. La obra *Logical Design of Digital Computers* de M. Phister había sido publicada recién en 1958.

35. «Los inventores de la memoria virtual son Kilburn y compañía, la memoria virtual se implementó en Atlas, era una máquina que tenía un montón de innovaciones, y sin embargo IBM, desde el punto de vista comercial, fue mucho más exitosa (...) Par a par, siempre la máquina inglesa era mejor, pero la máquina norteamericana se vendía y la máquina inglesa no». Jorge Santos, entrevista de los autores, Bahía Blanca, junio de 2009. Ver: <<http://www.computer50.org/kgill/atlas/atlas.html>>.

36. Jorge Santos, «Diseño de un divisor digital rápido», *Revista Ciencia y Técnica*, vol. 129, núm. 691, 1960.

37. «La posibilidad concreta de desarrollar una máquina, con especificaciones preliminares y análisis de costos, debe haber sido de principios del 60.

ideario «desarrollista» que postulaba la industrialización como camino para la superación del «subdesarrollo».³⁸ Santos, influenciado por esta visión, imaginaba la inminencia de un proceso de industrialización que «(...) no necesariamente (...) deba reproducir paso a paso la evolución histórica de otros países más industrializados», de lo cual infería que las nuevas industrias poseerían «(...) un grado elevado de automatización y un uso intensivo de elementos de control y cálculo digital (...)» y, por lo tanto, se daría el «comienzo de una utilización intensiva de computadores».³⁹ Por otra parte, se inspiraba en los cálculos de factibilidad técnica y económica explicitados por Lehman.⁴⁰

Esta difusa concepción «desarrollista» se combinaba, en muchos casos, con la clara conciencia de la dependencia tecnológica de los centros de poder mundial y la búsqueda de su superación.⁴¹ El proyecto Ceuns quedó enmarcado en el «desarrollo de tecnologías no existentes en el país, no publicables en revistas científicas pero que hacen a la independencia tecnológica».⁴² Con esta determinación, el grupo de Santos realizó en paralelo una producción teórica destacada, con publicaciones de impacto internacional.⁴³

Indudablemente, el proyecto Ceuns había sido compartido previamente con Monteiro, como lo revela una carta personal enviada por Santos desde Gran Bretaña, donde le dice que revisó su diseño de Ceuns con Kilburn y su equipo, y que «(...) lo encontraron muy bien y factible de ser construido». Optimista, le manifiesta que «el único inconveniente puede ser falta de fondos, pero si tenemos la plata y no hay mayores líos políticos, creo que la podemos hacer».⁴⁴ Le comenta que para la etapa final van a «necesitar la ayuda de calculistas científicos y programadores, de modo que convendría orientar algunos de sus alumnos en esa dirección». Le informa de su intención de dictar un curso básico sobre computadores, que sirva a ingenieros y matemáticos, de modo de que «al final del mismo podremos hablar un lenguaje común y cambiar ideas sobre el proyecto de Ceuns». Para ratificar la conveniencia de la propuesta, Santos alega: «A Uds. les convendría tener un conjunto de órdenes para ejecutar operaciones lógicas un poco más numeroso que el que tienen las computadoras comunes».

Todo lo antedicho pone de manifiesto que la construcción en Argentina de una computadora pequeña de costo limitado parecía un objetivo loable y alcanzable.

Quando vine a la Argentina, entonces sí ya venía con la idea "vamos a hacer una atlitás". Jorge Santos, entrevista de los autores, Bahía Blanca, junio de 2009.

38. Cepal, *Informe Económico de América Latina de 1949*, Nueva York, Cepal, 1950; Celso Furtado, *Desarrollo y Subdesarrollo*, Buenos Aires, Eudeba, 1964.

39. Tomado de: Informe del Ing. Santos, Presentación del proyecto Ceuns, Expediente 616 del ejercicio 1961 de la UNS.

40. M. Lehman, *op. cit.*; Jorge Santos, «Diseño Lógico de una Computadora digital de costo limitado», *Revista Telegráfica Electrónica de Buenos Aires*, febr. 1961.

41. En la misma época que narramos se produjeron otras notables iniciativas, entre las cuales se destaca la construcción del reactor experimental RA-1 en la Comisión de Energía Atómica (CNEA), y luego el proceso de desarrollo de la primera central nuclear con fuerte control de técnicos locales.

42. La conceptualización del proyecto Ceuns se hizo en el siguiente contexto: «(...) el grupo adopta dos líneas de trabajo, paralelas, pero "interfertilizadas": la primera está relacionada con el desarrollo de tecnologías no existentes en el país, no publicables en revistas científicas pero que hacen a la independencia tecnológica; la segunda línea se refiere a trabajos de investigación sometidos a arbitrajes rigurosos en revistas y congresos de la especialidad. En la primera línea se inscribe el Proyecto Ceuns». En: Jorge Santos, *La Ingeniería de Computación en la Universidad Nacional del Sur*, Buenos Aires, 2003. Ubicación: Biblioteca Babini en la Sociedad Argentina de Informática e Investigación Operativa (Sadio).

43. José María Arango, «La Matemática en el Sur», en: Luis Santaló et al., *Evolución de las Ciencias en la República Argentina 1923-1972. Tomo I. Matemática*, Buenos Aires, Sociedad Científica Argentina, 1972.

44. La carta citada es una de las varias que cruzaron ambos especialistas durante la estadía de Santos en Manchester, y pertenece al archivo personal de Monteiro. Agradecemos a Luiz Monteiro por su hallazgo y por la gentil cesión de tan valiosa documentación.

9.3.2 Puesta en marcha del proyecto Ceuns

Cuando Santos regresó a Bahía Blanca su fuerte convicción tenía sustento. En dos años había creado un grupo de trabajo con resultados, gozaba de reconocimientos y apoyos, venía de un año de estadía en un lugar «de punta», donde había puesto «las manos en la masa» en la tarea de diseño del más avanzado de los computadores del momento, y tenía un proyecto elaborado y sustentable. Con ese empuje logró entusiasmar al doctor Martella, rector de la UNS, y éste, a su vez, a un diputado provincial de la zona. En este sentido, fue la conjunción de tres aspectos favorables (el entusiasmo de la comunidad científica, la existencia de un proyecto sólido y un ambiente político favorable a la inversión tecnológica) lo que llevó a la Legislatura provincial a votar, ese mismo fin de año, un subsidio de 100 mil dólares para la concreción material de la Ceuns, subsidio a ser desembolsado en cinco cuotas, en correspondencia a los años programados para la finalización.⁴⁵ En el presupuesto provincial para 1961 quedó incluida la primera cuota de veinte mil dólares.

El proyecto se elevó al rector y al CS de la UNS en enero de 1961.⁴⁶ La presentación proponía como meta la puesta en marcha del Centro de Cálculo de la UNS, equipado con la máquina que iba a construirse. Se consideraba que los cinco miembros del Seminario, en la medida en que tuvieran una dedicación *full time*, y recibieran las remuneraciones correspondientes, serían suficientes. Tan solo se requería la presencia de un «asesor matemático» para desarrollar los «métodos de programación». Santos tomaba como un hecho el subsidio votado por la PBA y proponía una distribución de los recursos, según la cual 25 % era para componentes y materiales, y 75 % para remuneraciones, contratación del «asesor» y becas y viajes de intercambio. El laboratorio era considerado adecuado mientras no se incorporara más gente al equipo.⁴⁷ Aunque el objetivo era un desarrollo dentro y para la universidad, estaba presente la idea de transferirlo a la industria argentina.⁴⁸

Una breve caracterización de la Ceuns apareció en el Boletín de la Sociedad Argentina de Cálculo (SAC):

La Universidad Nacional del Sur ha encarado la construcción de un computador de bajo costo (...) Entre las características esenciales de este computador podemos señalar que (...) se ha decidido que sus códigos de operación y su forma operativa estén basados en los del Mercury. Esto permitirá iniciar especialistas en el trabajo con el computador Ceuns (...), que luego podrían pasar a trabajar en el Mercury sin mayores dificultades. El Ceuns contará con una memoria de trabajo, con acceso inmediato a núcleos magnéticos, de 64 palabras de 36 bits dividida en 4 páginas. Esta memoria es ampliada con otra, también a núcleos magnéticos y de

45. Informe del Ing. Santos, Presentación del proyecto Ceuns, Expediente 616 del ejercicio 1961 de la UNS. Además, en este punto coinciden los distintos testimonios.

46. La presentación está contenida en: Informe del Ing. Santos, Presentación del proyecto Ceuns, Expediente 616 del ejercicio 1961 de la UNS.

47. El grupo en ese momento lo formaban Jorge Santos, Héctor Arango, Bety Kerlleñevich, Natalio Kerlleñevich y E. Chapunov, como técnico. Héctor y Natalio estaban recién graduados y Bety llevaba 5 años como ingeniera. Natalio había obtenido una beca para estudiar un año en el MIT. El laboratorio estaba adquiriendo un oscilógrafo con un subsidio del CNCT. La partida para componentes y materiales era el doble de lo presupuestado por Lehman y por el propio Santos en su elaboración previa, pero se correspondía con un reparto lógico del subsidio.

48. «Yo me vine con Kilburn en la cabeza. Pensaba que la Universidad del Sur es a Argentina lo que Manchester es a Inglaterra»: Testimonio del ingeniero Santos; «El objetivo era (...) desarrollar una capacidad nacional en el campo estratégico de la computación» y «construir un computador que (...) sirviera como prototipo industrial»: Héctor Arango, entrevista por los autores, noviembre de 2009; «El proyecto Ceuns (...) implicaba hacer tecnología nacional, éste era el determinante fundamental en el que radicaba el gran valor del proyecto»: Victoria Bajar, entrevista por los autores, abril de 2009.

acceso inmediato, de tipo fijo. La memoria fija contendrá las rutinas de raíz cuadrada, logaritmo, división y seno en 128 palabras y no es modificable. Los datos e instrucciones serán mantenidos en un tambor magnético de 9.000 palabras y desde allí transferidos —por páginas— a la memoria de trabajo. El programa será secuencial; un registro de próxima instrucción llevará la cuenta y se podrá modificar para producir una bifurcación. La entrada será por medio de un lector de cinta de papel y la salida por un perforador de cinta o por una máquina de escribir.⁴⁹

El diseño de Ceuns mantenía un «aire de familia» con el original de Lehman.⁵⁰ En 1961, cuando comienza el proyecto Ceuns, Santos dicta un curso de «Diseño lógico de computadoras» con validez para la licenciatura en Matemática. También promueve un acuerdo formal con el Departamento de Matemática y el Instituto de Matemática.

En una reunión en junio de ese mismo año se plantea la creación de un área en el IM con la participación de dos profesores, los ingenieros Daub y Diez, quienes para ese momento carecían de conocimientos de programación y debían ser inscritos en cursos de adiestramiento en los meses siguientes. Esto no ocurrió y, en febrero de 1962, Santos dirige un memo a Monteiro donde le reitera la necesidad de incorporar matemáticos, ya no a la etapa de diseño de la máquina, puesto que ya está en marcha, sino a la fase de desarrollo de aplicaciones originales, entre las cuales cree que podrían tener un progreso muy notorio las de tipo «no numérico».⁵¹

9.3.3 Comienzan las dificultades

En agosto de 1961, el gobierno de la PBA libró una orden de pago por un monto de 1.300.000 pesos m/n.⁵² Santos propuso asignar ese dinero del siguiente modo: contratación por 18 meses del técnico del Laboratorio, un flujo asegurado para gastos menores por un año y una reserva importante para la compra de componentes. Al demorarse la recepción de esa cuota, Santos solicitó a las autoridades de la UNS un adelanto de 20 mil pesos so pena de parálisis del proyecto, lo que le fue otorgado. Para colmo, en ese tiempo, su equipo había menguado y se había reducido a solo dos personas de dedicación plena.⁵³ Finalmente, el pago se hizo efectivo y el técnico pudo ser contratado, pero fue lo único que se percibió del subsidio. En marzo de 1962 una crisis política desencadenó la intervención federal a la PBA, incluida la disolución de su Poder Legislativo. Poco después, el presidente Frondizi fue derrocado. Si bien estos actos no implicaban la derogación de lo aprobado más de un año atrás, evidentemente las relaciones de representación política y el marco ideológico que habían posibilitado el logro de ese apoyo financiero se habían quebrado.

49. Sociedad Argentina de Cálculo, *Boletín núm. 2*, Buenos Aires, en. 1961. El contenido del boletín puede consultarse en la dirección: <<http://www.elgranerocomun.net>>.

50. En el diseño de Santos se proponía un punto flotante en lugar de fijo; base octal en vez de binaria directa y una memoria interna con rutinas fijas y otra rápida para intercambio con el tambor. M. Lehman, *op. cit.*; J. Santos, «Diseño Lógico de una Computadora digital de costo limitado», *Revista Telefónica Electrónica de Buenos Aires*, febr. 1961.

51. En una nota previa al profesor Arango, director del DM, Santos lamenta que este plan no haya avanzado y, al tomar conocimiento de que el DM pide la contratación por tres años del ingeniero Diez con dedicación exclusiva para trabajar en el desarrollo de Ceuns, le manifiesta que no va a apoyar la vinculación de este docente al proyecto con un programa de trabajo que de ninguna manera constituye investigación, sino apenas la formación básica que se había acordado para empezar. La nota y el memo, evidencia del fracaso del acuerdo formal, se encontraban en los archivos ya mencionados, cedidos por Luiz Monteiro.

52. Según el tipo de cambio del 30 de junio de 1961, la cantidad equivale a 15.711 US\$. Ver: Expediente 616 del ejercicio 1961 de la UNS (orden núm. 613).

53. Natalio Kerlleñevich no volvió del MIT, Bety Kerlleñevich dejó el proyecto y el técnico E. Chapunov fue reemplazado por Manuel Pascual.

9.3.4 «Asesores matemáticos» y desarrolladores de *software*

Cuando Santos presentó el proyecto en la UNS consideró natural incluir la figura de un «asesor matemático» dentro del equipo de diseño de la computadora.⁵⁴ La carencia de figuras concretas de la matemática local que pudiesen cumplir tal función en la primera fase del proyecto llevó a la propuesta de contratación de Ernesto García Camarero, un joven matemático español, discípulo de Rey Pastor, que, en razón de su experiencia previa con los equipos Ferranti en Roma, se desempeñaba como jefe de programación del flamante Instituto de Cálculo de Buenos Aires (IC).⁵⁵ En marzo de 1962 García Camarero, invitado por Monteiro, dictó en Bahía Blanca dos conferencias públicas sobre programación y aplicaciones científicas de las computadoras. A los pocos días se elevó una petición en común del DM, el IM y el Laboratorio de Computadoras en la que se solicitaba la designación de García Camarero tanto para cubrir la función de «asesor matemático» de Ceuns como para la impartición de cursos de computación en el DM. El objetivo declarado de dichos cursos era estimular una «nueva orientación entre los estudiantes de matemática». Para el éxito de la gestión fue clave la intervención de Monteiro, quien sostuvo conversaciones personales con el doctor Sadosky, director del IC, con el fin de que cediera una semana al mes a tan importante colaborador.⁵⁶ Monteiro y Santos tuvieron que aunar esfuerzos para lograr que el Consejo Superior de la UNS aprobara, luego de varios meses de objeciones y dificultades, dicho contrato.⁵⁷ García Camarero dictó los primeros cursos de computación de la región y colaboró con Santos en el diseño del conjunto de instrucciones de Ceuns y la definición de sus algoritmos básicos.⁵⁸ Los cursos fueron materias optativas de la licenciatura en Matemática y varios de los alumnos comenzaron a colaborar en la confección de programas para Ceuns.⁵⁹

Durante el período en el que trabajó en el proyecto, García Camarero dirigió la construcción de programas de base para Ceuns, a partir de sus propias definiciones, porque en esos años los ingenieros electrónicos poco sabían de aquella destreza técnica. Esta fue una experiencia original, alejada de las aplicaciones numéricas que predominaban en Buenos Aires. En particular orientó el desarrollo de un testeador de circuitos y un intérprete que permitiera ejecutar un programa escrito en lenguaje de máquina Ceuns en la Mercury del IC.⁶⁰ Este último era parte de las definiciones de compatibilidad con la FM. La iniciativa del primero se debió a García Camarero y fue un desarrollo avanzado para la época.⁶¹

54. Presentación del proyecto Ceuns al rector de la UNS, expediente 616 del ejercicio 1961 de la UNS.

55. García Camarero había trabajado en Roma, en una Mercury, y era uno de los rarísimos «programadores con experiencia» de la época. Su interés por las aplicaciones no numéricas de las computadoras lo convirtió en el referente de los primeros jóvenes que comenzaban a sentirse atraídos por «la belleza de la programación». Información tomada de: Victoria Bajar, entrevista por los autores, abril de 2009.

56. La cita y la referencia a la gestión personal de Monteiro y a su insistencia ante las autoridades que demoraron varios meses el contrato están en el expediente 1.290 del ejercicio 1962 de la UNS. Por su lado, García Camarero recuerda: «Fue el eminente Antonio Monteiro quien influyó para que la UNS me contratara».

57. Expediente 1.290 del ejercicio 1962 de la UNS.

58. Ernesto García Camarero, «El lenguaje absoluto Ceuns». Disponible en la página web personal de Ernesto García Camarero: <<http://www.elgranerocomun.net>>.

59. Monteiro asistió al primer curso de García Camarero, pero le parecieron temas demasiado concretos. Para acceder a un lenguaje común le propuso trabajar en algunos temas de reticulados. Información tomada de: Ernesto García Camarero, entrevista en Buenos Aires, junio 2010.

60. Fueron escritos en PIG-2, el lenguaje de bajo nivel de la FM, y desarrollados en parte en el IC. En la programación participaron V. Bajar y Alicia Chacur, quien así presentó su tesina en la Facultad de Matemática. Ver: <<http://www.elgranerocomun.net/Programa-interpretativo-de-CEUNS.html>>.

61. Lehman publicó algo similar al mismo tiempo: M. Lehman, Rayna Eshed y Z. Netter, «The checking of computer logic by simulation on a computer», *The Computer Journal*, vol. 6, núm. 2, 1963, pp. 154–162.

García Camarero renunció a fines de 1963 y su función la continuó Victoria Bajar, una programadora del IC, formada como tal junto a García Camarero, y primera egresada de Computación Científica en la UBA. Victoria Bajar realizó el diseño del lenguaje simbólico macroensamblador, así como el diseño y construcción de su traductor a lenguaje máquina, y del cargador del mismo en el lenguaje máquina. Para esto se valió de su breve experiencia en el IC y de sus propios criterios. En la Argentina de 1964 esos desarrollos eran totalmente originales.⁶²

9.3.5 Primer logro del proyecto Ceuns

«Pondrán hoy en marcha un Cerebro Electrónico» es el título de la nota publicada en la edición del 19 de octubre de 1962 del diario local *La Nueva Provincia*. En ella se informa que en ese día «se formalizará la inauguración oficial de una nueva instalación ubicada en el Departamento de Electrónica de la Universidad Nacional del Sur (...) Se trata del laboratorio donde se construye un computador electrónico que se conoce con las siglas CEUNS (...) y responde a un proyecto que se viene desarrollando en nuestro medio desde hace exactamente 18 meses». El ingeniero Jorge Santos, director del proyecto, y el ingeniero Héctor Arango declaran al periodista que «el computador está en desarrollo, hemos llegado a una etapa. A partir de hoy vamos a librar al servicio el equipo de teleprinter y el autotransmisor, que podrán ser utilizados por usuarios de la zona que necesitan resolver trabajos complicados. Nosotros trabajamos con el Instituto de Cálculo de la Facultad de Ciencias Exactas de Buenos Aires, existiendo un acuerdo: aquí editamos los programas —cinta donde se plantean los problemas— y en Buenos Aires se procesan, luego retornan a Bahía Blanca donde se traducen e imprimen los resultados».⁶³

La misma noticia fue también reflejada en el naciente medio «computacional» de Buenos Aires. El Boletín del Instituto de Cálculo de la UBA informaba que «en la inauguración del nuevo laboratorio de computadoras del Departamento de Electrotecnia de la Universidad Nacional del Sur se anunció a los medios científicos y técnicos sobre la posibilidad de redacción y edición de programas para los problemas numéricos que se les planteen, y que se realizarían utilizando la computadora Mercury del Instituto de Cálculo de Buenos Aires. Para hacer efectiva esta posibilidad se están formando programadores especializados en la Universidad Nacional del Sur y se dictará próximamente en el lugar un curso de AUTOCODE para que los usuarios puedan redactar sus propios programas».⁶⁴

Más allá del título sensacionalista de la nota de *La Nueva Provincia*, lo que se inauguraba era un componente periférico del proyecto que, además, serviría para paliar la carencia de una computadora en la UNS.⁶⁵

62. «El proyecto Ceuns fue de vanguardia, absolutamente de vanguardia. El *hardware* iba a construirse y el *software* de base iba a desarrollarse en la Universidad Nacional del Sur, lo cual implicaba hacer tecnología nacional, éste era el determinante fundamental en el que radicaba el gran valor del proyecto (...) En la UNS, en el grupo de Electrotecnia, la disposición a discutir acerca de la construcción de *software* per se era más amplia que en Buenos Aires, donde estábamos más enfocados a *software* para la resolución de determinados problemas». Testimonio tomado de: Victoria Bajar, entrevista por los autores, abril de 2009.

63. Diario *La Nueva Provincia*, Bahía Blanca, 19 de octubre de 1962.

64. Instituto de Cálculo de Buenos Aires, *Boletín del IC*, núm. 7, oct.-nov. 1962. Puede consultarse en la dirección: <<http://www.elgranerocomun.net/-Matematica-en-Hispanoamerica-.html>>.

65. Se perforaba una cinta de papel con el programa en la teleprinter, en un lenguaje de la Mercury y se mandaba al IC. Los resultados volvían en cinta de papel a Bahía Blanca, donde se ingresaban al autotransmisor y la teleprinter los imprimía. Testimonio tomado de: Jorge Santos, entrevista por los autores, junio de 2009.

9.3.6 Un punto de inflexión en 1962

En septiembre de 1962, Jorge Santos, quien había accedido por concurso al cargo de director del DE, presentó al rector y al CS un informe del estado de Ceuns al 31 de julio de ese año.⁶⁶ Vale la pena detenerse en cómo era la estructura del «Plan de desarrollo». El mismo contenía 7 ítems (Unidad aritmética, Unidad de control, Memoria fija, Memoria de anillos, Tambor, Unidad de entrada y salida, y Programación) y en cada caso se preveían 4 tareas: diseño lógico, diseño electrónico, construcción y puesta a punto. En el rubro «Programación» solo se consideraba «diseño lógico» y «puesta a punto». El informe reflejaba un importante grado de cumplimiento, incluía algunos ajustes en el diseño original de las memorias, y proponía una actualización del Plan por los 3 años siguientes.⁶⁷ Se había adelantado en la construcción de los periféricos (que se presentaron en octubre); en la incorporación de la memoria externa (el tambor), gracias a un préstamo indefinido de Kilburn y a un aporte del Conicet para el traslado e ingreso al país; y en el ítem «Programación», previsto recién en el tercer año, debido a la incorporación de García Camarero. Por otro lado, en el informe también se advertía: «El fracaso de la licitación para la adquisición de las matrices de anillos magnéticos, así como la demora del Gobierno de la Provincia en hacer efectivas la segunda y la tercera cuotas del subsidio (...) nos colocarán en una situación sumamente difícil en un plazo de 3 a 6 meses».⁶⁸ En concreto, se atrasaba el diseño electrónico y la construcción de la «Memoria de trabajo». La única construcción realizada representaba 20 % de la «Unidad aritmética». El informe reflejaba claramente que se había llegado a una meseta de la cual iba a ser muy difícil salir sin recursos financieros. Además, el equipo humano no se había reconstituido. Aunque en el plan original se contemplaba la presencia de cinco personas con dedicación plena, más un matemático, solo participaban con ese grado de compromiso tres personas.

9.3.7 Un largo ocaso

En marzo de 1963 la *Gaceta universitaria*, órgano divulgativo de la UNS, dedicó una página a la reseña del proyecto. Sin embargo, del texto publicado no se infieren avances sobre la situación de octubre del año anterior. Incluso se insinúa un retraso de la construcción efectiva al afirmarse que: «El plan prevé dos años de diseño lógico e investigación básica en circuitos, dos años de construcción efectiva y un año de puesta a punto».⁶⁹ Ya no se hablaba del subsidio, y el trabajo continuaba al ritmo de los escasos aportes del Conicet o del presupuesto universitario. El equipo humano con dedicación plena para el desarrollo del *hardware* lo componían Jorge Santos, Héctor Arango y Manuel Pascual en el papel de técnico. Ese año se vio reforzado, en parte, por la llegada a la UNS de Max E. Valentiniuzzi.⁷⁰ También se contaba con la participación parcial de algunos docentes y estudiantes de electrónica.⁷¹ Finalmente, durante 1965 el proyecto se fue apagando hasta ser definitivamente clausurado. De acuerdo con los planes originales, la máquina debía entrar en operación en marzo de 1966; pero, salvo los periféricos inaugurados en 1962, no había armadas más que partes sueltas.

66. Expediente 3.080 del ejercicio de 1962 de la UNS.

67. J. Santos, H. Arango y M. Pascual, «Lógica y electrónica de las memorias de CEUNS», *Revista Telegráfica Electrónica*, set. 1963, pp. 522-524.

68. Nota de Jorge Santos al rector Aziz Ur Rahman del 25 de septiembre de 1962, en: Expediente 3.080 del ejercicio de 1962 de la UNS.

69. *Gaceta Universitaria*, año 1, núm. 1, mzo. 1963. Ubicación: archivo personal de García Camarero.

70. Este ingeniero de Buenos Aires había realizado estudios de bioingeniería en EE.UU. Luego retornó para finalizar su doctorado. Su dedicación a Ceuns no fue a tiempo completo.

71. Entre ellos Lastra, Lorenzo, Moroni, Martínez Santos y Roig. Algunos eran trabajos de Seminarios.

Las penurias materiales, que eran generalizadas en las universidades nacionales, fueron determinantes de unas demoras de gran magnitud en el plan del proyecto. Así fue como, en un momento clave, surgió un escollo técnico decisivo, dada la discontinuidad en la fabricación de los transistores que se había decidido utilizar.⁷² El atraso y la falta de perspectivas pusieron en cuestión el sentido de continuar el esfuerzo. Todas esas circunstancias se sumaron para sellar el fracaso del proyecto.⁷³

El 2 de agosto de 1965 una nota en el diario *La Nueva Provincia*, con el título «Computadora inconclusa», lamentaba que la falta de recursos hubiera impedido llevar a buen término el proyecto. El ciclo, que había comenzado apenas fundada la UNS, se estaba cerrando.

9.3.8 Los desarrollos teóricos del grupo de electrónica

Mientras avanzaba en el diseño y en desarrollos parciales de la Ceuns, el grupo de Electrónica comenzó a desplegar su segunda línea de trabajo, con publicaciones de tipo teórico. En palabras de Santos: «A fines de la década de 1950, miembros del Seminario habían asistido al curso de Álgebra de la Lógica dictado por el doctor A. Monteiro. También habían participado en reuniones periódicas interdisciplinarias de matemáticos e ingenieros. No es extraño entonces que las primeras contribuciones importantes de la segunda línea de trabajo se refirieran a implementaciones electrónicas de álgebras multivaluadas, resultado de la “interfertilización” entre los desarrollos experimentales de Ceuns y la teoría de álgebras de Post, Lucasiewicz, etc.».⁷⁴ Los trabajos iniciales fueron presentaciones en conferencias internacionales de 1964 y 1965⁷⁵ y su interés radicaba en la exploración de las posibilidades de diseñar una computadora ternaria, es decir, una en la cual cada elemento de la memoria tuviera tres valores posibles. Esta alternativa no era una mera especulación, porque estaba demostrado que, bajo ciertas condiciones, la base numérica que permitía el uso más eficiente de la memoria es el número e . Como para la época las memorias eran los elementos más costosos y complejos, y dado que el 3 es el entero más próximo a e , se podía pensar en que una memoria ternaria significase un ahorro importante.⁷⁶ En los años siguientes se sucedieron diversas publicaciones en medios de primer nivel sobre aplicaciones de lógicas multivaluadas al diseño de memorias de computadoras.⁷⁷

72. «(...) el diseño electrónico utilizaba un transistor que era el que habían usado en Manchester para Atlas, un transistor de Philips, y cuando llegó el momento en que teníamos algo de plata para empezar a armar pedazos, encargamos como mil de esos transistores, y Philips nos contestó que ese transistor no se fabricaba más, pero que tenían otro que lo reemplazaba. Las especificaciones eran iguales. Hay que pensar que no había transistores digitales, eran transistores de radios transistorizadas. Y el reemplazo estaba bien como transistor en la radio, pero para la aplicación digital nos lentificaba los circuitos». Testimonio tomado de: Jorge Santos, entrevista por los autores, junio de 2009.

73. «Fue un fracaso, porque un ingeniero es un tipo que comienza a hacer una cosa, la termina, la hace funcionar y comprueba que funciona bien. Y eso no lo hicimos». Testimonio tomado de: Jorge Santos, entrevista por los autores, junio de 2009.

74. En: Jorge Santos, *La Ingeniería de Computación en la Universidad Nacional del Sur*, Buenos Aires, 2003. Ubicación: Biblioteca Babini en la Sociedad Argentina de Informática e Investigación Operativa (Sadio). Al respecto Santos reconoce «la gran influencia de Monteiro, quien nos enseñó álgebra (...) las operaciones fundamentales que hay que implementar del álgebra de Post (...) todo eso eran las cosas que nos enseñó Monteiro». Testimonio tomado de: Jorge Santos, entrevista por los autores, junio de 2009.

75. Anexo VI de José María Arango, «La Matemática en el Sur», en: Luis Santaló et al., *Evolución de las Ciencias en la República Argentina 1923-1972. Tomo I. Matemática*, Buenos Aires, Sociedad Científica Argentina, 1972.

76. «Había interés, porque además, por ejemplo, en ese momento los cohetes tenían cargas muy limitadas; entonces, cualquier computadora que ahorrra peso era fantástica, aunque ahorrra en la relación dos a tres». Testimonio tomado de: Jorge Santos, entrevista por los autores, junio de 2009.

77. Varios artículos se publicaron en los *IEEE Transactions on Electronics Computers*. Sus temáticas eran «(...) evaluación comparativa de unidades aritméticas base 2 vs. base 3, síntesis de funciones ternarias por métodos analíticos y gráficos, síntesis mediante álgebras cíclicas, ciclo descomposiciones ternarias, implementación de funciones ternarias de Lucasiewicz, elementos ternarios de memoria con núcleos convencionales de ferritas, etc.». Jorge Santos, *La Ingeniería de Computación en la Universidad Nacional del Sur*, Buenos Aires, 2003. Ubicación: Biblioteca Babini

9.3.9 La computación en la UNS en los años que siguieron

El cierre de Ceuns fue un golpe importante al despliegue de un ambiente computacional en torno al imaginado Centro de Cálculo en la UNS, que seguramente hubiera sido un comienzo efectivo para el desarrollo de una disciplina autónoma, como lo fue en Buenos Aires el IC de la UBA. También clausuró, de hecho, la colaboración entre ingenieros y matemáticos.⁷⁸

En 1963, Monteiro había invitado al doctor Bernard Vauquois,⁷⁹ de visita en el IC de Buenos Aires, a concurrir a Bahía Blanca, donde el francés ofreció dos cursos.⁸⁰ La conexión con Vauquois derivó en la visita de tres meses a la UNS, durante 1966, de uno de sus discípulos, el doctor J. C. Boussard, quien dictó un curso de «Teoría de autómatas y gramáticas formales». Esta visita, auspiciada en forma conjunta por ambos Departamentos, es el último indicio de colaboración entre matemáticos e ingenieros y, a la vez, el punto de partida para un nuevo impulso a los estudios de Computación; un impulso orientado por Monteiro a través del Instituto de Matemática.

La línea tecnológica del grupo de Santos se fue reorientando hacia las redes. Sin embargo, sus miembros siguieron sosteniendo la idea de que había que construir una computadora local.⁸¹ Por su parte, Monteiro y algunos de sus colaboradores decidieron constituirse en referentes, dentro de la UNS, sobre temas de informática, participar activamente en las gestiones para definir la compra de un equipo y orientar sus esfuerzos hacia la constitución de un área de «Informática» dentro del DM/IM, con la intención, en el largo plazo, de contribuir con la formación de especialistas e investigadores en ese dominio. Monteiro había llegado a la conclusión de que sin una formación teórica sólida no podrían existir profesionales con independencia de criterio respecto a las corporaciones que dominaban el mercado. De este impulso solo se concretó una serie de cursos dictados entre 1969 y 1973 por jóvenes franceses graduados, enviados desde Grenoble.⁸² Los proyectos de compra de una computadora para la UNS fracasaron de la mano de conflictos internos y de la fuerte inestabilidad política, que sacudió al país en la primera mitad de la década de 1970. Finalmente, con el advenimiento de la dictadura militar a mediados de dicha década, tanto Monteiro como Santos, así como sus principales colaboradores, fueron expulsados de la universidad.

Recién a principios de la década de 1980 se constituyó en la UNS un área de docencia e investigación en informática, con otros protagonistas que no habían vivido las vicisitudes de los proyectos anteriores.

en la Sociedad Argentina de Informática e Investigación Operativa (Sadio). La lista completa puede consultarse en: Anexo VI de José María Arango, «La Matemática en el Sur», en: Luis Santaló et al., *Evolución de las Ciencias en la República Argentina 1923-1972. Tomo I. Matemática*, Buenos Aires, Sociedad Científica Argentina, 1972.

78. Es significativo que en el archivo personal de Monteiro la carpeta rotulada como «Santos» no incluya papeles posteriores a 1965.

79. Fundador y director del Centre d'Etudes pour la Traduction Automatique (CETA) en la Universidad de Grenoble (1961-1971).

80. «Teoría de los autómatas y gramáticas formales» y «Aplicaciones del álgebra de Boole a la programación». Este último curso había sido sugerido por Santos, y Monteiro lo había indicado a Vauquois como prioritario por esa razón, en una nueva muestra de su compromiso en la época con el proyecto Ceuns.

81. Jorge Santos, «La Computadora y la Dependencia», *Computadoras y Sistemas*, núm. 18, ag. 1974. Jorge Santos, «Política Nacional de Informática», *Computadoras y Sistemas*, núm. 12, en. 1974.

82. Carta escrita en Bahía Blanca el 11 de octubre de 1968, en la que Monteiro solicita a Boussard y, por su intermedio, a Vauquois, el apoyo para que investigadores franceses visitaran Bahía Blanca, con el objeto de promover la constitución de dicha área. Debemos su conocimiento a Luiz Monteiro. Traducción del francés de los autores.

9.4 Discusión y conclusiones

Uno de los episodios iniciales de la computación en Argentina ocurrió en la UNS, donde se intentó la construcción de una computadora con un objetivo que iba más allá de lo académico. El proyecto estaba inmerso en un período de transición entre el surgimiento y cierta consolidación de la tecnología; un momento en el que parecía factible el ingreso de múltiples actores al nuevo campo de la computación, al que se visualizaba, desde los más variados ámbitos, como potencialmente revolucionador del entorno social. Este contexto mundial, sumado al auge del desarrollismo y a la impronta renovadora y «antidependentista» que teñía buena parte del mundo universitario argentino, dieron sustento al entusiasmo visionario de Santos y su grupo, más allá de cierta ingenuidad en el planteo de la transferencia, muy acorde al ideario de la época. Intentaremos explicitar algunos de los factores que condujeron a Ceuns desde su inicio promisorio hasta su fracaso y posterior olvido.

9.4.1 El cambio del contexto político

Ya Lehman en 1959⁸³ se lamentaba de que se estuviese pasando del florecimiento de muchos centros diseñadores y constructores de equipos, en la primera década de la computación, a la constitución de una industria concentrada, por lo que «los grupos pequeños de investigación, cualquiera sea su ubicación, tienen hoy una creciente dificultad para obtener el respaldo». En el caso de Ceuns, su justificación residía en la necesidad de evitar la dependencia tecnológica de los grandes centros, una motivación cara al movimiento transformador universitario. Sin embargo, ya a principios de los años sesenta, tanto el impulso renovador en las universidades como la relativa abundancia de recursos para las actividades científicas y tecnológicas de avanzada comenzaron a decaer. Este proceso fue parte de los límites más generales que encontró en el país el proyecto «desarrollista».⁸⁴ En marzo de 1962, a consecuencia de un triunfo electoral peronista en la PBA, un golpe de estado derrocó al presidente Frondizi. La intervención federal a la PBA, que incluyó la disolución de las Cámaras, discontinuó el desembolso del subsidio para la construcción de la computadora. Adicionalmente, la reciente revolución en Cuba llevó a la preponderancia creciente de la doctrina de la «seguridad nacional y fronteras interiores» y a la identificación, por parte de un sector de la dirigencia conservadora del país, del «enemigo interno» en el seno de las universidades, lo que dificultó la obtención de recursos para los centros de educación superior. En la UNS la reacción conservadora interna había forzado la renuncia del ingeniero Ortiz, primer rector democrático promovido por los estudiantes; y quien le sucedió en el período siguiente en la rectoría no valoraba los desarrollos tecnológicos «antidependentistas». En definitiva, podemos decir que la trayectoria de Ceuns siguió, en gran medida, la suerte del proyecto modernizador universitario que la había posibilitado. Sin apoyo político interno ni externo el proyecto quedó aislado, en manos de un grupo reducido y sin un flujo de financiación que le permitiera la consolidación de la necesaria masa crítica de investigadores y la compra de materiales, lo que condujo a unas demoras que lo pusieron fuera de juego a raíz de un desfase, muy marcado, con las tecnologías predominantes a mediados de la década.

83. M. Lehman, The specification of a cost limited digital computer, en: Proceedings of the International Conference of Information Processing, Unesco, París, 1960.

84. Las resistencias internas a los cambios académicos y políticos ejercidas por los sectores más conservadores se sumaron a la división del arco de alianzas que había actuado solidariamente en los primeros años. El fracaso de las soluciones «desarrollistas», simbolizado en el derrocamiento de Frondizi, se conjugó con el surgimiento del modelo expuesto por la Revolución cubana y condujo a la radicalización de sectores importantes del estudiantado y de la comunidad universitaria en general, que comenzaron a cuestionar por su carácter «cientificista» al modelo académico construido desde 1956. Pablo Buchbinder, *Historia de las Universidades Argentinas*, Buenos Aires, Editorial Sudamericana, 2005.

9.4.2 La aceleración del cambio tecnológico

Entre el momento de la concepción de Ceuns y el de su final se había producido una transformación importante en el desarrollo de la computación. En los primeros años el *hardware* dominaba absolutamente el escenario. No se hablaba de sistemas operativos ni de *software* ni de un campo profesional diferenciado. Se concebía al diseño, construcción y uso de las computadoras como coto de matemáticos y electrónicos con funciones perfectamente diferenciadas. En 1959 la presentación de Lehman estaba centrada en la caracterización lógica del *hardware* y de su implementación electrónica. Sin embargo, tanto el equipo israelí, que llegó finalmente a poner operativa la computadora Sabrac,⁸⁵ como otros participantes de proyectos similares,⁸⁶ tomaron prontamente nota de los límites a la eficiencia del equipo impuestos por el hecho de que gran parte del tiempo la unidad de procesamiento estuviera ociosa. A inicios de la década de 1960 estos investigadores discutían sobre las diversas variantes que debían incorporar en sus diseños para compartir el tiempo de uso del procesador, y surgían programas «supervisores» o «directores» para administrar los recursos.⁸⁷ El *software* comenzaba a ser un aspecto diferencial en el desarrollo de las computadoras.⁸⁸ Este «cambio de paradigma» no incidió en el trabajo del Laboratorio de Computadoras de la UNS.⁸⁹ Si bien con Ceuns lo que se buscaba era una vía de desarrollo de tecnologías no existentes en el país, el desfase fue excesivo frente a una aceleración de la evolución técnica que no parecía evidente a fines de la década de 1950.⁹⁰

9.4.3 Sinergia entre matemáticos y electrónicos

Es claro el compromiso tanto de Santos, ideólogo del proyecto, como de Monteiro, quien aportó su figura y su apoyo incondicional. Ya antes de viajar a Manchester, Santos entusiasmó a Monteiro con sus ideas acerca de la construcción de una computadora propia. En sus misivas desde aquella ciudad le relataba los avances en los detalles del diseño y le proponía incorporar matemáticos al proyecto.

Sin embargo, ni el entusiasmo ni la empatía personal alcanzaron para convencer a otros matemáticos de participar de manera activa dentro del proyecto. Monteiro hizo esfuerzos por lograr que alumnos y docentes de matemática estudiaran temas de computación y se involucraran más directamente en Ceuns. Aceptó el Seminario de Santos como parte del currículo de la Licenciatura en matemáticas.

85. Sabrac fue diseñada y construida entre 1958 y 1963 por un equipo de tres personas y, en un principio, sin un presupuesto formal propio. El costo final de componentes fue de 25 mil US\$. Sin embargo, el proyecto tenía aval oficial en el Ministerio de Defensa de un país en estado de guerra latente, y la primera operación de Sabrac fue diseñar el sistema de guía óptica de un misil. Con similares condiciones iniciales, el apoyo fue decisivo. Además, evolucionó al ritmo de la tecnología. Ver: M. Lehman, Rayna Eshed y Z. Netter, «SABRAC, A New Generation Serial Computer», *Computer Systems Issues, IEEE Trans. on Electr. Comp.* 12, núm. 5, 1963, pp. 618–628; y la dirección: <<http://www-dse.doc.ic.ac.uk/~mml/>>.

86. Proyecto Cirrus, computadora diseñada y construida en el Electrical Engineer Dept. University of Adelaide, Australia. Para obtener mayor información puede consultarse la siguiente dirección: <<http://www.acs.org.au/media/docs/mcli/ACSfinal.pdf>>.

87. Por el lado de Sabrac, autores como Lehman, Eshed y Netter, en su artículo «A Time Sharing, Low-Cost Computer», discuten la propuesta de Cirrus aparecida en el trabajo de Penny (ver: J. P. Penny y T. Pearcey, «Use of multiprogramming in the design of low cost digital computers», *Communications ACM*, vol. 5, núm. 9, 1962. Ambos textos se publicaron en *Communications ACM*. Esta revista llegaba regularmente a la UNS, porque había sido solicitada por Monteiro para la biblioteca del IM.

88. En el momento del fin de Ceuns, la Sabrac ya llevaba casi dos años operativa y había incorporado en su diseño elementos de multiprogramación.

89. Todos los testimonios recogidos coinciden en que se discutían ampliamente las cuestiones ligadas a la marcha del proyecto, pero no registran que se siguieran las publicaciones de proyectos similares, pese a que las revistas llegaban a la UNS. Es decir, que a la falta de «masa crítica» hay que sumar un cierto aislamiento de los desarrollos en el exterior.

90. Un golpe a los proyectos del tipo comentado fue la PDP-8, lanzada en 1965 a 20.000 US\$.

Organizó cursos sobre teoría de la computación. Gestionó con celeridad la contratación de García Camarero para el dictado de cursos de programación, y para officiar de «asesor matemático», ante la falta inicial de cuadros propios. Pero ninguna de esas iniciativas tuvo el resultado buscado, en cuanto lograr el compromiso de un grupo significativo de matemáticos en el desarrollo de Ceuns, lo que contribuyó al aislamiento del pequeño grupo de ingenieros.

9.4.4 El Ceuns y las «historias oficiales»

Cuando, finalmente, se crearon en la UNS una carrera y un Departamento de Ciencias de la Computación (DCC), el antecedente de Ceuns fue ignorado. El nombre del proyecto no figura, por ejemplo, incluso en la reseña histórica que la UNS hace del nacimiento del DCC:

El Departamento de Ciencias de la Computación de la Universidad Nacional del Sur es una de las más jóvenes de las unidades académicas de esta casa de altos estudios, (...) esta trayectoria se origina a comienzos de la década anterior. En el año 1981 nació la idea de crear una carrera de computación que tuviera en cuenta cuáles eran las tendencias tecnológicas en un futuro inmediato. A tal efecto fue constituida una comisión especial, integrada por profesores de esta universidad y presidida por la doctora Victoria Bajar del Departamento de Computación del Distrito Autónomo tecnológico de México.⁹¹

De este texto, que aspira a reflejar la historia del DCC, surge que la trayectoria del Departamento se originaría cuando comenzó a discutirse la creación de una carrera. Sin embargo, la presencia de Victoria Bajar solo es explicable por una historia que se remonta casi veinte años atrás. Por su parte, en la página del Departamento de Ingeniería Eléctrica (DIE), donde surgió el primer Seminario y Laboratorio de Computadoras de la UNS, se soslaya este antecedente, que fue clave para su propia constitución como unidad independiente, y se olvida el proyecto tecnológico que fue por varios años eje central de su actividad. Como contraste, considera a las publicaciones teóricas del mismo grupo como la producción principal de esos años.⁹²

9.4.5 Algunas consideraciones finales

El cambio de las condiciones políticas fue decisivo en el abandono del proyecto y, dadas las posteriores frustraciones argentinas en este campo, cabe cuestionarse si se trata de sucesivas contingencias o de una condición estructural. La ignorancia o indiferencia constatables en las aproximaciones históricas posteriores pueden deberse a varios motivos. A una concepción distinta de la computación, poco inteligible para las generaciones siguientes. A que no tuvo éxito y a que se haya visualizado como causal de atraso en el «desarrollo real» de la computación en la UNS. Y podría conjeturarse también que la dedicación de esfuerzos importantes dentro de la universidad a un proyecto de tecnología «no publicable», en términos académicos, pudo complicar su rescate histórico. Es significativo que la historia oficial registre solo la importante producción académica «clásica» del grupo de Jorge Santos en el mismo período.

91. Universidad Nacional del Sur, Departamento de Ciencias e Ingeniería de la Computación, página web <http://cs.uns.edu.ar/home/index.php?option=com_wrapper&Itemid=27>.

92. Universidad Nacional Del Sur, Departamento de Ingeniería Eléctrica y Computadoras, Página web: <<http://www.uns.edu.ar/departamentos/intro/index.asp?dependen=14>>.

Como balance podemos señalar: la formación de una tradición en Electrónica en la UNS, que continúa hasta hoy⁹³; la interacción con los matemáticos, aunque careció de efectividad en términos de viabilidad de la Ceuns, dio sustento a una de las vertientes que confluyeron en la constitución de la actual escuela de docencia e investigación en computación en la UNS; y los desarrollos pioneros en *software* «de base» creados en el proyecto. Finalmente, hay que destacar que el modelo de trabajo del grupo de Santos, con un pie en el *mainstream* académico y otro en la producción de tecnología no existente en el país sigue siendo inspirador.

93. La dictadura que padeció Argentina entre 1976 y 1983 causó un descalabro que solo se reconstituyó a mediados de la década de 1980.

Sobre los orígenes de la computación en México¹

Daniel Ortiz Arroyo, Francisco Rodríguez Henríquez y Carlos A. Coello

10.1	Los orígenes	148
10.2	La computación en México: los primeros años	149
10.3	Computadoras mexicanas	153
10.4	Sistema de Múltiples Usuarios (SMU)	158
10.5	Sistema CP-UAP	159
10.6	La computadora Turing-850	159
10.7	Conclusiones	166

1. Este documento reproduce buena parte del artículo siguiente (la revista autoriza dicha reproducción mientras se cite la fuente): Daniel Ortiz Arroyo, Francisco Rodríguez Henríquez y Carlos A. Coello Coello, «Computadoras Mexicanas: Una breve reseña técnica e histórica», *Revista Digital Universitaria*, vol. 9, núm. 9, ISSN 1607-6079, 2008. Disponible en la dirección: <<http://www.revista.unam.mx/vol.9/num9/art63/int63.htm>>.

10.1 Los orígenes

México inició su incursión en el uso de las computadoras digitales el 8 de junio de 1958, cuando la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) adquirió una computadora IBM-650; esta fecha marca un hito en la historia de la informática, porque data la compra de la primera computadora electrónica en operar en México; una de las primeras en Latinoamérica.²

La investigación y desarrollo de la informática en México comenzó hacia fines de la década de 1970. Entre las universidades mexicanas que desarrollaron los primeros proyectos relacionados con el diseño de computadoras destacan la Universidad Nacional Autónoma de México, el Instituto Politécnico Nacional (IPN) y la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla (BUAP).

Hacia finales de la década de los setenta, las computadoras personales de bajo costo estaban teniendo un fuerte impacto alrededor del mundo, al hacer accesible el uso de esta tecnología a un número cada vez mayor de usuarios; dicho impacto las llevaría, a la vuelta de la siguiente década, a la abrumadora conquista del mercado informático, dominado hasta ese entonces por las macro y minicomputadoras. Este hecho, aunado al sentido de nacionalismo prevaleciente en las políticas nacionales de la época, condujo a que ciertos sectores dentro del gobierno de México y la academia se interesaran en el desarrollo de la tecnología de computadoras, como un paso estratégico para reducir la muy elevada dependencia tecnológica del exterior. Sin embargo, durante la década de los ochenta la situación económica fue notoriamente inestable. Las devaluaciones periódicas del peso mexicano fueron seguidas por procesos hiperinflacionarios que llevaron al país a una crisis económica de grandes proporciones. Como consecuencia de lo anterior, para finales de 1989 el peso mexicano se había devaluado hasta llegar a tener cerca de una centésima parte de su valor inicial a fines de 1981 con respecto al dólar estadounidense.³ La situación del desarrollo tecnológico en el país se complicaba debido a que la inversión en ciencia y desarrollo estaba muy por debajo de los estándares mundiales. Más aún, la inversión privada en estas áreas era prácticamente inexistente. La enorme mayoría de las compañías mexicanas importaban toda la tecnología que requerían.⁴ En contrapeso, un grupo reducido de investigadores, proveniente del sector académico, contaba con el conocimiento y los recursos económicos y humanos necesarios para desarrollar tecnología mexicana de computadoras.⁵

-
2. Aunque en México se suele considerar a esta computadora como la primera de Latinoamérica, existen indicios de que hubo otra IBM-650 que llegó a una empresa de Colombia en 1957 (un año antes de la computadora mexicana). En el siguiente enlace se puede consultar más información sobre esta computadora colombiana: <http://www.colombialink.com/01_INDEX/index_historia/07_otros_hechos_historicos/0320_llegaron_computadores.html>.
 3. Centro de Estudios de las Finanzas Públicas, Cámara de Diputados, H. Congreso de la Unión, «Estadísticas históricas indicadores macroeconómicos 1980-2005», disponible en: <http://www.cefp.gob.mx/intr/bancosdeinformacion/historicas/indicadores_macroeconomicos/imhistorica-nota.html>. Fecha de acceso: 27 abr. 2013.
 4. Aquiles Cantarell, y Mario González (eds.), *Historia de la Computación en México: Una Industria en Desarrollo II*, México, Hobbiton Ediciones, oct. 2000; Enrique Calderón, «Desarrollo de la computación en México», en: *Innova: Semana Nacional de Innovación y Calidad de Administración Pública*. Disponible en: <<http://turing.iimas.unam.mx/~remidec/difusion/textos/Calderon-Alzati-Comput-Mex-2003.pdf>>. Fecha de acceso: 27 abr. 2013; Rubén Prieto-Díaz y Stephen Willson, «The impacts of computers on the Latin American countries», *ACM SIGCAS Computers and Society*, vol. 11, núm. 2, 1981 pp. 2-9; Douglas Galbi, «A Short Macroeconomic History of Mexico», *Think! New Ideas, Data and Analysis in Communications Policy*. Disponible en: <<http://www.galbithink.org/topics/mex/hist.htm>>. Fecha de acceso: abr. 2013.
 5. Rosalba Casas, «Ciencia y tecnología en México. Antecedentes y características actuales», *Revista Mexicana de Sociología*, vol. 45, núm. 4, 1983, pp. 1323-1334; Miguel M. Soriano y Christian Lemaître, «La era digital», *Ciencia y Desarrollo*, núm. 60, 1985, pp. 133-140.

Así pues, durante la década de los setenta y los ochenta México tuvo una oportunidad histórica, y hasta ahora irreplicable, de incorporarse al selecto grupo de países fabricantes de computadoras con tecnología propia. Esto sucedía justo cuando esta industria iniciaba su despegue hacia un desarrollo exponencial llamado a cambiar para siempre el estilo de vida de los habitantes del planeta. Si bien hubo determinados aciertos por parte del Gobierno mexicano, aciertos que fueron correspondidos por desarrollos embrionarios de prototipos en el sector académico, se puede afirmar que lamentablemente tales oportunidades no pudieron ser aprovechadas por nuestro país. Como será explicado a lo largo de este artículo, diversos factores contribuyeron al fracaso del Estado y la academia mexicanos en desarrollar una industria nacional de computadoras capaz de crear su propia tecnología.

El principal propósito de este artículo es el de presentar una breve reseña técnica e histórica sobre el desarrollo de la computación en México. Dado que resultaría imposible presentar un estudio exhaustivo sobre el tema, nos concentraremos principalmente en describir las computadoras mexicanas diseñadas en el período comprendido entre finales de los años setenta y mediados de los ochenta. La creación y el diseño de esas computadoras indican que, a pesar de las circunstancias económicas adversas prevalecientes en México durante ese lapso, una incipiente tecnología de computadoras de buen nivel estaba siendo gestada dentro del sector académico mexicano. Como se describe en el resto de este artículo, las computadoras mexicanas de la época incluyen una pequeña, pero sorprendentemente rica, variedad de sistemas que van desde computadoras orientadas a la investigación y a la enseñanza hasta computadoras personales de alto rendimiento.

Las computadoras que se describen a continuación fueron seleccionadas de acuerdo con los dos criterios siguientes: 1) que existiera suficiente información para permitirnos describir sus arquitecturas con cierto nivel de detalle y 2) que las características de esas computadoras incluyeran un diseño original.

El resto de este artículo sigue el siguiente orden: un resumen del desarrollo de la computación como disciplina dentro de México, la descripción en detalle de las computadoras mexicanas desarrolladas en el periodo de referencia y nuestras conclusiones.

10.2 La computación en México: los primeros años

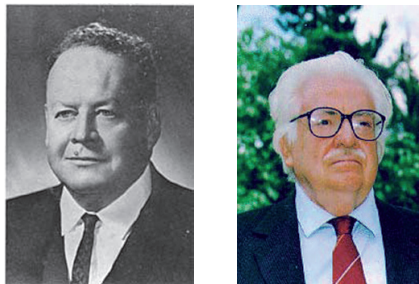
A mediados de 1950, un grupo de científicos de la UNAM envió al ingeniero Sergio Beltrán López (figura 10.1) a visitar el campus principal de la Universidad de California en los Ángeles (UCLA). El objetivo principal de ese viaje fue el de conocer cómo las computadoras fabricadas por IBM eran capaces de resolver eficientemente un sistema complejo de ecuaciones integro-diferenciales simultáneas. Este problema de investigación había llamado la atención del equipo científico de la UNAM, debido a su aplicación directa en la solución de un número importante de problemas reales que aquejaban a la ciudad de México en mecánica de suelos. Sin la ayuda de las computadoras se consideraba que la resolución de estos problemas tomaría un tiempo inaceptablemente largo.

Figura 10.1 Ingeniero Sergio Beltrán López



Como resultado de ese viaje histórico, el ingeniero Beltrán López se convenció de lo valiosas que podrían ser las computadoras digitales para resolver problemas serios de investigación. Sin embargo, no fue sino hasta después de un intenso cabildeo que Beltrán López pudo finalmente eliminar las dudas iniciales de la comunidad académica de la UNAM con respecto al uso de la nueva tecnología. Junto con el ingeniero Beltrán López, los doctores Carlos Graeff Fernández y Alberto Barajas Celis (figura 10.2), profesores en ese tiempo de la Facultad de Ciencias de la UNAM, apoyaron de manera decidida el proyecto sobre el uso de las computadoras en la investigación científica.

Figura 10.2 Doctor Carlos Graeff Fernández (izquierda) y doctor Alberto Barajas Celis (derecha)



El plan inicial del grupo era comprar una computadora IBM-704 equipada con la última tecnología. Sin embargo, aun después de obtener un descuento especial de más del sesenta por ciento por parte de IBM, el precio de esa computadora estaba muy por encima del presupuesto asignado por las autoridades de la UNAM para el proyecto. Por esta razón, no hubo otra opción que comprar el modelo anterior, una IBM-650 de segunda mano. La IBM-650 apareció en el mercado de Estados Unidos en 1954, y para 1958 había unas 2.000 unidades de este modelo funcionando en todo el mundo.

Podemos decir entonces que el 8 de junio de 1958 comenzó oficialmente la historia de la computación en México, cuando la UNAM puso en operación la IBM-650. La computadora fue colocada a resguardo del Centro de Cálculo Electrónico (CCE), ubicado en el sótano de la antigua Facultad de Ciencias. Su primer director fue el ingeniero Beltrán López y entre sus colaboradores estuvieron Renato Iturriaga, Manuel Álvarez, Lian Karp, Javier Treviño, Luis Varela y Eduardo Molina. La IBM-650 operaba con bulbos y un tambor magnético con capacidad para 20.000 dígitos, era capaz de efectuar 1.300 operaciones de suma y resta por segundo y funcionaba con lectora y perforadora de tarjetas, mediante un

sistema numérico llamado «biquinario» (figura 10.3). Utilizaba un ensamblador llamado SOAP (siglas en inglés de *Symbolic Optimizer and Assembly Program*), un seudocompilador llamado Runcible y un intérprete llamado BELL.⁶ Las primeras tareas que se le encomendaron a esta computadora fueron las de resolver problemas de astronomía, física e ingeniería química. Incluso, se conformó una base de datos para un grupo de antropología. Cabe aclarar que en este mismo año la Universidad Autónoma de Nuevo León adquirió otra computadora IBM-650.⁷

Figura 10.3 Panel frontal de una computadora IBM-650



Poco tiempo después de su creación, el CCE comenzó a diseminar conocimiento sobre las aplicaciones de la nueva tecnología de computadoras. Así, se organizó una conferencia anual denominada «Las computadoras y sus aplicaciones». Es interesante resaltar que la tercera edición de esa conferencia, ocurrida en 1961, contó con la participación de los profesores John McCarthy, Marvin L. Minsky y Harold V. McIntosh, quienes impartieron conferencias magistrales durante este evento.⁸

En los años siguientes, la UNAM compró otras computadoras más sofisticadas.⁹ Por ejemplo, a finales de los años sesenta la UNAM adquirió una Bendix G-15 (figura 10.4). Parte del diseño del modelo Bendix G-15 contenía transistores, contaba con una unidad de cinta magnética para almacenamiento de datos, una lectora de tarjetas perforadas, así como una consola para digitar programas.¹⁰ Esta computadora fue parte del programa educativo «Centro de Computación Móvil», cuyo propósito principal fue el de diseminar conocimientos en computación por todo el país.

6. Miguel M. Soriano y Christian Lemaître, «La era digital», *Ciencia y Desarrollo*, núm. 60, 1985, pp. 133-140; Larissa Adler-Lomnitz y Laura Cházaro, «Basic, applied and technological research: Computer science and applied mathematics at the National Autonomous University of Mexico», *Social Studies of Science*, vol. 29, núm. 1, 1999, pp. 113-134.

7. Larissa Adler-Lomnitz y Laura Cházaro, *op. cit.*

8. Aquiles Cantarell y Mario González (eds.), *Historia de la Computación en México: Una Industria en Desarrollo I*, México, Hobbion Ediciones, 2000.

9. Larissa Adler-Lomnitz y Laura Cházaro, *op. cit.*; Aquiles Cantarell y Mario González (eds.), *op. cit.*; IIMAS-UNAM, «Antecedentes históricos del instituto de investigaciones en matemáticas aplicadas y en sistemas (IIMAS)», disponible en: <<http://www.iimas.unam.mx/iimas/pagina/es/19/quienes-somos>>. Fecha de acceso: 27 abr. 2013; Rogelio Perea, «History of computing in Mexico», 2000. Disponible en: <http://co-comc10.pereanet.com/html/coco_in_mexico.html>. Fecha de consulta: abr. 2013.

10. Miguel Soriano y Christian Lemaître, *op. cit.*

Figura 10.4 Una computadora Bendix G-15



Otras instituciones académicas tales como el IPN y el Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey (ITESM) pronto se unieron al selecto grupo de usuarios de computadoras al adquirir una IBM-709 y una IBM-1620, respectivamente.¹¹ Cabe señalar que aunque en 1958 la UNAM no pudo adquirir la IBM-709 debido a su elevado costo, este mismo modelo fue donado seis años después, en 1964, por IBM al Centro Nacional de Cómputo (Cenac) del IPN. Además de los centros de educación superior mencionados, otras instituciones de gobierno tales como el Instituto Mexicano del Seguro Social (IMSS), el Congreso Federal, la Compañía Federal de Electricidad (CFE) y Petróleos Mexicanos (Pemex) fueron también pioneras en la era digital.

Se ha estimado que para 1968 había unas 200 computadoras operativas en México.¹² Esa cantidad es ligeramente mayor que el número de computadoras que existían a la sazón en otros países de Latinoamérica, tales como Argentina y Chile.¹³ Cabe mencionar, sin embargo, que de las 200 computadoras que operaban en México en aquella época, menos de dieciocho se encontraban en universidades e instituciones de educación superior.¹⁴

Algunos años después de la entrada de México a la revolución digital, varias universidades decidieron ofrecer programas de licenciatura y posgrado en ingeniería y ciencia de computadoras. Aparentemente, el primer programa de Licenciatura en Ingeniería de computadoras fue ofrecido a partir de 1965 por el IPN.¹⁵ Poco después, otras instituciones tales como el ITESM (en 1968),¹⁶ la Universidad Autónoma de Puebla y la Universidad Autónoma de Nuevo León (en 1973) empezaban sus propios programas de estudios.¹⁷

11. CENAC-IPN, «Antecedentes históricos del centro nacional de cálculo (Cenac)», Disponible en: <<http://www.cenac.ipn.mx/Documents/semblanza.pdf>>. Fecha de acceso: 27 abr. 2013.; Ignacio C. Mijares, «A graduate program in information systems for the Latin American environment», *ACM SIGCSE Bulletin-The papers of the SIGCSE/CSA technical symposium on computer science education*, vol. 10, núm. 1, New York, USA, ACM Press, febr. 1978, pp. 132-136.

12. Larissa Adler-Lomnitz y Laura Cházaro, *op. cit.*

13. Raymundo Segovia, S. Gursharan y Cistina Loyo, «Redes de computadoras», *Ciencia y Desarrollo*, vol. 26, núm. 5, 1979m pp. 10-19; Aaron Finerman, «Computing capabilities at Argentine and Chilean universities», *Communications of the ACM*, vol. 12, núm. 8, 1969, pp. 425-431.

14. Ignacio C. Mijares, *op. cit.*

15. CENAC-IPN, *op. cit.*; Gerardo Cisneros, «La computación en México y la influencia de H. V. McIntosh en su desarrollo» en: Reunión nacional de matemáticos en homenaje al Dr. José Adem, «*Medio Siglo de Matemáticas en México: Estado Actual y Perspectivas*», Puebla, Universidad Autónoma de Puebla, 1990. Disponible en: <<http://delta.cs.cinvestav.mx/~mcintosh/oldweb/pothers.html>>. Fecha de consulta: abr. 2013.

16. Carlos Gonzales, «A computer engineering degree in Mexico», *Papers of the SIGCSE/CSA technical symposium on Computer science education*, vol. 10, núm. 1, New York, USA, ACM Press, febr. 1978, pp. 48-52.

17. A. Licona, S. Angona, J. L. Victoria, R. Bautista y M. A. Burgos, *La computación en el instituto de ciencias de la UAP*, Puebl, Universidad Autónoma de Puebla, 1998. Disponible en: <<http://delta.cs.cinvestav.mx/~mcintosh/oldweb/pothers.html>>. Fecha de consulta: abr. 2013.

A nivel de posgrado, fue en la UNAM donde se comenzaron a impartir algunos cursos en ciencia de computadoras, durante los primeros años del desarrollo de esta disciplina en México. Un ejemplo fueron los cursos dictados por el doctor Alejandro Medina Plascencia a los estudiantes de física y matemáticas. Sin embargo, sus contenidos no pertenecían oficialmente a un programa de maestría en ciencia de computadoras.¹⁸ De manera formal, el primer programa mexicano de posgrado en ciencia de computadoras fue fundado en la UNAM, a principios de los años sesenta, auspiciado por la Unesco. En ese primer programa de maestría ingresaban principalmente los alumnos de licenciatura de la Escuela de Ciencias e Ingeniería de la UNAM.¹⁹ Ya para el año de 1970 no solo la UNAM, sino también la Universidad de Chapingo y la Universidad Iberoamericana empezaban a ofrecer un programa de maestría en ingeniería de computadoras.²⁰

Tradicionalmente, en México la gran mayoría de los trabajos serios de investigación han sido realizados dentro del sector público, ya sea en los centros de investigación existentes o en instituciones gubernamentales tales como la CFE o Pemex. De manera notable, la UNAM, IPN, BUAP, el Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional (Cinvestav-IPN) y el Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica (INAOE) destacan entre las primeras instituciones que realizaron trabajos de investigación en áreas relacionadas con la ingeniería y ciencias de la computación. De acuerdo con los datos con los que cuentan los autores, aparentemente el primer artículo mexicano publicado internacionalmente en áreas relacionadas a la computación fue escrito por el ingeniero de la CFE Raúl Pavón en 1958, bajo el título «The Mexican Light and Power Company introduces a direct way for fast computation of industrial services with power factor adjustment». Ese artículo describe un método numérico alternativo para la computación rápida de la raíz cuadrada de un número utilizado en el cálculo del factor de potencia en los transformadores.²¹ De la misma manera, el artículo publicado en 1966 por Adolfo Guzmán Arenas y Harold V. McIntosh acerca de Convert (un lenguaje basado en LISP diseñado por ellos) parece ser la primera publicación mexicana en aparecer en una revista internacional²² en áreas relacionadas con la computación.

10.3 Computadoras mexicanas

En México, el desarrollo de la tecnología de computadoras empezó unos años después de la aparición del microprocesador en Estados Unidos. El bajo costo de los microprocesadores fue el principal acicate, porque hizo factible el diseño de una gran variedad de computadoras. En esta sección describimos, en detalle, algunas de las computadoras mexicanas desarrolladas en el período comprendido entre finales de los setenta y mediados de los ochenta.

18. Christian Lemaître, «La computación en la UNAM en el período de 1968-1980: Una interpretación», *Pasado, Presente y Futuro de la Computación: 30 Aniversario de la Computación en México*, Ciudad de México, México, UNAM, 1988, pp. 358-369.

19. Larissa Adler-Lomnitz y Laura Cházaro, *op. cit.*; Christian Lemaître, *op. cit.*

20. Aquiles Cantarell y Mario González (eds.) *Historia de la Computación en México: Una Industria en Desarrollo II*, México, Hobbiton Ediciones, oct. 2000; Christian Lemaître, *op. cit.*; Yolanda F. Villaseñor, «Evolution of a program in computing for a Latin American graduate college», *SIGCSE Bulletin*, vol. 14, núm. 2, 1982, pp. 11-16.

21. Raúl Pavón, «The Mexican light and power company introduces a direct way for fast computation of industrial services with power factor adjustment», *ACM 1958: Preprints of papers presented at the 13th national meeting of the Association for Computing Machinery*, New York, USA, ACM Press, 1958, pp. 1-3.

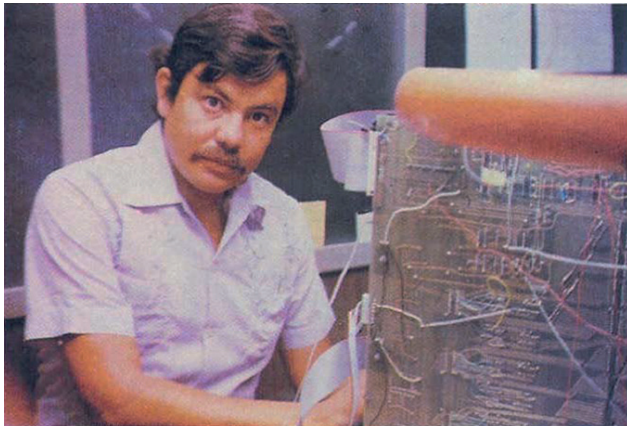
22. Adolfo Guzmán y Harold V. McIntosh, «CONVERT», *Communications of the ACM*, vol. 9, núm. 8, 1966, pp. 604-615.

A manera de comparación, cabe hacer notar que durante el período al que nos referimos en este trabajo, diversas compañías en Estados Unidos estaban desarrollando computadoras personales basadas en microprocesadores, tales como la IBM-PC (1981), IBM-XT (1983) e IBM-AT (1984) de IBM y la Apple III (1980) y Macintosh (1984) de *Apple Computer*, por mencionar solo algunos ejemplos de las computadoras más populares de la época.

10.3.1 Computadora heterárquica de procesamiento paralelo

Una de las primeras computadoras diseñadas en México fue «la computadora heterárquica de procesamiento paralelo» (AHR),²³ la cual fue construida en la UNAM en el período de 1979 a 1982. El proyecto fue dirigido por el doctor Adolfo Guzmán Arenas (figura 10.5). El término «heterárquico» fue introducido por los autores de esta computadora para indicar que los procesadores en la arquitectura estaban organizados de manera horizontal, es decir, de manera opuesta a un arreglo jerárquico.

Figura 10.5 Doctor Adolfo Guzmán Arenas junto a la computadora mexicana AHR



La computadora AHR fue diseñada con el propósito específico de ejecutar programas escritos en LISP de manera eficiente. Esta computadora era capaz de alojar desde 5 hasta 64 procesadores Z-80 que trabajaban simultáneamente en la ejecución de un programa escrito en el lenguaje LISP.

La AHR carecía de un sistema de entrada/salida, porque era usada como un «procesador esclavo» de una minicomputadora. Por esta razón, no fue nunca desarrollado un sistema operativo para la AHR. La minicomputadora con su sistema operativo era usada para editar, cargar y observar la salida de un programa al momento de ser ejecutado por la AHR.²⁴

23. A. Guzmán y L. Lyons, «La computadora AHR: Construcción de un procesador con LISP como su lenguaje principal», *Reporte técnico AHR 80 10*, IIMAS, UNAM, 1980. Disponible en: <<http://www.cic.ipn/aguzman/sourcepubli.html>>; Adolfo Guzmán-Arenas, entrevista personal con el diseñador en jefe de AHR, Ciudad de México, México, 20 de junio de 2008.

24. Adolfo Guzmán-Arenas, «Diseño y construcción de computadoras paralelas mexicanas», en Octavio Paredes López y Sergio Estrada Orihuela (eds.), *Descubrimientos y Aportaciones Científicas y Humanísticas Mexicanas en el Siglo Veinte México*, Academia Mexicana de Ciencias y Fondo de Cultura Económica, 2008; Adolfo Guzmán-Arenas, entrevista personal con el diseñador en jefe de AHR, Ciudad de México, México, 20 de junio de 2008.

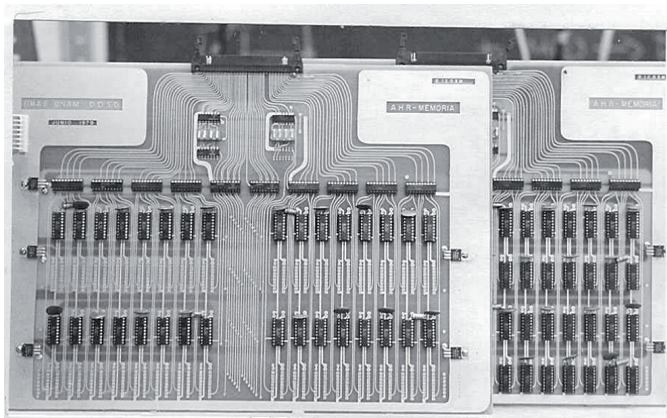
La AHR fue diseñada con la idea de explotar el paralelismo que existe de manera implícita en los programas escritos en el lenguaje de programación LISP. Los múltiples procesadores en la AHR realizaban la evaluación en paralelo de los argumentos de las funciones escritas en LISP. Debido a que los argumentos de una función en LISP pueden ser otras funciones o variables, es posible crear una representación en forma de grafo de flujo de datos de un programa en LISP. Los nodos en el grafo representaban funciones o variables, y los arcos las dependencias entre los nodos. Los nodos contenían una variable usada como contador global, que servía para indicar cuándo los argumentos de una función en LISP estaban «listos»; un evento que permitía a su vez evaluar a la función. Los argumentos de una función eran marcados como «listos» cuando el contador indicaba que alguna de las siguientes dos condiciones había sido satisfecha: 1) que las variables utilizadas como argumentos tenían ya un valor asignado, y/o 2) que las funciones usadas como argumentos tenían todos sus argumentos listos para su evaluación. Cuando estas condiciones se satisfacían, el nodo que representaba a una función en el grafo de flujo de datos era marcado como «listo» para ser ejecutado.

Los nodos en el grafo de flujo de datos eran colocados en una memoria RAM compartida, denominada «memoria activa». Otro banco especial de memoria RAM, llamado «memoria pasiva», mantenía los tipos de datos primitivos de un programa en LISP, es decir, los átomos y las listas, además de los resultados temporales generados durante la ejecución de un programa.

La AHR era capaz de paralelizar la ejecución de un programa escrito en LISP de la siguiente manera: inicialmente, el programa era cargado en la «memoria pasiva»; después, se construía el grafo de flujo de datos en memoria. Los nodos del grafo, representando a las expresiones en LISP del programa, eran cargados y copiados en la «memoria activa».

Una estructura en *hardware* del tipo «primero en entrar, primero en salir» (FIFO, por sus siglas en inglés) contenía apuntadores a los nodos residentes en la «memoria activa» (figura 10.6). Los nodos que estaban listos para su ejecución permanecían a la cabeza del FIFO, mientras que los nuevos nodos que fueran cambiando dinámicamente de estado al ser marcados como «listos» eran colocados en la cola del FIFO.

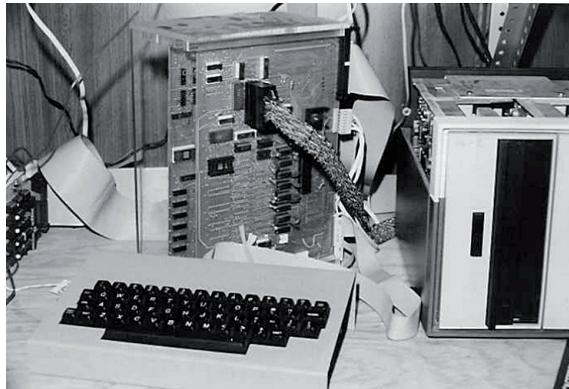
Figura 10.6 Vista del FIFO y la parrilla de la AHR



Otra estructura especial en *hardware* llamada el «distribuidor» administraba al FIFO. La función del «distribuidor» era tomar los nodos que estuvieran «listos» de la cabeza del FIFO y asignarlos para su ejecución en aquellos procesadores Z80 (llamados «procesadores LISP» en el artículo original)²⁵ que estuvieran libres o en estado de espera. Para ejecutar esta tarea el «distribuidor» hacía uso de un circuito de arbitraje que seleccionaba a un procesador dentro del grupo de procesadores que estuviera libre, mediante un sistema estático de prioridades. El «distribuidor» asignaba las prioridades más altas a los procesadores que estuvieran físicamente más cerca de él. Cabe hacer notar que los procesadores estaban físicamente colocados en forma de anillo.

Los «procesadores LISP» (figura 10.7) tenían acceso compartido a las memorias «pasivas» y «activas». Esos procesadores indicaban al «distribuidor» en qué momento podían realizar la evaluación de nuevas funciones. Cuando un «procesador LISP» indicaba que estaba listo enviaba, al mismo tiempo, el resultado de una evaluación previa al «distribuidor». Esto se hacía con el objetivo de hacer más eficiente la comunicación entre los procesadores y el «distribuidor». Los resultados de las funciones ejecutadas por los «procesadores LISP» eran recolectados por el «distribuidor» y almacenados a su vez en aquellos nodos residentes en la «memoria activa» que los requirieran; también se actualizaba, de modo simultáneo, el contador global de argumentos «listos».

Figura 10.7 Uno de los procesadores LISP de la AHR



La AHR utilizaba dos buses de datos para comunicar al «distribuidor» con los «procesadores LISP». Un bus de alta velocidad era usado para cargar en la memoria privada de los «procesadores LISP» una expresión o función en LISP lista para ser evaluada. Ese mismo bus era también usado para enviar el resultado de la evaluación previa de una función ejecutada por un «procesador LISP». Por otro lado, el bus de baja velocidad era usado para enviar a todos los «procesadores LISP» la identificación de un programa que era necesario parar o abortar.

25. A. Guzmán y L. Lyons, «La computadora AHR: Construcción de un procesador con LISP como su lenguaje principal», *Reporte técnico AHR 80 10*, IIMAS, UNAM, 1980; Kemer Norkin y Adolfo Guzmán, «Diseño y construcción de una máquina paralela heterárquica: Reporte final del proyecto AHR», *Reporte técnico AHR 82 21*, IIMAS, UNAM, 1982. Disponible en: <<http://www.cic.ipn.mx/aguzman/sourcepubli.html>>.

El *software* escrito para la AHR consistió en el desarrollo de un intérprete del lenguaje LISP, escrito en PL2 y luego compilado en código Z80. El intérprete era cargado en la memoria privada de cada «procesador LISP». Finalmente, el mecanismo de recolección de basura, que es parte de la mayoría de las implementaciones de LISP, era ejecutado por un programa especial en la minicomputadora maestra.

El primer prototipo de la AHR fue terminado a finales de 1982, como prueba de concepto de la máquina. Desafortunadamente, los planes para continuar el desarrollo ulterior de la computadora fueron cancelados poco después.

Los datos que pudieron recabar los autores indican que la AHR fue el primer proyecto de investigación en diseño de computadoras digitales que se llevó a cabo en México.

10.3.2 Computadoras desarrolladas en la BUAP

El Departamento de Aplicación de Microcomputadoras del Instituto de Ciencias de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla fue uno de los centros pioneros en el desarrollo de computadoras basadas en microprocesadores dentro de México. En este centro de investigación, dirigido por el doctor Harold V. McIntosh (figura 10.8), se diseñaron y construyeron varios sistemas de cómputo, adicionalmente a algunos compiladores y varios programas de aplicaciones científicas. Cabe destacar que los proyectos de desarrollo de computadoras llevados a cabo dentro del Departamento de Aplicación de Microcomputadoras de la BUAP contaron con un apoyo especial del ingeniero Luis Rivera Terrazas (figura 10.9), rector en ese entonces de la BUAP y pionero de la astronomía en México.

Figura 10.8 Doctor Harold V. McIntosh



Figura 10.9 Ingeniero Luis Rivera Terrazas



10.4 Sistema de Múltiples Usuarios (SMU)

El «Sistema de Múltiples Usuarios» (SMU) consistió en un bus S-100 al cual se le agregaron varias tarjetas diseñadas en el Departamento, tales como un coprocesador aritmético de punto flotante e interfaces para unidades de disco flexible. Adicionalmente, el SMU permitía conectar varias terminales Televideo e impresoras. Para lograr esto, el sistema operativo CP/M se desensambló con el objetivo de aumentar su funcionalidad y permitirle manejar múltiples usuarios.²⁶ Asimismo, se desensambló el compilador del lenguaje Fortran, llamado Fortran 80, para modificarlo y agregarle un código que aprovechara al coprocesador aritmético, que se había desarrollado. El SMU fue desarrollado entre 1979 y 1983 (figuras 10.10 y 10.11).

Figura 10.10 Tarjeta madre del SMU

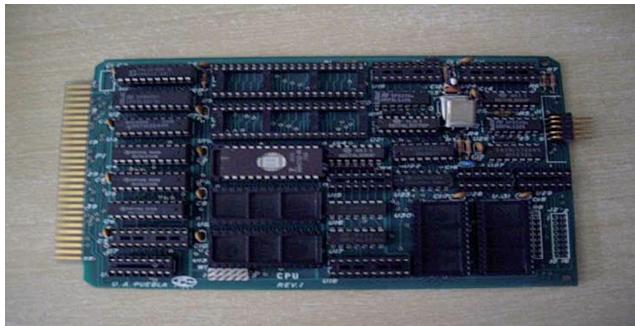


Figura 10.11 Tarjeta de control de disco del SMU



26. Gerardo Cisneros, «La computación en México y la influencia de H. V. McIntosh en su desarrollo», en: Reunión nacional de matemáticos en homenaje al Dr. José Adem, «Medio Siglo de Matemáticas en México: Estado Actual y Perspectivas», Puebla, Universidad Autónoma de Puebla, 1990; Hugo García-Monroy, entrevista personal con el diseñador en jefe de AHR, Puebla, 20 de junio de 2008.

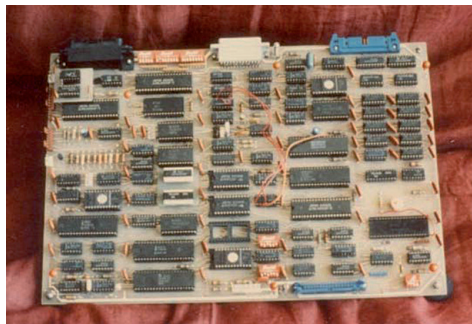
10.5 Sistema CP-UAP

La computadora personal denominada «CP-UAP» consistió en el diseño de una tablilla madre que utilizaba un procesador NEC-V20 sobre un bus STD. El procesador NEC-V20, fabricado por NEC, era compatible con los procesadores 8088 y 80186 de Intel, en cuanto a su interfaz física y a su conjunto de instrucciones, respectivamente. Además, el NEC-V20 podía funcionar con una frecuencia de reloj hasta dos veces más alta que la del microprocesador Z-80. El proyecto incluyó el diseño de las tarjetas de memoria y de interfaz de video para la computadora. La CP-UAP fue desarrollada entre 1984 y 1986 y utilizó el sistema operativo CP/M.²⁷

10.6 La computadora Turing-850

La computadora personal «Turing-850» (figura 10.12) se diseñó especialmente con una tecnología que pudiera producirse fácilmente dentro de México. La idea original del proyecto era transferir la tecnología desarrollada a compañías mexicanas que estuvieran interesadas en producirla masivamente. El proyecto comenzó a mediados de 1981 y el primer prototipo de la computadora fue terminado a finales de 1984.²⁸

Figura 10.12 Tarjeta principal de la Turing-850



El diseño de la Turing-850 incluía algunas características novedosas para la época, tales como una arquitectura jerárquica basada en dos procesadores Z-80, fabricados por Zilog Inc., y un lápiz óptico que permitía dibujar en la pantalla. Los procesadores Z80 fueron seleccionados por su compatibilidad con el sistema operativo CP/M, el único sistema operativo para computadoras personales disponible en México en aquella época.

Los procesadores en la Turing-850 estaban interconectados en una configuración maestro-esclavo. El objetivo de esta arquitectura era producir una computadora de alto rendimiento, al dividir el procesamiento de las instrucciones de entrada/salida entre los dos procesadores. En el diseño se utilizaron

27. Hugo García-Monroy, entrevista personal con el diseñador en jefe de AHR, Puebla, 20 de junio de 2008.

28. Gregorio Arenas-Muñoz, Carlos Blanco-Salinas, Sergio Guevara-Rubalcava, Luis Medina-Vaillard, Daniel Ortiz-Arroyo y Francisco Serrano-Osorio, «Computer Turing 850. Project Turing 85: Development of a General Purpose Microcomputer. Final Report», *Reporte técnico*, Puebla, México, Departamento de Aplicación de Microcomputadoras, Instituto de Ciencias, Universidad Autónoma de Puebla, 1985. Disponible en: <<http://cs.aue.aau.dk/~do/publications/mypapers/turing85.pdf>>.

algunos de los procesadores más rápidos en aquel entonces. La idea de usar los dos procesadores era darle a la Turing-850 una ventaja competitiva, en términos de rendimiento, en comparación con otras computadoras personales disponibles en el mercado. De la misma manera, y debido a la popularidad que las redes de computadoras comenzaban a tener, se planeaba utilizar el procesador esclavo para manejar las funciones de comunicación de la red, en modelos subsecuentes de la Turing-850.

El procesador maestro en la Turing-850, denominado también procesador central (CP), era un Z80A con velocidad de procesamiento de 6 MHz. Este procesador estaba encargado de ejecutar el sistema operativo, los programas de usuario y manejaba los discos flexibles. El diseño incluía también un canal de «acceso directo a memoria» (DMA, por sus siglas en inglés), que era utilizado para permitir a los dispositivos de memoria secundaria un acceso directo a la memoria, sin requerir la intervención del procesador central. El sistema de memoria principal consistía en 64KB de memoria RAM dinámica.

Un Z-80B de 4MHz, denominado «procesador periférico», manejaba el resto de los dispositivos de entrada/salida. Este procesador controlaba los puertos seriales y paralelos, junto con la terminal de video.

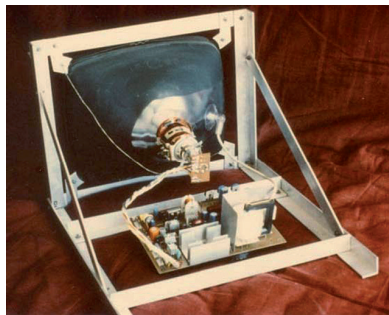
La coordinación entre el procesador central y el periférico se establecía a través de un puerto paralelo, mediante un protocolo especial de comunicación, de la siguiente manera: el procesador central obtenía las instrucciones de memoria y determinaba qué operaciones debían ser ejecutadas localmente y cuáles debían ser enviadas al procesador periférico, que se encargaba de recibir la petición, ejecutar la operación de entrada/salida indicada y enviar al procesador central el resultado. El procesador periférico empleaba 24KB de memoria RAM estática para almacenar sus datos internos.

El diseño de la Turing-850 también permitía la conexión de otros dispositivos periféricos a través de un conector externo especial que proveía acceso directo al bus del procesador periférico.

El *software* desarrollado para la Turing-850 fue escrito directamente en lenguaje ensamblador Z80 y le permitía cargar y ejecutar el sistema operativo CP/M junto a todas las aplicaciones disponibles para éste.

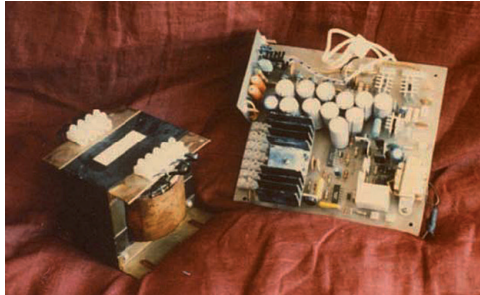
El monitor de video de la Turing-850 utilizaba un tubo de rayos catódicos (CRT, por sus siglas en inglés) fabricado por una de las compañías locales de televisores (figura 10.13). Para controlar al CRT se diseñaron amplificadores especiales, porque el monitor de la computadora requería de un ancho de banda mayor al utilizado por las televisiones normales.

Figura 10.13 Monitor de la Turing-850



Con el objetivo de evitar el uso de costosos reguladores externos de voltaje, que en aquella época eran comúnmente utilizados para proteger a todos los equipos electrónicos de las variaciones súbitas de voltaje, se diseñó una fuente de potencia auto-regulada (figura 10.14). La fuente contenía un regulador lineal estándar, junto con un circuito de retroalimentación que controlaba la cantidad de potencia entregada a la fuente mediante un tiristor.

Figura 10.14 Fuente de poder de la Turing-850



El gabinete de la Turing-850 se diseñó según los estándares ergonómicos de la época. El gabinete, construido con láminas metálicas, alojaba a todos los componentes, con excepción del teclado. Cerca de sesenta y cinco por ciento de los componentes requeridos para la versión final de la Turing-850 (figura 10.15) eran de fabricación nacional, lo que permitía producir la máquina en México sin dificultades.

Figura 10.15 Vista frontal del prototipo final de la Turing-850



Desafortunadamente, después de terminar el primer prototipo de la Turing-850, y a pesar de que el proyecto fue presentado en diversos foros académicos e industriales, fue imposible convencer a alguna compañía mexicana en producir masivamente la computadora. Los planes originales del proyecto eran continuar con el diseño de una computadora de 32 bits, para la cual ya se habían escrito las especificaciones iniciales.²⁹ Sin embargo, debido a la continua inestabilidad económica del país en esa época, el proyecto fue cancelado prematuramente.

29. Gregorio Arenas-Muñoz, Carlos Blanco-Salinas, Sergio Guevara-Rubalcava, Luis Medina-Vaillard, Deniel Ortiz-Arroyo y Francisco Serrano-Osorio, «Project Turing 85. Development of a general purpose microcomputer. preliminary description», *Reporte técnico*, Puebla, México, Departamento de Aplicación de Microcomputadoras, Instituto de Ciencias, Universidad Autónoma de Puebla, 1982.

El proyecto Turing-850 fue dirigido por Luis Medina-Vaillard y participaron en su desarrollo: Gregorio Arenas Muñoz, Carlos Blanco Salinas, Sergio Guevara Rubalcava, Daniel Ortiz Arroyo y Francisco Serrano Osorio.

10.6.1 La computadora IPN E-16

En agosto de 1984 se completó en el Centro de Investigación Tecnológica en Computación del Instituto Politécnico Nacional (Cintec-IPN) el primer prototipo de la computadora «Almita II». Su principal diseñador fue el doctor Klaus Michael Lindig Bos (figura 10.16). En la versión de 1984, Almita II contaba con 256 KB de memoria RAM, dos unidades de disco flexible de 5,25 pulgadas con capacidad de 360 KB cada una, además de una terminal inteligente con un procesador Intel 8031. El procesador central de esta computadora era un Intel 80186 de 16 bits, el cual operaba a una velocidad de 8 MHz. Ese procesador era representativo del estado de la tecnología en aquella época. El diseño de Almita II fue un notable logro de la ingeniería mexicana, pues se llegó a comprobar experimentalmente que su velocidad de procesamiento era hasta 3,4 veces más alta que la de la primera computadora personal que IBM lanzara al mercado.³⁰

Figura 10.16 Doctor Klaus Michael Lindig-Bos



Es conveniente mencionar que el prototipo de la computadora Almita II, creado en 1984, fue más bien una prueba de concepto; en el sentido que la computadora no contaba con un gabinete propio y las diferentes tarjetas de la computadora no habían sido armadas mediante circuitos impresos, sino más bien con la técnica de alambrado «wire-wrap». A pesar de un intenso cabildeo, no sería sino hasta julio de 1986 cuando el doctor Lindig Bos recibió la anuencia, por parte de las autoridades del Instituto Politécnico Nacional, para construir 10 computadoras personales; tarea que fue completada exitosamente a finales de 1986, cuando las computadoras fueron exhibidas en el marco de los actos conmemorativos del quincuagésimo aniversario del IPN celebrados del 26 de noviembre al 10 de diciembre de 1986.

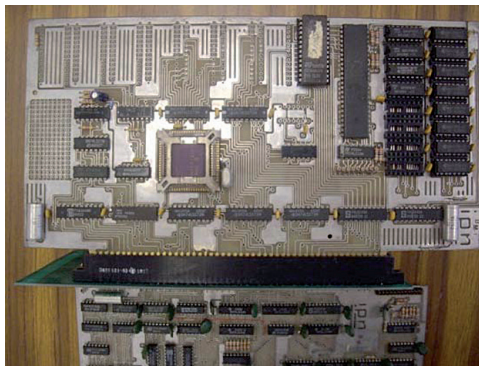
30. M. Lindig-Bos, R. Espejo y M. Partida-Tapia, «La microcomputadora IPN E-16», *Informes Técnicos del IPN*, Ciudad de México, México, IPN, jul. 1988; Michael Lindig-Bos, «Antecedentes e historia del CINTEC», *Informes Técnicos del IPN*, Ciudad de México, México, IPN, dic. 1988.

El modelo de computadora presentado en la exposición de noviembre-diciembre de 1986 tenía diferencias importantes con respecto al diseño original de 1984. El nuevo microprocesador era el circuito integrado Intel 80188. Esta elección permitió un diseño más compacto, pues el Intel 80188 incluye varios componentes periféricos que le permitían operar de manera casi autónoma. No obstante, la elección de este procesador implicó una pequeña pérdida en el desempeño de la computadora, debido a que el bus interno del 80188 tiene un tamaño de palabra de 8 bits. De cualquier manera, la computadora presentada en la exposición de 1987 alcanzaba una velocidad 2,4 veces superior al de la computadora personal IBM-PC.³¹ Asimismo, el nuevo modelo contaba con 16 memorias de 256 K cada una, lo cual representaba un espacio de memoria RAM de 512 Kbytes. Debido en parte a los cambios realizados en la arquitectura de Almita II, se decidió rebautizarla bajo el nombre de la computadora personal «IPN E-16».

La presentación en 1987 de la IPN E-16 causó un profundo impacto entre las autoridades del IPN, al punto que se decidió iniciar una producción masiva de esta computadora, con el propósito de autoabastecer con ella las necesidades informáticas de las escuelas de nivel medio superior y superior del IPN. El programa resultó tan exitoso que para finales de 1993 más de 1.189 computadoras IPN E-16, y sus descendientes, operaban cotidianamente en una gran mayoría de las dependencias del IPN, en labores de apoyo de actividades administrativas y de docencia.³²

La figura 10.17 muestra la tarjeta madre de la IPN E-16, mientras que en la figura 10.18 se muestra el juego de tarjetas de la IPN E-16, que incluye la tarjeta madre, la tarjeta controladora de dispositivos y de puertos serial y paralelo. En la figura 10.19 se aprecia una vista interior del gabinete de la IPN E-16, mientras que en la figura 10.20 se presenta una vista frontal del prototipo final de la IPN E-16.

Figura 10.17 Tarjeta madre de la IPN-E16



31. Michael Lindig-Bos, *op. cit.*

32. Juan Carlos González Robles y E. Rodríguez-Escobar, entrevista personal con dos miembros del equipo de diseño de la IPN E-16, Ciudad de México, México, 30 de mayo de 2008; Michael Lindig-Bos, «Informe final de actividades», *Informes Técnicos del IPN*, Ciudad de México, México, IPN, ag. 1993.

Figura 10.18 Vista lateral de las tarjetas de la IPN-E16

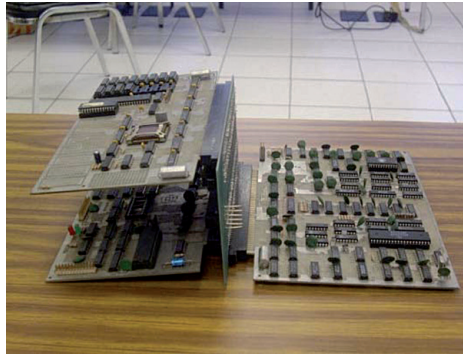


Figura 10.19 Vista interior del gabinete de la IPN-E16

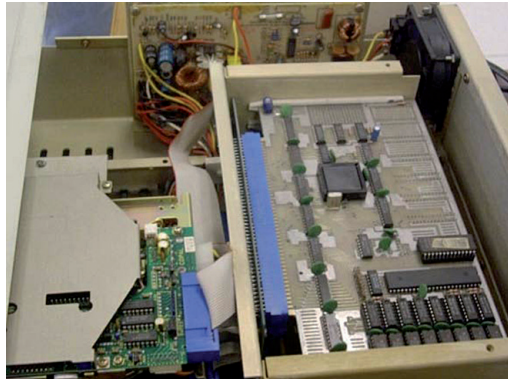


Figura 10.20 Vista frontal del prototipo final de la IPN-E16



No es exagerado afirmar que la computadora IPN E-16 constituye un raro aviso de éxito en la historia de los diseños digitales mexicanos.

10.6.2 Otras computadoras mexicanas

Es importante señalar que durante la década de los ochenta hubo otros proyectos de diseño de computadoras en México, los cuales no han sido mencionados aquí por falta de suficiente documentación que acredite el nivel tecnológico alcanzado. Por ejemplo, en el Centro de Investigación y Desarrollo de Tecnología Digital (Citedi-IPN) se desarrolló en 1984 un sistema multiusuarios (hasta tres usuarios por computadora), basado en el procesador Z-80 y un sistema operativo propietario fabricado por una firma comercial.³³ Un ejemplo más de sistemas digitales mexicanos poco conocidos es la computadora Impetrón, diseñada por un grupo de ingenieros que trabajaban en el Instituto Mexicano de Petróleos (IMP). Desarrollada alrededor de 1985, Impetrón contaba con un procesador central de 8 bits. La principal aplicación de Impetrón fue la de un simulador de procesos industriales para control digital.³⁴

10.6.3 Resumen de las características de las computadoras mexicanas

La tabla 10.1 muestra un resumen de las principales características de las computadoras AHR, SMU-BUAP, Turing-850 e IPN E-16. Sin embargo, es importante señalar que este resumen es únicamente para fines ilustrativos y no comparativos, porque, estrictamente hablando, puede decirse que algunos de estos diseños son incomparables.

Tabla 10.1 Resumen de las características de las computadoras mexicanas estudiadas en este artículo

	<i>AHR</i>	<i>SMU-BUAP</i>	<i>Turing-850</i>	<i>IPN E-16</i>
<i>Sistema operativo</i>	Ninguno	CP/M	CP/M	MS-DOS
<i>Software escrito</i>	Intérprete de LISP	Modificaciones a CP/M y compilador Fortran	BIOS escrito en ensamblador Z80	Genérico
<i>Procesador central</i>	Z80@6 MHz	NEC-V20@8 MHz	Z-80@6MHz	80188@8 MHz
<i># de microprocesadores</i>	Hasta 64	1	2	1
<i>Memoria RAM</i>	246 K	256 K	256 K	512 K
<i># de usuarios</i>	1	10	1	1
<i>Gabinete</i>	Ninguno	Metálico	Metálico	Metálico
<i>Unidades construidas</i>	1	< 5	1	1189
<i>Período de desarrollo</i>	1979 a 1982	1979 a 1983	1982 a 1984	1984 a 1987

33. Michael Lindig-Bos, *op. cit.*

34. A. Partida-Romo, entrevista personal con un miembro del equipo de diseño de Impetrón, Ciudad de México, 2008.

10.7 Conclusiones

La distribución masiva y el bajo costo de los microprocesadores en la década de los setenta permitieron el diseño de una gran variedad de sistemas de cómputo. Este hecho fue significativo, en especial, para países en desarrollo como México, que no poseían los recursos económicos y humanos de las grandes compañías de computadoras.

En este trabajo hemos descrito algunas de las computadoras que fueron desarrolladas en México en el período que comprende de finales de los setenta hasta mediados de los ochenta. Esas computadoras son ejemplos del nivel de desarrollo tecnológico mexicano en esa época.

Las computadoras mexicanas descritas muestran que, a pesar de las condiciones económicas adversas, era factible desarrollar tecnología de computadoras de un buen nivel dentro de las universidades públicas.

Desafortunadamente, la crisis de la década de los ochenta, el rápido avance de la tecnología, la falta de colaboración y coordinación entre los diversos grupos que estaban diseñando computadoras en México y la nula comunicación entre la industria y la academia impidieron el ulterior desarrollo del país en este campo.

En contraste con México, países como Brasil, Singapur, Corea del Sur y Taiwán invirtieron fuertemente en desarrollo tecnológico en la década de los ochenta. El caso de Brasil es significativo, porque este país tiene muchas similitudes con México en términos de su desarrollo económico e industrial. Contrario al caso de México, Brasil tuvo un éxito relativo en crear una industria de computadoras capaz de producir su propia tecnología. Esto se debió, en parte, al apoyo decidido de los sectores públicos y privados para crear y desarrollar una industria nacional de computadoras.

El Centro de Computación de la Universidad de la República, Uruguay (1966-1973): un instituto central del plan Maggiolo

Sergio Nesmachnow

11.1	Introducción	168
11.2	El plan Maggiolo y los institutos centrales de investigación	168
11.3	La creación del Centro de Computación de la Universidad de la República	171
11.4	El Centro de Computación: un instituto central del plan Maggiolo	172
11.5	Conclusiones	177

11.1 Introducción

El «plan de reestructuración de la universidad», conocido como «plan Maggiolo»,¹ consistió en una serie de modificaciones estructurales, organizativas y de programa propuesta por el rector Óscar Maggiolo en 1967, para ser aplicadas en el quinquenio 1968-1972 en la Universidad de la República. Como base de una nueva estructura universitaria, el plan Maggiolo propuso la creación de institutos centrales de investigación, lo que implicaba la descentralización de los institutos encargados de las disciplinas básicas de las diferentes facultades.

En noviembre de 1966, bajo el impulso directo de Óscar Maggiolo, en su nueva posición de rector, fue creado el Centro de Computación de la Universidad de la República. Esta génesis antecede en un año a la presentación formal del plan Maggiolo. Sin embargo, cuando se analizan las finalidades de su creación y las actividades desarrolladas en el período 1967-1973, el Centro de Computación puede identificarse como un caso de «instituto central», que cumplió exitosamente funciones de docencia, investigación y asesoramiento en las áreas de computación y tratamiento de la información, desde su creación y hasta la intervención de la universidad por la dictadura.

Este trabajo presenta los detalles de la creación y actividades de los seis años de existencia del Centro de Computación de la Universidad de la República, conjuntamente con argumentos orientados a mostrar cómo el Centro puede considerarse como una implementación de los institutos centrales concebidos por el plan Maggiolo. Con este fin, la sección 2 presenta las generalidades del plan Maggiolo y de la propuesta de creación de los institutos centrales de investigación. Luego, la sección 3 resume la historia de la creación del Centro de Computación. La sección 4 describe las principales actividades desarrolladas en el período 1966-1973 y expone las circunstancias y características que permiten concluir que el caso de estudio corresponde a una instrumentación parcial de la propuesta de creación de institutos centrales en el plan Maggiolo. Finalmente, se presentan breves comentarios sobre el tema, a modo de conclusión.

11.2 El plan Maggiolo y los institutos centrales de investigación

En la década de 1960, las universidades latinoamericanas utilizaban en general un modelo poco adaptado a las realidades y necesidades de las sociedades de los países de la región, que planteaba serias limitaciones al dinamismo de la enseñanza y la investigación. En Uruguay, las críticas a este modelo universitario ya habían sido formuladas por autoridades universitarias, incluida la figura del propio Maggiolo desde su posición de docente en la Facultad de Ingeniería, en un recordado discurso de ingreso a los estudiantes de esa casa de estudios en 1951.²

En 1964, como consecuencia del golpe de estado en Brasil, llegó a Uruguay el intelectual Darcy Ribeiro, una figura de referencia significativa en los temas de enseñanza y educación, cuya influencia sobre la concepción del plan Maggiolo es indudable. El plan de transformación de la Universidad de la Repú-

1. Óscar Maggiolo, «Plan de reestructuración de la universidad», *Polémica Universitaria*, año III, núm. 3, Montevideo, Uruguay, 1967.

2. Facultad de Ingeniería, *Óscar Maggiolo: Reflexiones sobre investigación científica*, Facultad de Ingeniería, Universidad de la República, Uruguay, 2009.

blica propuesto por Maggiolo constituye una exposición de las perspectivas de renovación y un intento de puesta en práctica de los lineamientos generales del modelo teórico universitario presentado por Ribeiro en *La Universidad Latinoamericana*.³

Las reformas propuestas en el plan Maggiolo se orientaban hacia el objetivo de impulsar un avance científico-tecnológico del país, con la institución universitaria como base del desarrollo. El plan proponía como principal idea la transformación hacia un modelo científico moderno, adecuado a la realidad nacional, pero también acompasado a la realidad regional y mundial, bajo la premisa de asociar la investigación fundamental a la resolución de problemáticas concretas de relevancia para el país, y con la intención de asesorar técnicamente a entes industriales del Estado y empresas particulares. La vía para alcanzar este desarrollo científico-tecnológico consistía en instrumentar un sistema simbiótico entre la universidad y sus institutos de investigación científica, por un lado, y los sectores industriales y otros agentes públicos y privados del sector productivo, por el otro, mediante vínculos fuertes que permitieran la retroalimentación entre investigación científica y resultados prácticos de valor para la comunidad. Además de cumplir los cometidos universitarios esenciales, se contemplaba la formación de una infraestructura básica para la investigación científica y técnica y un plan de desarrollo de la docencia de nivel superior.

En el plano organizativo del entorno académico, el plan Maggiolo proponía un cambio estructural de la universidad, mediante la superación de las limitaciones del modelo de organización federalista basada en facultades y la promoción de mecanismos de intercambio horizontal para las actividades de enseñanza, investigación y formación de científicos y docentes. Como instrumento para avanzar hacia esta reestructura, el principal planteo del plan Maggiolo consistía en la creación de «institutos centrales de investigación», a los que se encomendaba el desarrollo de la investigación científica, la docencia y las actividades de extensión en diversos campos del conocimiento. De este modo, se apuntaba hacia un cambio de la organización académica, al pasar a una estructura más dinámica, que reuniera a investigadores, docentes y cursos de disciplinas básicas, con el propósito de incentivar el trabajo interdisciplinario e instrumentar de manera progresiva un modelo implementado exitosamente en varios países. Las bases sobre las que se definían las reformas estructurales —la unidad entre docencia e investigación y la relación activa con el medio a través de convenios y actividades de asesoramiento científico-técnico— formaban parte de un paradigma universitario exitoso en el mundo, utilizado tanto en las sociedades capitalistas (los modelos universitarios modernos en Estados Unidos y Alemania) como en el modelo comunista (el modelo universitario soviético con su Academia de Ciencias).

Los institutos centrales habían sido impulsados por Ribeiro, quien los había ideado como entidades donde conjuntar actividades de docencia e investigación en áreas básicas. El propio Ribeiro los había propuesto y empleado con éxito en la fundación de la Universidad de Brasilia.⁴

En el marco del plan Maggiolo, los institutos centrales serían los órganos de ejecución de las reformas en la universidad. Tendrían a su cargo desarrollar la investigación científica, realizar labores de relacionamiento con el medio y cumplir con actividades docentes vinculadas con su disciplina. En este último

3. Darcy Ribeiro, *La universidad latinoamericana*, Universidad de la República, Montevideo, Uruguay, 1968.

4. Rodrigo Arocena y Judith Stutz, *La universidad latinoamericana del futuro. Escenarios, Alternativas*, México, Editora Usual, 2000.

aspecto, los institutos centrales serían la vía de ingreso de estudiantes a la universidad, quienes cursarían dos años de enseñanza básica común en los institutos, con opción a seguir una carrera profesional en una Facultad o abordar en el propio instituto central la carrera de investigador. Los Institutos Centrales dependerían «directamente del Consejo Directivo Central, administrativamente y para la aprobación de los grandes planes de investigación, desarrollo y programas de enseñanza extracurricular»,⁵ para brindarles independencia presupuestal y autonomía científica de las Facultades.

Se proponía agrupar a los institutos centrales por áreas del conocimiento (Ciencias Matemáticas, Biológicas y Sociales), según un paradigma similar al de los *colleges* del modelo universitario norteamericano,⁶ aunque en el caso del plan Maggiolo los institutos centrales no instrumentarían una enseñanza preuniversitaria, sino que englobarían los dos primeros años de enseñanza común al inicio de las carreras universitarias. En el modelo de institutos centrales se incluía también la primera propuesta de instrumentar una formación de investigadores, continuando con la ponderación de la investigación científica. Asimismo, los institutos centrales contaban con el propósito de planificar la formación de nuevos grupos de investigación, y la consolidación y fortalecimiento de los grupos de investigación ya existentes.

Del modo previamente expuesto, los institutos centrales de investigación estaban destinados a ser los bloques constitutivos de la estructura de la Universidad, de acuerdo con una nueva organización orientada a jerarquizar la actividad de investigación científica y tecnológica, la formación de grado y posgrado, y la vinculación con los sectores productivos del país.

Dentro de los institutos centrales propuestos en el plan Maggiolo figuraba el «Instituto Central de Cálculo», que concierne directamente a la temática de este trabajo. El Instituto Central de Cálculo era la unidad de investigación científica propuesta para abordar la nueva ciencia del procesamiento automático de datos y del tratamiento de la información.

Como consecuencia directa de sus trabajos con modelos matemáticos y computacionales en la Facultad de Ingeniería, Maggiolo tenía la concepción de que la ciencia que hoy conocemos como «Informática», o «procesamiento automático de la información», acorde al término utilizado en ese tiempo, sería una disciplina de gran relevancia para el avance científico-tecnológico. Estas ideas estaban en la base de la propuesta del nuevo Instituto Central de Cálculo.

El plan Maggiolo fue presentado para su discusión en el ámbito universitario en julio de 1967. Sin embargo, el debate, nunca se llevó a cabo de una manera coherente y fructífera. En la comunidad universitaria el análisis de las propuestas renovadoras quedó opacado por controversias perennes y obstáculos internos como los aspectos financieros, reclamos salariales, enfoques políticos e ideológicos, la resistencia a la modificación de las estructuras existentes, y las críticas estudiantiles sobre el papel de la institución universitaria en los procesos sociales del país.⁷

5. Óscar Maggiolo, *op. cit.*, p. 20.

6. Dulce Arredondo, «Los modelos clásicos de universidad pública», *Odiseo, Revista electrónica de pedagogía*, año 8, núm. 16, 2011.

7. Vania Markarian, «Apogeo y crisis del reformismo universitario. Algunos debates en torno al "plan Maggiolo" en la UDELAR», *Pensamiento Universitario*, número 14, 2011, pp. 91-103.

Asimismo, si bien las aspiraciones del plan Maggiolo distaban de ser espectaculares, su instrumentación implicaba triplicar el presupuesto económico destinado a la universidad. Este hecho despertó el escepticismo y el rechazo del poder político, que ya se encontraba enfrentado con la universidad por cuestiones ideológicas vinculadas con la situación del país.

El enfrentamiento entre universidad y poder político conspiró contra la visión renovadora de Maggiolo y la instrumentación de sus propuestas.⁸ De todas maneras, las ideas que planteaba el proyecto de transformación constituyeron un valioso aporte para el análisis de la realidad universitaria, y algunas de las propuestas incluidas en el plan pudieron llevarse a cabo parcialmente, tal como se argumenta a continuación para el caso del Centro de Computación.

11.3 La creación del Centro de Computación de la Universidad de la República

El Centro de Computación de la Universidad de la República fue creado en 1966, en una de las primeras iniciativas adoptadas por el novel rector de la universidad, Oscar Maggiolo. Sin embargo, su origen se remonta tres años en el pasado.

En diciembre de 1963 el rector de la Universidad Mario Cassinoni avaló la solicitud de un grupo interdisciplinario de docentes e investigadores de la Facultad de Ingeniería, encabezados por el ingeniero Rafael Laguardia, que recomendaba la creación de una Comisión de Tratamiento de la Información en la Universidad. Laguardia dirigía por entonces el Instituto de Matemática de la Facultad de Ingeniería, donde existía interés por la investigación en matemática aplicada y se congregaba un grupo de docentes que trabajaban en la disciplina de cálculo numérico. Este grupo interdisciplinario en matemática aplicada asesoraba a varios institutos de la Facultad de Ingeniería, entre ellos, al Instituto de Mecánica de los Fluidos y su Laboratorio de Hidráulica, donde trabajaba Óscar Maggiolo, así como también a otros servicios de la Universidad.⁹

La solicitud recibida por el rector Cassinoni indicaba la necesidad de «(...) encarar a nivel universitario las posibilidades que brindan en el tratamiento de la información el uso de computadoras electrónicas».¹⁰ La Comisión de Tratamiento de la Información fue creada el 16 de diciembre de 1963, con los objetivos de «programar y realizar cursos para difundir dentro de la Universidad la computación electrónica», «proyectar y desarrollar un Centro de Cálculo» y «estudiar los cambios que en los programas de las distintas asignaturas trajera aparejado el hecho de haberse producido este tipo de máquinas [las computadoras electrónicas]». En su integración original, la Comisión de Tratamiento de la Información incluyó a un equipo multidisciplinario de investigadores de varias facultades de la Universidad de la República: los ingenieros Rafael Laguardia, Ricardo Pérez Iribarren y Enrique Cañaña por la Facultad de Ingeniería; los contadores Mario Bianchi y Ariel Davrieux en representación

8. Mario Wschebor, «El aniversario de la Universidad de la República visto desde el presente: Algunos aspectos políticos y de estructura», *Cuadernos de Marcha*, julio 1999.

9. José Luis Massera, «Los orígenes y el desarrollo de la escuela uruguaya de matemáticas», *Interciencia*, vol. 13, núm. 4, 1988.

10. Centro de Computación de la Universidad de la República, *Boletín Informativo*, núm. 1, nov. 1970.

de la Facultad de Ciencias Económicas; los doctores Pablo Carlevaro y Elio García Austt por la Facultad de Medicina; y el licenciado Sayid Codina en representación de la Facultad de Humanidades y Ciencias.¹¹

Durante el año 1964 la Comisión de Tratamiento de la Información se encargó de coordinar los primeros cursos de formación en ciencias de la computación ofrecidos por la Universidad de la República. En el año 1965, la Comisión elevó al Consejo Directivo Central la propuesta de creación del Centro de Computación de la Universidad de la República. En 1966 asumió como nuevo rector Óscar Maggiolo, quien estaba interiorizado de las necesidades de los investigadores de la Facultad de Ingeniería y otros centros universitarios. Este hecho aceleró notoriamente el proceso de creación del Centro de Computación. Finalmente, en noviembre de ese año fue creado el Centro de Computación de la Universidad de la República, bajo la dependencia directa del Consejo Directivo Central, con las finalidades de investigar, centralizar la docencia y asesorar a los servicios universitarios y otras dependencias estatales en el área de la computación y el tratamiento de la información.

Las primeras actividades de enseñanza, investigación y asesoramiento desarrolladas por el Centro de Computación de la Universidad de la República se llevaron a cabo mediante el computador existente en el Banco Comercial. En 1967 el Centro organizó una licitación para la compra de un computador propio, y el 1º de agosto de ese año se decidió adquirir un equipo IBM/360 modelo 44, que llegó al país en el año 1968.¹²

La carrera de Computador Universitario fue creada por resolución del Consejo Directivo Central del 10 de julio de 1967. Aunque los primeros cursos oficiales de la nueva carrera comenzaron a dictarse recién en 1968, durante el segundo semestre de 1967 se impartieron cursos no oficiales de formación, y, simultáneamente, cursillos de adiestramiento y operación de computadores. Para 1969 el Centro de Computación de la Universidad de la República realizaba activamente aquellas tareas para las cuales había sido creado.¹³

11.4 El Centro de Computación: un instituto central del plan Maggiolo

Como concluye de las reseñas presentadas en la sección previa, la creación del Centro de Computación de la Universidad de la República precedió en un año a la presentación oficial del plan Maggiolo. Sin embargo, la génesis del plan de reestructura antecede la propia asunción de Maggiolo en el rectorado. Al examinar algunos trabajos del propio Maggiolo, durante sus tres períodos como consejero de Facultad de Ingeniería, es posible encontrar las ideas detrás de sus planteos de reestructura.¹⁴ En este sentido, se destacan sus aportes en publicaciones internas, el discurso de bienvenida a nuevos estudian-

11. *Ibid.*, p. 12.

12. Laura Bermúdez y María Urquhart, «Salvando la memoria de la computación en la Universidad de la República, Uruguay, a partir de los recuerdos del Profesor Manuel Sadosky», Reporte Técnico RT 03-19, PEDECIBA Informática, Instituto de Computación, Facultad de Ingeniería, Universidad de la República, 2003.

13. Centro de Computación de la Universidad de la República, *op. cit.*

14. María Laura Martínez, «La Asociación Uruguaya para el Progreso de la Ciencia», Departamento de Historia y Filosofía de la Ciencia, Facultad de Humanidades y Ciencias de la Educación, *Revista Galileo*, núm. 23, my, 2001.

tes de la Facultad en 1951,¹⁵ y sus publicaciones en el *Boletín de la Asociación Uruguaya para el Progreso de la Ciencia*¹⁶ y en la *Revista de la Asociación Uruguaya para el Progreso de la Ciencia*.¹⁷

Maggiolo, por sus antecedentes en la Facultad de Ingeniería, conocía la situación de los estudios pioneros en las ciencias de computación y comprendía la utilidad y necesidad de su uso para la resolución de problemas prácticos de ingeniería que involucraban complejos modelos matemáticos. No es de extrañar, entonces, que, en una de sus primeras acciones en el rectorado, acelerara el proceso de creación del Centro de Computación de la Universidad de la República.

Cuando se examina la estructura organizacional y los fines del nuevo Centro de Computación es posible identificar las características de lo que será presentado como un instituto central en el plan de reestructura un año más tarde. El acta de la sesión del Consejo Directivo Central del 7 de noviembre de 1966, día cuando se decide la creación del Centro de Computación de la Universidad de la República, indica: «Rector [O. Maggiolo]: (...) Esta Comisión [la Comisión de Tratamiento de la Información] produjo su informe el 31 de octubre y propone el siguiente proyecto de resolución (...): Crear el Centro de Computación de la Universidad de la República, dependiendo directamente del Consejo Directivo Central, con funciones de investigación, docencia, asesoramiento y realización de tareas de rutina al servicio de todas las dependencias universitarias y de otras actividades nacionales en el campo del tratamiento numérico de la información (...) encomendar a la Comisión de Tratamiento de Información las tareas de organización del Centro de Computación».

El nuevo organismo se crea «dependiendo directamente del Consejo Directivo Central», en un intento de garantizar la autonomía científica y presupuestal y para asegurar el desarrollo de la disciplina de un modo independiente del criterio profesionalista predominante en las facultades, tal como lo indicará el plan de reestructura presentado un año más tarde. El acta identifica los cometidos del Centro de Computación, que involucran la investigación científica, la docencia y actividades de extensión y vinculación con el medio. Estos tres fines serán propuestos en 1967 como objetivos primordiales de los institutos centrales en el plan Maggiolo.

Del mismo modo que se ha destacado la influencia del profesor Darcy Ribeiro en la concepción y elaboración del plan Maggiolo, el caso del Centro de Computación de la Universidad de la República revela como actor de importancia la figura del doctor Manuel Sadosky, procedente de Argentina. Sadosky había sido recientemente nombrado asesor de la universidad, luego de arribar al Uruguay por idénticos motivos que Ribeiro, exiliado por el golpe de estado en su país.

El acta del Consejo Directivo Central continúa: «Existe urgencia en la creación del Centro [de Computación], porque la Universidad ha contratado al Profesor Sadosky con la finalidad de que asesore a la Comisión de Tratamiento de la Información sobre la creación del mismo Centro. La Comisión se en-

15. Rafael Guarga, *Profesor Ingeniero Óscar Maggiolo: Discursos en el acto recordatorio a los diez años de su fallecimiento*, Universidad de la República, Montevideo, Uruguay 1990.

16. Entre las publicaciones del profesor Óscar Maggiolo en el *Boletín de la Asociación Uruguaya para el Progreso de la Ciencia* podemos mencionar: Óscar Maggiolo, «La ciencia, la técnica y la sociedad actual», *Boletín de la Asociación Uruguaya para el Progreso de la Ciencia*, 1952; Óscar Maggiolo, «La enseñanza de la ciencia en el ciclo secundario», *Boletín de la Asociación Uruguaya para el Progreso de la Ciencia*, 1953; Óscar Maggiolo, «El fomento oficial de la investigación científica», *Boletín de la Asociación Uruguaya para el Progreso de la Ciencia*, 1954.

17. Óscar Maggiolo, «Recursos y hombres para la investigación científica», *Revista de la Asociación Uruguaya para el Progreso de la Ciencia*, 1955.

cuentra realizando algunas tareas de este tipo de asesoramiento a algún ente del Estado, y habría interés en darle *status* definitivo al Centro».

Sadosky contaba con la importante experiencia previa de haber impulsado la creación del Instituto de Cálculo de la Universidad de Buenos Aires (UBA) en 1960, institución que había dirigido posteriormente.¹⁸ El Instituto de Cálculo de la UBA había sido el real precursor de la informática en Argentina. Estaba orientado al desarrollo de actividades científico-tecnológicas innovadoras de amplio espectro y trabajaba especialmente para aplicar los conocimientos y los recursos informáticos en el ámbito público y privado.¹⁹ Como parte del plan estratégico del Instituto de Cálculo de la UBA se habían iniciado contactos directos con centros de investigación de la región, que permitieron establecer fuertes lazos institucionales con varios países de América Latina.²⁰

En 1966, luego del desalojo por parte de la Policía Federal Argentina de cinco facultades de la UBA (en «la noche de los bastones largos», el 29 de julio de 1966), la interrupción de la normalidad institucional condujo a las renunciaciones masivas del personal del Instituto de Cálculo de la UBA. El Instituto pasó por un período de «normalización»²¹ para orientarlo dentro de una universidad recuperada, pero durante la dictadura tuvo una existencia sombría, con una notoria reducción de sus actividades académicas.²² La mayoría de los exintegrantes del Instituto de Cálculo emigraron y algunos tuvieron una contribución directa en el desarrollo de la informática en otros países del continente.

La planificación del Centro de Computación de la Universidad de la República estuvo directamente influida por la concepción de Sadosky de un instituto central de investigación al estilo del Instituto de Cálculo de la UBA. Sadosky tuvo un vínculo directo con investigadores de otras áreas de la Facultad de Ingeniería, quienes trabajaban con modelos físico-matemáticos de resolución de problemas; estos investigadores habían utilizado, en años previos, el computador del Instituto de Cálculo de la UBA para su programación y ejecución. La carrera de Computador Universitario heredó concepciones de la carrera informática argentina (Computador Científico), de la cual Sadosky había sido pionero en su creación.²³ Las etapas iniciales del Centro de Computación y del Instituto de Cálculo de la UBA tuvieron fuertes puntos de coincidencia, en particular sus esfuerzos por desarrollar la informática y relacionarla con actividades aplicadas del sector productivo.²⁴

El Centro de Computación funcionó en el quinto piso de la Facultad de Ingeniería y trabajó activamente en colaboración con investigadores de la Universidad de la República. También participó en convenios de cooperación y asesoramiento suscritos por la Facultad de Ingeniería. Complementariamente, las tareas de investigación y asesoramiento comprendieron también a otras facultades, incluidas

18. Raúl Carnota y Carlos Borches (compiladores), *Sadosky por Sadosky: vida y pensamiento del pionero de la computación argentina*, Buenos Aires, Fundación Sadosky, 2011.

19. Ricardo Cabrera, «Instituto de Cálculo. Ciencia aplicada por aplicados científicos», *Revista EXACTAMENTE*, núm. 12, set. 1998.

20. Manuel Sadosky, «Cinco años del Instituto de Cálculo de la Universidad de Buenos Aires» *Ciencia Nueva*, núm. 17, 1972, pp. 13-18.

21. Raúl Carnota y Mirta Pérez, «Continuidad formal y ruptura real: la segunda vida de Clementina», en: Jorge Aguirre y Raúl Carnota (compiladores), *Historia de la Informática en América Latina y el Caribe: Investigaciones y testimonios*, Universidad Nacional de Río Cuarto, Córdoba, Argentina, 2009.

22. Pablo Jacovkis, «El Instituto de Cálculo en la actualidad», *Ciencia Hoy*, vol. 5, núm. 29, my.-jun. 1995.

23. Manuel Sadosky, *op. cit.*

24. Laura Bermúdez y María Urquhart, *op. cit.*

Agronomía, Arquitectura, Ciencias Económicas, Derecho, Humanidades, Medicina y Química; así como organismos centrales de la Universidad de la República.²⁵ En los informes internos se pone de manifiesto el carácter multidisciplinario de los trabajos e investigaciones desarrollados por los expertos del Centro de Computación, y la labor de asesoramiento a organismos nacionales no universitarios, tales como el Instituto Nacional de Colonización (INC), la Administración de Obras Sanitarias del Estado (OSE), la Oficina de Planeamiento y Presupuesto (OPP), la Administración General de las Usinas y Teléfonos del Estado (UTE), la Comisión Técnica Mixta de la Laguna Merín y el Centro de Investigaciones Agrícolas Albert Boerger (CCUR, 1971). Ambos aspectos funcionales desarrollados por el Centro de Computación, como la investigación interdisciplinaria y la vinculación con organismos universitarios y externos, serán objetivos destacados en la propuesta de institutos centrales del plan Maggiolo.

Las primeras investigaciones científicas en computación en Uruguay fueron llevadas a cabo por los investigadores y estudiantes del Centro de Computación de la Universidad de la República, en el período 1968-1972.²⁶ El estudio de modelos matemáticos y resolución numérica de ecuaciones diferenciales figuró como una lógica línea de trabajo, derivada de los intereses de los investigadores involucrados en la temática, aunque también se realizaron aportes en las áreas de tratamiento de lenguaje natural y traducción automática, procesamiento automatizado de datos y computación gráfica. La llegada de un computador IBM/360 en diciembre de 1968 propulsó notoriamente las investigaciones, y para 1971 la comunidad informática contaba con un segundo computador propio, un PDP12 que se instaló en la Facultad de Medicina.

Las mayores divergencias del nuevo centro con respecto al esquema del plan Maggiolo se manifestaron en las actividades de enseñanza. El Centro de Computación no instrumentó un ciclo básico que permitiera el ingreso de estudiantes a facultades, sino que estuvo encargado de implementar una carrera propia. Sin embargo, debe considerarse que el caso de estudio tiene como característica distintiva que aborda la enseñanza de una nueva disciplina, que si bien tiene contacto con las carreras tradicionales, no constituía en ese entonces una disciplina básica en la formación universitaria. Además, debe tenerse en cuenta la dificultad de llevar a cabo un cambio en la estructura de enseñanza a partir de un único centro. Una modificación como la planteada en el plan Maggiolo debería involucrar necesariamente al conjunto de la enseñanza universitaria y tenía dificultades evidentes para comenzar a ejecutarse de manera aislada.

En este contexto se asignó al Centro de Computación, asesorado por la Comisión de Tratamiento de la Información, la responsabilidad de instrumentar una nueva carrera universitaria, que recibió el nombre de Computador Universitario. El Centro de Computación de la Universidad de la República desarrolló las actividades docentes y atendió la demanda estudiantil que existía en el área. De un modesto alumnado de 28 estudiantes en 1968, las inscripciones crecieron a 120 en 1969, a 151 en 1970 y a 165 en 1971. Asimismo, y basados en la aspiración de desarrollar de forma descentralizada la enseñanza básica, tal como proponía el plan Maggiolo, el Centro de Computación de la Universidad de la República se encargó de los cursos de informática y lenguajes de programación en las facultades de Agronomía,

25. Centro de Computación de la Universidad de la República, *Boletín Informativo*, Universidad de la República, Montevideo, Uruguay, núm. 2, jul. 1971.

26. Centro de Computación de la Universidad de la República. *Boletín Informativo*, Universidad de la República, Montevideo, Uruguay, núm. 3, dic. 1972.

Arquitectura, Ciencias Económicas, Ingeniería y Agrimensura, Medicina, Química y también en «otras Facultades y Escuelas».²⁷

Durante el trienio 1970-1972 se desarrollaron en el Centro de Computación de la Universidad de la República numerosos cursos y conferencias de profesores extranjeros, que fueron seguidos con atención por investigadores, docentes, estudiantes de otras ramas de la ciencia y público afín a la temática. En 1971 egresaron los tres primeros estudiantes de la carrera de Computador Universitario: una de las tesis involucraba la investigación aplicada en el área de modelos numéricos, mientras que las otras dos se orientaban hacia la investigación teórico-práctica en temas específicos de informática y procesamiento de información.

La estructura organizativa del Centro de Computación de la Universidad de la República pone de manifiesto la preocupación por la formación del personal de investigación, tal como lo demuestra la existencia de una actividad específica con ese cometido. En los primeros años de vida, el Centro incorporó a estudiantes e investigadores de otras áreas interesados en iniciarse o perfeccionar sus destrezas en computación, lo que permitía la formación curricular de los participantes.²⁸

El Centro de Computación de la Universidad de la República recibió en 1968 a Luis Osín, quien acababa de obtener su título de Maestría en el Massachusetts Institute of Technology. Tres años después, el propio Osín viajó a realizar sus estudios de doctorado en el Instituto Tecnológico de Israel. Estos casos muestran cómo el Centro de Computación cumplió otra de las finalidades propuestas para un instituto central del plan Maggiolo: la formación de investigadores, de acuerdo con las directivas de asociar jóvenes a los institutos y a los planes de investigación, y enviar a los estudiantes e investigadores más capaces al exterior para formarse a nivel de posgrado, con la garantía de la conservación del lugar de trabajo, para que existiera un incentivo para el retorno.

Después de siete años de promisorio labor en la enseñanza de la computación, y luego de consolidar un grupo de trabajo e investigación en el área de informática y procesamiento de información, el Centro de Computación de la Universidad de la República no escapó del destino de la universidad tras la intervención del gobierno dictatorial en 1973. El Centro de Computación de la Universidad de la República fue «transformado» —en realidad, como centro académico fue eliminado— inmediatamente después de la intervención de la universidad por parte de la dictadura, mediante el decreto 921/73 del Poder Ejecutivo en octubre de 1973.²⁹

La transformación del Centro de Computación implicó su división en dos estructuras que separaron la unión entre docencia e investigación propugnada por el plan Maggiolo: una nueva entidad denominada «Dirección de Computación de la Universidad de la República» y el «Instituto de Computación», dependiente de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de la República. Las tareas docentes en informática pasaron a ser el cometido del nuevo Instituto de Computación. Por su parte, la Dirección de

27. *Ibid.*

28. Laura Bermúdez y María Urquhart, *op. cit.*

29. Laura Bermúdez, Laura, Juan José Cabezas y María Urquhart, «De Clementina al *email*; una aproximación a la historia de la computación en la Universidad de la República, Uruguay», en: Jorge Aguirre y Raúl Carnota (compiladores), *Historia de la Informática en Latinoamérica y el Caribe: Investigaciones y testimonios*, Universidad Nacional de Río Cuarto, Argentina, 2009, pp. 57-67.

Computación asumió actividades de servicio como «centro de cómputos» de la universidad, sin tener como objetivo actividades de investigación y/o relacionamiento y asesoramiento al medio.

El nuevo Instituto de Computación dejó de depender directamente del Consejo Directivo Central de la universidad, y con esta transformación o reestructura de los ámbitos académicos en el área de la computación se deja de lado la idea de un instituto central de investigación independiente de las facultades, tal como era propuesto en el plan Maggiolo. Al igual que en el resto de la universidad, la investigación científica desarrollada en las nuevas estructuras fue prácticamente nula, los referentes científicos fueron destituidos y el grupo de docentes del Centro de Computación fue desintegrado.

11.5 Conclusiones

Este trabajo ha presentado un análisis histórico del proceso de creación del Centro de Computación de la Universidad de la República y un resumen de las principales actividades desarrolladas en el período 1966-1973. El estudio se ha enfocado dentro del marco histórico de renovación propuesto por el rector Óscar Maggiolo, y se han esgrimido las razones por las que el Centro de Computación puede considerarse como una implementación exitosa de un «Instituto central» del plan Maggiolo, tras considerar las políticas de desarrollo, investigación y docencia instrumentadas en el Centro, así como en lo referente a criterios estructurales y organizativos.

Respetables opiniones han presentado una visión crítica sobre la formulación del plan Maggiolo, que han percibido como demasiado general y ambiciosa. Los críticos han visto en estas características, y principalmente en la necesidad de triplicar el presupuesto quinquenal de la universidad, los motivos por los cuales el proyecto fue postergado. Sin embargo, la reseña de actividades del Centro de Computación y los argumentos presentados en este trabajo sugieren que esa situación no se corresponde completamente con la realidad, y que el plan Maggiolo no ha dormido de modo perpetuo desde su formulación.

La historia del Centro de Computación muestra que ciertas ideas de renovación estructural pudieron ser instrumentadas parcialmente y de modo exitoso gracias al influjo directo de Óscar Maggiolo e investigadores que compartían su visión sobre la investigación científica. Bajo este impulso, el caso del Centro de Computación abre una nueva perspectiva para la investigación científica en nuestro país, desde el momento de su creación en 1966 y por un fructífero período de 7 años.

El éxito del Centro de Computación se dio conjuntamente con otras experiencias valiosas en ciertos institutos de facultades de la Universidad de la República, como el Instituto de Economía de la Facultad de Ciencias Económicas y el Instituto de Matemática de la Facultad de Ingeniería, los cuales hacia el final del período democrático habían alcanzado un cierto desarrollo de docencia e investigación y una capacidad de prestar diversos servicios de asesoramiento. Sin embargo, estas experiencias fueron menos ambiciosas y estuvieron más alejadas del espíritu del plan Maggiolo, porque no contaban con actividades específicas de enseñanza básica transversal, ni tampoco con la autonomía característica de los institutos centrales del plan Maggiolo, al mantenerse los centros institucionalmente subordinados a sus respectivas facultades.

Desde este punto de vista, las principales causas de la exitosa implementación del Centro de Computación se relacionan con la novedad de la disciplina de investigación, y pueden resumirse en: 1) el carácter multidisciplinario e interdisciplinario del área y de las principales líneas de investigación abordadas, manifestado desde los inicios en la integración multidisciplinaria de los grupos de investigación y comisiones, que posibilitaron el nacimiento de las ciencias de la computación en la Universidad de la República de una forma absolutamente transversal en cuanto a enfoque, contenidos y aplicaciones; 2) la demanda real existente por aplicaciones de «procesamiento automático de la información», en especial en organismos estatales como OSE y UTE, y también en comisiones técnicas e institutos y centros de investigación en las facultades; 3) el apoyo de reconocidas figuras académicas de la región en la instrumentación de las actividades de investigación, asesoramiento y diseño de planes de estudio en computación; y 4) la inexistencia de una colectividad de profesionales con ideas corporativas que conspirara contra una visión formadora, universalista y general de la disciplina y su utilización por investigadores de otras áreas.

En ciertos casos, las ideas de Maggiolo lograron efectivizarse de modo parcial en el período de siete años que antecedieron a la dictadura. De acuerdo con esta línea de pensamiento, el presente trabajo ha descrito la historia de la creación del Centro de Computación de la Universidad de la República y sus actividades, conjuntamente con argumentos que ilustran cómo algunos planteamientos del plan Maggiolo pudieron ser instrumentados en el nuevo Centro. Su paradigma de trabajo interdisciplinario e independiente, sus labores de enseñanza desde una perspectiva transversal y sus actividades exitosas de asesoramiento e investigación en el período 1966-1973 pudieron haber marcado un camino para seguir en una línea de transformación y modernización de la Universidad de la República, según las ideas de Maggiolo, pero lamentablemente la dictadura cortó esa posibilidad de renovación.

Fundación, retos y primeros logros de la Escuela de Ciencias de la Computación e Informática

Marta Eunice Calderón Campos

12.1	Introducción	180
12.2	Contexto previo a la fundación de la ECCI	181
12.3	Fundación de la ECCI	182
12.4	El nuevo programa en Computación e Informática	183
12.5	Equipo computacional de apoyo a la carrera	186
12.6	Integración de los estudiantes	187
12.7	Consolidación del cuerpo docente	188
12.8	Selección de área y facultad	189
12.9	Primeros graduados	191
12.10	Programas de informática en sedes regionales	192
12.11	Extensión social y logros durante los primeros años	192
12.12	Conclusiones	194

12.1 Introducción

La Escuela de Ciencias de la Computación e Informática (ECCI) de la Universidad de Costa Rica es, en la actualidad, una unidad académica consolidada y de alta reputación. Los logros que desde sus primeros años de existencia consiguió fueron determinantes para llegar a la situación actual. La fundación de la ECCI fue resultado de un largo proceso de discusión y acción de visionarios que querían darle a la disciplina de las Ciencias de la Computación e Informática la oportunidad de desarrollarse y convertirse en un motor de desarrollo del país.

A diferencia de otras universidades, la ECCI surgió de la fusión de dos programas pertenecientes a dos unidades académicas distintas. Esta mezcla culminó con la creación de un nuevo plan de estudios: el programa de Bachillerato y Licenciatura en Computación e Informática.

La creación de la ECCI encontró muchos obstáculos que fueron vencidos por personas que creían firmemente en lo que estaban haciendo. En su creación, tanto docentes como estudiantes dieron su aporte. Era un momento oportuno para hacer el cambio. La tecnología de las microcomputadoras recién había llegado al mercado costarricense y en ese momento empezaban a crecer enormemente las posibilidades laborales para los graduados en el campo de la computación.

El objetivo de nuestra investigación es identificar el contexto en el que se dio la creación de la Escuela de Ciencias de la Computación e Informática y los logros que alcanzó durante sus primeros años de vida. Por esta razón, recogimos el testimonio de algunos de los que participaron de modo activo en el proceso de consolidación de la ECCI y la experiencia de quienes nos favorecimos del cambio sin saber exactamente lo que estaba ocurriendo.¹ Además, revisamos la correspondencia interna y resoluciones emitidas por las autoridades universitarias desde 1980 hasta 1985 que estuviesen relacionadas con nuestra investigación, todas disponibles en el archivo de la ECCI.

La estructura de este documento sigue el siguiente orden: en primer lugar, se describe el contexto dentro del cual surge la inquietud por crear la ECCI; en segundo lugar, se presenta el proceso que concluye con la fundación de la ECCI; en tercer lugar, se explica el nuevo programa creado después de la fundación de la Escuela; en cuarto lugar, se da un vistazo al equipo computacional del que sacó provecho la nueva carrera; en quinto lugar, se recrea cómo fue la integración de los estudiantes nuevos y antiguos a la ECCI; en sexto lugar, se rememoran los pasos dados durante los primeros años de la ECCI para empezar a consolidar un cuerpo docente más grande y de mayor calificación académica; en séptimo lugar, se mencionan los primeros graduados de la nueva carrera; en octavo lugar, se presenta el proceso de selección de área y facultad a las que estaría adscrita la ECCI; en noveno lugar, se ilustra cómo la ECCI impulsó el desarrollo de programas de informática en sedes regionales; en décimo lugar, se exponen las actividades de extensión social y los logros conseguidos por la ECCI durante sus primeros años de existencia; y, finalmente, se presentan las conclusiones.

1. La autora forma parte de la primera generación que ingresó a la nueva Escuela.

12.2 Contexto previo a la fundación de la ECCI

Durante el primer lustro de la década de los años setenta se crearon paralelamente en la Universidad de Costa Rica dos planes de estudios relacionados con la computación y la informática. Como parte de la Escuela de Matemática se creó el Departamento de Computación, en el cual se dictaba el programa de Bachillerato y Licenciatura en Ciencias de la Computación. Por otro lado, un grupo de estadísticos e ingenieros químicos y eléctricos impartía el Bachillerato en Informática en el Centro de Informática; una unidad administrativa que también había asumido un papel docente.² En 1975, luego de estudiar en Estados Unidos, el profesor Javier Gaínza asumió la dirección del Departamento de Computación, puesto que ocupó hasta 1981.

Durante ocho años ambos programas se desarrollaron con énfasis diferentes. Así, por ejemplo, el Bachillerato en Ciencias de la Computación incluía diez cursos de matemática pura compartidos con la carrera de Matemática e impartidos por los profesores de la Escuela de Matemática; mientras que los cursos de programación, estructuras de datos y sistemas eran dictados por docentes del Centro de Informática.³ El Bachillerato en Informática incluía cursos de economía, contabilidad, finanzas y física, que no estaban contemplados en el plan de estudios de Ciencias de la Computación.

Entre ambos programas se daba una rivalidad: en Ciencias de la Computación se graduaban los estudiantes, porque el profesor Gaínza y otros docentes de Matemáticas se preocupaban por conseguir becas, algunas otorgadas por instituciones públicas, como el Instituto Nacional de Seguros, para que los beneficiarios pudieran dedicarse solo a estudiar; en cambio, en Informática no había graduados, puesto que se consideraba que era más importante la opción de trabajar.⁴ La mayoría de los estudiantes de Informática estaban empleados por el mismo Centro de Informática. Además, los primeros graduados en Ciencias de la Computación consiguieron rápidamente ingreso en universidades extranjeras, donde fueron a obtener posgrados.

También es importante resaltar que existían razones presupuestarias que motivaron la creación de la Escuela. Los programas de Informática y Ciencias de la Computación atrajeron de inmediato a una gran cantidad de estudiantes. Por ejemplo, en agosto de 1980 la población estudiantil del programa en Ciencias de la Computación ascendía a 497 personas.⁵ Esta gran demanda empezó a causar problemas, entre ellos la complicación de que ninguna de las dos unidades contaba con suficiente personal docente para atender a los alumnos ni con la estructura administrativa necesaria.⁶ En el caso del Departamento de Computación de la Escuela de Matemática no contaba con un presupuesto propio, del que pudiera disponer, lo cual representaba una seria limitación para poder crecer.⁷

2. Centro de Informática, *El Centro de Informática de la Universidad de Costa Rica*, San Pedro de Montes de Oca, Universidad de Costa Rica, 1976, p. 10.

3. Javier Gaínza, entrevista de la autora, San Pedro de Montes de Oca, diciembre de 2009; Juan J. Vargas, entrevista de la autora, San Pedro de Montes de Oca, enero de 2010.

4. Javier Gaínza, entrevista de la autora, San Pedro de Montes de Oca, diciembre de 2009.

5. *Ibid.*

6. Jorge Urpí, *Memorandum DFC-144-84 del Decano de Ciencias al Dr. Fernando Durán A., Rector de la UCR*, San Pedro de Montes de Oca, 1 jun. 1984, p. 2.

7. Juan J. Vargas, entrevista de la autora, San Pedro de Montes de Oca, enero de 2010.

Además, también existía una rivalidad entre los programas de Matemática y de Ciencias de la Computación.⁸ Este último representaba una carrera emergente, con gran potencial de crecimiento, por lo que era visto por los profesores de Matemática como una amenaza. Surgieron conflictos políticos dentro de la Asamblea de Escuela de Matemática, un cuerpo colegiado formado por los profesores titulares. Bajo la influencia de esta polémica, los docentes y estudiantes de Ciencias de la Computación solicitaron la autonomía académica al entonces rector, doctor Claudio Gutiérrez Carranza. De esta forma, la carrera en el campo de la computación tendría, según los autores de la propuesta, mayores oportunidades de crecimiento.⁹

El doctor Gutiérrez acogió esta solicitud. Por tal decisión surgió la idea de unificar ambos programas, los de Informática y Ciencias de la Computación, y crear la Escuela de Ciencias de la Computación e Informática. Para que la idea se materializara era necesario seguir un largo camino de aprobaciones.

12.3 Fundación de la ECCI

En el IV Congreso Universitario de la UCR, realizado en 1980, docentes y una representación de estudiantes de la carrera de Ciencias de la Computación presentaron la ponencia número 39, en la que proponían la creación de la Escuela de Ciencias de la Computación e Informática (ECCI).¹⁰

La resolución del IV Congreso Universitario consistió en recomendar la fundación de la Escuela de Ciencias de la Computación e Informática y la reorganización del Centro de Informática, una iniciativa también apoyada previamente por la Rectoría, el Consejo Asesor de la Facultad de Ciencias y el Consejo Universitario.¹¹

El 11 de marzo de 1981 en la Asamblea Representativa Colegiada, máxima instancia legislativa de la UCR, se aprobó la creación de la ECCI. Las condiciones de su fundación fueron definidas en las resoluciones VD-1015-81 y VD-1077-81 de la Vicerrectoría de Docencia.¹² De manera temporal la ECCI quedó adscrita directamente a la Vicerrectoría de Docencia, y se estableció un período de dos años para que la Asamblea de Escuela decidiera a cuál área y facultad se uniría con posterioridad. Existía cierta preferencia de parte de los docentes y estudiantes de Ciencias de la Computación por permanecer en el área de Ciencias, pero los de Informática se inclinaban más hacia la de Ingeniería.¹³ Por esta razón, ambas partes estuvieron de acuerdo en dejar pasar un tiempo antes de tomar la decisión.¹⁴

Se comenzó entonces la tarea de organización de la Escuela. El Consejo Universitario, en su sesión 2.773 del 6 de abril de 1981, nombró como director de la escuela al profesor Javier Gaínza, quien fue el

8. Gabriela Marín, entrevista de la autora, San Pedro de Montes de Ocas, enero de 2010.

9. *Ibid.*

10. «Carta al personal docente y estudiantes del Centro de Informática de docentes y estudiantes de Ciencias de la Computación», San Pedro de Montes de Oca, 22 abr. 1980, p. 1.

11. Armando Acuña, *Memorandum DFC-486-80 del Decano de la Facultad de Ciencias a la Lic. Mireya Hernández de Jaén, Presidenta del Consejo Universitario*, San Pedro de Montes de Oca, 25 set. 1980, p. 1.

12. Vicerrectoría de Docencia, *Resolución VD-1015-81*, San Pedro de Montes de Oca, 14 abr. 1981, pp. 2-5; Vicerrectoría de Docencia, *Resolución VD-1077-81*, San Pedro de Montes de Oca, 1 jul. 1981, pp. 1-2.

13. «Carta al personal docente y estudiantes del Centro de Informática de docentes y estudiantes de Ciencias de la Computación», p. 1.

14. *Idem.*

único candidato.¹⁵ Los estudiantes de Informática no estaban de acuerdo con dicha decisión, pues preferían que el director fuera el profesor Adrián Araya del Centro de Informática.¹⁶ Sin embargo, la candidatura del profesor Araya para el puesto de director de la ECCL no pudo materializarse, debido a una obligación contractual previa que él había adquirido con la universidad y que todavía no había concluido.¹⁷ Bajo estas circunstancias, el recién nombrado director tenía un gran reto por delante: ganarse la confianza de los estudiantes de Informática y lograr la integración de todos los alumnos en la nueva Escuela en un ambiente de cordialidad y respeto.

El cuerpo docente de la ECCL quedó conformado, en un principio, por los profesores en régimen académico (titulares) tanto del Centro de Informática como del Departamento de Computación. En total, trece docentes, cinco de ellos de Informática y ocho de Ciencias de la Computación, quedaron como fundadores de la ECCL, con la particularidad de que había solo una mujer.¹⁸ La lista completa de profesores fundadores es la siguiente: provenientes de la Escuela de Matemática los docentes Raúl Alvarado Sibaja, Ronald Argüello Venegas, Silvia Chavarría González, Adolfo Di Mare Hering, Javier Gaínza Echeverría, Peter Holtzman Rubin, Eduardo Piza Volio y Juan José Vargas Murillo; y del Centro de Informática los docentes Adrián Araya Martín, Luis Chaves Monge, Mario Feoli Escalante, Jorge Jiménez González y Luis McRae Robert.

Por su parte, los estudiantes de ambos programas pasaron automáticamente a estar empadronados en la ECCL, aunque conservaron el derecho de terminar sus estudios bajo el programa en el que habían empezado.¹⁹ Sin embargo, quienes solicitaron ingreso luego de creada la ECCL tuvieron solo una opción: Bachillerato y Licenciatura en Computación e Informática, nombre de la nueva carrera, cuyos primeros estudiantes fueron admitidos en 1982. Mientras que la mayoría de los alumnos empadronados en el programa de Ciencias de la Computación optó por pasarse paulatinamente al nuevo programa, ante la ventaja de tener que tomar menos cursos de matemática. El grueso de los de Informática prefirió permanecer en su programa original.

Ni el nombramiento del director de la nueva escuela ni el traslado de docentes estuvieron exentos de algún nivel de conflicto. La unión de las dos carreras era vista por algunos como una pérdida tanto de personal como presupuestaria. Por ejemplo, la Escuela de Matemática cedía sus docentes, pero alegaba que ellos estaban a cargo de impartir otros cursos además de los de Ciencias de la Computación y que, por tanto, se veían afectados directamente.²⁰

12.4 El nuevo programa en Computación e Informática

En el plan de estudios del nuevo programa de Bachillerato y Licenciatura en Computación e Informática se conservó la mayor parte de los cursos de Ciencias de la Computación. Cuando se analiza el resul-

15. «Acta de la sesión N.º 2.773 del Consejo Universitario», San Pedro de Montes de Oca, 6 abr. 1981, pp. 46-48.

16. Lilliana Méndez, *Carta a la Lic. Mireya Hernández de Jaén, Presidenta del Consejo Universitario*, San Pedro de Montes de Oca, 3 abr. 1981, p. 1.

17. «Acta de la sesión N.º 2.773 del Consejo Universitario», pp. 46-48.

18. Vicerrectoría de Docencia, *Resolución VD-1077-81*, San Pedro de Montes de Oca, 1 jul. 1981, pp. 1-2.

19. Lilliana Méndez, *Carta a la Lic. Mireya Hernández de Jaén, Presidenta del Consejo Universitario*, San Pedro de Montes de Oca, 3 abr. 1981, p. 1.

20. Vernor Arguedas, *Memorandum DEM-507-81 del Director de la Escuela de Matemática a la Sra. Mireya Hernández, Presidenta del Consejo Universitario*, San Pedro de Montes de Oca, 23 jun. 1981, pp. 1-3.

tado de la fusión de los dos programas originales puede observarse como trece de los quince cursos de matemática tanto pura como aplicada del plan de Ciencias de la Computación fueron heredados por el nuevo plan de estudios. En total, de las 40 materias que componían el plan de estudios de la naciente carrera solo siete no coincidían con las del plan de Ciencias de la Computación. El plan de estudios de bachillerato de la nueva carrera tenía un total de 144 créditos (figura 12.1). Los cursos electivos a nivel del cuarto año eran en el campo de las Ciencias de la Computación e Informática, mientras que los cursos complementarios pertenecían a otra disciplina que podía seleccionar cada estudiante. La licenciatura se componía de siete cursos electivos adicionales, el seminario de graduación y la defensa de tesis u otra modalidad de trabajo final.

Figura 12.1 Plan de estudios del Bachillerato en Computación e Informática en 1982, organizado por semestres

SEM. 1	INTRODUCCIÓN A LA MATEMÁTICA	HUMANIDADES	REPERTORIO	INGLÉS BÁSICO I	ACTIVIDAD DEPORT. I
SEM. 2	ÁLGEBRA Y ANÁLISIS I	HUMANIDADES	PROGRAMACIÓN I	INGLÉS BÁSICO II	ACTIVIDAD DEPORT. II
SEM. 3	MATEMÁTICA I	MATEMÁTICA II	PROGRAMACIÓN II	COMPLEMENTARIO	ACTIVIDAD ARTIST. I
SEM. 4	MATEMÁTICA III	MATEMÁTICA IV	INTRODUCCIÓN A LA ORGANIZACIÓN DE COMPUTADORAS	INTRODUCCIÓN A LOS SISTEMAS COMPUTACIONALES	ACTIVIDAD ARTIST. II
SEM. 5	ANÁLISIS I	PROGRAMACIÓN LINEAL	INTRODUCCIÓN AL PROCESAMIENTO DE ARCHIVOS	COMPLEMENTARIO	SEMINARIO DE REALIDAD NACIONAL I
SEM. 6	ECUACIONES DIFERENCIALES	INVESTIGACIÓN DE OPERACIONES I	SISTEMAS OPERATIVOS I	ESTRUCT. DATOS	SEMINARIO DE REALIDAD NACIONAL II
SEM. 7	MÉTODOS Y ANÁLISIS NUMÉRICO	INVESTIGACIÓN DE OPERACIONES II	ANAL. Y DISEÑO SISTEMAS I	COMPLEMENTARIO	ELECTIVA
SEM. 8	INFORMÁTICA Y SOCIEDAD	INVESTIGACIÓN DE OPERACIONES III	ORGANIZACIÓN DE LENGUAJES DE PROGRAMACIÓN	SISTEMAS OPERATIVOS II	ELECTIVA

Para decidir cuáles cursos se incluirían en el plan se tomaron como guía las recomendaciones que la «Association for Computing Machinery» (ACM) sugería para definir un plan de estudios de bachillerato en Ciencias de la Computación.²¹ Nótese que no se incluían cursos de redes ni de bases de datos rela-

21. ACM, «Curriculum '78. Recommendations for the Undergraduate Program in Computer Science. A Report of the ACM Curriculum Committee on Computer Science», *Communications of the ACM*, vol. 22, núm. 3, 1979, pp. 147-166.

cionales, porque eran innecesarios para la época, dado que las tecnologías en esos campos no habían avanzado tanto y no se utilizaban a nivel de la industria costarricense. Las instituciones del sector público, que eran por aquel entonces la mayoría de las pocas que contaban con un centro de cómputo o de informática, utilizaban equipos *mainframes* o minicomputadoras con sistemas centralizados. Las bases de datos que se utilizaban no eran relacionales.²²

Era común escuchar la queja de los estudiantes de la ECCI por la enorme cantidad de cursos de matemática que debían tomar. La razón de esta queja era que muchos estudiantes no lograban aprobarlos la primera vez que los matriculaban. Si bien solo aparecían ocho materias de la Escuela de Matemáticas, otros cinco cursos eran de matemática aplicada. Lo interesante es que hoy en día la mayoría de los egresados de las primeras generaciones afirman que los cursos de matemática fueron muy importantes en su formación, porque les dieron un esquema de pensamiento. No estamos seguros de que fueran necesarios tantos cursos para conseguir este objetivo, pero al menos los que estudiamos bajo este plan de estudios aprendimos a pensar.

Algunas novedades tecnológicas de gran impacto fueron introducidas en el plan de estudios de la nueva carrera. Con la incorporación de la asignatura «Programación 1» hubo un gran cambio en el primer curso en el área de computación e informática. Esta materia se impartió por primera vez en el segundo ciclo de 1982 con un nuevo programa. Los estudiantes que se matricularon en el curso fueron en su mayoría quienes habían ingresado ese mismo año a la universidad.

El diseño del programa de «Programación 1» estuvo fuertemente influenciado por las ideas de Dianelos Georgoudis, un profesor griego que había estudiado ingeniería eléctrica en la Escuela Politécnica Federal de Zurich, Suiza.²³ Fue alumno de Niklaus Wirth, uno de los creadores del lenguaje Pascal y de otros lenguajes de programación.²⁴ El profesor Georgoudis llegó a Costa Rica en el año 1981 y laboró como profesor visitante en la ECCI por más de tres años, durante los cuales también impartió los cursos de «Introducción a la organización de computadoras» (1983) y «Estructuras de datos» (1984), con lo que dejó una huella indeleble en la generación que inició estudios en 1982.

El programa del curso «Programación 1» se centró en la enseñanza de los conceptos básicos de programación con Pascal. El lenguaje que se enseñaba previamente en el primer curso de programación de las carreras de Ciencias de la Computación y de Informática era Fortran.²⁵ La decisión de enseñar Pascal, en aquel momento de uso prácticamente exclusivo en el área académica, obedecía a una razón importante: desde que fue diseñado se pensó en un lenguaje que facilitara el aprendizaje de los conceptos de programación.

Una novedad adicional que trajo consigo el uso de Pascal fue la posibilidad de introducir un paradigma de programación prácticamente desconocido en Costa Rica para la época: la «programación estructu-

22. Celedonio Ramírez, *La tercera revolución educativa costarricense: memoria de la creación y puesta en marcha de la UNED (1975-1982)*, 1.ª ed., San José, Costa Rica, Editorial Universidad Estatal a Distancia, 2006, p. 435.

23. Javier Gaínza, entrevista de la autora, San Pedro de Montes de Oca, diciembre de 2009.

24. Dianelos Georgoudis, entrevista de la autora, San Pedro de Montes de Oca, enero de 2010.

25. Juan J. Vargas, entrevista de la autora, San Pedro de Montes de Oca, enero de 2010 Sandra Kikut, entrevista de la autora, San Pedro de Montes de Oca, enero de 2010.

rada». Aunque hoy en día este paradigma ha cedido terreno ante el avance de la «programación por objetos», es justo reconocer que en aquel momento el cambio representó una gran evolución con respecto a los largos programas ilegibles por el uso de la instrucción *go to*. Pocos años después, este cambio de paradigma dio pie también a una mejora en el proceso de desarrollo de aplicaciones comerciales en el país.

Desde 1982 hasta la fecha el plan de estudios ha experimentado cambios sustanciales para ajustarse al galopante avance de la tecnología. Se ha disminuido el número de cursos de matemáticas y se ha cambiado su contenido. Se han agregado cursos de ingeniería de *software*, bases de datos y redes, entre otros. Se han introducido cursos de laboratorio para que los estudiantes puedan realizar proyectos prácticos en algunas asignaturas. Se eliminaron los cursos complementarios y se agregaron más cursos electivos.

12.5 Equipo computacional de apoyo a la carrera

Los estudiantes de la nueva carrera pudieron sacar provecho de la adquisición que realizó la UCR de equipos computacionales que sirvieron de apoyo en el proceso educativo. Por ejemplo, en el segundo semestre de 1982, cuando se estrenó el curso «Programación 1», no se utilizaron tarjetas perforadas, sino que los estudiantes pudieron utilizar, por primera vez, terminales conectadas a un gran computador para digitar y ejecutar sus tareas programadas. Esto fue válido para todos los cursos que requirieron programación a partir de ese momento. La UCR había adquirido en 1982 un equipo de tiempo compartido modelo Burroughs B6920, el cual era utilizado tanto por el Centro de Informática para labores administrativas como por la ECCI para la docencia.²⁶ La generación de estudiantes del año 1982 fue la primera que no pasó por la tortura de perforar tarjetas.

Con solo ocho terminales se tenía que satisfacer la demanda de todos los estudiantes de los cursos que incluyeran tareas programadas. Esto hacía que el tiempo asignado a cada estudiante fuera sumamente restringido: dos horas por semana por cada curso cuya evaluación incluyera tareas programadas. Por lo general, los estudiantes tenían tan solo dos semanas de tiempo para programar una tarea, lo cual representaba un total de cuatro horas de uso de la terminal. Por esta razón, era prácticamente obligatorio que antes de sentarse a trabajar con el equipo los estudiantes hubieran dedicado muchas horas a pensar en los algoritmos, escribir el código fuente e incluso «ejecutarlo» a mano. No podían perder tiempo cuando estaban frente a la terminal. Esto les impuso el hábito de analizar el problema, pensar en la solución y crear el algoritmo antes de empezar a escribir el código y probarlo. Lamentablemente, en la actualidad, y en virtud del exceso de tiempo de uso de las máquinas, muchos estudiantes suelen sentarse frente a la computadora a diseñar pantallas sin haber pensado previamente en los algoritmos y las estructuras de datos que habrán de utilizar.

En el momento de crearse la ECCI se esperaba la llegada de una microcomputadora Cromemco con procesador Z-80 y 64 kilobytes de memoria, cuya compra había sido gestionada por el profesor Gaín-

26. Abel Brenes, «Aportes del Centro de Informática en 35 años» *35 Aniversario: Centro de Informática*, San Pedro de Montes de Oca, Universidad de Costa Rica, 2008, p. 3.

za en 1981.²⁷ Era la primera microcomputadora adquirida por la UCR.²⁸ Este equipo constituiría posteriormente una importante herramienta para cursos de lenguaje ensamblador y otros.

La primera red de microcomputadoras, marca North Star, llegó a la ECCI en 1984.²⁹ Once computadoras compartían una única unidad de disquetes de 5¼ pulgadas. Aunque esta situación incordiaba a los estudiantes, la nueva red ofrecía la ventaja de que los alumnos podían trabajar más rápidamente y contaban con la posibilidad de llevarse en un disquete lo hecho en el salón, aunque prácticamente nadie tenía en su casa un computador en el que concluir la asignación. Las redes eran una gran novedad en ese momento en Costa Rica. En el plan de estudios de la ECCI no había un curso en que se las estudiara, pero al menos los estudiantes tenían la oportunidad de experimentar con una red y entender sus ventajas y problemas.

12.6 Integración de los estudiantes

La ECCI se ubicó en el segundo piso del edificio nuevo construido para el Centro de Informática de la UCR.³⁰ El escaso espacio disponible para el estudiantado se limitaba a la sala de las terminales, una pequeña sala de estudio y dos aulas, las cuales no eran suficientes, por lo que con frecuencia las lecciones se impartían en edificios de otras unidades académicas. Esta escasez de espacio favoreció enormemente el hecho de que todos los estudiantes de la ECCI se conocieran, porque era fácil coincidir con los demás en las salas de terminales y estudio.

Cerca de 100 estudiantes fueron admitidos para comenzar estudios en marzo de 1982. Este año, 812 estudiantes estaban empadronados en la ECCI, de los cuales 408 correspondían a Informática, 176 a Ciencias de la Computación y 228 a Computación e Informática.³¹ Alrededor de 300 estudiantes que habían ingresado inicialmente a Ciencias de la Computación o a Informática se trasladaron al nuevo programa.

A partir de 1982 las sucesivas generaciones de estudiantes vivieron la unión de las dos carreras sin mayores molestias. Para las anteriores, sí hubo un impacto. Especialmente para el alumnado que ingresó en 1980 y 1981. En la resolución N°. 1.015-81 de la Vicerrectoría de Docencia se especificaba que se respetarían los derechos adquiridos por los estudiantes.³² Pese a esta resolución, la población estudiantil que había ingresado en esos dos años a una de las dos carreras se vio prácticamente en la obligación de trasladarse a la nueva carrera, por lo que muchos estudiantes se atrasaron en su avance en el plan de estudios.

La razón de ello fue principalmente de índole presupuestaria. La ECCI tenía que impartir las materias de tres programas. Los cursos para los estudiantes inscritos en tercero y cuarto año de Informática y

27. Javier Gaínza, *Circular ECCI-075-081 a profesores de la ECCI*, San Pedro de Montes de Oca, 12 jun. 1981, p. 1.

28. Juan J. Vargas, entrevista de la autora, San Pedro de Montes de Oca, enero de 2010.

29. Javier Gaínza, *Memorandum ECCI-232-84 del Director de la ECCI a los profesores del curso CI-0203*, San Pedro de Montes de Oca, 16 jul. 1984, p. 1.

30. Vicerrectoría de Docencia, *Resolución VD-1077-81*, San Pedro de Montes de Oca, 1 jul. 1981, pp. 1-2.

31. Javier Gaínza, *Memorandum ECCI-083-84 del Director de la ECCI a la Sra. Ana Zúñiga, Vicerrectora de Docencia*, San Pedro de Montes de Oca, 20 mzo. 1984, p. 1.

32. Vicerrectoría de Docencia, *Resolución VD-1015-81*, San Pedro de Montes de Oca, 14 abr. 1981, p. 2.

de Ciencias de la Computación se abrieron, aunque muchas veces como cursos compartidos por los dos programas. Sin embargo, los que estaban en segundo año, en su mayoría ingresados en 1981, tuvieron que tomar los cursos del nuevo programa, porque no era viable, en términos presupuestarios, abrir más de un curso de contenido similar, uno para cada programa. Esto les significó un atraso, puesto que los cursos de Computación e Informática se dictaban solo una vez al año y se abrían grupos cuando correspondía, según el nuevo plan de estudios. Por tanto se vieron obligados a esperar y graduarse tras cinco años de estudios, en vez de los cuatro años que especificaba el programa de la carrera.³³

De esta forma, los estudiantes ingresados en 1982 alcanzaron a los admitidos en 1981 y algunos de 1980. La situación favoreció la integración de los estudiantes de la ECCI. Por un lado, estaban los estudiantes transferidos de las dos carreras originales; y aunque las viejas rivalidades entre programas no desaparecieron por completo, sí se disiparon mucho, porque ahora todos compartían los mismos cursos. Justamente por esta razón, los estudiantes de Informática fueron los que más sufrieron durante el periodo de transición, porque no siempre contaban con la base matemática necesaria para enfrentar los cursos de la nueva carrera. Por otro lado, los estudiantes ingresados bajo los programas originales y los alumnos admitidos bajo el nuevo programa también se vieron obligados a unirse y ser compañeros. De esta forma, se creó una cultura en la que todos eran parte de la ECCI.

Los admitidos antes de 1982 padecieron una situación de desventaja.³⁴ No aprendieron el lenguaje Pascal. Tampoco estructuras de datos dinámicas. Sin embargo, al llegar a cursos superiores, como «Estructura de datos», los profesores suponían que todos en el aula ya conocían los conceptos básicos. Por esta razón, se vieron obligados a aprender por cuenta propia o a preguntarles a los llamados «chicos Pascal»: los estudiantes ingresados en 1982, que sí lo habían aprendido en el curso de «Programación 1». Esta situación se tradujo en algún grado de resentimiento, aunque no constituyó un obstáculo para que se graduaran.

12.7 Consolidación del cuerpo docente

Si bien se contaba con trece educadores en propiedad, un gran reto de la ECCI era consolidar un cuerpo docente conformado por profesores con una excelente formación académica. El grado máximo que se podía obtener en Costa Rica era el de licenciatura. Por ello, era necesario contar con jóvenes docentes con el potencial para realizar estudios de posgrado en el extranjero.³⁵

En el momento de crearse la ECCI, los docentes Luis Eduardo Jenkins y Manuel Bermúdez contaban cada uno con una reserva de plaza, figura que se utiliza en la UCR para garantizar a profesores interinos que optan por obtener un grado de posgrado en el extranjero que tendrán un puesto de trabajo a su regreso al país.³⁶ Estas decisiones previas de la Asamblea de la Escuela de Matemática y del Centro de Informática fueron respetadas, y ambos docentes emprendieron sus estudios de maestría en el ex-

33. Sandra Kikut, entrevista de la autora, San Pedro de Montes de Oca, enero de 2010.

34. Sandra Kikut, entrevista de la autora, San Pedro de Montes de Oca, enero de 2010.

35. Gabriela Marín, entrevista de la autora, San Pedro de Montes de Ocas, enero de 2010.

36. Vicerrectoría de Docencia, *Resolución VD-1077-81*, San Pedro de Montes de Oca, 1 jul. 1981, pp. 2.

tranjero. En la resolución VD-1.077-81 se especificó que, a su regreso, los dos profesores formarían parte del cuerpo docente de la ECCEI.³⁷

En 1981, recién creada la ECCEI, la Asamblea de Escuela abrió el primer concurso de antecedentes para llenar dos plazas docentes. Resultaron ganadores los licenciados Gabriela Marín Raventós y Francisco Mata Chavarría, quienes ingresaron a laborar como docentes en julio de 1981.³⁸

Por otro lado, al crearse la ECCEI, el profesor Vladimir Lara Villagrán realizaba estudios de doctorado en computación en Francia. Se había ido a estudiar en calidad de becario de la UCR con reserva de plaza.³⁹ El profesor Lara terminó sus estudios en 1982, con lo cual se convirtió en el primer costarricense en hacerse acreedor del grado académico de doctorado en computación. Regresó al país y se integró como profesor invitado en la ECCEI.

En 1983, los profesores Gabriela Marín, Francisco Mata y Adolfo Di Mare viajaron a Estados Unidos para cursar estudios a nivel de maestría.⁴⁰ Se reintegraron a su labor docente en la UCR en 1985.

En setiembre de 1983 se realizó el segundo concurso de antecedentes de la ECCEI para llenar una plaza. La única candidata, la licenciada Josefina Pujol Mesalles, recibió el apoyo de la Asamblea de Escuela e ingresó a formar parte de esta.⁴¹

Poco a poco se consolidaba un cuerpo docente que crecía no solo en número, sino también en calificación académica. Se puede afirmar que el profesor Gaínza fue un gran motivador y reclutador de jóvenes profesores, siempre con el objetivo en mente de consolidar un cuerpo docente con formación sólida. Con ello podría garantizar la calidad y sostenibilidad de la carrera. En 1991, diez años después de la fundación de la ECCEI, quince docentes, tanto interinos como en propiedad, habían sido becados por la UCR para ir al extranjero a obtener grados de posgrado en Estados Unidos y Alemania.⁴² Entre ellos podemos nombrar a Ligia Garro, Álvaro de la Ossa, Javier Vásquez, Andrea Lobo, Marcelo Jenkins y Juan Carlos Hidalgo. Dicha cifra refleja, además, el interés de la UCR por contar con un cuerpo docente con alta calificación académica. Este espíritu se mantiene todavía vivo.

12.8 Selección de área y facultad

Tal como quedó previsto en el momento de la creación de la ECCEI, dos años después la Asamblea de Escuela debía tomar la decisión sobre a cuál área y facultad se pertenecería. En junio de 1983 empezó el proceso de discusión del tema, el cual duró varios meses. Participaron docentes, estudiantes y egresados. Las dos opciones eran la Facultad de Ciencias Básicas en el área de Ciencias Básicas y la Facultad de Ingeniería en el área de Ingeniería y Arquitectura. La Asamblea de Escuela estaba dividida al

37. Idem.

38. Gabriela Marín, entrevista de la autora, San Pedro de Montes de Ocas, enero de 2010.

39. Vicerrectoría de Docencia, *Resolución VD-1077-81*, San Pedro de Montes de Oca, 1 jul. 1981, p. 2.

40. Gabriela Marín, entrevista de la autora, San Pedro de Montes de Ocas, enero de 2010.

41. «Acta N° 23 de la Asamblea de Escuela de Ciencias de la Computación e Informática», San Pedro de Montes de Oca, 14 set. 1983, p. 1.

42. «Escuela de Computación continúa a la vanguardia», *Semanario Universidad*, 18 de octubre, 1991, p. 11.

respecto.⁴³ La decisión era difícil, puesto que existía un nexo muy fuerte entre la ECCI y la Escuela de Matemática, parte de la Facultad de Ciencias Básicas, debido a que la segunda era una de las unidades maternas de la primera. Se extendió invitación a los consejos asesores de cada facultad para que tuvieran la oportunidad de exponer por qué tenían interés en que la ECCI se integrara a su respectiva facultad.⁴⁴

El nexo tan fuerte que existía entre la ECCI y la carrera de Ciencias de la Computación de la Escuela de Matemática pesaba mucho, tanto de forma positiva como negativa. Los profesores provenientes de la Escuela de Matemática estaban divididos entre las dos opciones. Los que se sentían muy identificados con esta Escuela argumentaban que la nueva carrera tenía un enfoque de ciencia, que se había desarrollado con la idea de descubrir teorías, e investigar sobre diseño de *hardware* y computabilidad. Por todas estas razones debía formar parte la Facultad de Ciencias.⁴⁵ En cuanto a la Facultad de Ingeniería, también tenía adeptos, puesto que parte del cuerpo docente estaba constituido por ingenieros químicos y eléctricos. Ellos no eran los únicos, pues había profesores provenientes de la Escuela de Matemática que estaban inclinados a favor de la Facultad de Ingeniería, porque tenían presente que la carrera de Computación anteriormente había sido vista como una amenaza para Matemática.⁴⁶

Pero también existían argumentos de otra naturaleza a favor de unirse a la Facultad de Ingeniería. Uno de ellos muy fuerte era que esta facultad poseía más estudiantes y mayor peso político dentro de la UCR, lo que ayudaría a hacer más visible la nueva carrera para aquellos que estaban fuera de la universidad. Sería, por tanto, más fácil atraer estudiantes potenciales.⁴⁷ El otro argumento de peso estaba orientado en el mismo sentido, porque se exploraba la posibilidad de que los egresados de la ECCI pudieran afiliarse al Colegio Federado de Ingenieros y Arquitectos de Costa Rica, aunque esto nunca llegó a concretarse.⁴⁸

Pocos días antes de la fecha pautada para la reunión de Asamblea de Escuela en la que se efectuaría la elección, la Asociación de Estudiantes de Ciencias de la Computación e Informática celebró una asamblea ordinaria, en la cual los estudiantes de la ECCI votaron, por decisión unánime pertenecer al Área y la Facultad de Ingeniería. Así se lo comunicó el Presidente de la Asociación al Director de la ECCI.⁴⁹ No es posible saber, en la actualidad, cuál porcentaje del estudiantado de la ECCI participó en la asamblea, por lo cual no es posible asegurar que lo acordado fuera el sentir de la mayoría de los estudiantes. Sin embargo, suponemos que esta decisión tendría influencia en el resultado final de la elección en la Asamblea de Escuela, puesto que en esta también participarían representantes estudiantiles que votarían según el mandato de sus representados.

43. Juan J. Vargas, entrevista de la autora, San Pedro de Montes de Oca, enero de 2010.

44. «Acta N° 22 de la Asamblea de Escuela de Ciencias de la Computación e Informática», San Pedro de Montes de Oca, 6 jul. 1983, p. 1; Javier Gaínza, *Memorándum ECCI-209-83 del Director de la ECCI al Ing. Rodolfo Herrera, Decano de la Facultad de Ingeniería*, San Pedro de Montes de Oca, 14 jul. 1983, p. 1.

45. Juan J. Vargas, entrevista de la autora, San Pedro de Montes de Oca, enero de 2010.

46. Gabriela Marín, entrevista de la autora, San Pedro de Montes de Ocas, enero de 2010.

47. Javier Gaínza, entrevista de la autora, San Pedro de Montes de Oca, diciembre de 2009.; Juan J. Vargas, entrevista.

48. *Ibid.*

49. Miguel Cabrera, *Memorándum del Presidente de la Asociación de Estudiantes de Ciencias de la Computación e Informática al Sr. Javier Gaínza, Director de la ECCI*, San Pedro de Montes de Oca, 17 ag. 1983, p. 1.

Llegado el momento de elegir, el desarrollo final de los acontecimientos nos hace pensar que no hubo forma de lograr un acuerdo satisfactorio sobre a cuál área y facultad unirse. Por ello, en la sesión de la Asamblea de Escuela del 5 de octubre de 1983 el profesor Raúl Alvarado planteó una moción que ofrecía una solución intermedia: pertenecer al área de Ingeniería y Arquitectura, sin una adscripción definitiva.⁵⁰ Fue la opción que encontró mayor aceptación entre los miembros de la Asamblea. Obtuvo ocho votos a favor, uno en contra y dos abstenciones. Seccionaron esta área por considerarla la más afín a la ECCI, aunque la decisión también tenía algo de pragmatismo: había que atraer estudiantes.⁵¹

Por contravenir el artículo transitorio número 18 del Estatuto Orgánico de la Universidad de Costa Rica, la decisión de la Asamblea de Escuela de no integrarse a una facultad fue rechazada por el rector. En otras palabras, la legislación universitaria obligaba a toda unidad académica a estar adscrita a alguna facultad. Por lo tanto, en la sesión del 30 de noviembre de 1983, la Asamblea de Escuela se pronunció a favor de adscribirse al Área y la Facultad de Ingeniería.⁵² El resultado de la elección fue ocho votos a favor, uno en contra y dos abstenciones, estas últimas de los representantes estudiantiles.

Esta decisión fue objetada por el entonces decano de Ciencias, doctor Jorge Mora Urpí, porque consideraba que de esta forma se rompía un compromiso moral adquirido por la ECCI de «continuar el desarrollo de ciertas áreas de la matemática aplicada con la Escuela de Matemática».⁵³

Pese a esta objeción, la decisión de la Asamblea de Escuela de la ECCI fue aprobada en la sesión del 22 de junio de 1984 por la Asamblea Colegiada Representativa, ente encargado de definir los lineamientos generales de las políticas de la UCR, entre otros.⁵⁴

12.9 Primeros graduados

El primer licenciado en Computación e Informática se graduó en octubre de 1984, y los dos primeros bachilleres en octubre de 1985. Hemos de aclarar que en los tres casos se trataba de estudiantes que habían ingresado originalmente a alguna de las carreras madre y que habían solicitado el traslado a la nueva carrera. La primera generación de bachilleres en Computación e Informática que cursaron el 100 % o casi la totalidad de los cursos del programa de la nueva carrera se graduó en abril de 1986. Exactamente cuatro años después de la entrada en vigencia del nuevo plan de estudios. Esta generación estuvo constituida por un total de nueve jóvenes profesionales: Dyalá Bermúdez, Marta E. Calderón, Susan Chen, Mayela Coto, Juan Carlos Hidalgo, Marcelo Jenkins, Sandra Kikut, Sonia Mora y José Antonio Pacheco.⁵⁵

Seis de ellos se graduaron como licenciados en Computación e Informática entre 1987 y 1988.⁵⁶ Además, seis han laborado como docentes universitarios en la Universidad de Costa Rica y en la Universi-

50. «Acta N° 24 de la Asamblea de Escuela de Ciencias de la Computación e Informática», San Pedro de Montes de Oca, 5 oct. 1983, p. 1.

51. Javier Gaínza, entrevista de la autora, San Pedro de Montes de Oca, diciembre de 2009.

52. «Acta N° 25 de la Asamblea de Escuela de Ciencias de la Computación e Informática», San Pedro de Montes de Oca, 30 nov. 1983, p. 1.

53. Jorge Urpí, *Memorandum DFC-144-84 del Decano de Ciencias al Dr. Fernando Durán A., Rector de la UCR*, San Pedro de Montes de Oca, 1 jun. 1984, p. 2.

54. «Acta N° 31 de la Asamblea Colegiada Representativa», San Pedro de Montes de Oca, 22 jun. 1984, p. 1.

55. Oficina de Registro e Información, *Listado de graduados de la ECCI del periodo 1984-2010*, San Pedro de Montes de Oca, junio, 2011.

56. *Ibid.*

dad Nacional desde hace más de 25 años. Al menos 7 de ellos realizaron estudios de posgrado, de los cuales cuatro obtuvieron el grado de doctorado académico. Esta primera graduación es, sin duda, uno de los primeros grandes logros de la ECCI.

12.10 Programas de informática en sedes regionales

Entre 1983 y 1984 el director de la ECCI, el profesor Gaínza, acompañado de otros docentes, viajó varias veces a Liberia, provincia de Guanacaste, donde la UCR tiene una sede regional, para tratar de convencer a los locales de que el desarrollo económico que se daría en la región requeriría de profesionales en el campo de la computación e informática.⁵⁷ Su entusiasmo logró que el señor Guillermo Vargas Sanabria, en ese entonces diputado a la Asamblea Legislativa de Costa Rica por la provincia de Guanacaste, se comprometiera a buscar los fondos necesarios para comprar e instalar el primer laboratorio de microcomputadoras, un requisito indispensable para impartir una carrera de computación e informática. En 1985 arrancó el Diplomado en Informática Empresarial en la Sede Regional de Liberia, un programa de dos años, aunque el objetivo era que posteriormente se convirtiera en un bachillerato.

Una de las tareas más difíciles para iniciar la carrera fue justamente conseguir docentes dispuestos a vivir lejos de la capital. Fueron estudiantes graduados de Ciencias de la Computación quienes se desplazaron para dictar los cursos.⁵⁸

El proyecto fue exitoso y pronto por iniciativa propia, mas siempre con el apoyo del director de la ECCI, otras sedes regionales también empezaron a ofrecer programas de diplomado, tal como la Sede del Atlántico, donde se contó con el apoyo de los profesores Gabriela Marín Raventós y Francisco Mata Chavarría, ambos graduados de Ciencias de la Computación.⁵⁹

En la actualidad se imparte el programa de Bachillerato en Informática Empresarial en todas las sedes regionales y los recintos de la UCR.⁶⁰ De esta forma, se logró que el conocimiento sobre computación e informática se distribuyera por todo el país, en lugar de concentrarse exclusivamente en el área central.

Muchos de los profesores que dictaron los cursos en las sedes regionales se formaron en la ECCI a nivel de bachillerato y licenciatura. Algunos retornaron a las aulas de la Sede Central, años después, para actualizar sus conocimientos con estudios de maestría en computación e informática.

12.11 Extensión social y logros durante los primeros años

A partir de 1983, la ECCI, además de sus responsabilidades académicas, desarrolló actividades de extensión social. En este sentido, brindó colaboración en beneficio de diversas instituciones públicas. Dio

57. Javier Gaínza, entrevista de la autora, San Pedro de Montes de Oca, diciembre de 2009.

58. *Ibid.*

59. *Ibid.*

60. Universidad de Costa Rica, «Carreras en sedes y recintos», *Página web de la Universidad de Costa Rica*, dirección en Internet: <<http://www.ucr.ac.cr/estudiantes/carreras/sedes-regionales/>>. Consulta: 20 de marzo de 2013.

cursos a funcionarios de la Contraloría General de la República; elaboró análisis técnicos sobre ofertas de licitaciones públicas e interpretó encuestas para la Casa Presidencial; también diseñó estudios de prefactibilidad de análisis y necesidades de equipo de procesamiento de datos para el Consejo Nacional de Producción, entre otros.⁶¹ Esta colaboración con instituciones públicas fue muy valiosa en su momento, pues se empezaba a difundir ampliamente el uso de computadores y no todas las instituciones contaban con personal capacitado para la toma de decisiones en este campo.

Un logro muy importante de la ECCI fue conseguir la exoneración de impuestos de las microcomputadoras.⁶² La ECCI nació cuando los microcomputadores recién habían salido al mercado. Hoy en día sabemos el importantísimo papel que jugó esta tecnología en el desarrollo informático de nuestro país. Sin embargo, cuando las primeras microcomputadoras ingresaron al país eran incomprables, debido a los altos tributos que se les imponían. La ECCI como un todo, docentes y estudiantes, organizó un movimiento para luchar por la exoneración de impuestos de las microcomputadoras. Las ventajas de conseguirlo eran incalculables.

Este esfuerzo fructificó y se materializó en el artículo 33 de la Ley 7012 Creación del Depósito Libre de Golfito, del 4 de noviembre de 1985.⁶³ A partir de ese momento, las microcomputadoras y sus accesorios, partes, componentes y repuestos quedaron exonerados de todos los impuestos y tasas, excepto del impuesto de ventas.

Esta exoneración dio a muchas empresas costarricenses, tanto pequeñas como medianas, la oportunidad de hacerse por primera vez de capacidad computacional; un antiguo privilegio casi de propiedad exclusiva de instituciones públicas. Si bien no existían muchas aplicaciones de *software*, las empresas integraron las microcomputadoras en sus actividades diarias, con aplicaciones de procesamiento de texto y hojas de cálculo. La mayor cantidad de microcomputadoras favoreció dos actividades económicas: el desarrollo y la comercialización de aplicaciones de *software*. Ambas actividades, a su vez, ayudaron a crear nuevos puestos de trabajo. El mercado de la industria de *software* costarricense, que ya había surgido, se amplió. Firms comerciales como Soluciones Integradas (SOIN), fundada en 1984, Tecnología Apropiada (Tecapro), creada en 1985 por docentes y egresados de la ECCI, Exactus (hoy Softland) y GBSYS, fundadas un poco más tarde, en 1987, estuvieron entre las primeras empresas que pudieron aprovechar las nuevas oportunidades.⁶⁴

En 1982 el profesor Gaínza, en su calidad de director de la ECCI, y consciente de que la institución no podía estar aislada de su contexto, también participó como miembro fundador de la Asociación Nacio-

61. Javier Gaínza, *Memorandum ECCI-201-84 del Director de la ECCI a la Lic. Janina del Vecchio, Vicerrectora de Docencia, del 19 de junio de 1984*, San Pedro de Montes de Oca, 19 jun. 1984, p. 1.

62. Javier Gaínza, entrevista de la autora, San Pedro de Montes de Oca, diciembre de 2009.

63. Asamblea Legislativa de Costa Rica, «Ley 7.012 Creación del Depósito Libre Comercial de Golfito», *Sistema Costarricense de Información Jurídica*, disponible en: <http://www.pgr.go.cr/scij/scripts/TextoCompleto.dll?Texto&nNorma=7110&nVersion=7603&nTamanoLetra=10&strWebNormativa=http://www.pgr.go.cr/scij/&strODBC=DSN=SCIJ_NRM;UID=sa;PWD=scij;DATABASE=SCIJ_NRM;&strServidor=\\pgr04&strUnidad=D:&strJavaScript=NO>. Consulta: 19 de marzo de 2013.

64. Soluciones Integrales, «Quiénes somos», *Página web de Soluciones Integrales S.A.*, dirección en Internet: <<http://www.soin.co.cr/>>. Consulta: 10 de marzo de 2010; Mauricio Valverde, entrevista de la autora, San Pedro de Montes de Oca, enero de 2010; Grupo Softland, «¿Quiénes somos?», *Página web del Grupo Softland*, Dirección en Internet: <<http://www.softland.cr/quienes-somos>>. Consulta: 19 de marzo de 2013; GBSYS, «Acerca de GBSYS», *Página web de la empresa GBSYS, S.A.*, dirección en Internet: <<http://www.gbsys.com/index.php/es/acerca-de-gbsys>>. Consulta: 19 de marzo de 2013.

nal de Informática, precursora del actual Colegio de Profesionales en Informática y Computación.⁶⁵ Resultó electo miembro de las tres primeras juntas directivas.⁶⁶ La creación de la Asociación fue uno de los primeros esfuerzos en Costa Rica de acercamiento entre la academia y la industria; una aproximación que tenía, entre otros, el objetivo de promover el intercambio de conocimiento entre los distintos actores de la sociedad costarricense, con el propósito de encontrar soluciones a los problemas mediante el uso de la informática, así como también propiciar el mejoramiento de los programas de estudio en el campo de la informática.⁶⁷

Sería muy largo enumerar los logros de la ECCI desde su fundación. Sin embargo, sí podemos asegurar que, a partir de entonces, ha sido una importante fuente de profesionales altamente calificados, los cuales hoy en día se desempeñan en tareas muy variadas: desde docentes hasta empresarios. Su plantilla de educadores ha aumentado. En la actualidad cuenta con 23 profesores en propiedad, y otro tanto en profesores interinos. Su impacto ha ido más allá del pregrado, porque la ECCI estableció los cimientos para el diseño y puesta en vigor del «Programa de Posgrado en Computación e Informática» de la UCR, primero con el grado de maestría académica y profesional en 1995, luego con la creación del primer programa de Doctorado en Computación e Informática de Costa Rica y Centroamérica, en 2012. Como puede notarse, la ECCI siempre ha tomado la iniciativa con miras a ser un referente nacional en el campo de las ciencias de la computación y la informática y se propone seguir siéndolo.

12.12 Conclusiones

La fundación de la ECCI es el resultado de un proceso de maduración de la actividad académica en el campo de las ciencias de la computación e informática en la Universidad de Costa Rica, y representa el inicio de un proceso de institucionalización académica de la disciplina, que ha alcanzado su máximo con la creación del Programa de Doctorado en Computación e Informática de la Universidad de Costa Rica en el año 2012. Con la creación de la ECCI se allana el camino para la consolidación de la enseñanza de esta disciplina y el aseguramiento de su crecimiento futuro. Su fundación coincide con un momento que representa un punto de inflexión en la historia mundial de la computación: la aparición de la microcomputadora. Quienes vivieron el cambio poseen distintas opiniones sobre si les favoreció o no, pero lo que nadie pone en duda es que la ECCI fue el resultado del esfuerzo de visionarios que, apoyados por las autoridades universitarias, reconocieron que era necesario crear una unidad académica aparte, con independencia y capacidad para formar los profesionales que Costa Rica necesitaría para su desarrollo.

65. La Asociación Nacional de Informática fue creada en agosto de 1982 y su primera presidenta fue la licenciada Marta Calderón Chacón. Los otros miembros de la primera junta directiva de la Asociación fueron el licenciado Rogelio A. Moya, el señor Luis Fernando Salas, el licenciado Álvaro Jaikel, el licenciado Javier Gaínza y la licenciada Beatriz Zolezzi.

66. «Constituida la Asociación Nacional de Informática», *Revista Computing*, set. 1982, p. 22; «Asociación Nacional de Informática», *Revista Computing*, set. 1983, p. 45; «Asociación Nacional de Informática», *Boletín Computing*, en. 1984, p. 4.

67. «Constituida la Asociación Nacional de Informática», *Revista Computing*, set. 1982, p. 22.

La construcción de mercados tecnológicos: redes locales en Brasil (1970-1995)

Rodney Ferreira de Carvalho

13.1	Introducción	196
13.2	Los mercados de tecnología	199
13.3	Una polémica se torna un incidente crítico	210
13.4	Conclusión	213

13.1 Introducción

13.1.1 La tecnología

Aunque la tecnología de redes locales (LAN – *Local Area Networks*) se remonte al inicio de los años setenta, con los desarrollos de la Xerox en el PARC —Palo Alto *Research Center*—, ella solo comenzó a establecerse como una tecnología central para la infraestructura de Tecnología de la Información (TI) en las empresas en la década de 1990. En el ambiente académico podemos retroceder al inicio de los años ochenta con la introducción de los microordenadores genéricos de bajo costo, de la línea PC-compatibles, que tornó la combinación PC + LAN como una alternativa viable y económica para mini-computadores y redes de terminales y, más tarde, para los propios *mainframes*.

Por otro lado, el éxito de la tecnología no se limita a su papel como base capilar de la infraestructura corporativa de redes de ordenadores. El tipo de solución —conmutación de paquetes con control distribuido y «multiplexación» por división de tiempo—,¹ la «familia» IEEE-802, adoptado originalmente en las LAN, influyó también las redes de larga distancia. Más tarde, esta tecnología dio pie también a soluciones para voz e imágenes, al sustituir la tradicional conmutación por circuitos y exhibir ventajas de uso en el núcleo de los conmutadores digitales de circuitos, en las centrales telefónicas digitales.

En Brasil, la introducción de esta tecnología, a lo largo de la década de 1980, coincidió con la vigencia de la Reserva de Mercado de Informática² y produjo una gran polémica, con actores e intereses diversos que se pronunciaron a favor o en contra de la inclusión de los sistemas de gestión de redes locales como objeto de la reserva. Esta discusión se movió para el campo del *software* —el entonces llamado sistema operacional de red, o SOR—, y de ahí se enfocó en la cuestión de la existencia o no de un similar nacional, lo que dio margen a experticias, sentencias administrativas y cuestiones judiciales. En los años noventa, las funcionalidades de red fueron incorporadas a los sistemas operativos a partir de Windows 95; esta circunstancia tecnológica puso fin a la polémica y vació el mercado independiente de SOR.

Lo interesante de aquella polémica es que muchos actantes no percibieron la existencia de un SOR robusto y confiable como un punto fundamental para la capacidad de ampliación de las soluciones basadas en micros, tornándolas suficientemente poderosas para desafiar los *mainframes* en el ambiente corporativo y, por tanto, reforzando la posición de la naciente industria nacional. Al contrario, entendieron que la liberación de un *software* extranjero para el ambiente de microinformática abriría una brecha de mercado, que estaba avanzando en el área del *software*.

Hoy los cursos de formación superior específicos para técnicos de redes de ordenadores están extremadamente enfocados en LAN, y tienen buena aceptación en el mercado.³ Existen también empresas especializadas en la instalación de esa infraestructura.

-
1. Versus conmutación por circuitos y multiplexación por división de frecuencia, tradicionales en las redes telefónicas, de télex e incluso de televisión y radio.
 2. Vera Dantas, «A guerrilha tecnológica: a verdadeira história da política nacional de informática.», Río de Janeiro, LTC-Libros Técnicos y Científicos Editora, 1988. Disponible en PDF en la dirección en Internet del Museo de Computación e Informática: <http://www.mci.org.br/biblioteca/guerrilha_tecnologica.pdf>.
 3. Estos cursos son parte de los «cursos superiores de tecnología» desarrollados en Brasil a partir de los años setenta. Hoy abarcan veinte áreas profesionales definidas en la legislación, de las cuales el área de «Información y comunicación» presenta los cursos de «Tecnólogo en redes de

Hoy una tarjeta LAN puede resumirse prácticamente en un único chip, y la gran mayoría de las tarjetas madre para PC presenta la opción «LAN on Board». La gran amenaza al mercado de instalación de redes viene de cajas negras todavía más oscuras: la tecnología *Bluetooth* y los desarrollos centrados en las redes domésticas y el mercado SOHO —*Small Office / Home Office*—,⁴ todos enfocados en la simplicidad operacional y de instalación y el uso de tecnología *Wireless*, sin cableados ni técnicos.

Nuestro objetivo es contar la historia de la evolución de este mercado, con énfasis en el incidente de la polémica nacional de los años ochenta. Para ello, echaremos mano de nuestra experiencia personal durante la polémica, como participante de diversos foros normativos y como columnista de la prensa especializada; también de entrevistas con algunos actantes de las áreas gubernamental, empresarial y jurídica.

13.1.2 Notas metodológicas

A fin de no pasar por herméticos, presentamos aquí un resumen muy simplificado de los conceptos clave de *framing* y de *overflowing*.

Ambos conceptos derivan de un abordaje constructivista de la formación de los mercados económicos. En la antología *The Laws of the Markets*⁵ los autores demuestran, con diversos estudios de casos y una teorización edificada por el propio Callon, que tales entidades son, de hecho, construcciones sociotécnicas, erigidas de modo que las leyes de la economía —para comenzar por la ley básica de la oferta y la demanda— puedan funcionar. Para que la racionalidad económica entre en acción, mediciones y cálculos son necesarios. Las cosas —sean ellas materiales o no, sean ellas bienes o derechos, o incluso conocimiento e información— necesitan ser medidas y evaluadas antes de que puedan ser negociadas.

Según la «Teoría Actor-Red» todo artefacto es una construcción sociotécnica y está inserto en una red de relacionamientos, que envuelve personas y cosas, en su producción, distribución y uso. Para que las «leyes» de la economía funcionen es esencial que este producto sea ofrecido «libre y limpio» de cualquier disputa, responsabilidades u obligaciones derivadas de los procesos comerciales y productivos anteriores a la venta. Paradójicamente, es imposible el total desembarazo del producto. Por tanto, la sociedad construye marcos y estructuras que ofrezcan garantías razonables a la estabilización de la transacción, de las cuales la más obvia es el sistema legal y jurídico que rige contratos y relaciones comerciales en general.

Callon llama «framing» al proceso de construcción de un «encuadramiento» que establezca los límites del producto y, por lo tanto, permita desenredarlo de la red y ofrecerlo en el «mercado». Se trata, por lo tanto, de un proceso de delimitación, de demarcación que se puede confundir con la propia definición o especificación técnica del producto.

ordenadores» (graduación en tres años) separados de otros como «Sistemas de telecomunicaciones» y «Redes de telecomunicaciones». Ver: Secretaría de Educación Profesional y Tecnológica del Ministerio de Educación, «Catálogo nacional de Cursos Superiores de Tecnología», Brasil.

4. Los interesados en los desarrollos en el área de patrones para redes y aplicaciones internas pueden ver los trabajos del subcomité 25 «ISO/IEC JTC 1/SC 25», Home Electronic Systems.

5. Michel Callon (ed.), *The Laws of the Markets*, Blackwell Publishers & The Sociological Review – Oxford, UK & Maiden, MA, EE.UU., 1998.

Lejos de propiciar el aislamiento, el proceso de encuadramiento permite identificar los puntos de inserción de cualquier producto en la red de producción, con el propósito de establecer reglas claras para el funcionamiento del conjunto de conexiones y garantizar la estabilidad de la definición del producto.

Cuanto más complejas son estas redes mucho más difícil se torna prever todas las conexiones y su comportamiento futuro. El surgimiento de conexiones imprevistas a través de las cuales el valor del producto se desvanece, y su libre utilización se enreda y se complica, es llamado por Callon «overflowing». La traducción más literal sería «desbordamiento», pero en vista de la característica «rizomática», esto es, no jerárquica, de las redes sociotécnicas y del hecho de que estas fallas pudieran ocurrir tanto afuera como adentro del sistema preferimos utilizar el término «fuga». La teoría económica emplea el concepto de «externalidades» para referirse a tales eventos.

Un determinado nivel de fuga es siempre tolerable y la economía debe lidiar con esas externalidades como pequeñas «imperfecciones del mercado». Un nivel más elevado causará polémicas y controversias, una de las cuales vamos a seguir.

Para una comprensión más completa de lo que estamos analizando es necesario mencionar un trabajo anterior de Callon⁶ sobre redes de diseño y adopción y su papel en la conformación de artefactos tecnológicos. En este trabajo, el autor muestra, con diversos ejemplos, cómo la trayectoria de los artefactos tecnológicos está determinada por procesos de sucesivas negociaciones entre creadores y usuarios; procesos que convergen eventualmente en productos que son adoptados por el «mercado».

Estudios acerca del mercado estadounidense de tecnología de la información arrojan una tasa de éxitos en desarrollo de aplicaciones de 16 % en 1994, cifra que asciende a 28 % en 2001.⁷ Lo anterior significa que tres de cada cuatro proyectos presentan algún tipo de falla; un factor que causa el incumplimiento de los objetivos originales y de los plazos calculados para la recuperación de la inversión. La tasa de falla total, en torno a 20 % (los proyectos abandonados), llegó a afectar 40 % en 1996, en pleno auge de la moda de la «reingeniería». En la última década esta situación prácticamente se estabilizó, al ubicarse la «tasa de éxito» siempre en torno a 33 %, conforme muestran los *Chaos Reports* bianuales de *The Standish Group*.

A pesar de la incertidumbre que rodea esta área de las tecnologías de la información, procederemos a analizar dos trayectorias de diseño y adopción tecnológica interconectadas. En primer lugar, la disputa internacional por el uso de sistemas abiertos y distribuidos en lugar de los sistemas propios y normalizados; una disputa que se remonta a los inicios de los años setenta (con las ideas innovadoras concebidas en Xerox PARC) y se extiende hasta nuestros días (con la ubicuidad de la Internet y de las redes en general). En segundo lugar, la lucha por la implantación en Brasil de una producción a nacional de tecnologías de la información, que implicaba desafiar la supremacía de los *mainframes* mediante una tecnología que resultara accesible a los fabricantes nacionales, un criterio que justificó la adopción de

6. Michel Callon, «Technological Conception and Adoption Networks: Lessons for the CTA Practitioner», en: Arie Rip, Thomas J. Misa y Johan Schot (eds), *Managing Technology in Society*, Pinter Publishers, London & New York, 1995.

7. Jim Johnson, et al., «Collaborating on Project Success», *Software Magazine*, Wiesner Publishing, feb.-mzo. 2001. El artículo considera como «muy exitoso» aquel proyecto completado en el plazo previsto, ajustado al presupuesto original y acometido según las pautas y funcionalidades iniciales.

la reserva de mercado para mini y microcomputadores. El episodio aquí enfocado es, a nuestro modo de ver, un punto crítico de esta trayectoria, donde la adopción de un posible aliado —la caja negra del Novel Netware— fue rechazada.

Podríamos todavía trazar un paralelo entre el proceso de encuadramiento descrito por Callon y el proceso de «reificación» —«tornar real»— de los hechos científicos descritos por Latour en los primeros capítulos de su libro *Ciencia en acción*.⁸ De hecho, el proceso de «invención» del artefacto tecnológico moldea simultáneamente tanto al producto como a su encuadramiento de mercado. Aunque los dos «actores-redes» —el artefacto innovador y su mercado meta— no sean exactamente los mismos, su proceso constructivo es simultáneo y las trayectorias de diseño y adopción se confunden en muchos puntos.

13.2 Los mercados de tecnología

13.2.1 Mercados de informática

Los mercados de informática y de tecnología en general son especialmente interesantes para la aplicación de la teoría de Callon. Aunque los artefactos tecnológicos no presenten de modo claro las llamadas externalidades negativas, los productos y servicios de informática presuponen, para su correcto funcionamiento, todo un ambiente de soporte. Mientras mayor sea la complejidad tecnológica más intrincada será la red de artefactos de cuya clara especificación dependerá la definición del producto. Una complicación adicional al perfecto encuadramiento es la intangibilidad de muchos de estos artefactos, algunos de los cuales pueden ser puramente conceptuales, como, por ejemplo, una «arquitectura de *software*».

De una forma general, los elementos clave para tal encuadramiento se encuentran en la definición de «arquitecturas informacionales». Estas arquitecturas definen un elenco de componentes genéricos (objetos), los papeles que ellos asumen en la red (funcionalidades) y sus formas de conexión (interfaces y protocolos). Frank Cochoy⁹ muestra cómo una de las iniciativas del *New Deal*, ya en los años treinta, fue el fuerte apoyo al uso de patrones industriales «como una herramienta para aumentar la visibilidad del mercado». El proceso de normalización internacional, conducido por entidades como ISO, IEC, IEEE, ANSI, UIT y otras, es fundamental para el encuadramiento de bienes y servicios de informática. Este proceso presenta la interesante característica de ser simultáneamente colaborativo e intensamente competitivo.

En determinadas situaciones, la naturaleza colaborativa predomina en el escenario normativo y surgen grandes patrones arquitectónicos, como fue el caso de la «Arquitectura para interconexión de sistemas abiertos» (OSI).¹⁰ Aunque no haya predominado como una «solución de mercado» el mode-

8. Bruno Latour, *Science in Action*, Cambridge, Massachusetts, Harvard University Press, 1997. Existe una versión en portugués: Bruno Latour, *Ciência em Ação* (trad. Ivone C. Benedetti), São Paulo, Ed. UNESP, 2000.

9. Frank Cochoy, «Another discipline for the market economy: marketing as a performative knowledge and know-how for capitalism», p. 208, en: Michel Callon (ed.), *The Laws of the Markets*, Blackwell Publishers & The Sociological Review – Oxford, UK & Maiden, MA, EE.UU., 1998.

10. International Organization for Standardization (ISO), *International Standard 7498-1. Information technology —Open Systems Interconnection— Basic Reference Model: The Basic Model*, 1994.

lo OSI marcó decisivamente la evolución de la arquitectura TCP/IP —base tecnológica de la Internet— y ayudó a derrotar la prevalencia de arquitecturas propias, como el SNA (*System Networks Architecture*) de la IBM. Pero a su vez, la SNA influyó el modelo OSI hasta el punto de tornarlo demasiado complejo e incapaz de competir con la arquitectura del TCP/IP.

En general, la innovación, la frontera tecnológica, antecede a la normalización. Pero es mucho más común la «invención» de componentes innovadores perfectamente encuadrados en una arquitectura normalizada que el surgimiento de una arquitectura innovadora, cuya imposición envuelve cada vez más la movilización de fuerzas poderosísimas «de mercado». Véase, por ejemplo, el patrón *Bluetooth*: aunque sea una gran innovación, se encuadra en la arquitectura ISO 8.802, que a su vez vino de la adopción integral, por la ISO/IEC JTC-1, de los patrones IEEE-802, y que es parte tanto de la arquitectura OSI como de la TCP/IP. No obstante, para desarrollar y promover el *Bluetooth* se formó un consorcio integrado por gigantes como Ericsson, IBM, Intel, Nokia y Toshiba.

Es importante que observemos que las dos trayectorias de diseño y adopción que mencionamos son macrotrayectorias, como bien describe Callon,¹¹ porque involucran una serie de secuencias, tanto paralelas como encadenadas, de concepción y de adopción de diversos componentes que forman de a poco el artefacto, el «actor-red» A(t). Y el producto que se obtiene, siempre provisorio, semeja una pieza dramática, como bien ilustra Madeleine Allkrich.¹² En un montaje teatral hay un guion («script») con personajes que serán interpretados por un elenco de actores; también deben contarse el director, el teatro, el palco, el escenario y una serie de objetos y reglas de comportamiento que, de cierta forma, dictan el comportamiento que deben seguir los actores y los asistentes a la sala. Y aunque cada pieza teatral es única, un montaje puede diferir radicalmente de otro.

El mercado de las TI tiene una creación ampliamente colectiva. Esta naturaleza grupal no se limita al hecho de que los «inventores» de artefactos estén organizados en equipos de I+D en la industria de las TI. Guarda relación, más bien, con el hecho de que existen capas y más capas de grupos de inventores y usuarios que trabajan paralelamente en trayectorias de diseño y adopción; en una dinámica donde cada quien intercambia continuamente funciones, de modo que una persona puede desdoblarse en creador, regulador, constructor o en simple usuario.

En un nivel más abstracto de los sistemas de información existe un espacio de encuadramiento todavía más fluido, en el cual actúan grandes proveedores de *software*, poderosos formadores de opinión y consultoras internacionales como el Gartner Group. Se trata del mercado de soluciones corporativas, donde compiten *softwares* de alcance empresarial e interempresarial, como es el caso de las soluciones de EDI —*Electronic Data Interchanges*—, ERP —*Enterprise Resource Planning*— y CRM —*Customer Relationship Management*—. En estos mercados fluidos no solo los grandes productores de *software* compiten entre sí, sino también soluciones «caseras» desarrolladas por las propias corporaciones e incluso soluciones híbridas desarrolladas por integradores de sistemas. Muchas veces estos mercados —una clase de soluciones corporativas— no se llegan a solidificar, como fue el caso de la línea de

11. Michel Callon, «Technological Conception and Adoption Networks: Lessons for the CTA Practitioner», en: Arie Rip, Thomas J. Misa y Johan Schot (eds.), *Managing Technology in Society*, Pinter Publishers, London & New York, 1995.

12. Madeleine Akrich, «The De-Scripture of Technical Objects», pp. 207-208, en: Wiebe Bijker y John Law (eds.), *Shaping Technology / Building Society: Studies in Sociotechnical Change*, Cambridge, Massachusetts, MIT Press, 1992.

«automatización de oficinas» o de los sistemas *Workflow*. A veces a una solución tecnológica no le basta con existir para resultar exitosa, porque su utilización es considerada demasiado compleja.

Otro fenómeno común ocurre cuando una solución «noble», sofisticada, que demandó la existencia de profesionales especializados y estudios de mercado para su incorporación al «sistema nervioso corporativo», se transformó, por la fuerza de la diseminación y de la normalización, en un *commodity*; esto es, un componente trivial y de bajo costo. Es lo que sucedió con los PC, con las tarjetas de red local y con la microinformática en general.

En algunos casos una funcionalidad diseñada para un mercado reducido o independiente se añade a un producto más masivo o genérico. Muchas facilidades fueron incorporadas al sistema operativo Windows como, por ejemplo, la capacidad de lidiar con carpetas de archivos compactados, funcionalidad característica en un primer momento del *software* Zip. En el caso que nos ocupa, el llamado SOR —Sistema Operacional de Redes— ya tiene incorporadas las funciones que anteriormente eran asociadas en exclusiva con el sistema Netware de la Novell.

Construir los mercados de las tecnologías de la información va más allá de identificar, encuadrar, regular o detener los puntos de posibles fugas. También es necesario:

- Concebir una funcionalidad y lograr que sea aceptada como importante y necesaria.
- Encuadrar a la funcionalidad en una arquitectura normalizada o ampliamente aceptada, en cuanto a sus interfaces e interdependencias..
- Lograr su adopción por una base de clientes suficientemente amplia para generar el llamado «*feedback* positivo»,¹³ que es una externalidad positiva típica de las economías de la información.

Una especie de externalidad negativa típica de estos productos son los «costos escondidos» o envueltos en la implantación, personalización y soporte del producto. Muchas veces la cuantía de estos costos pueden llevar al fracaso a una experiencia de implantación e incluso amenazar la sobrevivencia de un producto en el mercado.

No basta que una funcionalidad cumpla con los tres criterios mencionados arriba para que resulte exitosa. De hecho, puede toparse con grandes resistencias si su adopción por las corporaciones implica grandes inversiones y un esfuerzo organizacional considerable. Alcanzar el estatus de «mejor práctica» o estar en los titulares especializados en las TI no garantiza un uso masivo del producto.

13.2.2 El mercado de informática en el Brasil de los años ochenta

Los años ochenta representan para la informática en Brasil un período de penosa transición entre el brote de desarrollo de los años setenta (cuando la ingeniería inversa de artefactos tecnológicos asumió el estatus de ciencia de investigación aplicada, se formó toda una generación de técnicos y fueron

13. Carl Shapiro y Hal R. Varian, *Information Rules: A Strategic Guide to the Network Economy*, Harvard Business School Press, 1999. Existe una versión en portugués: Carl Shapiro y Hal R. Varian, *A Economía de la Información*, Editora Campus, 1999.

echadas las bases de una reserva de mercado que protegía de la competencia internacional a los mini y microcomputadores brasileños) y el neoliberalismo de los años noventa (donde todas esas construcciones fueron abandonadas). Todo ello en un contexto de «apertura lenta y gradual» del régimen militar, que culminó en la redemocratización del país, pero también en la crisis de la deuda externa, que estancó el crecimiento económico y las inversiones en infraestructura.¹⁴ Todas estas contradicciones contribuyeron para que los ochenta fueran bautizados como los años de la «década perdida». Durante este tiempo Brasil desaprovechó, de cierta forma, su experiencia incipiente en sistemas distribuidos de microordenadores. Un sector industrial formado por casi una decena de medianos fabricantes brasileños no logró sobrevivir en el mercado globalizado. Ninguno de ellos consiguió colocar en las oficinas de las grandes empresas sus sistemas y tarjetas de red local en escala, a pesar de que ya para finales de la década de los ochenta las grandes empresas tenían millares de microordenadores en sus oficinas. En los años noventa las redes de microcomputadores se vinieron a consolidar como la base de la arquitectura corporativa de las tecnologías de la Información.

La estrategia de fortalecer sistemas de computación completos basados en ordenadores personales y microcomputadores en red, sin participación significativa de ordenadores centrales o *mainframes*, falló muchas veces y no solo en Brasil. El concepto «The Network is The System» fue adoptado por Digital Equipment Corporation (DEC), por Wang, por Data Point, por Xerox (Star System) y muchos otros fracasos. No obstante, hoy es prácticamente un patrón incontestable de arquitectura de sistemas, pero nadie fabrica el sistema completo, sino componentes que se encuadran en una arquitectura normalizada internacionalmente.

Algunos nichos significativos lograron prosperar —los mercados de automatización bancaria y automatización comercial—, mediante el uso de micros con patrón IBM/PC (muchas veces «vestidos» de caja registradora o terminal bancario) interconectados por LAN patrón Ethernet. Estos mercados fueron dominados por empresas nacionales como Procomp¹⁵ e Itautec, que competían con multinacionales de la talla de IBM y de NCR. Incluso multinacionales que operan en el segmento de la automatización bancaria, como Unisys, tienen sus equipos de desarrollo local, acaso más por las especificidades de las aplicaciones que al dominio local de la tecnología de sistemas distribuidos.

Consideramos que uno de los factores clave para este atraso fue el antecedente creado por la polémica del llamado caso Novell, en el que las autoridades federales representadas en la SEI¹⁶ decidieron no aprobar la comercialización en el país del *software* Novell Netware, al existir un producto nacional equivalente. Todo comenzó cuando uno de los fabricantes nacionales de tarjetas de red, que aducía producir un programa informático similar, impugnó la autorización dada por la SEI a la empresa SPA para actuar como distribuidora de Novell. En atención a la solicitud, la SEI montó un proceso conocido como «Examen de similitud» y convocó una comisión especial con representantes de varios sectores interesados. Este proceso se tornó el centro de la polémica.

14. Para una mejor comprensión de estos procesos véase: Ivan da Costa Marques, *Cloning Computers: From Rights to Possession to Rights of Creation*, *Science as Culture*. London.vol.14 n.2 pg.139-160. June 2005.

15. La Procomp, después de desarrollar experiencia y reconocimiento en máquinas de votar, fue adquirida íntegramente en 1999 por Diebold International, el mayor fabricante mundial de sistemas electorales, con sede en Cincinnati, Estados Unidos, con la cual ya tenía una colaboración desde 1991.

16. Secretaría Especial de Informática de la Presidencia de la República, órgano sucesor de la pionera CAPRE, de la Secretaría de Planificación, como responsable de la conducción de la política nacional de informática y de la reserva de mercado que entonces había en el sector.

El resultado fue especialmente curioso, pues en la medida en que los *softwares* no eran idénticos, sino similares, y el conjunto de funcionalidades analizadas muy amplio, la opinión decisiva acabó siendo la del representante de las asociaciones de usuarios de ordenadores, quien declaró que las funcionalidades presentadas por el producto nacional «atendían las necesidades de los usuarios». Podríamos ver en esta posición una *fuga*, en la medida en que un actante que ocupaba una «posición privilegiada», un «hueco estructural», según la definición de Callon,¹⁷ no se comportó como un aliado, sino como lo contrario.

Los actantes que participaban en el marco de la política de promoción de la industria nacional creían que los usuarios estarían interesados en apoyar la adopción de una arquitectura distribuida, no tanto porque la medida garantizaba el dominio del mercado corporativo de procesamiento de datos por parte de los fabricantes brasileños, sino porque en teoría implicaba una gran reducción de costos y la democratización del acceso a las TI.

Como el uso de los computadores por las empresas pequeñas y medianas y por los particulares era incipiente, la por entonces importante y bien organizada Sucesu (Sociedad de los Usuarios de Computadores y Equipamientos Subsidiarios) representaba a las corporaciones. Éstas enviaban como delegados ante dicha sociedad a sus profesionales seniores y gerentes de TI, mayormente formados en la escuela de los *mainframes*.

Los profesionales de TI, que usaban *mainframes* y estaban atrincherados en sus poderosos Centros de Procesamiento de Datos (CPD), tal vez no deseaban ser usuarios de redes locales y de microcomputadores a los que hasta hoy califican despectivamente como «plataforma baja». Probablemente no deseaban la democratización de la tecnología, poniéndola peligrosamente próxima de los usuarios finales. Posiblemente veían a la nueva tecnología como una externalidad negativa que amenazaba su mercado de trabajo. Por todo esto es bastante probable que aquel actante haya actuado de acuerdo a las expectativas de sus representados, al contrario de lo que muchos nacionalistas esperaban.

A lo largo de todo el proceso surgieron muchos cuestionamientos, que llegaron a la esfera judicial, incluso acerca de la originalidad misma del producto nacional. El código fuente estaba cerrado y en el código objeto había marcas de copyright de productos extranjeros, que los fabricantes del software nacional afirmaban que provenían de los compiladores y de piezas empleadas en el proceso de producción. Original o no, el hecho es que el producto brasileño «ganó, pero no recibió recompensa». El «mercado» continuó usando clandestinamente el producto de la Novell, pirateado o contrabandeadado. Por esto mismo la «solución LAN» no llegó a incomodar a los usuarios de *mainframes* hasta la apertura del mercado en los años noventa y el surgimiento de Windows, con facilidades de red incrustadas. La excepción fue el pujante segmento de la automatización bancaria, donde, pese a que desde los años 1980 ya se utilizaban millares de microcomputadores y terminales especializados, de fabricación nacional, los *mainframes* siempre mantuvieron su presencia en la centralización del procesamiento de las agencias e en los sistemas de retaguardia.

17. Michel Callon (ed.), *The Laws of the Markets*, Blackwell Publishers & The Sociological Review – Oxford, UK & Maiden, MA, EE.UU., 1998, p.9.

13.2.3 La influencia de las normas técnicas

La normalización de productos de tecnología de la información solo ganó impulso internacional en los años ochenta, principalmente a partir del esfuerzo promovido por las empresas de telecomunicaciones reunidas en la ISO¹⁸ y en la UIT¹⁹ en torno al modelo OSI.²⁰ Anteriormente, había algunos patrones para *hardware* y para lenguajes de programación, desarrollados principalmente por instituciones norteamericanas como el IEEE y el ANSI. Predominaban los llamados «sistemas propietarios».

Aunque tengan el mismo origen en la ingeniería eléctrica, la informática y las telecomunicaciones tomaron rumbos distintos en cuanto a la normalización. En el área de la informática reinaban unos «feudos tecnológicos» representados por los grandes fabricantes de *mainframes* —IBM, Burroughs y Sperry-Univac, entre otros—; sería en los años setenta cuando habrían de surgir algunos nichos ocupados por fabricantes de miniordenadores, como DEC, Data General, Fujitsu, Honeywell-Bull y otros. En el campo de las telecomunicaciones, cada estado nacional delegó sus políticas de telecomunicaciones en los organismos públicos encargados de gestionar el funcionamiento de los sistemas de correos, telégrafos y teléfonos (sector PTT).²¹ Desde este punto de vista, los estados nacionales dependían de la normalización para las comunicaciones internacionales.

Hasta 1979 no había en el sistema brasileño de normalización y metrología nada que se refiriese a ordenadores y redes. Fue entonces cuando el director técnico de Serpro,²² Mário Ripper, designó al ingeniero Lucas Tofolo de Macedo para organizar, en el seno de la Asociación Brasileña de Normas Técnicas (ABNT), el Comité Brasileño de Ordenadores y Procesamiento de Datos e Informática, conocido hoy como el CB-21. En 1982 hubo la primera elección para la directiva del comité. El mandato del ingeniero Lucas Tofolo de Macedo fue ratificado. El comité comenzó por dedicarse a las normas básicas, la mayoría de ellas en el área de *hardware*. También trabajó en el «código brasileño para intercambio de información» —la versión nacional del ASCII— y el conocido —patrón ABNT— para teclados.

El comité cumplía sus responsabilidades con el apoyo de la Asociación Brasileña de la Industria de Computadores (Abicomp), la Sociedad de los Usuarios de Computadores y Equipamientos Subsidiario (Sucesu) y otras organizaciones muy influyentes en la época. En 1984 el ingeniero Lucas Tofolo de Macedo fue reelecto para otro período al frente del CB-21.

En 1984 el gobierno de transición del general João Figueiredo cerró el paso al movimiento cívico «Directas ya», cuyo propósito principal era consagrar la escogencia del presidente de la República mediante el voto popular. Sin embargo, la oposición consiguió la victoria en las elecciones del Congreso que se encargaría de designar, por vía indirecta, al nuevo jefe de Estado a partir de 1985. Vendría luego la selección de Tancredo Neves como presidente del Brasil, quien fallecería antes de asumir el cargo; su

18. ISO: International Organization for Standardization.

19. UIT: Union International Telecommunication.

20. International Organization for Standardization (ISO), *International Standard 7498-1. Information technology —Open Systems Interconnection— Basic Reference Model: The Basic Model*, 1994; International Organization for Standardization (ISO), ITU-T X.200 *Information technology —Open Systems Interconnection— Basic Reference Model: The Basic Model*, 1994.

21. PTT: Post, Telephone and Telegraph.

22. Serpro: En Brasil, el Servicio Federal de Procesamiento de Datos, subordinado al Ministerio de Hacienda y responsable, entre muchos otros, por el sistema de Impuesto sobre la Renta.

ausencia sería cubierta con el arribo a la primera magistratura de José Sarney, vicepresidente en la fórmula electoral de Neves. El período que siguió fue sacudido por sucesivos planes económicos, que comenzaron en 1986 con la adopción del «Plan Cruzado» y culminaron con la Constituyente de 1988. También puede decirse que la conducción del proceso normativo sufrió un cambio desde 1984 hasta noviembre de 1989, año de la primera elección directa de presidente del Brasil.

Tuvimos el orgullo de participar en el diseño de la política nacional de informática, fruto de la articulación de una red de intereses bastante amplia. En los cursos de posgrados impartidos al final de los años setenta e inicio de los ochenta la tecnología de sistemas distribuidos era una importante área de investigaciones, que involucraba tres focos de estudio: microprocesadores, redes de ordenadores y bases de datos distribuidas. La consolidación de la arquitectura PC simplificó a los ordenadores. La cuestión de las bases de datos hasta hoy es compleja,²³ pero la práctica mostró que no siempre era necesaria una gestión completamente distribuida de las bases de datos para viabilizar una solución cliente-servidor. En 1986, por tanto, la cuestión de las redes locales era vista como un asunto central para la nueva arquitectura distribuida, y el CB-21 tenía a la Comisión de Estudio de Redes Locales como una de sus principales comisiones, con subcomisiones para varios niveles de protocolos y diversos participantes. El Ministerio de Comunicaciones, dirigido en la época por Antonio Carlos Magalhães, afilió de una sola vez a las 27 operadoras estatales —las «Teles»—, además de la Embratel y del holding Telebrás, a la ABNT; todas como socias patrocinadoras y cada una, por tanto, con derecho a múltiples votos. Esto resultó en la elección para el CB-21 del ingeniero Raul Colcher, ingeniero de telecomunicaciones por el Instituto Militar de Ingeniería, entonces funcionario de la Embratel.

Aunque apoyado por un movimiento aparentemente de oposición, la dirección del ingeniero Raul no alteró los rumbos de la normalización brasileña de manera fundamental. Las normas de TI se internacionalizaron cada vez más, sin restar espacio a los patrones nacionales diferenciados establecidos ya en arduas batallas. Paradójicamente, la entrada del Sistema Telebrás vino a revitalizar el proceso en la medida en que el Serpro pasaba por un proceso de desmantelamiento, con la desactivación de su División de Fabricación; la ABICOMP también ya daba señales de debilitamiento. Las empresas de telecomunicaciones abrieron sus puertas gracias a su presencia institucional en la UIT, cuyos esfuerzos convergían cada vez más con los de la ISO y del IEC en el plano internacional.

Esta fusión normativa coincide con el movimiento llamado «convergencia de las tecnologías» de telecomunicaciones e informática, áreas reconocidas como centrales en la conformación de las empresas-red²⁴ y de las redes de empresas que caracterizan el escenario económico contemporáneo.

Desde el inicio de este apartado dedicado al mercado de las tecnologías, hemos repasado diversos aspectos técnicos y normativos acerca del problema de cómo encuadrar un producto de TI. Presentamos ahora nuevas complejidades, relativas a la «interoperatividad» del producto específico. Todo objeto tecnológico se define por sus interfaces y por sus funcionalidades. A través de las interfaces los artefactos se comunican y operan con otros objetos, para ello deben obedecer a determinados proto-

23. Para profundizar en la discusión del asunto se recomienda ver: Philip A. Bernstein y Nathan Goodman, «Concurrency Control in Distributed Database Systems», *ACM Computing Surveys*, vol. 13, núm. 2, jun. 1981.

24. Manuel Castells, *A sociedade em rede*, vol. 1, São Paulo, Ed. Paz e Terra, 1996. Existe una versión en español: Manuel Castells, *La sociedad red*, Alianza Editorial, 2006.

colos. Más allá de eso, la interfaz hombre-máquina, en el caso de que haya, debe atender, además de las funcionalidades y secuencias de diálogos, los patrones ergonómicos y estéticos. Las funcionalidades establecen niveles de atención a necesidades; o sea, pueden definirse funcionalidades esenciales y opcionales, según el nivel de sofisticación del producto.

En la cuestión de los protocolos, además del patrón, se establecen los perfiles: los llamados ISP —*International Standardized Profiles*—,²⁵ que definen las escogencias adicionales de «interoperabilidad», lo que restringe todavía más la norma. Solamente con un ISP definido es posible establecer un test de conformidad. Al final de la década de los ochenta, era imposible la definición de los perfiles dado el atraso que experimentaba la política de normalización. Los varios niveles de protocolos todavía estaban siendo detallados y aún no había consenso en cuanto a la arquitectura. Aunque el mercado se haya consolidado en torno al patrón Ethernet, las normas internacionales reservaron un espacio para otras arquitecturas como la Token Ring, entonces usada por la IBM, y para arquitecturas del tipo Token Bus.

En cuanto a las funcionalidades es necesario definir lo que las personas desean. Como señalamos anteriormente, ha habido problemas de representación de los usuarios. La mayoría de las discusiones de la CTA²⁶ se centran en la democratización de los artefactos tecnológicos y, por tanto, en la exclusión —a veces internacional²⁷— de determinados grupos, incluso modos de representación alternativa, del proceso de construcción de innovaciones. A pesar de lo anterior, algunos dan por sentado que el gran usuario tiene poder, está organizado y siempre se hace representar, si no por su organización, al menos por los constructores del artefacto, quienes interesados en servir al mercado, toman en cuenta los requerimientos de los clientes potenciales. Pero cuando se trata de una gran innovación, esto no siempre es verdad.

Los grandes usuarios potenciales pueden estar representados a medias, o incluso no saber exactamente qué desean. Cuando se trata de un artefacto de uso corporativo los usuarios son personas jurídicas. Algunos de ellos podrán comprar diez mil unidades del nuevo artefacto, mientras otros apenas media docena. Surge entonces una pregunta: ¿algunos usuarios son más usuarios que otros? ¿Cómo debe ser tratada la representación de los usuarios? ¿El criterio «un ciudadano: un voto» puede aplicarse en el mercado corporativo, a pesar de no tratarse de un sistema político, sino de un bien de producción? Debemos recordar que a pesar de que muchas asociaciones corporativas, como los grupos de usuarios y los sindicatos de la industria, tienen este tipo de representación proporcional, sus miembros más pasivos acaban siendo influidos por los asociados más activos, quienes con frecuencia designan a sus funcionarios como «voluntarios» para comisiones de estudios y comités «técnicos».

Otro punto digno de consideración viene dado por la gran resistencia que deben enfrentar los fabricantes durante el proceso de construcción de una innovación en tecnologías de la información Aunque

25. Para una definición precisa de los ISP, ver: International Organization for Standardization (ISO), Technical Report ISO/IEC TR10.000 – Information technology – Framework and taxonomy of International Standardized Profiles, 1998.

26. CTA: Constructive Technology Assessment, una línea de estudios en la cual se inserta el trabajo de Allkrich. Ver: Madeleine Allkrich, «User Representations: Practices, Methods», en: Arie Rip, Thomas J. Misa y Johan Schot, *Managing Technology in Society*, Pinter Publishers, London & New York., 1995.

27. Acerca de esta tesis se recomienda revisar: Langdon Winner, «Do Artifacts Have Politics?», en: Langdon Winner, *The Whale and the Reactor. A Search for Limits in an Age of High Technology*, Chicago, The University of Chicago Press, 1986, pp. 19-39.

parezca paradójico, el conservadurismo tiene mucho peso en el medio técnico. En un contexto empresarial de constante cambio, abundan los especialistas y los empresarios que desean ver recompensados con largos períodos de lucro y estabilidad productiva la cuantiosa inversión de tiempo y dinero que debieron hacer para dominar una determinada tecnología. Y esto vale también para las empresas.

Clayton M. Christensen desarrolló una teoría sobre «tecnologías disruptivas»²⁸ en la que demuestra como regularmente los mercados son revolucionados por innovaciones y grandes empresas perecen por apearse a una determinada solución tecnológica, sin atender los avances surgidos en la tecnología alternativa.

Al principio, la nueva tecnología no afecta las funcionalidades demandadas por la franja inferior del mercado. El fenómeno de la «tecnología disruptiva» ocurre justamente cuando los grandes fabricantes, concentrados en la gradual evolución tecnológica de sus productos, no prestan atención a los desarrollos de la nueva tecnología e incluso los ridiculizan. Únicamente les interesa seguir desarrollando «su» tecnología. El resultado: un doble efecto. Por un lado, la tecnología dominante en el mercado se hace más sofisticada y más cara, lo que reduce el número de usuarios capaces de adquirirla. Por otro, la nueva tecnología madura y desarrolla funcionalidades que en términos de precio y calidad atraen a la mayoría de los usuarios. En este punto se da una ruptura del mercado capaz de tragarse rápidamente a los fabricantes y a los profesionales especializados que no interpretaron las tendencias de cambio.

El mundo de las TI es rico en fenómenos de este tipo; pero el libro del profesor Christensen no se restringe al estudio de este sector. En su libro plantea casos que van desde fabricantes de tractores hasta empresas siderúrgicas. Sin embargo, el núcleo de su investigación son los discos magnéticos, un mercado caracterizado desde los años sesenta por el desplazamiento sucesivo de productos: el disco de 12 pulgadas lo sustituyó el modelo de 8 pulgadas; el disco de 8 pulgadas lo reemplazó el modelo de 5 ¼ pulgadas; y al disco de 5 ¼ pulgadas lo sobrevino el modelo de 3,5 pulgadas. En los años noventa apenas algunos fabricantes líderes del mercado de 5 ¼ pulgadas estuvieron bien atentos para desarrollar modelos de 3,5 pulgadas antes de ser tragados por la competencia.

Ahí están escondidas las externalidades de las innovaciones en las TI, ellas no contaminan ni consumen recursos ambientales, pero pueden volver obsoleta a toda una generación de profesionales y empresas que se establecieron en el mercado mediante el dominio tecnológico. Más que eso: a través de la automatización, pueden también dislocar grandes contingentes del mercado de trabajo, no solo de los usuarios finales, sino de los propios profesionales de las TI.

En este escenario político conturbado, la SEI creó un Grupo de Estudios de Redes Locales (GERL), del cual participó el autor del presente ensayo; primero, como representante de la Dataprev; y a finales de 1987 como representante de Embratel. Entre los objetivos principales del GERL podemos mencionar la formulación de recomendaciones para el uso de las LAN —con carácter vinculante para los órganos federales— y también la sanción de la «Solución LAN» como una alternativa viable en el escenario tecnológico. La «Solución LAN» era fuertemente cuestionada por los fabricantes de *mainframes*, im-

28. Clayton M. Christensen, *The Innovator's Dilemma*, Harvard College, EE.UU., 1997. Existe una traducción al portugués: Clayton M. Christensen, *O Dilema da Inovação*, Makron Books, 2001.

pedidos de importar sus propias soluciones de pequeño y medio tamaño y amenazados por el mercado de sistemas distribuidos.

La red local era, por tanto, la piedra de toque de la disputa entre las soluciones centralizadas y las distribuidas, entre los *mainframes* extranjeros y los microcomputadores nacionales, entre el mercado concentrado y la democratización de las TI, entre el patrón propio y los sistemas abiertos. Muchos de sus defensores esperaban que la tecnología LAN generase externalidades positivas, y ayudase a crear una economía de escala en las industrias de los microcomputadores y del *software*, para de este modo estimular desde distintos flancos la adopción en ambientes corporativos de las aplicaciones distribuidas.

La especificación del GERL estuvo lista en 1989, año en que fue presentada en el Simposio Brasileño de Redes de Computadores (SBRC), celebrado en Porto Alegre, y en el congreso anual de la Sucesu. Pero ya era un poco tarde, pues el gobierno de Fernando Collor de Mello promovió, a partir de 1990, una gran apertura comercial, al eliminar por completo la reserva del mercado de informática.

13.2.4 Fabricantes y usuarios

Varias empresas disputaban el naciente mercado de redes locales. Podemos separar la industria brasileña de informática por generaciones, en la medida en que gran parte de ellas son *spin-offs* de universidades, grupos de investigadores, de estudiantes de maestría recién formados, etc.

Luego que surgió el mercado de informática, en los años sesenta, estaban apenas las multinacionales —IBM, Burroughs, Olivetti, Sperry-Univac, etc.—, algunas con facilidades locales de montaje de algunos productos. Los profesionales que actuaban en esta generación, según Segre & Rapkiewicz,²⁹ eran en su mayoría profesionales de otras áreas —ingenieros, economistas, estadísticos, administradores—, formados en cursos intensivos ofrecidos por los propios fabricantes. Había unos pocos profesionales con posgrados en Computer Science, en general en los Estados Unidos.

Con la reserva de mercado, en los años setenta, surgieron los fabricantes de miniordenadores con licencia de tecnología extranjera (Cobra, Edisa, Labo y SID) y diversos productores de microcomputadores (de máquinas de 8 bits con tecnologías Apple-II, Sinclair, TRS-80 o MSX, en un primer momento; y máquinas con la consagrada arquitectura PC, después). En el área de miniordenadores surgieron, más tarde, Sisco, Elebra (con tecnología DEC) y la Itautec (con tecnología IBM). En esta época también hubo un gran esfuerzo para formar profesionales de las TI. En el ámbito universitario se crearon cursos superiores de Informática y de Ingeniería en Sistemas; también se abrieron cursos superiores de corta duración (3 años) en el marco del llamado «Proyecto 15», que daba el título de «Tecnólogo en Procesamiento de Datos».

Una parte de los estudiantes que cursaron la maestría en el inicio de los años ochenta recibió clases de una plantilla de profesores con doctorados en el exterior, por lo que tuvo acceso a innovadoras tecnologías de microinformática y de sistemas distribuidos.

29. Lidia Micaela Segre y Cleli Elena Rapkiewicz, *Mercado de trabajo y formación de recursos humanos en tecnología de la información en Brasil. ¿Encuentro o desencuentro?*, UN/CEPAL, 2001.

Uno de los primeros fabricantes nacionales de redes locales fue Cetus Informática. Los primeros adaptadores eran «cajas» externas al micro y trabajaban con velocidades bajas, en torno a 1Mbps o menos. Eran prácticamente prototipos y nunca llegaron a ser usados en escala, pero sirvieron para depurar la primera generación de *software*. Con la normalización de la arquitectura de los micros en torno al IBM/PC, los adaptadores pasaron a ser tarjetas de expansión en el patrón ISA, y se consolidó el patrón IEEE 802.3 10Base2, con cable coaxial fino, la «Thin-wire Ethernet», que operaba a 10Mbps. En los años noventa ese patrón cambió para los cableados estructurados ANSI/EIA/TIA 568-A/B (de 1991) firmandose el uso del IEEE 802.3 100Base-Tx, que operaba hasta 1Gbps y usaba cables UTP³⁰ Cat5e. Aunque parezca un gran cambio, las tarjetas permanecieron prácticamente iguales, con tarjetas con salida dual para cable coaxial fino y par trenzado y con capacidad operativa de 10/100/1000Mbps.

Cabe señalar que la importancia del cable UTP surgió en el hemisferio norte, donde las construcciones eran precableadas con cables de par trenzado y el costo de la mano de obra de conductos muy superior al nuestro. Con el tiempo surgió el patrón estructurado, con paneles de conexiones, que facilitó mucho la maniobra, y el cabo coaxial cayó en desuso, todavía más porque estaba en un patrón incompatible con el usado para TV por cable.

En este punto surge una nueva generación de profesionales que concluyeron sus maestrías cerca de 1985 y fundaron diversas empresas «fabricantes de redes locales» como Amplus, Éden, Saga, Procomp, entre otras.

La estrategia de los grandes usuarios consistía en instalar redes locales que vincularan la creciente base de microordenadores que operaban en los sistemas de automatización de oficinas —procesadores de texto, planillas electrónicas, etc.—, para así aprovechar la herramienta del correo electrónico, el compartimiento de archivos y de impresoras y la emulación de terminales. La idea era construir una base tecnológica que permitiese a mediano plazo desarrollar aplicaciones distribuidas de mayor tamaño. Empresas como Embratel, Petrobras, Serpro y Dataprev, cuyo personal de tecnología estaba comprometido con la defensa de la reserva del mercado, adoptaron esa estrategia, con sistemas de micros en aplicaciones específicas, como entrada de datos o impresiones especiales.

La inexistencia de *switches* y *hubs* también limitaba el alcance de aquellas redes: cerca de 30 micros y 200 metros en cada segmento, que, aunque poco, conseguía cubrir los requerimientos de una empresa media o un sistema departamental; además competía en eficiencia con sistemas basados en mini-computadores, cuyo costo era superior.

Más allá de la funcionalidad limitada y del *software* poco probado, varios factores limitaban la tecnología LAN. El primero: el costo de las tarjetas nacionales. Los fabricantes locales temían que, con el sistema Novell, se facilitase el contrabando de las entonces populares tarjetas Novell NE-1000, de bajo costo, porque ellos mismos desarrollaban sus versiones de esas tarjetas. El segundo: la falta de herramientas de desarrollo, lo que fue resuelto con el surgimiento de la versión III del manejador de bases de datos dBase y del compilador Clipper. La simplicidad de estas herramientas de desarrollo llevó a muchos técnicos con formación superficial en programación a desarrollar aplicaciones para este am-

30. UTP: *Unshielded Twisted Pair*, par trenzado sin blindaje.

biente, sin ninguna familiaridad con las peculiaridades de un sistema multiprocesamiento, lo que llevó a la creación de aplicaciones con muchas fragilidades y comportamiento inestable. Al contrario de los sistemas centralizados, que funcionan siempre de idéntica manera, los sistemas distribuidos pueden fallar en circunstancias aparentemente aleatorias.

En cuanto a la cuestión del contrabando, cabe resaltar que con la normalización de la arquitectura en torno al IBM/PC el costo de *hardware* cayó mucho y el mercado internacional de fabricación de tarjetas para estos sistemas pasó a ser dominado por Japón y después por los demás «tigres asiáticos» (primero, Corea del Sur y Taiwán; después, Malasia y Singapur; y, finalmente, China). Los fabricantes brasileños fueron limitando cada vez más su producción de tarjetas y tuvieron que recurrir a la importación. Como el régimen de reserva, por su burocracia compleja, retardaba la llegada de la mercancía comprada en el exterior, los fabricantes nacionales comenzaron a recurrir a mecanismos poco ortodoxos de obtención de insumos, primero como una solución de emergencia y después como práctica habitual.

El pragmatismo desarrollado por el fabricante brasileño lo hizo dejar atrás la imagen de «personaje semiótico e imaginario»³¹ que llegó a tener en medio del debate sobre la formulación de la Política Nacional de Informática, para convertirse así en un actante esencial en la conformación del mercado de las TI. Quedaba por ver la materialización en acciones de otro actante fundamental: el representante de los usuarios.

Brasil adoptó tres modelos distintos de reserva de mercado: el primero, para la industria de informática; el segundo, para la industria de entretenimiento —organizada alrededor de la zona franca de Manaus, cuyos privilegios se mantienen hasta el presente—; y el tercero, para los equipamientos de telecomunicaciones. Esta división fue muy criticada por no permitir que se concentrara en el país una demanda suficiente para la producción local de «chips» y de otros componentes básicos.

Un nicho poco estudiado en este mercado eran los sistemas que utilizaban micros tipo PC asociados a minicomputadores como servidores. Varios fabricantes internacionales como Wang, Datapoint y Data General exploraban este segmento, pero tenían escasa presencia en Brasil, porque el núcleo de sus soluciones fue bloqueado por la reserva de mercado. La excepción fue la DEC —Digital Equipment Corporation—, que logró una gran penetración en las áreas de telecomunicaciones y de petróleo, con soluciones específicas y con los llamados superminis de la línea DEC/VAX que quedaban por encima del rango establecido por las políticas proteccionistas del Estado brasileño. La DEC más adelante logró que Elebra fabricase aquí modelos menores de su línea. El sistema de red DECnet fue tal vez el único que rivalizaba con Novell, aunque no permitía servidores basados en las PC, lo que encarecía bastante la solución, pues el servidor tenía que ser un supermini de la línea VAX.

13.3 Una polémica se torna un incidente crítico

Entre el inicio del esfuerzo normativo nacional y la primera Ley de *Software* (Ley 7646/87), del 18 de diciembre de 1987, transcurrió prácticamente una década. Esta ley, reglamentada por el decreto

31. Ivan da Costa Marques, *Cloning Computers: From Rights to Possession to Rights of Creation, Science as Culture*. London.vol.14 n.2 pg.139-160. June 2005..

96.609, definió la naturaleza jurídica del *software* como propiedad intelectual; sin embargo, merecen un tratamiento diferenciado. El punto fundamental es el tratamiento distinto otorgado a las patentes, similar al del derecho de autor. Detrás del acuerdo internacional de Trips, tanto la ley que rige los derechos de autor como la ley de *software* fueron reformadas, lo que dio pie a las leyes 9610/98 y 9609/98³² de 1998.

Obsérvese que la polémica sobre la concesión de licencia a la Novell se dio justamente en el auge de la efervescencia política de los años ochenta, cuando el país vivía la transición hacia el régimen democrático, el establecimiento del régimen jurídico del *software* y varias disputas políticas en foros asociativos, como la ABNT. La declaración del ingeniero Edelvício de Souza Júnior (por correo electrónico) deja clara la preocupación del gobierno de la época:

En el sector del *software* había toda una polémica en cuanto al Sisne de Scopus y el SIM-DOS de Itautec, ambos similares al MS DOS y acusados por la Microsoft de ser una copia de su sistema operativo. Este caso estuvo en la agenda de las negociaciones de los gobiernos brasileños y americano durante meses. Brasil llegó a ser amenazado con retaliaciones, en caso de que no suspendiese el registro de dos productos. Había un recelo, por razones obvias, de que estos dos productos fueran exportados.

En algunas universidades brasileñas (UFRJ, Campina Grande, USP) grupos de investigación presentaban excelentes estudios sobre los asuntos relacionados con redes de ordenadores, que en la época todavía eran incipientes en Brasil. Algunos trabajos de graduación y de maestría terminaron siendo productos, con el surgimiento de empresas y jóvenes empresarios (por ejemplo, Amplu, Saga, Éden). Itautec creó un grupo específico para el estudio y producción de interfaces de red y aplicaciones para ese ambiente.

(...) El registro del *software* y la autorización de la producción de las interfaces de red en Brasil, incluso bajo la licencia de Novell, colocaría en riesgo toda la nascente industria. La mayoría de las empresas todavía estaban constituidas por jóvenes empresarios y no estaban capacitadas para competir con empresas del tamaño de Novell, ni con productos importados, que presentaban costos bastante menores que los producidos localmente.

Otro punto que debe considerarse sería el precedente que se estaba sentando, que propiciaría otros pleitos semejantes, inclusive en otros segmentos, como la automatización industrial.

Fue en esta época que Cetus Informática, una de las primeras fabricantes dedicadas a redes locales, que estaba en bancarrota, fue adquirida por SPA³³ por el valor de su único activo significativo, que para ese momento era el contrato de exclusividad con Novell para la distribución de Netware en Brasil. El objetivo de SPA, que ya tenía un producto innovador en el área de *software* (el *Open Access*)³⁴ era concentrar sus esfuerzos en la distribución, instalación, soporte y desarrollo de *software* aplicativo para la plataforma LAN, y abandonar la línea de montaje de tarjetas propias. Entonces SPA entró en la SEI con

32. Los detalles de la legislación fueron obtenidos de la declaración de la doctora Deana Weikersheimer, abogada que participó activamente de los debates judiciales aquí relatados.

33. Nos valemos aquí de la declaración del ingeniero Ary Duarte Meirelles, socio para la época de Sistemas, Planeamiento y Análisis (SPA).

34. El *Open Access* fue uno de los primeros *softwares* para PC en ofrecer un producto integrado, al reunir elementos como hoja de cálculo, banco de datos, procesador de texto, agenda, etc., con una interfaz gráfica común e intercambio de datos entre los módulos, como hoy hace Microsoft Office, pero sin depender de Windows, que en la época todavía no existía.

el pedido de registro del Netware. Amplus, un *spin-off* de Cetus con fuerte apoyo financiero, impugnó el ingreso con el alegato de que la funcionalidad de su software era imitada por el de SPA. Para esa época la SEI ya había establecido un criterio de evaluación de similitudes para *softwares* en general, que consistía en testear ambos productos según una serie de funcionalidades. Pero pasaba que las funcionalidades esperadas de un SOR no estaban completamente especificadas ni los patrones formales estaban establecidos.

El debate se centró en cómo encuadrar un producto en las TI. Al no haber patrones y perfiles establecidos, y por ser el producto innovador y complejo, la discusión se torna fluida y el hallazgo del encuadramiento se fuga por todos lados.

Cuando surgió la polémica en torno de las redes locales, la SEI era la única que tenía un grupo activamente organizado para promover el uso de la tecnología. La GERL, ocupada de redactar recomendaciones para el uso de órganos del gobierno federal, tenía una clara conciencia de la importancia de influir en la dinámica del mercado nacional de las TI. Los fabricantes, aunque fuesen oídos, carecían de presencia en el Grupo, compuesto en su mayoría por técnicos de empresas estatales.

La ABNT tenía comisiones técnicas, pero profundamente inmersas en los detalles técnicos de protocolos y medios (cables y conectores). Había incluso un área de fricción potencial entre el CB-21 y el CB-03, enfocado en asuntos electricidad, porque en el país tampoco había fabricación de los cables coaxiales adecuados para el patrón entonces en boga. La Sucesu y la Abicomp no habían discutido en profundidad acerca de la cuestión, así como tampoco las como el Club de ingeniería. Como una organización de usuarios, era dominada por técnicos de empresas consideradas grandes usuarias, lo que equivalía a decir «usuarias de *mainframes*».

Surge entonces la necesidad de manifestarse colectivamente sobre la cuestión de la similitud. La SEI montó un grupo con representantes de varios sectores del «mercado», pero por tratarse de una innovación, muchos representantes no tenían mayores conocimientos sobre redes locales. Por lo que sabemos, ningún participante del GERL, excepto tal vez los funcionarios de la propia SEI que llevaban la secretaría del Grupo de Estudios, tuvo asiento en esta especie de «comisión juzgadora». El episodio está poco documentado, pero nos consta que ante la falta de un elenco de funcionalidades y una batería formal de tests predominó, al final, la opinión de los usuarios. El representante de Sucesu había declarado que las funcionalidades presentadas por el producto nacional «satisfacían las necesidades de los usuarios» y así fue negado el registro del «similar importado».

El desarrollo del juicio administrativo de la cuestión desembocó en la esfera de la justicia, donde no se logró una solución. Una a una, las nacientes industrias nacionales de redes locales fueron cerrando. Únicamente las empresas SAGA (operadora directa en el mercado de redes), Procomp e Itautec consiguieron sobrevivir a la apertura del sector promovida por el gobierno de Collor.

Algunos años después, el *software* de Novell obtuvo licencia en Brasil, pero entonces la coyuntura tecnopolítica favorable a la adopción de soluciones distribuidas ya había cambiado considerablemente, y las LAN permanecieron o bien como una solución de nicho o bien subutilizadas como plataformas apenas para la automatización de oficinas y sustitución de terminales, con raras aplicaciones cliente-servidor; lo que solo fue rescatado con el surgimiento de las intranets y de las aplicaciones *browser-*

enabled. El problema del año 2000 mostró claramente cuánto dependían, y aún hoy dependen, las corporaciones de las aplicaciones *legacy* basadas en *mainframes*.

13.4 Conclusión

El análisis de este mercado nos da la oportunidad de mostrar la amplitud del concepto de encuadramiento más allá de la cuestión del cálculo de costos y beneficios, para centrarnos en la definición del producto. Mostramos que la existencia, el propio concepto de un producto de tecnología de la información, depende de un riguroso encuadramiento en relación con una red formada no solo por productos complementarios, sino principalmente por entidades todavía más abstractas como arquitecturas, patrones, perfiles, usuarios y utilidad. Es apenas dentro de este encuadramiento que el producto gana «calculabilidad», en el sentido de poder compararlo con otro producto de la competencia y juzgarlo equivalente, superior o inferior; o incluso compararlo con un patrón y establecer su conformidad o no.

Cabe observar que la cuestión de la «calculabilidad» de un producto asociado con las tecnologías de la información, en cuanto al establecimiento de un «valor de mercado» o la posibilidad de considerarlo como un activo, presenta complejidades todavía mayores, con las cuales no osamos meternos aquí.

Apuntamos también varias fuentes de fugas o externalidades, tanto positivas como negativas, a contrapelo de lo que induce un análisis superficial, donde tenderíamos a buscar externalidades en factores ambientales y creer que ellas no suceden en la tecnología, porque los mercados son cuidadosamente contruidos a partir de conceptos y modelos lógicos. Al formar parte de la noción de encuadramiento, factores como el mercado de trabajo, la disponibilidad de profesionales capacitados para operar los productos de las TI, las competencias exigidas a los usuarios, la existencia de una base instalada y la presencia de una plataforma operativa son también fuentes potenciales de fugas, que se manifiestan no solo en la pérdida de valor sino también en resistencias veladas y en barreras de entrada en el mercado del producto o de la tecnología.

El caso muestra también el peligro de intentar incluir representaciones de los usuarios en situaciones donde las organizaciones de los usuarios no tienen suficiente discusión acumulada sobre la tecnología. La opinión de los usuarios puede acabar traducándose en la opinión del representante designado, o de algún subconjunto de usuarios al cual el representante esté más íntimamente ligado.

En la tentativa brasileña por construir un mercado nacional de redes locales, uno de los principales actores-redes —el «fabricante de redes locales»— no se terminó de conformar, debido a lo complicado de cumplir con ciertas exigencias, tales como la de suplir el *software* básico junto con el *hardware*, un criterio derivado de presiones internacionales originadas en polémicas de otros casos como la Unitrón³⁵ y el Sisne. Este «papel», este «personaje», terminó dividiéndose en coadyuvantes especializados (instaladores de cableados, revendedores de tarjetas, especialistas en automatización comercial o bancaria, etc.).

35. Ivan da Costa Marques, *op. cit.*

Para concluir, vimos cómo una licencia de distribución, una variable aparentemente secundaria, conjugada con un conjunto de factores tecnológicos y políticos puede llevar a un mercado en proceso de construcción a implosionar, con impactos secundarios en mercados vecinos o complementarios. La tecnología hasta hoy utilizada en los sistemas aplicados tiene dificultades para lidiar con el procesamiento distribuido. Y a pesar de que prácticamente la totalidad de los procesadores en el mercado son paralelos, y disponen de dos, ocho o más núcleos por chip, la exploración de este poder depende cada vez más de *middleware* y complejas arquitecturas como SaaS (*Software as a Service*).³⁶

36. Andrew Binstock, «Will Parallel Code Ever Be Embraced?», *Dr. Dobbs' Magazine*, jul. 2012.

El Brasil y sus ridículos tiranos: 1979/1980. Tecnología de minicomputadores y la Historia de los Indios

Ivan da Costa Marques

14.1	Resumen	216
14.2	Breve visión panorámica de la informática en Brasil en las décadas de 1970/1980	216
14.3	El <i>slide show</i> perdido	220
14.4	Un personaje semiótico	221
14.5	La pérdida del <i>ethos</i> democrático	223
14.6	Entre muchos, dos desafíos	225
14.7	La extinción de la comunidad de informática y de la Capre	226
14.8	Apéndice	226

14.1 Resumen

Este artículo, que yuxtapone testimonio e investigación, tiene como fin registrar e ilustrar el tipo de intervención llevada a cabo en la «Política Nacional de Informática» brasileña en 1979 por un grupo de oficiales militares integrantes del Servicio Nacional de Información (SNI), la policía política de la dictadura militar que gobernó Brasil de 1964 a 1986. Muy específicamente, en las siguientes líneas relato un episodio muy específico: la prohibición de la exhibición de un *slide show* por aquel grupo de militares.

Mi interés apunta también, muy especialmente, a estimular en los lectores el deseo de observar aquella presentación vetada que, tras ser editada en un formato de video, puede hoy ser descargada de Internet en la dirección: <http://dl.dropbox.com/u/23492126/Video_Indio.mpg>.¹

14.2 Breve visión panorámica de la informática en Brasil en las décadas de 1970/1980

Para comprender cabalmente la ineptitud administrativa y el espíritu de censura que en 1979 hicieron posible el veto a la transmisión del *slide show* titulado «Historia de los Indios» es necesario delinear brevemente el panorama de las relaciones entre la industria y la tecnología de los ordenadores en Brasil. En particular durante el viraje acontecido en las décadas de 1970 y 1980, época en que se dio la invasión y toma de la conducción política del sector de informática en Brasil por parte de la policía política de la dictadura.

La «Política Nacional de Informática», vigente en la década de 1970 e implementada a fin de construir una industria local de minicomputadores, fue en Brasil la primera política industrial de rango oficial en colocar en primer plano la preocupación por el origen de la tecnología. Cerca de veinte años antes había sido fomentada una industria automovilística local a partir de una política de gobierno concebida por el Grupo Ejecutivo de la Industria Automovilística (GEIA). En lo que concernía a la fabricación de los automóviles *stricto sensu*, la preocupación del GEIA se restringió a establecer una exigencia de aumento gradual del «índice de nacionalización», definido entonces como el porcentaje de piezas fabricadas en Brasil en relación con el total de piezas del vehículo; la medida arrojada por el indicador se refería a la sumatoria del peso de las partes y no al valor de los componentes. Se puede decir que, como el origen de la tecnología nunca fue causa de polémica, el aspecto tecnológico del automóvil estaba resuelto *a priori*. En la política industrial del GEIA quedaba implícito que las grandes fábricas de automóviles internacionales, que fueron incentivadas en la década de 1950 a instalarse o a ampliar sus actividades industriales en Brasil, usarían las tecnologías concebidas y desarrolladas en sus respectivos países de origen. De ahí comenzaron a salir, hechas las excepciones de pequeñísima escala, modelos de automóviles también concebidos y desarrollados en el exterior. Tal vez esta despreocupación por el origen de la tecnología sea un factor relevante para explicar el porqué, entre las economías de gran escala, Brasil

1. En 1980 el entonces coordinador responsable por la administración de la Capre (Coordinación para el Perfeccionamiento de Procesamiento Electrónico, órgano responsable de la Informática en el gobierno hasta 1980), Arthur Pereira Nunes, salvó un carrusel de diapositiva y una cinta de casete con la banda sonora de la «Historia del indio» y me los entregó. Agradezco al NCE/Universidad Federal de Rio de Janeiro, especialmente a Moacyr de Paula Rodrigues Moreno, por haber reunido las diapositivas de las imágenes y la banda sonora de la cinta de casete en un formato de video (mpg).

sea el único país que no tiene una marca propia de automóvil. Todas las marcas fabricadas en el país, donde son producidos más de tres millones de automóviles al año, son extranjeras.² Ahora bien, es poco conocido que las cosas no pasaron así en el caso de los minicomputadores.

Si bien es incorrecto decir que la Política Nacional de Informática (PNI) se encuentra ausente de la historiografía económica escrita en las últimas décadas del Brasil, sí puede decirse que se ha omitido la reseña de los años cuando más de la mitad del mercado de ordenadores en Brasil fue suplido con marcas brasileñas y con productos proyectados en Brasil.

No pretendo ensayar aquí un análisis integral, pero sí traer un testimonio de un episodio que puede iluminar la comprensión de las condiciones que marcaron la decadencia y posterior final de la PNI. Asociada con el recurso de la «reserva de mercado», la PNI es hoy casi una iniciativa desconocida. No es de extrañar que en el imaginario de quienes la recuerden represente, mayormente, una experiencia fracasada.

Tal vez la historiografía de la PNI todavía no haya recibido atención o acumulado una producción suficiente para deshacer este «hecho histórico». Quizás la repercusión pública de los desaciertos cometidos a raíz de la continuidad de la misma política cuando surgieron los *microcomputadores* opacó el éxito de la política de reserva de mercado aprobada para los *minicomputadores*, que alcanzó sus objetivos de manera muy satisfactoria en el exiguo plazo de cinco años. La tabla 14.1 es indicativa de este éxito. Tampoco pretendo aquí presentar un análisis de cómo y por qué los datos contenidos en la misma reflejan el desarrollo y crecimiento de la industria de ordenadores en Brasil como consecuencia de la Política Nacional de Informática y sus disposiciones para la fabricación de minicomputadores a mediados de la década de 1970.³ Mi objetivo es mucho más puntual.

Tabla 14.1 Crecimiento del ingreso de la industria brasileña de ordenadores

Año	Bajo control brasileño		Bajo control extranjero		Total (US \$ billón)
	Ingreso (US \$ billón)	(% del total)	Ingreso (US \$ billón)	(% del total)	
1979	0.2	23	0.6	77	0.8
1980	0.3	33	0.6	67	0.9
1981	0.4	36	0.7	64	1.1
1982	0.6	40	0.9	60	1.5
1983	0.7	47	0.8	53	1.5

2. Dato tomado de: Associação Nacional de Fabricantes de Veículos Automotores (Anfavea): *Anuário da indústria automobilística brasileira*. São Paulo, 2011, p. 61.

3. Abordé ese asunto en: Ivan da Costa Marques, «Reserva de mercado: um mal entendido caso político-tecnológico de "sucesso" democrático e "fracasso" autoritário». *Revista de Economia da Universidade Federal do Paraná* 24, no. 26 (2000); Ivan da Costa Marques, *Minicomputadores brasileiros nos anos 1970: uma reserva de mercado democrática em meio ao autoritarismo*. *História Ciências Saúde MANGUINHOS* 10, no.2 (2003).

Año	Bajo control brasileño		Bajo control extranjero		Total (US \$ billón)
	Ingreso (US \$ billón)	(% del total)	Ingreso (US \$ billón)	(% del total)	
1984	0.9	50	0.9	50	1.8
1985	1.4	52	1.3	48	2.7
1986	2.1	62	1.3	38	3.4
1987	2.4	60	1.6	40	4.0
1988	2.9 / 2.8	67 / 54	1.5 / 2.4	33 / 46	4.4 / 5.2
1989	— / 4.2	— / 59	— / 2.9	— / 41	— / 7.1
1990	— / 3.8	— / 60	— / 2.5	— / 40	— / 6.3

Fuentes: Período 1979-1988: Secretaría Especial de Informática (SEI), *Séries Estatísticas*, vol. 2, núm. 1, agosto 1989, p. 12. Período: 1988-1990: Ministério da Ciência e Tecnologia (MCT) e Secretaria de Política de Informática e Automatização (Sepin): *Panorama do Setor de Informática 1997*, Brasília, D. F.: Ministério da Ciência e Tecnologia, 1997. y Mazzeo, Luzia M: *Abertura Econômica: paradigma industrial e o setor de informática no Brasil*, Ediciones de la Universidad Estatal de Londrina, Rio de Janeiro, 1999, p. 134.

Me propongo recordar el episodio del *slide show* prohibido, hoy disponible en Internet, para enriquecer los análisis sobre la parábola que llevó a la PNI del éxito al fracaso. El *slide show* remite directamente a la invasión y toma de la conducción política del sector de informática en Brasil por la policía política de la dictadura.

Es sabido que en el comienzo de los años 70 se había formado en Brasil un grupo diversificado de profesionales, una «comunidad de informática» que entendía que era posible suplir el mercado interno brasileño de minicomputadores con modelos que habrían de ser concebidos y proyectados localmente por profesionales brasileños.⁴

Un grupo de especialistas en informática comenzó a reunirse en encuentros promovidos por el «consejo de rectores». Posteriormente estos profesionales, movidos por una conjunción de pasiones y saberes, decidieron actuar en la esfera pública como un colectivo diversificado, gracias a las oportunidades creadas por el discurso de la «democracia relativa»; una idea curiosa, de naturaleza *sui generis*, que los militares brasileños pusieron en circulación en los años setenta: consistía en intentar domesti-

4. Diversas investigaciones confirman que la «comunidad de informática» tuvo razón en sus planteamientos a favor de una política de fomento y apoyo a los productos tecnológicos hechos en Brasil. Para profundizar en este punto el autor recomienda revisar las siguientes obras: Emanuel Adler, *The power of ideology: the quest for technological autonomy in Argentina and Brazil*, Berkeley, University of California Press, 1987; Vera Dantas, *A guerrilha tecnológica: a verdadeira história da política nacional de informática*, Rio de Janeiro: Editora Livros Técnicos e Científicos, 1988. Peter Evans, *Autonomia e colaboração: estados e transformação industrial*. Rio de Janeiro, Editora UFRJ, 2004; y Tullio Vigevani, *O contencioso Brasil x Estados Unidos da informática. Uma análise sobre a formulação da política exterior*. São Paulo. Edições da Universidade do São Paulo. (Edusp), 1995.

car todas las formas democráticas, más que reprimirlas. Es decir: la dictadura trató de tolerar algunas variantes de libertad de expresión (pero no todas) por parte de algunas personas (pero no todas).

A lo largo de la primera mitad de la década de 1970 aquel grupo diversificado de profesionales se constituyó como una autodenominada «comunidad de informática». Este colectivo estaba formado por dos alas. La más visible: la de los profesores universitarios y los funcionarios graduados en instituciones estatales.⁵ La menos evidente (y por tanto las más difícil de testimoniar en este artículo): la de algunos oficiales militares.⁶ Los contactos iniciales se dieron y se robustecieron. A pesar del ambiente dictatorial de la época, entre ellos comenzaron a debatir ideas y ensayar propuestas, con miras a hacer de la informática un eje para el desarrollo (la palabra de moda para la época) de Brasil.

Esa «comunidad de informática» se fundamentaba en tres convicciones que hacían las veces de pilares para la reflexión y para la acción. La primera convicción la albergaban los cuadros técnicos militares, principalmente los de la Marina, quienes tenían la percepción de que los ingenieros brasileños no sabían o no tenían condiciones para mantener los ordenadores embarcados en las fragatas recién adquiridas de Inglaterra; ellos interpretaban esta situación como una «dependencia tecnológica».

La segunda convicción la tenían los administradores de los centros de procesamiento de datos (Serpro,⁷ Prodesp⁸ y Procergs),⁹ quienes pensaban que podían producir localmente soluciones tecnológicas mucho más baratas que los sistemas diseñados y comercializados por las multinacionales, si tan solo tuviesen el chance de trabajar con profesionales brasileños expertos en la manipulación de *hardware* y *software* de pequeñas interfaces y equipamientos.

Finalmente, la tercera convicción pertenecía a los profesores universitarios, sobre todo los de postgrado, quienes estaban persuadidos de que sin una industria que llevase al mercado los resultados de los trabajos de los investigadores y de los académicos, no sólo no habría empleo para los alumnos egresados de informática, sino también que sería muy difícil justificar la inversión de fondos públicos en nuevos proyectos de investigación. Las universidades corrían el riesgo de ser vistas, fatalmente, como torres de marfil, desconectadas de lo que llamaban «la realidad brasileña». El ala de los profesores universitarios veía en la opción del fomento de una industria informática local la salida de la «dependencia tecnológica».

Estas tres convicciones dieron consistencia a la comunidad de pioneros que gestó la primera fase de la Política Nacional de Informática, enfocada en lograr una «mayor autonomía tecnológica» o «independencia tecnológica». La fusión de las tres convicciones en la expresión crítica «dependencia tecno-

5. Peter Evans se refiere a este grupo de profesionales como «los barbudos». Muchos de ellos habían regresado recientemente de sus maestrías y doctorados en los EE.UU., donde habían formalizado contactos profesionales y aprendido la tecnología de fabricación de los ordenadores. En el plano emocional los distinguía «una sensación de participación en el proceso internacional y una sensación de frustración con el ambiente local».

6. El interés de una parte de los militares brasileños por la tecnología de los ordenadores es innegable. Fue la Marina de Brasil la que patrocinó el proyecto ejecutado en la Pontificia Universidad Católica de Río de Janeiro (PUC/Río) y en la Universidad de São Paulo (USP) de un minicomputador, bautizado G-10 en homenaje póstumo al Comandante Guarany. El coronel Jorge Monteiro Fernandes, representante del Ministerio de la Aeronáutica en la Capre, también hacía un acompañamiento participativo de la comunidad de informática.

7. Serviço Federal de Processamento de Dados.

8. Processamento de Dados do Estado de São Paulo.

9. Processamento de Dados do Estado do Rio Grande do Sul.

lógica» fue conseguida gracias a interacciones y discusiones en congresos, denominados Secomu (en el caso de los profesores universitarios), Secop (en el caso de las empresas estatales) y Successu (en el caso de las empresas privadas usuarias de ordenadores). También ayudaron a la armonización de la agenda de los grupos de interés los artículos publicados en el periódico *Datanews* y en la revista *Dados e Idéias* (editada por el Serpro).¹⁰ La situación tecnológica del país en el área de informática fue colocada como problema y efectivamente pasó a ser un problema, a partir de las discusiones en la «comunidad de informática».

En otras palabras, tanto la noción de «dependencia tecnológica» como la propuesta de implantar en Brasil una política industrial volcada a la «independencia tecnológica» surgieron en el área de informática como resultado de una producción activa, en oposición a algo inercial o «espontáneo».¹¹

14.3 El *slide show* perdido

Es justamente como parte de la historia de esta producción activa, de estas interacciones y discusiones, que el presente testimonio se enfoca en el *slide show* prohibido por el SNI en 1979. ¿Pero qué contiene la presentación de diapositivas objeto de veto? Una historia repetida innumerables veces en encuentros de profesionales de la «comunidad de informática» y otros profesionales. El *slide show* es la expresión de un recurso retórico¹² empleado en la producción activa y consciente de una política industrial con foco en la tecnología: la *Historia de los Indios*.

La *Historia de los Indios*, contada en diversas ocasiones y para diferentes audiencias, fue un elemento narrativo pensado para hacer de la situación tecnológica de Brasil una realidad digna de ser considerada como un problema de importancia nacional, una imagen fuerte y radicalizada para minar las bases de la «dependencia tecnológica». ¿Y qué historia contaba la *Historia de los Indios*? Esto es lo que muestra el *slide show*:

Una tribu del continente norteamericano vivía social y económicamente de una jornada de trabajo de tres horas diarias: una hora para producir vasos de cerámica para su propio uso; una hora para hacer arcos y flechas; y una hora para cazar búfalos que les servían de alimento. Un día la tribu entra en contacto con una sociedad que producía fusiles. Queda fascinada por la eficiencia de esta herramienta (el fusil) para cazar búfalos y rápidamente se establece una relación de cambio y la tribu decide reorganizar sus tres horas de trabajo: una hora para producir vasos de cerámica para su propio uso; una hora para hacer un vaso para cambiarlo por el fusil; y una hora para cazar el búfalo. Pero esta relación tiene una gran asimetría: los fabricantes de fusiles saben hacer también los vasos, pero no sucede lo mismo con la tribu en relación con la elaboración de los fusiles.

10. La revista *Dados e Idéias* era editada por el Serpro, un órgano del Ministerio de Hacienda. Los Secomu —acrónimo de la denominación «Seminarios de Computación en Universidades»— son hoy, bastante transformados, organizados como un eje temático en el ámbito de los congresos anuales de la Sociedad Brasileña de Computación (ver: <<http://www.imago.ufpr.br/csbc2012/secomu.php>>) y los Secop (acrónimo de la denominación «Seminário de Coordenação em Processamento de Dados»; el primero se efectuó en 1973 en Fortaleza/CE) también son realizados hasta hoy, aunque su designación haya sido cambiada a la de «Seminário Nacional de TIC para a Gestão Pública». Ver: <<http://www.secop2012.rs.gov.br/conteudo/419/?Hist%C3%B3rico>>.

11. Ver a ese respecto: Emmanuel Adler, *The power of ideology: the quest for technological autonomy in Argentina and Brazil*, Berkeley, University of California Press, 1987.

12. El recurso retórico de la «fábula», como a ella se refiere el propio narrador del *slide show*.

La asimetría de conocimiento se transforma en una asimetría en las relaciones de cambio. Si el hombre blanco sube el precio del fusil, la tribu no tiene otra salida que aceptar. Si el precio del fusil llega a seis vasos, la ganancia en la eficiencia obtenida en la ocasión de la adopción del fusil está perdida. Si sube a diez vasos la situación será todavía peor. Aunque podría tornarse pésima si ellos recibieran instrucciones para montar los fusiles y tuvieran que pagar diez vasos a cambio de las instrucciones para montar una fábrica local de fusiles.¹³ (Marques 1980).

La fábula de la *Historia de los Indios* ilustra una relación de causalidad económica entre la «dependencia tecnológica» y la «pobreza». Su presentación a la tecnocracia de la dictadura y a un público mucho más amplio, aglutinado alrededor de la informática, aunque más allá de los profesionales del área, buscaba sembrar la reflexión acerca de que Brasil era un país pobre porque era tecnológicamente dependiente. Como puede apreciarse en el *slide show*, la *Historia de los Indios* no tiene como moraleja «vuelvan al arco y la flecha», sino más bien «aprendan a hacer el fusil».

La «dependencia tecnológica» pasó a ser la causa, o por lo menos una causa importante, de la pobreza endémica en el país. Una consecuencia notable de la *Historia de los Indios*, como recurso retórico, es la elevación del prestigio social de todo aquel que se alistase en el esfuerzo de superación de la «dependencia tecnológica», porque podía atribuírsele un carácter heroico o «noble» de salvador de la nación.

14.4 Un personaje semiótico

Cuando en Brasil se analiza el uso de los recursos discursivos de la fábula y la idealización para incrementar el prestigio social de un sector determinado o de una actividad en específico, tal vez el caso que más pueda destacar fue el que involucró a la figura del empresario local de tecnología.

A principios de la década de 1970 solamente grandes empresas multinacionales fabricaban o montaban ordenadores o equipamientos de procesamiento de datos en Brasil: IBM, Burroughs, Olivetti. En esta época no existía el empresario brasileño fabricante de ordenadores. Tal personaje no estaba presente entre los actores técnicos, políticos, económicos y culturales de la época. No obstante, según el criterio prevaleciente en la «comunidad de informática» la superación de la «dependencia tecnológica» únicamente se lograría mediante el surgimiento de un grupo de empresarios brasileños dedicados a fabricar ordenadores y soluciones de *software*.

La «comunidad de informática» temía que el llamado «libre mercado» no allanase el camino para la aparición del personaje histórico que tanto deseaban: ese *empresario brasileño* que, a partir de la contratación de *profesionales brasileños*, estuviese dispuesto a tratar de ganar dinero con el desarrollo de la tecnología de ordenadores. Pensaban que la economía de «libre mercado», y su modelo de competencia (basado únicamente en el aprovechamiento de las ventajas competitivas y comparativas), desaconsejaría las inversiones privadas en proyectos tan costosos y riesgosos como la concepción y la fabricación de ordenadores en el Brasil. Y dada la ubicuidad de la informática en el mundo moderno, a Brasil se le haría muy cuesta arriba dejar de ser un país «dependiente». Sin esta capacidad propia para

13. Marques, Ivan da Costa, « Computadores: parte de um caso amplo da sobrevivência e da soberania nacional ». Revista de Administração Pública 14, no. 4, (1980):110-147.

concebir, proyectar y colocar artefactos informáticos en los mercados internacionales, Brasil seguiría siendo un país sin «opciones plenas», la versión de carne y hueso de la tribu de la *Historia de los Indios* retratada en el *slide show* prohibido.

También circulaba en la «comunidad de informática» el argumento de que la continuidad de los proyectos hasta entonces realizados (prototipos construidos en universidades y organizaciones estatales) requería recursos mucho mayores que los hasta entonces invertidos, y el Estado brasileño no tendría condiciones para continuar de modo aislado tales inversiones. Explícita o implícitamente ganaba fuerza la idea de que *era necesario crear al empresario privado local interesado en ganar dinero desarrollando tecnología de ordenadores con profesionales brasileños*.

El caso es digno de nota especial porque el «empresario privado local» existió como personaje semiótico antes que como persona. El discurso hablado y escuchado en la «comunidad de informática» hasta la mitad de la década del setenta incluía alusiones al empresario brasileño fabricante de mini-computadores. No obstante, solo unos años después de que este personaje hiciese su aparición en el plano discursivo fue que pudo presentarse como un actor de carne y hueso. Por lo tanto, tenemos aquí un caso en el que el discurso de una comunidad (los profesionales de informática) precedió la existencia de uno de sus interlocutores y contribuyó a su aparición. Efectivamente, el elenco de personajes centrales en el discurso esgrimido por la «comunidad informática» incluía a un actor todavía inexistente y preservaba para él un papel heroico, de salvador de la patria; una función social o una tarea histórica mucho más «noble» que la usualmente atribuida al empresario en la cultura brasileña.

Podemos decir que la «comunidad de informática» creó un personaje casi puramente semiótico en aquellos primeros años de gestación de la Política Nacional de Informática; un personaje al que le asignó el cumplimiento de una misión ennoblecida. Esa misión le exigía ganar dinero. Pero aparte de la obtención de ganancias y la acumulación de capitales, había también otras cosas en juego. El alcance del éxito considerado pleno dependía del logro de un componente idealista, basado en la corriente sociológica del nacionalismo. En términos «weberianos», el logro de la meta pasaba por dar existencia real a un tipo ideal de vocación empresarial, aquella que movería al hombre de negocio brasileño a invertir para ganar dinero en una actividad riesgosa, a partir del esfuerzo de ingenieros y profesionales de informática brasileños.

De acuerdo con el discurso al uso en la «comunidad de informática», la materialización, completa o incluso aproximada, del personaje idealizado dependía de una protección del Estado brasileño. En resumen, la Política Nacional de Informática (PNI) surgió junto con la invención de un personaje semiótico: *el empresario privado interesado en ganar dinero desarrollando tecnología de ordenadores con profesionales brasileños*.

La referencia anterior a la invención de un personaje semiótico es literal y no metafórica. La «comunidad de informática» imaginó a este interlocutor —*el empresario interesado en ganar dinero desarrollando tecnología de ordenadores con profesionales brasileños*— y se dispuso a construirlo. Y es importante recordar que la «comunidad de informática» y su aliada en el gobierno, la Capre, obtuvieron un éxito significativo con esa estrategia. La tabla 14.2 muestra la evolución de la creación de empresas brasileñas durante la vigencia de la política proteccionista de la «reserva de mercado», como vino a ser (un poco) más conocida la PNI.

Tabla 14.2 Evolución de la creación de empresas brasileñas durante la vigencia de la política proteccionista de la «reserva de mercado»

Año	Número de empresas fundadas en el año	Número total de empresas fundadas hasta el año
antes de 1974	12	12
1974	1	13
1975	1	14
1976	5	19
1977	6	25
1978	7	32
1979	8	40
1980	7	47
1981	8	55
1982	8	63
1983	4	67
1984	4	71

Fuente: *Secretária Especial de Informática (SEI): Boletim Informativo do SEI*, vol. 6, núm. 15, abril 1986, p. 18.

14.5 La pérdida del *ethos* democrático

Es muy sorprendente y digno de mención que la fase inicial del éxito de la PNI esté asociada con su *ethos* democrático inicial. No es mi propósito aquí abordar en detalle esta asociación —ya lo he hecho en diferentes artículos—. ¹⁴ Deseo sí destacar la prohibición de la *Historia de los Indios* como un episodio ejemplar para explicar y entender la manera cómo la Política Nacional de Informática se desarrolló en Brasil, después de la invasión y toma de la administración de la política industrial de la informática por parte de los coroneles de la policía política de la dictadura. Tal operación de «invasión y toma» se dio mediante la conformación de la «Comisión Cotrim», apéndice burocrático que heredó su nombre del apellido de quien fuese su jefe, el embajador Paulo Cotrim, «el hombre de la policía de la dictadura» en Itamaraty en aquella época. ¹⁵ Montados en la «Comisión Cotrim», los coroneles del SNI intervinieron teléfonos personales y citaron a interrogatorios a los participantes de la «comunidad de informática» bajo «sospecha de comunismo», conforme relata Vera Dantas. ¹⁶

14. Ivan da Costa Marques, «Reserva de mercado: um mal entendido caso político-tecnológico de "sucesso" democrático e "fracasso" autoritário», *Revista de Economia da Universidade Federal do Paraná* 24, no. 26 (2000); Ivan da Costa Marques, *Minicomputadores brasileiros nos anos 1970: uma reserva de mercado democrática em meio ao autoritarismo*. *História Ciências Saúde MANGUINHOS* 10, no.2 (2003).

15. Por «hombre de la policía de la dictadura» entiéndase «dedo duro», o sea, aquel que denunciaba a sus colegas como subversivos.

16. Dantas, Vera. «Guerilha tecnológica: a verdadeira história da política nacional de informática». Rio de Janeiro, RJ: Livros Técnicos e Científicos, 1988, pp.172-207.

La prohibición de la *Historia de los Indios* se sumó a estas acciones cínicas y es emblemática del espíritu autoritario que a partir de entonces se instaló en la conducción de la PNI. La medida de censura fue tanto más inepta y grosera a la luz de del informe final de la «Comisión Cotrim» donde se cuestionaba la dependencia tecnológica del Brasil en el sector de informática; una afirmación que desdeñaba todo lo producido anteriormente en materia de autonomía tecnológica por la «comunidad de informática» y por la Capre.

La «Comisión Cotrim» concluyó que «Brasil no tenía una “política de informática”». También señaló que la dependencia de Brasil en el área de la informática era un asunto tan importante que merecía la creación de un órgano gubernamental de nivel ministerial para tratarla.¹⁷ Este nuevo órgano gubernamental fue prontamente creado y se le denominó «Secretaría Especial de Informática» (SEI). Desde sus inicios estuvo ligado directamente con la presidencia (dictatorial) de la República y en su organigrama se acantonaron los coroneles integrantes de la «Comisión Cotrim»: Joubert Brízida de Oliveira, Edson Dytz y Ezil Veiga da Rocha. Otros miembros de la comisión que contaron con el apoyo de José Dion de Melo Telles, presidente del Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq, por sus siglas en portugués), fueron premiados con otros cargos. Podemos citar los casos del propio embajador Paulo Cotrim (nombrado presidente de la Digibrás) y de Reis Loyola (designado presidente de la empresa estatal fabricante de ordenadores Cobra).

Al llegar con ímpetu de caballería, con actos administrativos como la prohibición de la *Historia de los Indios*, los coroneles del SNI destruyeron en pocas semanas la «comunidad de informática», una construcción frágil y demorada.

Al historiador que obvie el carácter puramente oportunista de la «Comisión Cotrim», integrada por una banda de policías en busca de cargos (tal vez como anticipación al inminente fin de la caza de comunistas a la que se dedicaban) le costará entender como, a un mismo tiempo, se desmantela la «comunidad de informática» pero se reconoce abiertamente la validez de su principal motivo de lucha: la erradicación de la «dependencia tecnológica». Ciertamente, la «comunidad de informática», modelo de inteligencia descentralizada, se configuró como una suerte de brújula para orientarse en la tempestad técnica-económica-social que sobrevendría en el sector de la informática en todo el mundo por la llegada del microcomputador.

El microcomputador personal transformó el ordenador, que era un bien de capital, en un bien de consumo. También tornó inadecuados los procedimientos de la política industrial anteriormente discutida en el ámbito de la «comunidad de informática», sugerida e implementada por la Capre para minicomputadores, que todavía eran claramente típicos bienes de capital. La arrogancia de los coroneles de la SNI, al despreciar el trabajo intelectual de la «comunidad de informática», hizo que juzgasen irrelevante la posibilidad (no la certeza) de discutir y entender la complejidad de la emergencia del micro personal y los cambios que supuso en el mercado. Ante la ausencia de una brújula en nada sorprende que la PNI conducida por la SEI terminara naufragando. Pero está claro que esa no era la principal preocupación de los coroneles policías autoritarios que allí se instalaron.

17. Para profundizar en el estudio de las conclusiones del informe final de la «Comisión Cotrim» se recomienda revisar: Sílvia Helena, «A indústria de computadores: evolução das decisões governamentais» publicado en la Revista de Administração Pública, Vol 14, No. 4, p. 73-109.

14.6 Entre muchos, dos desafíos

De entre muchos, cito dos desafíos enfrentados en la «comunidad de informática» que evidenciaron el carácter precario y delicado de su construcción. Ambos desafíos fueron relacionados con las dificultades para establecer mecanismos de colaboración entre los diferentes actores. Ciertamente por una gran cantidad de motivos justos, muchos profesores eran refractarios a una aproximación con los militares en el marco de la dictadura. Esto limitaba y hacía menos fructífera una potencial interacción que permitiese a los académicos demostrar que tenían conocimientos valiosos a la hora de resolver problemas de interés para los militares; y que poseían la honradez intelectual de incorporar a sus investigaciones las observaciones técnicas y metodológicas provenientes del mundo castrense. El desafío de la alianza académico-militar fue enfrentado y parcialmente superado con los cuadros técnicos de las fuerzas armadas, pero volvió en forma de abismo colosal, y plenamente justificado, cuando otros militares, los del SNI, que no tenían contacto anterior con la comunidad, se aproximaron con su oportunismo, sus prejuicios y sus métodos policiales.

El segundo desafío consistió en la superación de un prejuicio compartido por muchos profesores: la inconveniencia de mezclar la tecnología con la política —en mi criterio, no tenían la razón—. Algunos académicos no sentían remordimientos por quedarse aislados en sus laboratorios, concentrados en un «trabajo científico» que creían políticamente neutro. Estos profesores no consideraban que la ausencia de participación política condenara a su propio trabajo, y por lo tanto a ellos mismos, a ser estigmatizados por la participación marginal que los brasileños tenían en el desarrollo de la tecnología de la informática. Este desafío fue también parcialmente superado en la década de 1970; sin embargo, hoy tal vez no sea enfrentado por la Sociedad Brasileña de Computación.

La historia de la PNI muestra el error de considerar que el gobierno federal, un gobierno dictatorial como el de aquella época, pudiese formar una unidad simple o monolítica. Profesionales académicos mantuvieron relaciones fructíferas con sectores del gobierno, en especial con los gerentes de los centros de procesamiento de datos y los técnicos de la Capre, con los cuales, como dije anteriormente, integraban una «comunidad de informática», de la cual participaban también profesionales militares. Se puede afirmar que aquello que la «comunidad de informática» discutía y proponía era puesto en práctica posteriormente por la Capre, en un proceso donde se balizaban las sugerencias de la comunidad y luego se negociaba con las máximas autoridades del gobierno. La Capre se extinguió con el acto de creación de la SEI.

En el otro extremo destructivo de la interacción con el gobierno se ubicaban las relaciones con la «comunidad de informaciones», que era como se autodenominaban los informantes del SNI la policía política de la dictadura.

14.7 La extinción de la comunidad de informática y de la Capre

En mi opinión, la extinción de la Capre, fue el episodio más llamativo de la época, por ser la mayor manifestación de tosquedad durante la intervención del Servicio Nacional de Información en el sector de informática.

En 1979, un grupo oportunista de agentes de la policía política de la dictadura y el presidente del CNPq —financista de la operación— formaron una comisión para investigar a los miembros de la «comunidad de informática». Intimidaron a las personas con interrogatorios, intervinieron sus teléfonos, concluyeron que no había política de informática pero era necesario que hubiera una. Crearon la SEI, un nuevo órgano centralizado con altos cargos, y allí se acuartelaron hasta 1990. Hubo períodos en que la influencia de los coroneles del SNI en la informática fue condimentada por otras tendencias, como cuando Renato Archer fue ministro de Ciencia y Tecnología, pero el *ethos* democrático que dio origen a la Política Nacional de Informática había sido irreversiblemente perdido y sustituido por un *ethos* autoritario cuando la «comunidad de informática» fue disuelta.

Testimoniar la prohibición de la *Historia de los Indios* me pareció oportuno en este momento de redefiniciones internacionales, cuando puede surgir la búsqueda de formas originales de implementar políticas industriales compatibles con tradiciones políticas democráticas. La discusión se torna tanto más importante en momentos en que abundan los especialistas que dicen, con gran confusión, que esa compatibilidad no puede existir. Puede existir. Sí, aunque tengan que redefinirse la tecnología y la democracia. Y ésto merece ser testimoniado y estudiado.

14.8 Apéndice

14.8.1 Computadores, Tecnologia e Sociedade: *História dos Índios*.¹⁸

A tecnologia é hoje um dos mais importantes fatores de transformação das sociedades. A introdução de novos métodos ou produtos de tecnologia sofisticada acarreta repercussões muitas vezes imprevisíveis na estrutura da sociedade em que são inseridas.

São bastante conhecidos, por exemplo, os efeitos da disseminação de meios de comunicação, como o rádio e a televisão sobre a cultura, os hábitos e mesmo a linguagem das populações de regiões menos desenvolvidas.

Assim, a introdução de novas tecnologias deverá ser avaliada considerando, além dos aspectos técnicos, econômicos e políticos envolvidos, as possíveis implicações sociais delas decorrentes. Estes aspectos são da maior importância, particularmente no caso de tecnologias estrangeiras, cujo desenvolvimento se verifica sobre bases econômicas e culturais diferentes das encontradas nos países que recebem a tecnologia.

Na região do Alto Xingu, viviam os índios Kamayurá. Sua economia primitiva estabelecida há centenas de anos baseava-se na caça e na pesca e na produção de peças de cerâmica que eram comercializadas com outras tribos da região. Feliz em sua relação com a natureza, a tribo permanecia imutável em seu modo de viver.

18. Versión completa del audio contenido en el video. Agradecemos por la transcripción a la Prof. Alejandra Adaro.

Certo dia Kari, um jovem caçador, regressou com uma novidade que iria transformar o destino da tribo. Caçando para além do Igará Poaçu, encontrou um grupo de comerciantes brancos que estabeleciam um posto comercial, e ali realizou com eles uma grande troca: negociou seu colar de pedras brilhantes e mais as peles de jacaré que trazia, em troca de um longo pau de fogo que servia para matar animais com facilidade e a grande distância, mesmo os macacos que se balançavam nos galhos mais altos. E ali mesmo, sem demora, demonstrou o grande poder de seu velho fuzil provocando o espanto da tribo.

Logo se estabeleceu um intenso relacionamento comercial, e o fuzil foi sendo introduzido na tribo, produzindo uma radical transformação em seus métodos de caça apesar dos protestos do cacique, que preferia o método tradicional do arco e flechas.

No princípio, muitas balas foram desperdiçadas e até mesmo o índio Kari feriu um pé, antes que fosse por todos dominado o uso das armas de fogo.

No fim de algum tempo, depois de muito barulho e de muitos macacos apavorados, os índios já atiravam com bastante precisão.

O velho cacique continuava não gostando nada daquilo, não via com bons olhos o abandono dos antigos métodos de caça.

Após a morte do velho cacique, desapareceram os últimos receios dos mais conservadores. A própria arte de produzir bons arcos, de que a tribo tanto se orgulhara no passado, entrou em decadência e logo desapareceu.

Com o tempo, os comerciantes brancos ampliaram suas atividades a outras tribos da região e logo a quantidade de pedras e peles necessárias à aquisição de balas e fuzis aumentou.

As pedras brilhantes, outrora colhidas ao acaso pelas margens dos igarapés, passaram a ser procuradas com ansiedade. Porém, a cada dia, tornavam-se mais escassas.

A cerâmica passou a ser introduzida nas relações de troca e assim, em pouco tempo, toda a tribo se viu envolvida em intensa atividade.

Os meninos já quase não brincavam, passando todo o tempo nos igarapés à procura das escassas pedras brilhantes. As mulheres empenhavam-se na produção de potes e vasilhas e os caçadores aprofundavam-se cada vez mais nas matas à procura de peles.

O tempo livre que se ganhou no princípio pelo fato de se poder caçar mais rapidamente com fuzil logo foi perdido. A tribo andava triste.

Em certa noite, o pajé teve uma visão: Maíra estava zangada com os índios pelo abandono de seus antigos costumes e assim escondia a caça e atormentava a tribo. Os índios, impressionados, deixaram de lado os fuzis e tentaram retornar aos arcos e flechas, mas, decepção. Depois de tanto tempo, nenhum deles era capaz de utilizá-los corretamente.

Foram tempos duros para os Kamayurás. Houve fome e logo se verificou que era impossível voltar ao passado. O fuzil era necessário à própria sobrevivência da tribo e não havia outro remédio senão trabalhar para pagar o preço exigido pelos brancos.

Os índios perceberam então sua dependência em relação aos estrangeiros. Não eram mais capazes de assegurar a alimentação da tribo com seus próprios meios. Cada vez que o fornecimento de munição fosse suspenso, haveria fome.

Transposta a situação desta fábula para o contexto de uma sociedade moderna, verificamos que existe uma série de serviços e produtos indispensáveis à sociedade e que estão, portanto, diretamente ligados à sua segurança básica, como a produção de alimentos, roupas, serviços de transporte, comunicações, saúde, educação e defesa. Entre estas, inclui-se ainda a atividade de processamento de informações.

O uso dos computadores vem se generalizando rapidamente. Na sociedade moderna, sob vários aspectos, as máquinas de processamento eletrônico de informações podem ser comparadas a uma arma que utilizamos para aumentar a produtividade de nossa atividade econômica.

E conforme vimos na história da nação indígena, há dois aspectos a considerar quanto à tecnologia da computação: sua utilização e sua concepção e produção.

Quanto à utilização, acreditamos ser suficiente lembrar que os gastos com a computação situam-se já em torno de 1% de nosso produto interno bruto. Isto em um país de recursos escassos, face a seus enormes problemas e prioridades, só se poderá justificar na medida em que tal investimento reverta em reais benefícios para a sociedade.

Computadores mal utilizados apenas oneram os custos de produção das empresas e, por conseguinte, oneram a sociedade como um todo, que em última instância, paga por essa ineficiência.

Quanto à concepção e produção desses equipamentos, podemos hoje afirmar que toda nação que não dispuser de eficientes recursos nesse setor, será incapaz de acompanhar o ritmo do desenvolvimento internacional, tal o impacto causado por essa tecnologia dos processos de produção.

Vários esforços vêm sendo desenvolvidos no sentido de dotar o país de capacitação própria na produção desses equipamentos que, devido à sofisticada tecnologia envolvida, são bastante dispendiosos. Portanto, ao utilizarmos os serviços de um computador, deveremos preparar-nos para extrair dele o máximo benefício.

O domínio dessa tecnologia e sua utilização consciente criarão benefícios que reverterão finalmente a toda sociedade nacional.

La Cobra tuvo una partitura:¹ un proceso de *software* en el desbordamiento de los modelos «universales»

***Cássio Adriano Nunes Teixeira,
Henrique Luiz Cukierman***

15.1	Introducción	230
15.2	Autonomía tecnológica en informática: el discurso dentro del discurso	231
15.3	El proceso de <i>software</i> finalmente	237
15.4	Conclusión	242

1. «Partitura» es el nombre de una notación, definida previamente por un equipo de expertos, para el control de desarrollo del compilador Cobol dentro de la empresa Computadoras Brasileños S.A (Cobra). En sus trabajos científicos Gilles Deleuze y Felix Guattari (1995) emplean la metáfora del rizoma y buscan ilustrarla justo con una partitura de Sylvano Bussoti. Es al amparo de esta partitura-rizoma que buscamos comprender la experiencia de aquellos ingenieros de *software*.

15.1 Introducción

En la actualidad, la práctica de la informática en las empresas es dominada por el imperativo de los modelos y patrones «universales», tales como los paradigmáticos COBIT, ITIL, PMBOK, CMMI, UP.² Por «universales» se entienden aquellos modelos con patrones informáticos que reivindican una competencia técnica susceptible de emplearse con éxito en «contextos» diferentes a sus campos tradicionales de aplicación. Esa práctica de la informática, tutelada por los modelos «universales», denota el gran dominio e influencia del pensamiento científico moderno.

En el ámbito de la informática son comunes las exhortaciones a no dejar de lado los denominados «aspectos no técnicos» o «aspectos sociales» (como el reclutamiento de las instancias jerárquicas superiores, el relacionamiento de los participantes directos, las consideraciones sobre la cultura local, etc.) al momento de implantar los modelos «universales». Son estos «aspectos no técnicos» los que suelen esgrimirse como las causas del fracaso de aquellos casos donde la competencia intrínseca del modelo o patrón «universal» no pudo materializarse.

La creencia en la existencia de cualidades «intrínsecas» a los modelos que la ingeniería de *software* propone tiene su origen, como de hecho ocurre con todas las disciplinas tecnocientíficas, en el pensamiento científico moderno. Herederos del pensamiento mecanicista y del presupuesto de la neutralidad de la ciencia y de la tecnología, los gerentes de proyectos e ingenieros de *software* no acostumbran a tener presente las bases histórico-filosóficas de la disciplina que tutela su práctica —incluso muchas veces ni siquiera las perciben. Al no percibir claramente esta herencia, los ingenieros de *software* y los gerentes de proyectos toman por «naturales» conceptos, procesos y herramientas que, todavía, detentan cada uno su historicidad de artefacto construido. Y además, a partir de las ideas de representación y formalización, aceptan también como «natural» la convicción modernista de la inexistencia de «impurezas subjetivas» en las teorías, patrones y modelos científicos. Cuando se manifiestan tales «impurezas» son atribuidas «naturalmente» a causas «sociales», «no técnicas», a algo «externo» a la ingeniería de *software*.³

En la propia literatura de la ingeniería de *software* se plantea la invitación a discutir sus bases filosóficas.⁴ También se invita a expandir los límites de la disciplina más allá del enfoque mecanicista/modernista —de sesgo prescriptivo, fragmentario, simplificador, que busca reglas y leyes, similitudes y universalidades— para alcanzar visiones alternativas que valoricen el sesgo descriptivo, la particularización, el detalle, la «descripción densa».⁵

La teoría subyacente a los modelos de proceso de *software* necesitan evolucionar de abordajes puramente reduccionistas, concebidos a partir de una visión «moderna» del mundo (universal, general, atemporal, escri-

2. COBIT: *Control Objectives for Information and related Technology*; ITIL: *Information Technology Infrastructure Library*; PMBOK: *Project Management Body of Knowledge*; CMMI: *Capability Maturity Model Integration*; UP: *Unified (Software Development) Process*.

3. Cássio Teixeira, "Um Olhar Sociotécnico sobre a Engenharia de Software: o caso do BNDES", (Tese de M.Sc., COPPE/UFRJ, 2007).

4. Ver por ejemplo: R. Coyne, *Designing Information Technology in the Postmodern Age: from method to metaphor*, Cambridge, Massachusetts, MIT Press, 1995; R. Hirschheim, K. K. Heinz y K. Lyytinen: *Information Systems Development and Data Modeling: Conceptual and Philosophical Foundations*, Cambridge, Massachusetts, University Press, 1995; o B. Dahlbom y L. Mathiassen: *Computers in Context: The Philosophy and Practice of Systems Design*. Oxford, NCC Blackwell, 1993.

5. «Descripción densa» es un concepto propuesto por Clifford Geertz en *A interpretação das culturas*, (Rio de Janeiro: Zahar Editor, 1978).

to), para una síntesis basada en una visión «posmoderna» del mundo, situacional (particular, localizada, temporal, oral).⁶

Con esas cuestiones en mente, partimos en busca de un «proceso patrón» que fuese capaz de explicar la práctica exitosa de desarrollo de *software* en la empresa Computadores Brasileños S.A. (Cobra)⁷ a inicios de los años 80. Como opción metodológica, concertamos una serie de entrevistas con ex integrantes de la empresa para conocer los testimonios del grupo de «ingenieros de *software* en acción». ⁸ Las impresiones y anécdotas recopiladas contribuyen a construir una narrativa que, si bien no revela la existencia de un proceso de diseño de *software* en los moldes usuales de los modelos «universales», sí presenta, mediante un ejemplo real y pertinente a las discusiones de la ingeniería de *software*, un proceso que vincula indisolublemente el contexto y el contenido.

La narrativa así construida explicita la existencia de un *discurso* de «autonomía brasileña en tecnologías de informática» y confirma la presencia de una red sociotécnica urdida, durante la vigencia de un gobierno militar dictatorial, entre la Marina brasileña, el Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social y una élite de ingenieros, de las principales universidades de Brasil, que entendían la lucha por la informática nacional como una parte estratégica del combate por la redemocratización del país. Puede decirse que en la red sociotécnica que constituyó la empresa Cobra surgió un proceso de diseño de programas informáticos que garantizó la calidad del *software* desarrollado para la familia de minicomputadores COBRA-500.

A contracorriente de la interpretación modernista, tan apreciada en la ingeniería de *software*, en el presente ensayo se abordan las claves de un proceso de *software* que desborda el encuadramiento moderno «universalizante» y que puede ser más ricamente explicado por la metáfora del *rizoma* de Deleuze y Guattari.⁹

15.2 Autonomía tecnológica en informática: el discurso dentro del discurso

Para investigar el proceso de desarrollo de *software* ocurrido en Cobra es necesario repasar, aunque sea brevemente, la historia de esta empresa brasileña. Partimos del principio que para comprender la producción de hechos científicos y de artefactos tecnológicos no conviene separar el estudio de las variables «contexto» y «contenido». ¹⁰ En esta sección tratamos de conseguir una alternativa a la dicotomía contexto-contenido. Por ello, proponemos el concepto de *discurso*.

El propósito central de las siguientes líneas será demostrar que existió un discurso que soportó desde la creación de la empresa Cobra hasta el desarrollo brasileño de *software* y *hardware*.

6. Barry Boehm, «A View of 20th and 21st Century Software Engineering», en: *28th International Conference on Software Engineering-ICSE*, Shanghái, China, 2006, pp. 12-29.

7. La noción de «éxito» se refiere aquí a la incorporación exitosa del *software* desarrollado por la empresa Cobra en sus productos.

8. Bruno Latour, *Reemplazar resaltado por Ciência em Ação: como seguir cientistas e engenheiros sociedade afora*, São Paulo, Editora de la Universidad Estatal Paulista Júlio de Mesquita Filho (Unesp), 2000.

9. Gilles Deleuze y Félix Guattari, *Mil Platôs: Capitalismo e Esquizofrenia*, vol. 1, Editora 34, 1995.

10. Bruno Latour, *Ciência em Ação: como seguir cientistas e engenheiros sociedade afora*. Editora de la Universidad Estatal Paulista Júlio de Mesquita Filho (Unesp), 2000.

Para Paul Edwards el «discurso» es mucho más que una simple pieza de oratoria o de retórica. El discurso resulta de una producción colectiva —aunque también puede instigarla— de varios autores¹¹ conectados por relaciones no deterministas, por vinculaciones contingentes y, por tanto, no definidas (ni definibles) *a priori*. En sus palabras:¹²

El discurso es un conjunto heterogéneo, en permanente autoelaboración, que combina técnicas y tecnologías, metáforas, lenguajes, prácticas y fragmentos de otros discursos en torno a uno o más soportes. El discurso produce tanto poder como conocimiento, comportamiento individual y organizacional, hechos y lógicas. También produce la autoridad que lo refuerza.

Ahora bien, si es cierto lo que propone Paul Edwards y el discurso se nutre de herramientas, metáforas y prácticas para suportarlo, constituye al mismo tiempo un soporte para el surgimiento de nuevas herramientas, metáforas, prácticas y actores, entonces para captar o concretar la existencia de un discurso son necesarios movimientos de negociación, ajustes de intereses y objetivos, denominados «traducciones».

El concepto de *traducción*¹³ busca dar cuenta de los ajustes y desplazamientos recíprocos mediante los cuales los constructores de hechos y de artefactos interpretan sus propios intereses y los de aquellos actores que quieren alistar. Se trata de buscar equivalencias y coincidencias, no siempre existentes en el inicio de las negociaciones, de tal forma que se viabilice la constitución de asociaciones para la construcción y diseminación de un determinado hecho o artefacto. Son las «traducciones» las que deshacen el sesgo tecnicista de la producción de hechos y artefactos, dado que en ellas se amalgaman lo técnico, lo político, lo cultural, lo social y lo económico, superando así la tradicional dicotomía «contexto-contenido».

Con las nociones de *traducción* y *discurso* en las manos buscaremos caracterizar el «discurso de la autonomía tecnológica en informática», mediante el estudio de su vinculación con la historia de la empresa Cobra y con el discurso más abarcador de *autonomía tecnológica brasileña*. Fue este discurso lo que permitió la existencia de un ciclo de vida completo (concepción, proyecto, desarrollo de procesos de producción industrial, comercialización, distribución y manutención) de *hardware* y *software* brasileños.

Al final de los años 60, la Marina brasileña, una de las entidades propulsoras del discurso de la autonomía tecnológica, estaba preocupada con la alta tecnología disponible en sus fragatas. Sin el pleno dominio del conocimiento especializado, Brasil sometía su seguridad, e incluso su propia soberanía, a firmas extranjeras. La Marina pasó entonces a ver con buenos ojos la existencia de una industria local capaz de producir y mantener equipamientos electrónicos digitales.

11. Por simplicidad, utilizaremos en este artículo el término «actor», aunque sería más adecuado el término «actante», proveniente de la semiótica, pues actante se liga a la idea de acción, no a la idea de intención y permite considerar humanos y no humanos en los mismos términos, sin tratarlos por separado gracias a la distinción convencional entre naturaleza y sociedad, entre sujetos y objetos, entre ciencia y cultura. Para profundizar en esta reflexión se recomienda consultar: Michel Callon, «Some Elements of a Sociology of Translation: domestication of the scallops and the fishermen of St. Brieuc bay», en: M. Biagioli, *The science studies reader*, New York, Routledge, 1999, pp. 67-83.

12. Paul Edwards, *The Closed World: computers and the politics of discourse in Cold War America*, Massachusetts, MIT Press, 1996, p. 40.

13. Ver: Michel Callon, «Some Elements of a Sociology of Translation: domestication of the scallops and the fishermen of St. Brieuc bay». En: Biagioli, M., *The science studies reader*, (New York: Routledge, 1999, pp.67-83); o Latour, En *Ciência em Ação*.

Otro actor fue el Banco Nacional de Desarrollo Económico y Social (BNDES), principal agente financiador de la industria nacional brasileña, que aprobó el préstamo inicial para el proyecto de la Marina. Sin embargo, en su concepción particular del negocio, la industria brasileña de computadores debía producir computadores de uso general, en lugar de equipos adaptados a los intereses de la Marina. Por esa razón, el BNDES involucró otro grupo de actores —los bancos privados— que demandaban intensamente tecnologías de informática.¹⁴

En aquella misma época, una élite de ingenieros brasileños se habían incorporado a los cuadros docentes de las universidades, especialmente en los “jóvenes” cursos de posgrado. Mientras formaban profesionales e investigadores de alta calidad, ellos tenían la capacidad y la energía suficientes para pensar el papel de las universidades en el desarrollo tecnológico del país. Muchos de estos profesores, formados en las primeras promociones del Instituto Tecnológico de la Aeronáutica (ITA) o en excelentes universidades extranjeras, sufrieron con el desajuste existente entre su alto nivel de capacitación y la realidad del incipiente mercado de trabajo nacional en el campo de la computación. Inconformes con la condición de ser simples vendedores de máquinas y soluciones de empresas multinacionales, acababan yendo a especializarse en universidades del exterior y, al regresar, ingresaban a las universidades brasileñas. Para muchos de ellos la lucha por la informática nacional en tiempos de dictadura era, necesariamente, parte de la lucha por la redemocratización del país.¹⁵

Para el gobierno militar, varios factores hacían atractiva la idea de la existencia de una industria brasileña de computadores bajo el control de capital nacional. Además de los efectos negativos en la balanza de pagos de las importaciones del sector de la electrónica, se percibía la importancia social, estratégica y económica, que para el país significaba el procesamiento de datos y la base tecnológica con la cual éste se implementaba.

Ivan da Costa Marques¹⁶ ha revelado como en medio de una «democracia relativa» según la terminología acuñada por los propios militares en el poder, tres categorías de profesionales —profesores y estudiantes universitarios, oficiales e ingenieros militares, y administradores de empresas estatales—, tejieron una red de contactos y alianzas, al amparo del «discurso de la autonomía tecnológica», que sirvió a su vez de soporte al «discurso de la autonomía tecnológica en informática en Brasil». Tal soporte, el minicomputador brasileño, constituiría, por su existencia, la más perfecta traducción para tal autonomía. La tecnología de minicomputadores caía como un guante a las pretensiones nacionalistas de los diferentes actores. El discurso fue tomando cuerpo, a través de seminarios, publicaciones, sociedades y encuentros, hasta que pudo materializarse plenamente en la disposición proteccionista de la «reserva de mercado» que sólo permitía la compra de minicomputadores que fuesen fabricados en Brasil y con concepción brasileña.

Los esfuerzos por concebir y fabricar artefactos en Brasil ya venía ocurriendo. Hubo casos exitosos de desarrollo de equipamientos, técnicas y tecnologías —los soportes del «discurso de autonomía tecno-

14. Sílvia Helena, Rastro de Cobra, 1984. Disponible en Internet en la dirección: <http://www.mci.org.br/biblioteca/rastro_de_cobra.pdf>. Consulta: enero 2010.

15. Vera Dantas, *Guerrilha Tecnológica: a verdadeira história da política nacional de informática*. Rio de Janeiro: LTC – Livros Técnicos e Científicos Ed., 1988, pp. 20 y 155.

16. Ivan Marques, «*Minicomputadores brasileiros nos anos 1970: uma reserva de mercado instrumental-democrata em meio ao autoritarismo-tecnocrático da ditadura*». *Revista Brasileira de História*, vol. 19, núm. 38, 1999, pp. 125-138.

lógica»—. Podemos mencionar el concentrador de teclados del Serpro,¹⁷ que tuvo seis mil terminales construidos entre 1972 y 1976; el procesador de punto-fluctuante, desarrollado en 1973; y el terminal inteligente de la Universidad Federal de Rio de Janeiro (NCE/UFRJ), cuyo subproducto fue una familia de terminales de video industrializados en 1976 y un terminal para la entrada de datos compatible con el IBM 3740 industrializado en 1978.¹⁸ Más allá de ellos, cabe citar el procesador de datos estocásticos de la Universidad de São Paulo (USP) y los estudios en comunicaciones ópticas de la Universidad Estatal de Campinas (Unicamp).¹⁹ Se probaba así que era posible pensar en el desarrollo nacional de tecnología de informática y se allanaba el camino para el discurso que desembocaría en su soporte más célebre: el minicomputador COBRA-500.

A pesar de sus distintos intereses —por ejemplo, los intereses de la Marina, del BNDES, de los representantes del gobierno militar de un lado y de actores de la «*izquierda nacionalista, que no alimentaba simpatía alguna por el régimen militar*»²⁰, de otro— estos grupos heterogéneos de actores y artefactos, sus instituciones, trayectorias y producciones, negociaron entre sí traduciendo intereses, ponderando puntos de vista coincidentes e incentivando concesiones y convergieron en un discurso (siempre en permanente «auto-elaboración») que viabilizó una síntesis del sueño de la informática brasileña.

A partir de un determinado momento, la comunidad académica percibió elementos suficientes para poner en práctica la retórica sobre el desarrollo tecnológico, expresada por el propio gobierno brasileño en su II Plan Nacional de Desarrollo (PND). Las ideas que venían siendo discutidas en las universidades ganaron forma y unidad en 1974, en la ciudad de Ouro Preto, durante el IV Seminário de Computação na Universidade (Secomu). Las conclusiones del certamen sirvieron para alimentar dos años de debates; un tiempo en el que se habló mucho y se hizo poco. Preocupados con este estancamiento, académicos y profesionales articularon un nuevo encuentro; en esta ocasión, el Seminário de Transferência de Tecnologia em Computação, celebrado en Río de Janeiro. Ya antes de su convocatoria existía un consenso acerca de la necesidad económica, social, cultural y estratégica de desarrollar una industria de informática con tecnología brasileña. Este ambiente de unanimidad en lo fundamental facilitó la redacción de un documento dirigido al gobierno; un texto histórico que contenía la «expresión mágica» que balizaría todo el debate a partir de entonces: *reserva de mercado*. De este modo, la política de informática brasileña ganaría una bandera y un elemento vigoroso para robustecer el «discurso de autonomía en informática».²¹

La reserva de mercado hizo surgir diversas empresas, cuya sumatoria contribuyó a componer una efectiva industria brasileña que dominó todo el ciclo productivo, desde el diseño hasta la comercialización y manufactura de los productos. Brasil se transformó en uno de los pocos países con una tecno-

17. El Servicio Federal de Procesamiento de Datos (Serpro) es una empresa pública de prestación de servicios en tecnología de la información, vinculada con el Ministerio de Hacienda. El Serpro fue creado por la Ley N° 4.516 del primero de diciembre de 1964. Tiene como función principal la agilización y la modernización de los sectores estratégicos de la administración pública brasileña.

18. Ver más en: Vera Dantas, *A guerrilha tecnológica: a verdadeira história da política nacional de informática*, Rio de Janeiro: Editora Livros Técnicos e Científicos, 1988. E Ivan Marques, «Testemunho e pesquisa: concepção e uso em produção dos protótipos do Núcleo de Computação Eletrônica/UFRJ na década de 1970». En: Jorge Aguirre y Raúl Carnota (compiladores), *Historia de la informática en Latinoamérica y el Caribe: Investigaciones y testimonios*, Río Cuarto, Universidad Nacional de Río Cuarto, 2009.

19. Sílvia Vaisburd, «Yes, o Brasil tem Cobra» —*uma narrativa não linear da tecnociência em um computador brasileiro* (tesis de Mg Sc) (*Magister Scientiarum*), Río de Janeiro, Instituto Alberto Luiz Coimbra de Pós-Graduação e Pesquisa de Engenharia (COPPE-UFRJ), 1989, p 82.

20. Eugênio Pires, entrevistado por el autor, Río de Janeiro, 16 de agosto de 2004.

21. Vera Dantas, *A guerrilha tecnológica: a verdadeira história da política nacional de informática*, pp. 54/ 66-67.

logía informática propia en el inicio de los años 80, con equipos locales en un nivel de competencia equivalente al de los países desarrollados.²²

La relación del discurso con la materialización de un nuevo cuadro es indicada por Edwards²³ cuando sugiere que:

El término «discurso» apunta fuertemente hacia la dimensión sociopolítica de la tecnología, pero, al mismo tiempo, (...) se mantiene atento a los elementos materiales que moldean el universo social y político (...). Un discurso, entonces, es un modo de conocimiento, un esqueleto de suposiciones y acuerdos sobre cómo la realidad debe ser interpretada y expresada, soportado por metáforas paradigmáticas, técnicas, tecnologías, y con potencialidad para ser incorporado a las instituciones sociales.

La consolidación de todas las traducciones en un único discurso lo robustece y le permite sortear las dificultades emergentes, como evidencia el ejemplo ofrecido por Eduardo Lessa en una entrevista concedida a Cássio Nunes Teixeira:

Cierta vez un cliente migró una aplicación Fortran de un IBM para un COBRA-500. Habían muchos cálculos envueltos, sorprendentemente, el resultado obtenido en la máquina COBRA fue un poco diferente. ¿Cómo resolverlo? La IBM no tenía necesidad de probar nada, pero de la empresa Cobra se esperaba que probase todo. Felizmente, el equipo del Fortran de la empresa Cobra ejecutó la aplicación en un VAX que generó, rigurosamente, los mismos resultados del COBRA-500.²⁴

Era de aceptación general que la IBM no necesitaba probar corrección alguna, pues el *discurso* que la soportaba les permitía contar *a priori* con esa ventaja. Para la empresa Cobra, sin embargo, siempre era necesario garantizar que sus productos tenían un alto patrón de calidad. Y fue en el empaque de ese discurso, de ese «espíritu», que el *software* del COBRA-500 ganó vida. De hecho, todas las entrevistas que pudimos efectuar a sus desarrolladores, de una manera o de otra, corroboraron la extensa presencia del «discurso de autonomía brasileña» en la fabricación de computadores, conforme podemos inferir de la sucesión de citas que compartimos con los lectores:

Era amor al ideal, la oportunidad de hacer nuestra historia. Era la lucha para que Brasil tuviera su industria de informática. (...) No se trataba de un nacionalismo ingenuo, hicimos algo que realmente funcionaba.²⁵

Me interesaba trabajar en la empresa Cobra en cuanto que creía en el discurso nacionalista (...) Cuando yo veía al público ser atendido a través de decenas de terminales con nuestro software dentro, me daba un placer enorme.²⁶

Veíamos un involucramiento muy grande del personal. Éramos un grupo de personas en torno a un mismo ideal en aquel momento, fue muy bonito.²⁷

22. Ivan Marques, «Minicomputadores brasileiros nos anos 1970: uma reserva de mercado instrumental-democrata em meio ao autoritarismo-tecnocrático da ditadura».

23. Paul Edwards, *The Closed World: computers and the politics of discourse in Cold War America*, p. 34.

24. Eduardo Lessa, entrevistado por el autor, Río de Janeiro, 14 de agosto de 2004.

25. Eugênio Pires, entrevistado por el autor, Río de Janeiro, 16 de agosto de 2004.

26. Paulo Argolo, entrevistado por el autor, Río de Janeiro, 12 de agosto de 2004.

27. Marília Milan, entrevistada por el autor, Río de Janeiro, 10 de agosto de 2004.

Creíamos que estábamos haciendo cosas importantes para el país, haciendo frente a los americanos. Luchando contra campañas de comunicación que intentaban vender la imagen del [nuestro] atraso.²⁸

Finalmente, cabe destacar que la autonomía brasileña en la fabricación de computadores sería celebrada por la propia empresa Cobra en su propaganda institucional (figura 15.1).

Figura 15.1 Publicidad publicada en la edición número 778 de la revista *Veja*, el 3 de agosto de 1983



En el aviso puede leerse: «Memoria con capacidad de un millón de bytes. 64 terminales de video. Y, por increíble que parezca, creado y fabricado en Brasil con tecnología 100 % nacional. Así es Cobra 540, un computador que puede tanto liderar un gran Centro de Procesamiento de Datos como trabajar integrado con otras máquinas de gran porte. El computador Cobra 540 llega para complementar la línea Cobra 500, una familia de computadores lista para responder a desafíos de todos los tamaños. Y para permitir a los empresarios una opción tecnológica adecuada a los días de hoy. En desempeño, eficiencia y costo el Cobra 540 fue planeado aquí para resolver problemas de aquí. Por eso, merece ser llamado el computador del Brasil»

28. Wilson Delgado, entrevistado por el autor, Río de Janeiro, 12 de agosto de 2004.

15.3 El proceso de *software* finalmente

Gilles Deleuze y Félix Guattari²⁹ contraponen a la metáfora del árbol —de cuya raíz pivote derivan posibilidades que pueden ser comprendidas en el espacio tranquilo de órdenes preexistentes y sobredeterminantes— la del rizoma. Ambos autores al negar a las estructuras en árboles la capacidad explicativa, contestan la idea de las llaves explicativas que presuponen un punto bien definido —la raíz— a partir del cual una orden, cualquiera que sea, se impone y puede ser explicada. La metáfora del rizoma ayuda a comprender la existencia de un proceso de desarrollo de *software* en la empresa Cobra, aunque bajo una óptica no habitual.

El rizoma está compuesto por una *multiplicidad*, al mismo tiempo que es una *multiplicidad*: algo donde no se puede identificar unidades básicas constituyentes. Al igual que el fractal, la multiplicidad al ser escrutada revela otras multiplicidades, sin jamás revelar una única esencia. Ninguna multiplicidad puede ser atada a una voluntad u orden, sobredeterminante, funcionalmente estructurada. Sus dimensiones son extendidas a través de agenciamientos, y en cada nueva conexión el rizoma cambia su propia naturaleza. El proceso de *software* del computador COBRA no existió a *priori*, no se originó de una «esencia». Existió en la red, en las asociaciones, en el rizoma. Explorar la naturaleza de ese proceso es explorar su multiplicidad, engendrada en medio de diversas experiencias. Esa diversidad es apuntada por Paulo Heitor Argolo en un testimonio personal:

COBRA fue el resultado de varias culturas. Vino gente del Serpro que trabajaba con *mainframe* y estaba acostumbrada a la metodología IBM, más allá de aquellos que desarrollaron toda la parafernalia del concentrador de teclados, con cultura HP. Tenía el personal de la Standard Eléctrica que desarrollaba sistemas de telefonía con la misma metodología de la AT&T. Tenía gente de la PUC-RJ [Pontificia Universidad Católica de Rio de Janeiro], que antes estaba haciendo el sistema operacional del G10.³⁰ El lenguaje de programación LPS, utilizado en el desarrollo de más de la mitad del *software* de la COBRA, fue derivado del compilador creado por [Eduardo] Lessa en su trabajo de maestría en el NCE [Núcleo de Computación Electrónica de la UFRJ]. Más allá del personal que trabajó en la Sycor y del personal capacitado en Inglaterra para operar las máquinas Ferranti. Esta gente, toda junta, creó allí un rico «caldo».³¹

La multiplicidad permite decir que esas experiencias, originadas en caminos anteriores por otras empresas o en proyectos de absorción de tecnología realizados previamente en COBRA, no permiten trazar una génesis clara del proceso de desarrollo de *software*. Fue en medio de esa heterogeneidad que se dio el desarrollo de *software* para el computador COBRA, conforme evidencia la entrevista a Eugênio Pires:

Cada equipo era una «personalidad», conscientemente existía la sensación de que cada grupo era una microempresa verticalizada de desarrollo de *software*, con vasta posibilidad de comunicación entre sí. [Recuerda el propio minicomputador] COBRA 500 [que] se comunicaba «con toda y cualquier cosa».³²

29. Gilles Deleuze y Félix Guattari, *Mil Platôs: Capitalismo e Esquizofrenia*. Vol. 01, Editora 34, 1995.

30. El G-10, computador desarrollado conjuntamente por la Universidad de São Paulo (encargada del *hardware*) conjuntamente con la Pontificia Universidad Católica de Río de Janeiro (responsable por el *software*) para uso de la Marina, fue el primer prototipo industrial de computador desarrollado en Brasil.

31. Paulo Argolo, entrevista.

32. Eugênio Pires, entrevista.

Esas «microempresas» constituían la multiplicidad que ocupaba todas las dimensiones del proceso de desarrollo de *software* del computador COBRA, con márgenes de autonomía, libertad, creación, cumplimiento de los plazos y calidad. El testimonio de Eugênio Pires puede entenderse claramente a la luz de la descripción de la noción de multiplicidad aportada por Deleuze y Guattari:³³

Una multiplicidad no tiene ni sujeto ni objeto, solamente determinaciones, magnitudes, dimensiones que no pueden crecer en número sin que la multiplicidad cambie de naturaleza (las leyes de combinación crecen entonces en número con la multiplicidad) [...] No existen puntos o posiciones en un rizoma tales como son encontrados en una estructura, un árbol, una raíz. Existen solamente líneas.

Ante la inexistencia previa de rígidos canales formales de comando y comunicación, esas «microempresas» se definían al calor de sus relaciones. A pesar de la independencia y de la inexistencia de una instancia centralizadora rígida, las operaciones locales evolucionaban en paralelo, en un proceso de auto coordinación materializado en un resultado final sincronizado y exitoso. En palabras de Paulo Argolo:

La empresa Cobra era un proyecto, no tenía mucho parámetro, era romántica. Cada equipo tenía su cultura. La administración era, en un sentido estricto, no profesional, pues, al final, ¿quién sabía a la época lo que era una cadena productiva de informática? Existía la «cosa nacionalista» que sustentaba a la empresa Cobra, conjunción de la izquierda con el régimen militar, más el poder comprador y regulador del gobierno. (...) El personal trabajaba en equipo, éramos todos amigos personales. Con equipos mucho menores que el de las multinacionales, conseguíamos hacer muchas cosas.³⁴

Otro principio del rizoma es el de la *conexión*.³⁵ Cualquier punto, cualquier elemento puede y debe estar conectado con cualquier otro. Sin la presencia de un centro irradiador, adquiere forma, en su lugar, un sistema *a-centrado*, sin núcleo, muy diferente de la figura del árbol o de la raíz donde existe un punto fijo, un punto de origen, un punto central de donde se puede identificar la genealogía de un determinado orden. Parece apropiado interpretar la experiencia relatada por los desarrolladores como la de un sistema *a-centrado*. Las entrevistas sugieren la inexistencia de un organigrama (árbol) rígido de comando que pautase la actuación de los equipos. Por más reconfortante que fuese asumir lo contrario, la verdad parece residir en el hecho de que el funcionamiento de la producción de *software* en la empresa Cobra no admitía una orden predeterminada. En palabras de uno de los entrevistados, «todos estaban haciendo todo aquello por primera vez».³⁶ Veamos cómo vio la luz el compilador Cobol (ANSI-74) del computador COBRA-500:

Era un compilador que estaba siendo hecho por un equipo que utilizaba un lenguaje –C– inacabado, en desarrollo por otro equipo; quienes utilizaban un linkeditor que tampoco estaba acabado y lo estaba haciendo otro equipo. Como si esto fuera poco, todo corría sobre un sistema operativo en construcción por otro equipo. Increíblemente el hardware tampoco estaba listo... también estaba siendo construido... por otro equipo.³⁷

33. Deleuze y Guattari, *Mil Platôs: Capitalismo e Esquizofrenia*. Vol. 01, Editora 34, 1995, p. 16.

34. Paulo Argolo, entrevista.

35. Deleuze y Guattari, en *Mil Platôs: Capitalismo e Esquizofrenia*. Vol. 01, Editora 34, 1995, p. 15.

36. Eugênio Pires, entrevista.

37. Luís Barbabela, entrevistado por el autor, Río de Janeiro, 12 de agosto de 2004.

Durante nuestra investigación buscamos con insistencia un sistema normalizado y definido que explicase el nivel de calidad alcanzado en el *software* del computador COBRA-500. No lo encontramos; sin embargo, la carencia de un «manual» no equivale, de forma simplista, a la inexistencia de una metodología. Significa apenas que no se constituyó un proceso unificador que sobredeterminase con antelación las actividades de un desarrollador, lo cual, en términos de ciertas «buenas prácticas» actuales en ingeniería de *software*, podría ser cuestionable.

Para aproximarse a la calidad del *software* producido en la empresa Cobra es necesario abolir la visión del modelo «universal», del proceso único y unitario, de la existencia de una raíz, de la posibilidad de alcanzar una totalidad explicativa. En los hechos ni siquiera es posible alcanzar la «genealogía» de la calidad del producto final, que reposa en elementos diversos y en interrelaciones no causales. Perteneció al conjunto de esos elementos (sin, todavía, agotarlo), articulados por el «discurso de la informática nacional», conforme con lo apuntado por los propios entrevistados:

- El fuerte espíritu del cuerpo de los equipos: «El espíritu del equipo era el de un grupo de guerrilla bastante autosuficiente y altamente motivado».³⁸
- Prácticas de la ingeniería de *software*: «Desarrollo evolutivo; utilización exhaustiva de los casos de test, como el CCVS (Cobol Compiler Validation System) en el caso del Cobol ANSI-74; utilización de especificación detallada».³⁹
- La negación de prácticas de la ingeniería de *software*: «[El desarrollo del *software* del prototipo del concentrador de teclados, hecho todavía en el Serpro, pero, como vimos, presente en el discurso que dio vida a la empresa Cobra,] fue totalmente experimental».⁴⁰
- El espíritu contestatario y la rebeldía: «Íbamos de sandalias y de pantalones rotos, éramos todos “cabeza fresca” en la época del “paz y amor”, pero trabajábamos mucho, había mucha gente seria y competente».⁴¹
- El coraje: «Ninguno tenía experiencia previa en aquellas cosas... ¡era puro coraje y entusiasmo!».⁴²
- La motivación: «Los técnicos brasileños estaban emocionados con la perspectiva de mostrar que podían hacer el trabajo, generar productos, hacer vivir todo el ciclo, de la bancada hasta la comercialización».⁴³
- La disciplina: «A través de un “seudo-PERT” sabíamos quién podría ir por una cerveza y quién tendría que hacer horas extras (no remuneradas) para cumplir con los plazos».⁴⁴

38. Eduardo Lessa, entrevista.

39. José Oliveira, entrevistado por el autor, Río de Janeiro, 12 de agosto de 2004.

40. Luís Barbabela, entrevista.

41. Wilson Delgado, entrevista.

42. Eduardo Lessa, entrevista.

43. Silvia Helena, *Rastro de Cobra*, pp. 35-36.

44. Eugénio Pires, entrevista.

- La calificación de los equipos: «La empresa Cobra tiene una masa crítica: mucha gente buena junta desde hace mucho tiempo»;⁴⁵ «Formamos 300 personas de altísimo nivel».⁴⁶

Visto como un rizoma, el proceso de la empresa Cobra fue un proceso de fuerte interacción y complejidad, ni sobredeterminante ni sobredeterminado, ni unificado ni unificable, sin posibilidad para trazar límites claros. ¿Dónde comenzaba? ¿Dónde terminaba? ¿Cuáles características técnicas incorporaba? ¿Cuáles cuestiones sociales respetaba? En el proceso, según uno de los entrevistados, estaba reflejado «nuestro espíritu [de brasileño] que es así, mezclamos todo: sushi con farofa, estrogonoff con arroz y feijão».⁴⁷

Describir el proceso de desarrollo de *software* en la empresa Cobra pasa mucho más por la descripción de todas las experiencias en paralelo de las microempresas, que se interconectaban sin un orden establecido *a priori*, que por intentar partir de una definición «esencialista», basada en algún modelo «universal» de carácter seminal que, en líneas sucesivas de derivación, resultase en la determinación de aquel proceso. Para ilustrarlo, sigue un ejemplo parcial e incompleto de una de esas experiencias, narrado con la «contaminación» de nuestra mirada de admiración.

15.3.1 Conocimiento situado: espionando una de las «microempresas»

Veamos el equipo que desarrolló el compilador Cobol (ANSI-74) del minicomputador COBRA-500. Al comando estaba Eugênio Vilar, magister egresado del Institute of Computer Science (University of London), donde estudió analizadores sintácticos (entre 1972 y 1973). Cuando volvió de la maestría buscó trabajo en Burroughs, interesado en contribuir con el desarrollo de *software* básico en Brasil. Ante la imposibilidad de desarrollar programas informáticos en la filial brasileña de la multinacional, recibió una invitación para ir a trabajar a los Estados Unidos y rechazó el ofrecimiento porque a él no le bastaba con desarrollar *software* básico; ambicionaba además hacerlo en Brasil. Esta situación contribuyó para que llegase a alcanzar su ideal sin estar vinculado a ninguna empresa, durante el año 1979, cuando todos los días se preparaba a «ir a trabajar» en una habitación de su propio apartamento en la ciudad de Río de Janeiro.

En ese año, una mañana, recibió una llamada telefónica. Era Eduardo Lessa, para la época gerente de desarrollo de *software* de la empresa Cobra, para plantearle el desafío profesional de desarrollar *software* básico en Brasil. Fue así como Eugênio retornó a Cobra (ya había trabajado en la empresa durante el proyecto inicial de la Marina).

Luis Barbabela recuerda cuando Eugênio Vilar llegó a la empresa Cobra con una especificación detallada del compilador Cobol —nuestra «biblia»—,⁴⁸ y compuso el equipo de trabajo inicialmente con ocho personas. De ese tiempo, rescata la siguiente anécdota:

el libro de Frederick Brooks [The Mythical Man-Month] me influyó mucho. Yo concordaba también con que, siempre que fuera posible, debería ser utilizada la persona con el mejor perfil para una determinada tarea. O

45. Silvia Helena, *op. cit.*, p. 35.

46. Paulo Argolo, entrevista.

47. Eugênio Pires, entrevista.

48. Luís Barbabela, entrevista.

como lo escribe Brooks en su obra: “La organización de equipos de proyectos de *software* debe ser desarrollada en torno a las personas disponibles y no encuadrar a las personas en organizaciones puramente teóricas”.⁴⁹

Gracias a una entrevista concedida a los autores podemos conocer las impresiones de Eugênio Vilar a su regreso a la empresa Cobra. De su testimonio llama la atención el clima de sospecha y paranoia que siempre acompañaba al deseo de innovar en medio de un contexto político de dictadura militar:

En dos meses el equipo vio que yo no era «militar». Le pasé la coordinación a Ana Veiga, quien tenía el mejor perfil para ese tipo de actividad. Inspirado en el esquema del *chief programmer team*⁵⁰ de un camarada de la IBM, me convertí en programador jefe⁵¹ y orienté la evolución de los trabajos de mis colaboradores. El papel de bibliotecaria (o de secretaria) de programación quedó en manos de María Dolores Giovanetti. Ella mantenía en perfecto orden todo lo que era producido. Cuando se le solicitaba, entregaba con prontitud cualquier versión de fuente o documento.

A propósito de la mención a María Dolores Giovanetti, proponemos un viaje al pasado, de aproximadamente veinticinco años, para tener una idea de cómo las personas se encontraban comprometidas con su trabajo. En abril de 2004 la revista *Espaço Livre* (año 1, número 9), publicación de circulación interna de la empresa Cobra, recoge una declaración de Dolores (ver figura 15.2), quien todavía trabajaba en la empresa en esta época, demuestra el vivo espíritu que animó a aquel equipo pionero. En la nota puede leerse:

Como ustedes vieron en la edición pasada, el compilador Cobol Cobra está renaciendo para el sistema operacional Linux. Lo que ustedes todavía no saben es que esto solo fue posible porque María Dolores Giovanetti, [...] guardaba cariñosamente las fuentes del compilador. Es ella quien auxilia al equipo de la GSW en el entendimiento de tantos programas fuentes y módulos que componen el sistema (...)

Figura 15.2 Recorte de la revista Espaço Livre

“Como vocês viram na edição passada, o compilador COBOL COBRA está renascendo para o sistema operacional LINUX. O que vocês ainda não sabem é que isto só foi possível porque Maria Dolores Giovanetti, [...] guardava carinhosamente as fontes do compilador. É ela que auxilia a equipe da GSW no entendimento de tantos programas fontes e módulos que compõe o sistema. [...]”



El espíritu de innovación del equipo de la empresa Cobra estuvo detrás del desarrollo autónomo del *software* Cobol adherente al patrón ANSI-74, sobredeterminado desde su nacimiento por una orden preexistente diseñada por el fabricante extranjero. Sin embargo, los ingenieros brasileños no se detu-

49. El fragmento citado por Luis Barbabela en su testimonio fue tomado de: Frederick Brooks, *The Mythical Man-Month: essays on software engineering*, Reading, Massachusetts, Addison Wesley Professional, 1975, p. 80.

50. F. Terry Baker, «Chief programming team management of production programming», en: *IBM Systems Journal*, vol. 11, núm 1, 1972.

51. Eugênio Pires, entrevista.

vieron frente a las limitaciones de origen, y crearon «líneas de fuga»⁵² que pervertían, negaban o expandían la orden original en posibilidades no predeterminadas. Por ejemplo, el «perform depending on <var>» que no estaba presente en el ANSI-74. Más allá de eso, los mensajes del compilador Cobol del COBRA-500 expresaban con todo vigor la especificidad de la experiencia brasileña. Varios programadores brasileños tuvieron un ejemplo de autoafirmación de la capacidad nacional cuando, al compilar sus programas en los minicomputadores COBRA-500, se sorprendían con mensajes de advertencia del siguiente calibre: 1) ID DIVISION: esperado IDENTIFICATION DIVISION-programa no es telegrama; o 2) DAÑO DE PILA: Perform desenfrenado. «Hubo gente que reclamó, pero a la mayoría le gustó», recordó Barbabela.⁵³

El equipo logró construir un Cobol tan exitoso⁵⁴ que sirvió de base, 25 años después, para otro reescrito en ambiente Linux. ¿Hubo prácticas de la ingeniería de *software*, *stricto sensu*, que colaboraron con esto? Ciertamente. Sin embargo, no resulta conveniente atribuir el éxito sólo a prácticas más específicas o a modelos «universales», pues es forzoso contextualizar los resultados en el complejo espacio de actuación y relaciones de equipo que se experimentó en la empresa Cobra.

15.4 Conclusión

El proceso de desarrollo de *software* de la empresa Cobra existió, pero no nos permite identificar su esencia. Existió en la multiplicidad de su experiencia. No existió como inicialmente esperábamos: en un proceso de desarrollo de *software* basado en alguna metodología usual de la época, algún modelo «universal», registrado en un manual de procedimientos de patrones.

Hoy en día son comunes normas, modelos y patrones «universales» para la calidad de *software*. Siendo bastante popular el CMMI (*Capability Maturity Model Integration*). De acuerdo con el CMMI el proceso de desarrollo de *software* de la empresa Cobra sería considerado nivel 1, *ad hoc*. O sea, para el CMMI la empresa COBRA no habría poseído un proceso siquiera gerenciado o definido, diferenciándose así de nuestro marco. Lo que se quiere destacar aquí es la posibilidad de establecer métodos locales, en oposición a los métodos «universales». La sugerencia es que no se restrinja la mirada a una mera adecuación o inadecuación del proceso de *software* a un determinado modelo «universal» de referencia para explicar el éxito o fracaso de este o aquel *software*. Una fina analogía con la partitura, que no puede ser tomada por la propia sinfonía, pues son necesarios los instrumentos, los músicos, el director y la ejecución concertada para que, de hecho, pueda venir a ganar existencia.

52. Deleuze y Guattari, *Mil platôs: capitalismo e esquizofrenia*, p. 17.

53. Luís Barbabela, entrevista.

54. Sílvia Vaisburd, «Yes, o Brasil tem Cobra» —*uma narrativa não linear da tecnociência em um computador brasileiro*, p. 2.

Testimonio de una vida entretejida con la Política Nacional de Informática de 1970 a 1990

Jorge Monteiro Fernandes

16.1	Introducción: espíritu del tiempo	244
16.2	El O/32 de la IBM: la «volteada de mesa» en el Planalto	244
16.3	El SOX, inversiones conjuntas entre Brasil, China y Rusia: la presión norteamericana	247
16.4	Desarrollo nacional. Algunos eventos inusitados	248
16.5	Origen de la Secretaría Especial de Informática (SEI)	249
16.6	La dimisión de Octávio Genari	250

16.1 Introducción: espíritu del tiempo

Tomé conciencia del valor e importancia de la innovación y dominio de la capacidad tecnológica cuando trabajé en el «Programa Espacial Brasileño», de 1971 a 1972, al concebir y desarrollar la primera carga útil lanzada al espacio brasileño, en 1974. Capacidad innovadora no solo genera riqueza, renta y puestos de trabajo, sino también poder económico y militar. Ningún pueblo ascendió a las primeras posiciones de relevancia geopolítica sin esta capacidad. La vivencia en el grupo creador de la Política Nacional de Informática contribuyó a confirmar este criterio y ampliar mi conciencia ciudadana.

La crisis del petróleo, al imponer al gobierno el control de los gastos en moneda fuerte y elegir actores responsables de esta misión, abre una oportunidad al Consejo de la Capre, de la Secretaría de Planificación de la Presidencia de la República (actual Ministerio de Planificación), de hacer política tecnológica en provecho de iniciativas nacionales. Al ingresar en el Consejo Plenario de la Capre encontré a Ivan da Costa Marques, Mário Dias Ripper, Ricardo Saur, Dion de Mello Teles, Octávio Genari, Arthur Pereira Nunes... Fui atraído por el grupo nacionalista, por su afán en estimular la capacidad innovadora nacional, pero convivía bien con todos. En varias universidades y en el Serpro existían desarrollos de productos, algunos colocados en el mercado. Esa coyuntura y la existencia de idealistas en el Consejo, denominados «guerrilleros tecnológicos» por Adler,¹ estudioso del proceso, produjeron una verdadera revolución que explica el actual volumen y calidad de las empresas y profesionales de TIC en el escenario nacional.²

16.2 El O/32 de la IBM: la «volteada de mesa» en el Planalto

La Comisión de Coordinación de las Actividades de Procesamiento Electrónico (Capre) pasó de ser gestora de la «bolsa de dólares», creada como consecuencia de la crisis de petróleo de 1973, a promotora de las iniciativas nacionales en materia de informática, tales como el minicomputador G10 (llamado así en homenaje póstumo al comandante Guarany), el clon brasileño Z80 y algunos productos generados en el Departamento del Servicio Federal de Procesamiento de Datos (Serpro). La empresa nacional Cobra ya operaba. La IBM, consciente de las amenazas resultantes de las iniciativas y acciones de los «guerrilleros tecnológicos», abrigados en gran parte en la Capre, actuó estratégicamente al hacer uso indebido de las guías genéricas (previstas para suplir necesidades de mantenimiento) con el objeto de importar y montar algunas unidades de un computador de pequeño porte, denominado /32, y venderlas a instituciones capaces de presionar al gobierno, como el Ministerio del Ejército. Esta acción amenazaba a las iniciativas brasileñas. El Consejo Plenario de la Capre desde un principio tuvo la intención de negar la autorización de comercialización del Sistema /32 de la IBM. Sin embargo, al carecer de instrumentos legales para justificar su postura, buscó apoyo en el Consejo de Desarrollo Económico (CDE). El 17 de enero de 1977 el CDE emitió la Resolución N° 05, donde fijó los aspectos prioritarios que debían ser respetados en el establecimiento de proyectos industriales en el área de computación. De este modo, las articulaciones se intensificaron. ¡La estrategia dio resultado!

1. Emanuel Adler, «Ideological "guerrillas" and the quest for technological autonomy: Brazil's domestic computer industry», *International Organization*, vol. 40, núm. 3, 1986.

2. Anamária Vainsencher, «Valor Econômico Especial», *Tecnologia & Inovação*, jun.-jul. 2010.

En mayo de 1977, por convocatoria del entonces ministro Reis Veloso, encargado de supervisar las acciones de la Capre, se realizó una reunión en el Palacio de la Alborada, con el propósito de discutir, en el seno del consejo plenario, el conflicto entre la Capre y la IBM. Al llegar al Palacio de Planalto conversé con Ivan da Costa Marques sobre la reunión y él me recordó mi escaso peso político para «enfrentar» al ministro Veloso. En aquel tiempo yo tenía información segura de la importación y montaje de los /32 por parte de la IBM, que gozaba de una posición fuerte de negociación frente al gobierno. A fin de disponer del tiempo suficiente para «sentir» el espíritu de la reunión, me senté en la posición central de la mesa; esto dificultaría ser uno de los primeros en hablar. Cuando abrió la reunión el ministro declaró que escucharía la posición de cada uno de los integrantes y, después de eso, sostendría un encuentro con los ministros que tuviesen representantes en el consejo.

Consciente de que la dinámica de discusión propuesta concedía a Veloso una situación privilegiada frente a los demás ministros, expuse al llegar mi turno:

—Ministro, evidentemente no pongo en duda sus intenciones; no obstante, el ministro del Estado Mayor de las Fuerzas Armadas (EMFA), el general Samuel Alves Corrêa, a quien represento en esta instancia colegiada, me facultó para solicitar una reunión similar con la presencia de todos los ministros aquí representados. Así, cada quien tendrá la oportunidad de oír «en vivo» los argumentos de los otros miembros del consejo, lo que nos permitirá tomar una decisión más ecuaníme.

Yo acababa de mentir, pero era la única manera de ganar tiempo y cambiar el curso de los hechos. El ministro acusó recibo con palabras y gestos del impacto de mi propuesta. De seguidas respondí:

—Realmente es buena su sugerencia. Conversaré con los demás ministros para acordar esa reunión.

Al llegar a la sede del EMFA, me dirigí al gabinete del ministro Alves Corrêa:

—Ministro, acabo de mentir en la reunión con el ministro Veloso.

—Fernandes, ¿qué lo llevó a faltar a la verdad? —respondió el general.

—¿Tiene cinco minutos?

—Sí —contestó.

Lo puse al corriente de la reunión, y de todo el contexto que me llevó a mentir. Escuchó con atención. Al final le dije:

—Ministro, tiene dos alternativas cuando el señor Veloso converse con usted: endosa mi mentira o me desautoriza. Si escoge la segunda opción, debe retirarme del consejo de la Capre y sancionarme.

—Endoso su posición —expresó.

—Ministro, le recomiendo que más allá de confirmar mi mentira, actúe estratégicamente, con elegancia, para obtener una mayor influencia en el proceso.

—¿Por ejemplo? —preguntó.

— Conceda una entrevista a la prensa sobre el tema y, de ahí en más, intente ser más proactivo en el proceso.

El ministro Alves Corrêa entró en contacto con el periódico *O Globo*. Fijó una entrevista. También acordó otra con un canal de televisión. Días después, tan pronto llegó el periodista Ismar Cardona, editor económico de *O Globo*, me llamó a su despacho. Al llegar a su despacho me notificó que sería yo quien daría la entrevista y estaba autorizado a decir lo que quisiese. Di la entrevista para *O Globo*, el día 4 de junio de 1977. La publicación apareció al día siguiente en la primera página, con el siguiente llamado: *Computadores: EMFA explica su posición, en la página 35 con alteración del verbo para justificar*.³ La entrevista para *TV Globo* ocurrió días después, a las 11:00 pm.

La reunión con todos los ministros se dio en la casa del ministro Veloso, en la Villa Planalto. La primera parte con la presencia de los ministros y sus representantes en el consejo; después, durante el almuerzo, únicamente con los ministros. Al volver del encuentro, el general Samuel me llamó. Relató la reunión-almuerzo y me comunicó que el ministro Veloso iría a hacer la propuesta para resolver el impase con la IBM. Pasados algunos días, el general Samuel volvió a requerir mi presencia:

—La decisión de Veloso es evitar decirle explícitamente «no» a IBM, pero «sí» a otras iniciativas. Quiere copar el mercado con productos nacionales en seis meses; sin dar oportunidad a que surja un monopolio por parte de una empresa nacional —dijo el general Alves Corrêa.

—Pero ministro, ¡estas condiciones conspiran contra el modelo! El plazo dado es exiguo y Veloso lo sabe. Más allá de que todo esto distorsiona el modelo, ¡Gana pero no cobra! ¿Hay espacio para negociar estas condiciones?

—Infelizmente, no. Haga usted lo que le sea posible. Manténgame informado —me contestó.

Como la única empresa local existente en el mercado informático era la empresa estatal Computadores Brasileños S.A. (Cobra), el consejo plenario de la Capre publicó la Resolución N° 01, de fecha primero de julio de 1977, por la cual abría un plazo de 90 días para recibir propuestas para fabricar minicomputadores. Los criterios para sopesar la calidad de las ofertas elevadas a consideración del gobierno federal se puntualizaron en la Resolución N°05/77, emitida por el Consejo de Desarrollo Económico (CDE).

La coyuntura era adversa y puede ser descrita de forma sucinta: la única empresa nacional, la Cobra, más allá de deficitaria, no disfrutaba de una posición relevante en el mercado. Empresas multinacionales operaban libremente en el país. Algunas, inclusive, con unidades fabriles instaladas en suelo brasileño desde hacía décadas. Cobra y sus productos disfrutaban de buena imagen; eran escasos los recursos humanos, en todos los niveles, para el sector de informática. El G10 necesitaba de más desarrollos para ser colocado en el mercado. Muchos de los inconvenientes relatados podían haber sido resueltos mediante una política industrial de largo plazo. La orden gubernamental de atender en seis meses al

3. «*Computadores: EMFA explica sua posição, na página 35 com alteração do verbo para justifica*, jornal *O Globo*, 5 de junho de 1977.

mercado informático brasileño con productos nacionales implicó el abandono de soluciones que carecían de un plazo mayor para su maduración.

Quince proyectos se entregaron al Capre. De ellos, siete de empresarios nacionales «comprando tecnología»; dos asociaciones entre empresarios nacionales y extranjeros; y seis perteneciente a multinacionales, entre ellas la IBM. El compromiso tácito, no escrito, de esas empresas con la Capre era que la compra del paquete tecnológico completo sería hecha una única vez. ¡Esto no ocurrió! Surgió la llamada «reserva de mercado» sin planificación estratégica, pero como una respuesta táctica a una acción de la IBM. En fin, una imposición política pensada como solución, que nació predestinada al fracaso. Cuando en 1990 Fernando Collor de Melo asumió la presidencia de la República cerró la «reserva de mercado».

16.3 El SOX, inversiones conjuntas entre Brasil, China y Rusia: la presión norteamericana

De 1987 a 1990 el autor del presente artículo trabajaba en la empresa Cobra Computadores. El presidente era Ivan da Costa Marques.

El SOX desarrollado por la empresa Cobra tuvo su compatibilidad con UNIX, reconocida formalmente incluso por la compañía inglesa X-Open. La Academia de Ciencias Rusa entró en contacto con Cobra para que el SOX fuese transportado para máquinas RISC de fabricación rusa. Este interés obedecía a las medidas comerciales restrictivas que impedían el país europeo disfrutase de las bondades tecnológicas de la arquitectura Unix.

De este modo, la Academia Rusa y la empresa Cobra echaron mano de un acuerdo preexistente que posibilitaba que se ampliara a otros rubros. Como consecuencia del convenio, Cobra recibió en sus instalaciones a tres desarrolladores rusos. Con el paso de los meses surgió la oportunidad de crear una empresa de participación accionaria mixta entre Cobra, la Academia Rusa y una compañía china para comercializar el SOX en el mercado internacional. Se entró en contacto con la Agencia ABC del Ministerio de Relaciones Exteriores (MRE) y con el Servicio Nacional de Informaciones (SIN), los cuales decidieron respaldar la iniciativa. En la época en que el negocio tripartito experimentaba sus primeras fases, el presidente de Cobra, Ivan da Costa Marques, recibió una invitación para almorzar del cónsul norteamericano. Celebrado el encuentro, mi jefe me relató detalles de lo conversado:

—El cónsul declaró conocer las acciones en curso para la creación de la empresa internacional con los rusos y los chinos. Dijo que el gobierno de los Estados Unidos era contrario a la idea. Opinó que la iniciativa debía ser abortada inmediatamente; porque, en caso contrario, actuaría por otras vías —explicó da Costa Marques.

Con estas revelaciones acudí al despacho del general Ivan de Souza Mendes, del Servicio Nacional de Información (SIN, por sus siglas en portugués). En una reunión en el Palacio de Planalto, le relaté el almuerzo que sostuvieron el presidente de Cobra y el cónsul norteamericano, quien tenía pleno conocimiento del acuerdo para venderle el SOX a Rusia, así como también de las negociaciones en curso para la creación de la empresa internacional con participación china y rusa. Hice también algunos co-

mentarios sobre el control y la restricción del flujo tecnológico impuestos por los Estados Unidos. Puse como ejemplo la comercialización condicionada del computador Cobra-1.000, un producto de origen norteamericano, comercializado en Brasil bajo licencia, que carecía de autorización del Departamento de Estado Norteamericano para concretar la venta. El general Ivan escuchó todo atentamente. Al final, me pidió que colocase por escrito lo relatado, con mención expresa de la política de control de flujo tecnológico de los EE.UU. Se comprometió a enviármelo al presidente Sarney.

Entregué al general Ivan de Souza Mendes el documento solicitado. Al recibirlo, me informó que me llamaría apenas tuviese la posición del jefe de Estado. Pasados algunos días, fui al Palacio del Planalto. Al llegar, el general Ivan me comunicó que el presidente Sarney decidió «no enfrentar los Estados Unidos»; por tanto, todas las acciones en curso para la creación de la empresa internacional debían cancelarse. De forma irritada, manifesté mi desagrado:

—Esto es un retroceso, representa la renuncia a la soberanía y perjudica el futuro de Brasil en el sector de *software*.

—Estoy consciente de esto, ¡pero no tenemos a la sexta flota! —contestó el general.

Antes de despedirme le agradecí su empeño. Las acciones de creación de la empresa internacional fueron abortadas. Se perdió una excelente oportunidad de colocar en el mercado internacional un producto de punta desarrollado por brasileños.

16.4 Desarrollo nacional. Algunos eventos inusitados

En 1978, cuando era consejero de la Capre, fui invitado a comparecer a la Agencia del Servicio Nacional de Información, localizada en Brasilia. Me recibieron dos personas, quienes me preguntaron sobre un informe que había presentado en una reunión de la Capre. Me preguntaron sobre los fundamentos del voto que emití en aquella ocasión. Les pregunté si era convidado a dar explicaciones por haber desestimado la demanda de una empresa norteamericana, por razones ideológicas. Ambos negaron que esta hubiese sido la razón. Después del episodio, como miembro del Consejo pasé a enviar copia de todos mis informes y votos al SNI. Cierta vez, tras ser consultado, dije que este reenvío de documentos me ahorra el comparecer nuevamente al SNI para esclarecer mis posiciones.

En otra ocasión, había sido autorizado por el ministro y jefe de Estado Mayor de las Fuerzas Armadas, General Samuel Alves Corrêa, para participar como ponente en un acto en el Congreso Nacional a propósito de la Política de Informática de la Capre. En la víspera recibí una llamada telefónica de una persona que dijo ser parte del SNI, para comunicarme que no debería comparecer al evento. Le informé que estaba autorizado por mi jefe, el ministro, única autoridad que podía cancelar mi participación. Unos minutos después volvió a sonar el teléfono. Se trataba de otra persona del mismo órgano, para insistir en el propósito. Di la misma respuesta. En la tarde de ese día, el general Alves Corrêa me pidió presentarme en su oficina. Una vez allí, me indicó que mi participación como ponente estaba cancelada. Manifesté mi extrañeza y argumenté: «El evento es público, una iniciativa del Parlamento para debatir sobre la política desarrollada por la Capre; soy representante en su Consejo; recibí su autorización al ser invitado; y mi participación consta en el folleto que se distribuyó». Al final de las pondera-

ciones, y luego de no haber obtenido éxito, le comunicué que iría a cumplir su «nueva orden». Comparé al Parlamento en la fecha y hora previstas. Allí, al llegar, comunicué a la Coordinación el veto. Cuando fui interrogado por un periodista sobre si era verdad la versión que escuchó de la Coordinación y si podía publicarlo, le respondí que sí. El titular de la noticia publicada en el en el diario *O Globo* fue: «Al mayor Fernandes le prohibieron hablar en el Congreso por el SNI». Al ser llamado por el ministro, confirmé que di la información del veto del SNI y autoricé la publicación.

En 1977 falleció el profesor que todos los años dictaba en el curso «A» de la Escuela Nacional de Informaciones (ENI) la conferencia «Ciencia, tecnología y Poder Nacional» (también trabajaba en la Escuela Superior de Guerra, subordinada en aquella época al Estado Mayor de las Fuerzas Armadas). Cuando se planteó cubrir la vacante el ministro-jefe general Alves Corrêa me recomendó para sustituir al difunto. Acudí a su encuentro y le pregunté:

—Ministro no tengo el curso de la Escuela Superior de Guerra ni tampoco el de la Escuela Nacional de Informaciones. Además, recientemente tuve algunos conflictos profesionales con el SNI. ¿Cree conveniente esta recomendación?

—En mi evaluación, de momento, no tendría a otro candidato con la preparación suficiente para hacer la conferencia. Más allá de esto, no existen restricciones a su participación —respondió el general.

Hice la conferencia por cinco años consecutivos. La preparación de estas horas académicas me permitió publicar, en 1980, un artículo titulado «Ciencia, tecnología y Poder Nacional» en la revista *Dados e Idéias*, editada por el Serpro. ¡Cómo es la vida! Este fue el primer trabajo de mi autoría en salir publicado. Me gustó tanto que no paré de escribir.

16.5 Origen de la Secretaría Especial de Informática (SEI)

Máquinas de criptografía eran utilizadas por órganos gubernamentales. En 1978, filtraciones de información en comunicaciones del Ministerio de Relaciones Exteriores (MRE) llevaron a la creación del «Proyecto Prólogo», que fomentaba el desarrollo de la máquina criptográfica nacional. La nueva iniciativa vio retrasar el cumplimiento de su cronograma de ejecución debido a dificultades surgidas en la compra de algunos componentes en el mercado norteamericano. Como alternativa se pensó incluso en transformar la Capre en «biombo» facilitador del «Proyecto Prólogo».

En julio de 1978 me designaron como suplente del representante del EMFA en el «Proyecto Prólogo». En enero de 1979, con el objetivo de construir la solución «pantalla», dentro del convenio entre el Consejo Nacional de Investigaciones (CNPq, por sus siglas en portugués), el SNI y el MRE, fueron escuchadas algunas personas envueltas en los procesos de la Capre. La mayoría de ellas, al llegar a Brasilia, entraban en contacto conmigo para obtener información sobre el contexto que rodeaba al proceso de consulta técnica, a cuya celebración, por cierto, no fui invitado, a pesar de ser miembro, en aquel entonces, del Consejo de la Capre. Decidí acudir a la oficina del ministro del EMFA para relatarle lo que sabía respecto a las entrevistas que estaban siendo realizadas por el GT. Al final le dije lo siguiente:

—He tenido conocimiento de las entrevistas realizadas por el GT. Y me sorprende cómo, a pesar de encontrarme en servicio activo y ser miembro del Consejo Plenario de la Capre, aún no he sido entrevistado. Pido una explicación, porque estos hechos indican que estoy bajo sospecha. Por tanto, quiero conocer las razones y presentar mi defensa.

Pasados algunos días de ese diálogo, el 27 de abril de 1979, fui incluido en el GT como representante del EMFA. El GT estaba subordinado al general Venturini, ministro y jefe del Consejo de Seguridad Nacional (CSN), y era coordinado por el coronel Fernandes, del Ejército, quien se desempeñaba como jefe del Gabinete del general Venturini. Seguidamente, conseguí incluir en el GT a Ricardo Saur, funcionario de la Capre. Ese trabajo dio origen a la Secretaría Especial de Informática (SEI), el 8 de octubre de 1979, subordinada al general Venturini.

En octubre de 1979 Octávio Genari, en la época presidente de Prodesp, empresa de procesamiento de datos de São Paulo, me invitó a conversar con él en su oficina. En São Paulo estaba reunido con Yoneji Masuda, coordinador del proyecto «Computópolis» del Japón. Enseguida hablamos. Fue en ese momento cuando Genari me comunicó que había sido invitado por el general Venturini para dirigir la SEI y que había aceptado. Me preguntó si podía contar conmigo en ese desafío. Respondí que sí. Así que llegó a Brasilia, almorzamos en el Hotel Nacional y me invitó a ser el número dos de la SEI. Acepté la propuesta y convenimos una nueva sesión de trabajo en el Consejo Nacional de Seguridad. A los días, nos encontramos en el CSN. Pocos minutos después de haber iniciado la reunión, Genari fue llamado a la sala del coronel Fernandes, del Ejército. Al retornar, me informó que yo había sido vetado para ser el segundo en el organigrama. Pocos días después, el coronel Joubert, del Ejército, fue designado para la función. O sea, la SEI fue ocupada por el SNI como había sido planeado desde el inicio. ¡El «biombo» estaba listo! Las máquinas criptográficas nacionales fueron construidas. La creación de la SEI resultó en la salida de escena de casi todos los principales actores activos de la Capre. El «Proyecto Prólogo» tuvo como principales integrantes al embajador Cotrim (quien asumió Digibrás), y Joubert y Edson Ditzys (quienes se fueron para el SEI). ¡El grupo del SNI y el enlace con Itamaraty ganaron la batalla!

16.6 La dimisión de Octávio Genari

Un sábado del mes de septiembre de 1982 me crucé con Genari en la cuadra 206 Sur (Brasilia). En la corta conversación me preguntó si yo asistiría a la *Convention Informatique* a celebrarse en París, en La Concorde. Le respondí afirmativamente. Me pidió que a mi regreso de Francia lo buscara en la sede de la SEI para conversar sobre las novedades en el área, dado que para él sería imposible visitar la exposición. Al inicio de la semana siguiente cuál sería mi sorpresa al observar a Genari entre los pasajeros que esperaban, sentados en una de las salas del aeropuerto Galeão, la salida del vuelo de Varig rumbo a París. Me pregunté acerca de las razones para un cambio de decisión tan repentino. Luego del despegue del avión, fui al encuentro de Genari. Entonces me contó su verdad:

—Cierta día entró a mi sala una persona que me pidió pasar un video. En la grabación aparecía yo en un motel con una amante que tenía en Brasilia. Culminada la proyección, procedió a extorsionarme. Me dijo que debería atender su petición. De negarme, entregaría una copia del video a mi mujer y otra al general Venturini, supervisor de la SEI. Desestimé el episodio. Sin embargo, la persona cumplió con su amenaza y entregó el video. Acabo de pedir mi remoción de la SEI al general Venturini. Llamé a mi

mujer en São Paulo y le dije que tenía una misión urgente en París y que estaba viajando. Compré el pasaje y aquí estoy.⁴

Después conversamos sobre otros asuntos y nos despedimos al llegar a París. Al contrario de lo que había dicho, Genari no fue a la convención.

El tiempo pasó. Corría el año 1982 cuando intentaron perjudicarme con la misma trampa que acabó con la trayectoria pública de Genari. Pero había una pequeña diferencia: como yo no tenía una amante, decidieron contratar los servicios profesionales de una bella mujer para que me conquistara. Ella estaba prácticamente en todos los vuelos que tomaba, en todos los hoteles en los que me hospedaba. Sospeché de las coincidencias y estuve alerta, aunque sin demostrarlo. Luego, en la sede del EMFA, en los tiempos cuando el brigadier e ingeniero Paulo Valle se desempeñaba como jefe de Gabinete, a mi despacho entró la bella acosadora. Me pidió una hoja de papel y un bolígrafo. Escribió algo. Dobló la nota y me la entregó. Tan pronto se retiró, leí la nota. Decía: «Abrir en caso de que algo me sucediera». En aquel papel la mujer informaba acerca de la ingestión de ciertos comprimidos...

Llamé inmediatamente al médico del EMFA y le conté el hecho. Me dijo que si aquello era verdad, y la mujer había tomado esos comprimidos, moriría en poco tiempo. Le pedí una ambulancia, pero me la negó. Alegó que si la dama fallecía en el traslado metería en un problema al EMFA. Entonces la llevé para el Hospital de Base (HDB) en mi carro particular, con un enfermero cedido por el médico del EMFA. Al llegar a la sala de emergencia, ella se desmayó. El policía de guardia anotó mis datos y el relato de los hechos que hice. Yo le entregué la hoja de papel que tenía la lista de comprimidos ingeridos. De regreso al EMFA, fui al encuentro del almirante Aranda, vicejefe del EMFA, para contarle lo sucedido, así como sus antecedentes.

Ya una vez en mi despacho aproveché para revisar la cartera de la mujer. Deseaba encontrar una agenda con números telefónicos para poner al tanto de su situación de salud a sus familiares y amigos. En el directorio de contactos aparecían los nombres de muchas autoridades; una circunstancia que confirmaba su ocupación de «prostituta de lujo». Llamé a un señor que vivía en el interior de São Paulo, por el apellido parecía ser padre de ella. Al oír mi relato, se negó a involucrarse. No busqué a otros para saber detalles de la vida de la muchacha.

Cuando le dieron el alta, me fue comunicado por la dirección del hospital. La busqué y la dejé en la dirección proporcionada por ella. En el camino, a pesar de estar tentado a saber algo más, el silencio ocupó todo el trayecto.

Pasados algunos días, por invitación de ella, nos encontramos. Me agradeció por haber salvado su vida, y, sin muchos detalles, me contó que intentó suicidarse porque su enamorado había acabado con la relación al descubrir su profesión real. Me dijo que fue contratada para llevarme a un motel, ser filmado y a continuación chantajearme. Se negó a darme nombres, solo hizo hincapié en que yo debía ser cauteloso. Nunca más nos cruzamos. No me acobardé, solo estuve más atento.

4. Octávio Genari, entrevista personal con el autor, septiembre de 1982.

Lo sucedido conmigo y lo relatado por Genari, a mi modo de ver, tienen relación. Están las huellas del SNI y de los EE.UU. ¿Veo fantasmas? No, pero no sé cómo comprobarlo.

Dos veces solicité protección de vida para mí y para mi familia. Felizmente, nada grave ocurrió. ¡Continuamos sin tener un proyecto autónomo de nación que consulte nuestros intereses reales!

Había competencia técnica para generar conocimiento tecnológico y transformarlo en productos de mercado. La unidad del grupo nos hizo apostar que era posible construir una industria nacional en las condiciones impuestas. Algunos empresarios nacionales fueron aliados, otros no tanto. La sociedad brasileña y los agentes públicos no tenían madurez en el trato de temas relacionados con conocimiento estratégico y geopolítico, así como con el ciclo virtuoso —ciencia, tecnología e innovación colocada en el mercado— de generación de riqueza, ingresos y puestos de trabajo.

Una red, un día: antes de Internet en Argentina (1985-1994)

Federico Novick

17.1	Introducción	254
17.2	Un Departamento	254
17.3	Exactas	255
17.4	Cancillería	258
17.5	De Exactas a Cancillería y al Mundo	260
17.6	Otras redes	265
17.7	Conclusión	270

17.1 Introducción

Esta investigación tiene como objetivo analizar los orígenes de las redes informáticas de comunicación que funcionaron en Argentina antes de la aparición de Internet como un servicio comercial. Se profundiza particularmente en las redes académicas, sin dejar de lado otras importantes iniciativas.

El trabajo está focalizado en un período específico que empieza en 1985, cuando un grupo de estudiantes, docentes e investigadores de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales de la Universidad de Buenos Aires comienza a experimentar con sistemas de intercambio de información entre computadoras a través de líneas telefónicas. Concluye en 1994, antes del lanzamiento del acceso comercial a Internet. Este recorte temporal permite orientar la indagación hacia una etapa casi desconocida de un medio que, con el tiempo, se ha vuelto ubicuo. En los cuatro siguientes apartados se da cuenta del desarrollo temprano que, con pocos recursos y mucho esfuerzo, este pequeño grupo llevó a cabo en la Facultad y en otros ámbitos del Estado: allí se sentaron las bases para que, luego, la futura Internet pudiese surgir en nuestro país. Finalmente, se profundiza sobre otras redes que funcionaron en forma paralela al trabajo del «Grupo de Exactas», muchas veces con el apoyo de sus miembros y con la participación activa de otras instituciones del ámbito público y privado.

Antes de comenzar este recorrido es importante aclarar que, si bien Internet y las prácticas vinculadas a las culturas digitales constituyen un centro magnético de atención para la investigación en ciencias sociales, la historia de estas tecnologías no ocupa dentro de nuestras disciplinas un lugar de relevancia. Por ese motivo, uno de los principales desafíos marcados en este trabajo ha sido examinar un campo bastante inexplorado, con el propósito y el anhelo de que resulte útil para futuras investigaciones.

17.2 Un Departamento

El 15 de mayo de 1961,¹ en el Instituto de Cálculo de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales de la Universidad de Buenos Aires, comenzó a funcionar la primera computadora científica del país. Se trataba de una Mercury, producida por la empresa Ferranti en Manchester, en el Reino Unido. Manuel Sadosky, como director del Instituto, impulsó durante ese momento preciso la carrera de Computador Científico, antecedente de la Licenciatura en Ciencias de la Computación.

Esta carrera funcionaba dentro del Departamento de Matemática y hasta 1966, cuando se produjo el golpe y la violenta «Noche de los bastones largos»,² la investigación en la disciplina se organizó alrededor de «Clementina», como se bautizó a la máquina. La represión motivó una masiva renuncia de los profesores que integraban el Instituto, y cuatro años después la computadora dejó de funcionar por falta de mantenimiento.

-
1. Departamento de Computación de la Universidad de Buenos Aires, «Historia del Departamento de Computación», *Página web del Departamento de Computación de la Universidad de Buenos Aires*, dirección en Internet: <<http://www.dc.uba.ar/inst/historia>>. Consulta: febrero de 2013.
 2. El 29 de julio de 1966 la policía irrumpió en la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales de la UBA para reprimir a profesores, alumnos, investigadores y no docentes, y encarceló a 400 personas. Casi 1.400 profesores renunciaron y 300 partieron al exilio. Esa noche se recuerda como símbolo del fin de un período de florecimiento que había comenzado a mediados de la década anterior en la Universidad.

Entre 1970 y 1983 la comunidad de la carrera —que había dado un salto de calidad en términos académicos, científicos y profesionales en el período anterior— tuvo que continuar su trabajo envuelta en una contradicción esencial. Se investigaba sin una computadora, y las actividades vinculadas al procesamiento de datos se llevaban a cabo en equipos instalados fuera del ámbito de la Facultad. A partir de 1974, Ciencias Exactas y Naturales sufrió el embate de una brutal represión, con 139 desaparecidos contabilizados por la Oficina de Prensa a partir de 1976.³

En 1982 se creó la Licenciatura en Ciencias de la Computación. Sin embargo, el panorama se transformó con la aparición de una nueva computadora: una Vax 11/750, puesta en marcha en 1983. La llegada del doctor Hugo Scolnik al Instituto fue la antesala de la creación del Departamento de Computación, que dirigió a partir de 1985. Con la vuelta al país de la democracia se incorporaron nuevos docentes, se compraron equipos y se renovó el plan de estudios. Un grupo de estudiantes y docentes, apasionados por las telecomunicaciones, comenzaron a experimentar con la VAX en el Instituto, y al poco tiempo también lo harían con las primeras computadoras personales llegadas al Laboratorio de Microcomputadoras, que empezaba a funcionar en el Departamento.

Ese grupo,⁴ que como veremos también se cruzará en otros ámbitos, reunía a Jorge Amodio, Nicolás Baumgarten, Julián Dunayevich, Mauricio Fernández y Néstor Felippone (entre otros), y fue el responsable de los primeros intentos para conseguir que la Facultad accediese al correo electrónico. Con el correr de los años, espacios como la Cancillería, la Secretaría de Ciencia y Técnica y el Ministerio de Economía se convertirían en actores centrales para que el acceso del país a Internet se convirtiese en una realidad, en el marco de una historia plagada de contratiempos, dificultades, marchas y contramarchas.

17.3 Exactas

Julián Dunayevich,⁵ quien había cursado Ingeniería en México hasta 1982, regresó al país al año siguiente y, ya como alumno de la Licenciatura de Ciencias de la Computación, comenzó a dar clases de Unix:

El primer día que pisé la Facultad como estudiante también la pisé como docente. Inicialmente, di una materia de «Computación para quienes no eran de computación», con la profesora Susana Palchik. Era muy interesante y me permitió también vincularme con los matemáticos, los físicos, los químicos, etc. Después creamos la materia optativa «Unix y C». Al poco tiempo quedé como responsable, porque Susana Palchik dejó la Facultad. Con lo cual, paralelamente a cursar mis materias como alumno, fui perfeccionando la cátedra, en donde la idea no era solo explicar Unix, sino hacer prácticas de sistemas operativos, concurrencia, etc. Cada vez había más gente interesada en el tema. A la vez, comencé a administrar los equipos donados al Departamento, que funcionaban con sistema operativo Unix. Empezamos con «Unix y C» pero, en aquel momento, los temas de

3. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales de la Universidad de Buenos Aires, «¿Dónde están? Listado de desaparecidos de la FCEyN», *Página web de la Facultad de Ciencias Exacta y Naturales de la Universidad de Buenos Aires*, dirección en Internet: <<http://www.fcen.uba.ar/prensa/noticias/documentos/desaparecidos.html>>. Consulta: febrero de 2013.

4. Jorge Amodio [Historia de Internet en Argentina], (manuscrito inédito).

5. Julián Dunayevich, entrevista personal por el autor, 2010.

avanzada eran diferentes. Ya estábamos con inteligencia artificial, base de datos, teoría de lenguajes y otros asuntos sumamente interesantes, que además se veían como el futuro. Sin embargo, Unix y las redes se desarrollaron rápidamente en la Argentina y en el mundo, fundamentalmente por la aparición de servidores que no tenían que ser de gran porte como los *mainframe* de IBM, sino mini o microcomputadoras. Fue la primera materia que se daba sobre Unix y lenguaje C en Argentina, y el sistema operativo contaba con herramientas de comunicaciones, tanto para transmisión de archivos (uucp) como de ejecución remota (uux).⁶

Por otra parte, y hacia 1986, Dunayevich ingresa como becario a la empresa Fate Electrónica. Allí trabajaba Juan Carlos Angió, primer egresado en 1964 de la carrera de Computador Científico y un apasionado de las redes:

En 1986 entré como becario en Fate Electrónica bajo la coordinación de Patricio Castro. Uno de los integrantes del equipo de Fate era Juan Carlos Angió.⁷ Mi responsabilidad en Fate era encontrar las facilidades que tenía el equipo Unix de NEC. Me permitían investigar con las diferentes herramientas que tenía el sistema operativo y ver cómo exprimir los servidores que había. Empezamos con Juan Carlos a ver la posibilidad de hacer algo con X.25⁸ y ARPAC⁹. Estamos hablando de la etapa de Entel, del inicio de ARPAC. Mientras yo por un lado avanzaba en el estudio de UUCP, que era la herramienta de comunicación que tenía Unix naturalmente, con Juan Carlos organizamos dentro de Fate Electrónica un curso de X.25. La historia de X.25 fue muy importante porque a ese curso invité a participar a Mauricio Fernández, a Jorge Amodio y a Carlos Mendioroz, entre otros. Todos recibimos el curso que dictó Juan Carlos, y de ahí empezamos a armar un grupito al que le interesaba el tema de comunicaciones. Al poco tiempo, también entró Nicolás Baumgarten como becario a la empresa. Este fue el embrión de un grupo que quería hacer investigación en esta área, explorar las capacidades que tenía tanto el X25 como protocolo, como la herramienta UUCP como esquema de transferencia de archivos o de información.¹⁰

Alberto Mendelzon,¹¹ egresado igual que Angió como Computador Científico en 1973, volvió al país en 1986 para pasar un año sabático luego de una brillante carrera en las universidades de Princeton y Toronto. Su especialidad eran las bases de datos y, como uno de los principales investigadores en diversos temas relacionados con la organización y la búsqueda de datos, su trabajo contribuyó a sentar los principios científicos del diseño de lenguajes para realizar búsquedas en la futura *World Wide Web*. En ese período,¹² Mendelzon estaba trabajando en un proyecto de PNUD (Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo) que tenía como objetivo el desarrollo de las tecnologías de la información en la región. Julián Dunayevich rememora esos momentos:

6. Julián Dunayevich y Federico Novick, *Orígenes de Internet en Argentina. Un testimonio de Julián Dunayevich*, En: II SHIALC, XXXVIII CLEI, Medellín, octubre 2012. Disponible en Internet en la dirección: <http://www.cos.ufrij.br/shialc/content/docs/shialc_2/clei2012_submission_507.pdf>. Consulta: febrero 2013.

7. Juan Carlos Angió para esa época ya trabajaba con redes, y había sido el primer egresado de la Carrera de Computador Científico de la UBA.

8. X.25 es una norma de red de datos pública que el CCITT (Comité Consultivo Internacional Telegráfico y Telefónico, un organismo de la Unión Internacional de Telecomunicaciones) recomendó, por primera vez, en 1976 hasta el año 1985, cuando se estableció el estándar definitivo. La norma se constituye como una interfaz entre redes de conmutación de paquetes y dispositivos de usuarios que operan en este tipo de redes.

9. En 1982 Entel, la empresa pública de telecomunicaciones, comenzó a ofrecer el servicio de la primera red nacional de datos. La bautizó ARPAC, un nombre derivado de Iberpac, debido a que la empresa que ganó la licitación para llevarla a cabo era la misma que la de su homóloga española. Funcionaba con el protocolo X.25 y contaba con diversos nodos a lo largo del país, a los que se podía acceder por enlace telefónico.

10. Julián Dunayevich, entrevista personal por el autor, 2010.

11. Rene Millar, «n Memoriam Alberto Oscar Mendelzon», *SIGMOD Record*, vol. 34, núm. 4, 2005.

12. John Quarterman, «Networks In Argentina», *Matrix News*, vol. 1, núm. 8, 1991.

En esa época también vino Alberto Mendelzon. Se reunió conmigo y para mí era como un dios, yo había tomado un curso con él en la primera EBAI (una «Escuela de Verano» que funcionó en el marco del Programa Argentino Brasileño de Informática) en Campinas, Brasil, en 1986. Comenzamos a tener una relación muy estrecha, estaba mucho en la Facultad. A pesar de que yo lo veía así, él con toda humildad se acercó a mí y me dijo que quería aprender conmigo de redes. Como sabía que yo estaba con correo electrónico empezamos a trabajar juntos, a ver una posibilidad de armar una conexión. Entró a trabajar también en Cancillería, cuando estuvo ahí me pidió que le recomendara gente para trabajar con él y le hablé de Jorge Amodio, Carlos Mendioroz y Mauricio Fernández, quienes fueron tres de los pilares de todo el desarrollo. En todo este híbrido de haber aprendido lo de X.25, UUCP y demás, entre Jorge Amodio, Carlos Mendioroz y yo empezó un interés por armar lo del correo electrónico en Argentina. También estaba, por otro lado, el interés de Alberto de tener comunicación con Toronto. Ahí es cuando Cancillería logra el vínculo, primero telefónico, y después de otra forma, con Canadá y Estados Unidos y nosotros logramos conectarnos a través de Cancillería.¹³

El Laboratorio de Microcomputadoras fue el primer espacio donde se incorporó un módem, y el grupo de investigadores, mediante la línea telefónica que tenía el Departamento de Computación, logró establecer las primeras comunicaciones fuera del ámbito de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales. Según recuerda Amodio, este grupo, que ya venía trabajando en conjunto, se constituyó bajo la supervisión de Hugo Scolnik, y por las noches probaba distintas configuraciones, programas y conexiones para los equipos, con el sistema operativo Unix, mientras aprovechaba los conocimientos adquiridos por Dunayevich en la utilización de UUCP. En el universo del sistema operativo multiusuario, el correo electrónico era una herramienta ya incorporada, y el grupo encaró entonces la creación de un nodo en Exactas, al que bautizó DCFEN, que funcionaba en una PC XT. Allí, los alumnos y profesores tenían una cuenta de usuario¹⁴ a la que accedían directamente a través de las terminales en el Departamento de Computación para leer y escribir *e-mails*. Esa máquina era la que llamaba a Cancillería, desde donde se conectaba con el exterior. Al tiempo comenzaron a recibir llamadas desde otros equipos fuera de la Facultad, utilizados por usuarios a los que proveían con el *software* propio UUCP, que era un juego de palabras referido a una suerte de «UUCP para PC». Las líneas analógicas de Entel fallaban constantemente y había disponible un escaso equipamiento; pero a pesar de las dificultades fue, en ese momento, cuando el proyecto pasó de ser una investigación en el ámbito académico a constituirse, con el vínculo a la Cancillería, en la semilla de una red mucho mayor.

En 1991 John Quarterman subrayaba, en un primer estudio sobre el estado de las redes en el país, lo siguiente:

El ímpetu vino de Alberto Mendelzon de la Universidad de Toronto. Mientras tomaba un año sabático en 1986-87 en la UBA, se involucró en un proyecto patrocinado por el PNUD, el Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo, cuyo objetivo era, y es, la introducción de tecnología de información moderna dentro del Ministerio de Relaciones Exteriores. Mendelzon ayudó a establecer una conexión UUCP internacional para el Ministerio a través del nodo Atina. El *host* Atina fue el primero conectado a través de discado directo con la Universidad de Toronto, y luego vía X.25 (...) Jorge Amodio y Carlos Mendioroz se unieron al proyecto de PNUD durante este período y ayudaron a solidificar las conexiones internacionales. Un grupo de estudio entusiasta de Unix y re-

13. Julián Dunayevich, entrevista.

14. Mauricio Fernández, entrevista personal por el autor, 2011.

des en el Departamento de Computación de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales se involucró desde el principio. Ellos ayudaron a convencer a las autoridades del proyecto que la calidad y la cantidad de la información recibida desde la conexión internacional debía compartirse con toda la comunidad académica, al menos en un modo experimental. Los miembros del *staff* de la UBA Jorge Amodio y Julián Dunayevich establecieron el nodo DCFEN, que conectó a la UBA con el resto del mundo UUCP a través de Atina. Este nodo empezó a publicitar a las redes UUCP en el ámbito de la academia y se convirtió en el concentrador de la RAN (Red Académica Nacional).¹⁵

17.4 Cancillería

Con el regreso de la democracia, a partir de 1983, Dante Caputo asumió en el Ministerio de Relaciones Exteriores y Culto. El nuevo canciller empujó un proceso de informatización que tendía a optimizar las comunicaciones y a conectar a las distintas dependencias repartidas a lo largo del mundo. La información que circulaba entre ellas se hacía por medio del télex¹⁶ y el correo tradicional. A esa Cancillería llegó Alberto Mendelzon, e impulsó el desembarco, a su lado, de varios de los integrantes del grupo de Exactas para trabajar en este nuevo proyecto. Hacia fines de 1986¹⁷ se integraron a las áreas de Coordinación, Desarrollo de *Software*, Capacitación y Soporte Técnico Mauricio Fernández, Jorge Amodio y luego Carlos Mendioroz.

Los equipos con los que contaban eran una minicomputadora Burroughs XE-550, que corría una versión de Unix llamada Centix. Al tiempo, se incorporó una DEC Microvax y se agregaron más PC a las que ya había instaladas. El sistema de comunicación utilizado antes de la llegada de Mendelzon y su equipo estaba centrado en el télex y el intercambio de documentos físicos, con el empleo de criptografía para seguridad. Desde el área de soporte técnico se empezó a delinear, entonces, el sistema de comunicaciones y la red, un avance fundamental para lograr la vital y tan esperada conexión al exterior.

En 1987 comenzó a montarse una estructura con la llegada de equipos nuevos, entre ellos algunos módems, y en una PC se instaló el sistema operativo Xenix, donde se configuró UUCP. Desde allí, se realizaron llamados a la institución donde Mendelzon trabajaba, la Universidad de Toronto. Con esa computadora personal se estableció el primer vínculo con el exterior a través de una conexión telefónica. El objetivo inicial era experimentar a partir de la posibilidad que brindaba la cuenta personal de Mendelzon. Por ese vínculo se recibieron los primeros mensajes y boletines de noticias de Usenet, un sistema muy activo en ese momento que permitía a sus usuarios intercambiar opiniones sobre los más diversos temas. De esta extensa comunidad nacerían muchos de los modos de comunicación, las formas y las conductas que, años después, fueron naturalizados en otros espacios de Internet. El uso del correo electrónico dentro del proceso de transformación en la Cancillería se convirtió en un recurso nuevo y a la vez fundamental, porque pocos conocían el alcance y el desarrollo que había alcanzado en diversos lugares del mundo. Al principio, y mediante la conexión con Toronto, se consiguió establecer

15. John Quarterman, *op. cit.*

16. El télex era un servicio de intercomunicación nacido en 1958, que permitía enviar mensajes escritos a través de una red pública similar a la telefónica. Los equipos de este sistema se comunicaban internacionalmente y contaban con teleimpresoras donde se escribían mensajes para ser enviados a equipos similares en destinos locales e internacionales. El receptor podía responder inmediatamente. En la década del ochenta, sus funciones fueron en gran parte reemplazadas por el uso del fax, que podía utilizarse directamente en la red telefónica.

17. Jorge Amodio. [Historia de Internet en Argentina], (manuscrito inédito).

un vínculo directo con Rick Adams, administrador de un nodo en la Universidad de Virginia llamado «Seísmo», porque funcionaba en el Centro de Estudios Sismológicos de la universidad. Adams¹⁸ había establecido una política: el primer nodo que se conectase en un país, y estuviese dispuesto a dar servicio de *gateway* local (puerta de enlace para interconexión de equipos con diferentes arquitecturas o sistemas) recibiría servicio gratuito, con el único costo de la llamada internacional. Jorge Amodio¹⁹ evoca ese proceso:

El proyecto de Cancillería no tenía que ver con Internet. El objetivo principal era modernizar la infraestructura de informática y telecomunicaciones del Ministerio y armar una red global con las embajadas y consulados. Obviamente existe una gran intersección entre lo que teníamos que hacer, con redes globales e Internet. En esos días en el país no había mucha gente que realmente supiera sobre Unix, Ethernet, menos TCP/IP. Nosotros «subliminalmente» (éramos los administradores de todas las máquinas) empezamos a armar todo de manera que la cosa no fuera solo para lo que necesitara el Ministerio, sino también para que se aprovecharan esos recursos para la red académica. Carlos Mendioroz invirtió una cantidad increíble de horas para pasar todas las fuentes de UUCP y otros programas a Xenix, de manera que tuviéramos más flexibilidad en lo que podíamos hacer desde las PC, porque solamente teníamos una Microvax que estaba buena, y que no podíamos usar para eso. Nosotros éramos bichos raros de laboratorio metidos en un proyecto que tenía también un objetivo político, que era ser la lanza que rompiera con la dominación de IBM y sistemas propietarios en la administración pública.

A principios de 1987 se volvió necesario darle un nombre al nodo constituido en la Cancillería. Todas las comunicaciones se daban dentro de la llamada «red UUCP», que aceptaba nombres que tuvieran como máximo ocho caracteres. Mendelzon sugirió Atina, una contracción de la palabra Argentina. Se configuró entonces una primera dirección de correo para él, *utai!atina!mendel*. La de Carlos Mendioroz era *atina!tron* y Jorge Amodio usaba *atinaljma*, pero tuvo después que cambiarla por el usuario «Pete», en honor a un villano de Disney, porque coincidía con un miembro del cuerpo diplomático con sus mismas iniciales. Los funcionarios del Ministerio comenzaron en ese momento a recibir sus direcciones personales.

Junto a la Microvax que había llegado al centro de cómputos, el grupo logró obtener nuevas líneas telefónicas reunidas en una central, una conexión punto a punto para vincularse al Palacio San Martín, que era otra dependencia de Cancillería, y el acceso a la Red Argentina de Conmutación de Paquetes, ARPAC.²⁰ Atina también crecía y se instaló en una computadora AT 80286 con mayor espacio en el disco duro, puertos de comunicación y una conexión de red local con la Microvax, bautizada ahora Mreconvax. En el ámbito internacional funcionaban muchas redes de diversas características en forma paralela, que no estaban completamente integradas aún en lo que hoy conocemos como Internet. En 1986, durante una reunión de redes académicas, UUCP se establece con el dominio *.UUCP* dentro de Usenet. Así, Atina pasa a llamarse ATINA.UUCP, ingresa en los mapas UUCP y puede enviar correo

18. Rick Adams pasó a formar parte de la historia de Internet en la década del noventa cuando creó UUNET, que comenzó como una entidad de bien público para convertirse después en el proveedor comercial de acceso a la red más importante de Estados Unidos.

19. Jorge Amodio, entrevista por el autor.

20. En 1982, Entel comenzó a ofrecer el servicio de la primera red nacional de datos. La bautizó ARPAC, un nombre derivado de Ilberpac, debido a que la empresa que ganó la licitación para llevarla a cabo era la misma que la de su homóloga española. Funcionaba con el protocolo X.25 y contaba con diversos nodos a lo largo del país, a los que se podía acceder por enlace telefónico.

electrónico desde y hacia las otras redes. Entonces las direcciones pasan a ser, por ejemplo, *usuario@atina.UUCP*. El 20 de agosto de 1987, un día importante en la historia de las redes en Argentina, Carlos Mendioroz registra el «Top Level Domain», el dominio de más alto nivel, que era de dos letras para las naciones. Se establece así la identificación Argentina de allí en más.

El 23 de septiembre de 1987 es aceptado y comienza a funcionar oficialmente. Mendioroz realiza un trabajo muy extenso, al traducir todos los programas vinculados a UUCP a otra distribución de Unix llamada BSD, mientras que se incorporan otros módems y más líneas telefónicas.

17.5 De Exactas a Cancillería y al mundo

A partir de la labor que algunos de los integrantes del grupo de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales llevaban a cabo en Cancillería, se instaló una cuenta en Atina para comenzar el vínculo entre ambas instituciones, luego de obtener el visto bueno por parte de las autoridades del Ministerio. En ese momento ya era posible enviar correo electrónico desde DCFEN, y el primero en recibirlo fue Alberto Mendelzon, quien se encontraba de vuelta en la Universidad de Toronto. La idea concreta de constituir una red de comunicación en el ámbito académico, si bien era albergada hacía ya un tiempo, nace por esos días, aunque todavía el grupo no contaba con la infraestructura necesaria para realizar tamaño proyecto. Carlos Mendioroz, responsable de los mapas UUCP para el país desde Cancillería, registra el 13 de noviembre de 1987 al nodo *dcfen.edu.ar*. Docentes e investigadores comenzaron a enviar mensajes y, como vimos, asisten al Departamento para utilizar el nuevo servicio, con sus propias cuentas. Nicolás Baumgarten describe, en uno de los primeros intentos por historiar este período, cómo eran esos primeros tiempos en Exactas:

A partir del estudio del paquete de comunicaciones UUCP, decidimos armar un prototipo de red en la Facultad, sin preocuparnos por seguir discutiendo cuál era la mejor alternativa. En todo caso el tiempo diría cuál sería la mejor. Diferentes entidades intentaron generar otras redes, lamentablemente sin tener éxito. Particularmente, la empresa IBM ofreció todo el apoyo para implementar la red BITNET, pero eso quedó por el momento en palabras. De acuerdo al estudio de nuestra situación nacional, especialmente en el ámbito científico, teníamos que buscar una red accesible a todo el mundo, económica, que brindase los servicios más importantes y que tuviera la mayor flexibilidad posible. (...) Apenas pusimos en funcionamiento el prototipo, comenzó a generarse la bola de nieve. Cuando empezamos a mostrar las características y beneficios de la red a los investigadores, ellos se vieron entre sí, escépticos. Sin embargo, cuando se dieron cuenta que funcionaba no había forma de pararlos. Al poco tiempo sustituimos la XT por una AT compatible y colocamos un módem marca Telebit que trajo como resultado velocidades locales y al exterior que en varios casos superaron los 9.600 bps. En poco tiempo había decenas de físicos y matemáticos en la puerta del Departamento de Computación para ver cómo podían mandar su correo electrónico. En la actualidad varios organismos de investigación ya están conectados a la red, como, por ejemplo, el Programa Argentino-Brasileño, la Escuela Superior Latinoamericana de Informática, el Ingebi, el IAFE, la Universidad de la Plata, y en pocos días la Comisión Nacional de Energía Atómica, el Conicet y otras universidades que ya han tomado contacto con nosotros.

Diariamente nos viene a ver gente interesada en la red que, por las características actuales del proyecto, rebasa en algunos casos nuestras posibilidades de atención. En poco tiempo tendremos que ampliar nuestro personal de atención al público. La característica fundamental de nuestra red es brindar tanto la posibilidad de

conectarse a una entidad con un pequeño equipo con una unidad de *diskette* como a otras entidades con mayores recursos y facilidades en comunicaciones. Desde alguien que solo tiene una línea telefónica o un interno hasta el que se conecta a través de X.25 o cualquier otro acceso más eficiente. (...) Nuestra idea es extender los servicios de la red mientras vayan surgiendo las necesidades e incluir toda innovación tecnológica mientras esté a nuestro alcance. Sin embargo, siempre lo haremos adaptándonos a los recursos que el país tenga. Dentro del Departamento se está trabajando en el desarrollo de un ambiente de *mail* más *user friendly* que el que se encuentra en forma *standard* en Unix. También estamos trabajando en mejorar la versión de UUCP para DOS. Lo que nosotros vemos es que todavía (por lo menos en Argentina), no hay un conocimiento real del tema de comunicaciones, para qué sirven, cómo se pueden utilizar, cuál es su alcance. Estamos haciendo todo un trabajo de divulgación en los diferentes centros de investigación.²¹

El trabajo rindió sus frutos y la interconexión con otras instituciones empezó a crecer exponencialmente, a partir del nuevo equipamiento que se incorporó y la posibilidad de contar con una línea para recibir llamadas. El grupo, en ese momento, redactó un documento que se constituyó en una herramienta indispensable para la difusión hacia afuera de la propia Facultad. Denominado «Proyecto Red UUCP» y firmado por Julián Dunayevich, Jorge Amodio, Mauricio Fernández y Nicolás Baumgarten, junto a Juan Carlos Angió y Hugo Scolnik como coordinadores. Transcribimos aquí algunos segmentos que resultan de gran importancia, porque detallan por primera vez la intención de consolidar una red mayor que nucleara al campo académico en su totalidad para conectarla con el resto del mundo:

OBJETIVOS DEL PROYECTO:

Generar un prototipo de red universitaria nacional que permita el acceso sin necesidad de grandes recursos, que sea de fácil implementación y que no dependa de una marca o configuración de equipo en particular.

Realizar las tareas de desarrollo e investigación de las diferentes herramientas de comunicaciones sobre Unix tendientes a utilizar un estándar sobre los distintos sistemas de enlace disponibles en Argentina (ARPAC, red telefónica).

Suministrar servicios que conllevan a una mayor integración entre los distintos integrantes de la comunidad científico-universitaria nacional, y brindar además la posibilidad real de tomar contacto con la comunidad académica de América Latina y el resto del mundo.

Esto también está abierto al sector empresario; lo que fomenta, de este modo, su comunicación con la universidad.

BENEFICIOS Y FACILIDADES DE LA RED:

Correo electrónico nacional e internacional. Transferencia de información (archivos de datos, documentos, programas, etc.). Procesamiento de datos en forma remota. Sistema de noticias (Usenet News) a nivel regional, nacional e internacional sobre distintas áreas de interés común. Participación en foros de intercambio. Acceso a bancos de datos nacionales e internacionales. Recuperación de información, artículos, programas, etc., en servicios de biblioteca automatizados. Participación en grupos de investigación dispersos geográficamente. Consultas sobre temas en particular con profesores e investigadores en diferentes áreas de interés. Comunicación con redes como Usenet, Bitnet, Arpanet, CSNET, etc.

21. Nicolás Baumgarten, «La Red Nacional Universitaria», *Página web Historia de Internet en América Latina y el Caribe*, dirección: <<http://interred.wordpress.com/1986/02/26/la-red-nacional-universitaria>>. Consulta: febrero de 2013.

MIEMBROS DE LA RED:

Actualmente, el nodo principal de la red UUCP del Departamento de Computación brinda servicios de correo electrónico y transferencia de archivos a: docentes de los departamentos de Computación, Matemáticas, Física, etc.; la Escuela Superior Latinoamericana de Informática (Eslai); el Programa Argentino-Brasileño; el IAFE; la Fundación Bariloche; el Ingebi; la Universidad de La Plata; la Comisión Nacional de Energía Atómica; y la Subsecretaría de Informática y Desarrollo de la Secretaría de Ciencia y Técnica. También próximamente al CONICET, al Programa de Informática y Electrónica, a la Universidad Nacional del Sur y a la Universidad Nacional del Centro; esto permitirá la comunicación entre distintos investigadores y docentes argentinos que están trabajando en universidades y centros de América y Europa.

ESTADO ACTUAL DEL PROYECTO/FUTURO:

Nuestro nodo ya se encuentra en los mapas mundiales de UUCP. Una vez obtenidos los recursos necesarios para incrementar la capacidad operativa del nodo (equipo más potente, mayor capacidad de almacenamiento, disponibilidad de equipo de respaldo en caso de falla, más y mejores líneas de comunicación, operadores y personal para la administración de la red) estaríamos en condiciones de comenzar a armar una red de mayor alcance que pueda satisfacer todas las necesidades del ambiente académico nacional.²²

Este era el nacimiento de un proyecto que ya se llamaba «Red Académica Nacional», formado sin una directriz central, pero con la colaboración de muchas instituciones, profesionales, estudiantes y diversos interesados en el crecimiento de la comunicación digital a lo largo del país. En el interior de Exactas, Hugo Scolnik, como director del Departamento de Computación, invitó a la comunidad académica a participar de la experiencia.

Sin existencia institucional dentro de la UBA, ni presupuesto fijo para solventar los gastos de infraestructura y telecomunicaciones, la red creció exponencialmente en sus primeros años e integró a una gran cantidad de usuarios nuevos. A finales de la década, Julián Dunayevich y Juan Pablo Paz, docente de Física y miembro por el claustro de graduados del Consejo Directivo de la Facultad, escribieron un artículo que apareció en su forma definitiva (y firmado solo por Paz en esta última versión) en la revista *Mundo Informático*, a fines de 1989. En el marco de un debate mayor, que enfrentaba a los partidarios de una red UUCP y quienes preferían el desarrollo de Bitnet a nivel local, los investigadores proponían, con un tono muy directo, la construcción de una red nacional como objetivo principal de la política científico-tecnológica. Analizaban también las circunstancias que atravesaba el campo académico argentino en ese momento, con presupuesto deficitario y abundante burocracia, según el criterio de los autores. Dunayevich y Paz subrayaban algunas de las características significativas del sistema científico-técnico argentino, con una cantidad de computadoras adquiridas sin un destino claro, y la inexistencia de redes para vincularlas entre sí:

¿Cómo diseñar esta red? Es imprescindible tener en claro cuáles son las características que tiene el sistema al que debe servir. En realidad, resulta un poco osado el uso de la palabra «sistema», ya que su organización es bastante caótica. El sistema científico-técnico nacional es más bien un conjunto de organismos con fines diversos que se han desarrollado en distintos periodos de la historia, sobre la base de planes que, en el mejor de los casos, abarcaron solo parcialidades (por ejemplo: el «Plan Nuclear»). Es común ver que en una misma

22. Departamento de Computación FCEN-UBA, *Proyecto Red UUCP*, Buenos Aires, FCEN-UBA, 1988.

institución existen equipamientos distribuidos de manera poco comprensible desde el punto de vista de su aprovechamiento racional (por ejemplo, la UBA con su Centro de Tecnología y Ciencia de Sistemas). Los equipos de computación que existen en los distintos centros de investigación del país fueron adquiridos sin ninguna planificación. Los hay de casi todas las marcas y tamaños que existen en el mercado. Casi todos los centros poseen computadoras personales, algunos con minicomputadoras, y en forma aislada se utilizan grandes equipos. Para tener una idea cuantitativa de los posibles usuarios de una red como la que mencionamos basta recordar que nuestro país cuenta con 24 universidades nacionales, en la mayoría de las cuales funcionan grupos de investigación (de nivel desperejo). El Conicet, por su parte, cuenta con algunos centenares de institutos repartidos por casi todo el país. La CNEA es otro de los grandes organismos que cuenta con laboratorios distribuidos en todo nuestro territorio. El INTI, el Citefa, el INTA, etc., son otras instituciones que pueden ser beneficiarias del servicio de esta red. Ninguno de estos organismos cuenta actualmente con redes de comunicación de datos. Por supuesto, tampoco existen redes que conecten entre sí a las computadoras de distintas instituciones.²³

Los autores advertían la necesidad del trabajo cooperativo y aclaraban que la red debía constituirse en un beneficio para todos los usuarios y las instituciones que participaran de ella. Para ese momento, ya pasaban la centena y pertenecían a diversos ámbitos. Entre las universidades estaban la UBA, La Plata, Mar del Plata, San Luis, del Sur, San Juan, Córdoba, Patagonia, del Centro, La Pampa, Catamarca, Comahue y UTN, con distintas facultades o institutos independientes conectados. El Estado estaba presente por intermedio de la Comisión Nacional de Energía Atómica (CNEA), el Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), el Instituto Nacional de Tecnología Industrial (INTI), el Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA), la Cancillería, la Secretaría de Planificación, el Museo de Ciencias Naturales, la Comisión de Investigaciones Espaciales (CNIE), el Instituto de Astronomía y Física del Espacio (IAFE), el Hospital de Niños y el Ministerio de Educación. También formaban parte la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (Cepal), la Sociedad Argentina de Informática (Sadio), la Escuela Superior Latinoamericana de Informática (Es Lai), la Organización Panamericana de la Salud (OPS), el Centro Latinoamericano de Ciencias Sociales (Clasco), la Academia Nacional de Medicina, y las fundaciones Bariloche, Cedro, Aragón y Campomar.

Se planteaba asimismo una «filosofía» que definía las características de la red, su alcance y el uso que se le debería dar:

Las únicas restricciones en la obtención de algún servicio por parte de nodos son exclusivamente las que impone el equipamiento. La red no tiene ni tendrá ninguna política de privilegios en función de la ubicación geográfica o del rol que algún nodo cumpla (cabeceras de región o nacional). Es decir, que la organización jerárquica que de hecho tiene la red se debe solo a razones operativas. La red no tiene fines de lucro y su carácter es de tipo cooperativo. Nadie puede pretender acceder a la red solo para extraer beneficios sin aportar algo a ella. El flujo de beneficios a través de la red es necesariamente bidireccional. (...) La magnitud del aporte que la red hará a la comunidad va a ser responsabilidad de los usuarios. Es nuestra intención aunar los avances tecnológicos con la cooperación para poder morigerar las carencias que afectan a la investigación científico-técnica en el país. Apuntamos a que la red dé el salto desde su etapa experimental a una etapa productiva en forma eficiente y confiable, con una correcta administración y con un equipo humano generador de

23. Juan Pablo Paz, «Red Académica Nacional (RAN), un proyecto necesario para la ciencia argentina», *Mundo Informático*, nov. 1989.

tecnologías, capacitado para asesorar a los usuarios. (...) El objetivo del proyecto RAN es resolver un problema que afecta a toda la comunidad académica. La solución propuesta se basa en un análisis de las características de nuestro sistema científico. La RAN pretende conectar a todas las entidades vinculadas al ámbito científico entre sí y con el exterior, para así facilitar la interacción de los grupos que trabajan en nuestro país y sus contactos internacionales. La red es realista, no implica grandes inversiones, el equipamiento necesario para conectarse es mínimo. El correo electrónico también puede ser usado para implementar sistemas de grupos de interés y noticias, así como realizar consultas a bases de datos y bibliográficas, o recibir boletines y comunicaciones de interés general. La RAN no es una abstracción ni un proyecto escrito en papeles sino que es hoy una realidad que funciona experimentalmente sobre la base del esfuerzo de un grupo de investigadores de la Universidad de Buenos Aires.²⁴

Con el crecimiento de la RAN y la expansión de su base de usuarios, repartidos en una gran cantidad de nodos, a fines de 1992 se creó, mediante la resolución 2899/92 del Consejo Superior de la UBA, el Centro de Comunicación Científica (CCC), que tenía como objetivo «constituir y mantener en funcionamiento una red de comunicaciones electrónicas que sirva como soporte a la investigación y a la enseñanza, así como medio para el mejor uso de los recursos computacionales ya existentes, para toda la Universidad, e incluso para usuarios externos, en las condiciones que oportunamente se reglamenten, y establecer sobre esta red servicios específicos de Comunicación Científica».²⁵ Luego de siete años de recorrido, el trabajo del primer grupo nucleado alrededor del Departamento de Computación de la UBA era por primera vez reconocido por el rectorado, al otorgarle un espacio dentro de la organización institucional. Este reconocimiento es significativo, porque ubicó al CCC como el organismo-núcleo responsable de la red académica de la universidad, en un gesto político que trae como consecuencia la adopción de un camino tecnológico (el del correo electrónico UUCP, que con el tiempo se expandirá a otros servicios en el universo de Internet), mientras dejaba atrás la disputa con las plataformas impulsadas por IBM.

El Centro contaba con un Consejo Asesor²⁶ conformado del siguiente modo: un representante por cada unidad académica, dos por los colegios de la UBA, uno por el Centro de Estudios Avanzados (CEA), y uno por el Sistema de Bibliotecas y de Información (Sisbi). La presidencia estaba a cargo de la Secretaría de Ciencia y Técnica, que aportó los fondos para que cada unidad académica contara con una computadora y un módem. Las facultades y los centros de investigación se constituyeron como nodos, se vincularon con el país y el mundo a través del correo electrónico, y alumnos, docentes e investigadores tomaron contacto por primera vez con las redes. El CCC produjo también *software* especialmente diseñado para el procesamiento, la distribución de los mensajes y la administración de la red. Con el «Chasqui», un programa que permitía el acceso desde cualquier computadora personal a la red, cientos de personas tuvieron la primera cuenta de correo electrónico de sus vidas.

Hacia 1994, la UBA logró tener su enlace propio a Internet a través de Telintar.²⁷ También pudo acceder a otros servicios además del correo electrónico. Las unidades académicas, por su parte, se interconec-

24. *Ibídem*.

25. Centro de Comunicación Científica de la Universidad de Buenos Aires, «Historia del CCC», Página web del Centro de Comunicación Científica de la Universidad de Buenos Aires, dirección: <<http://www.ccc.uba.ar>>, Consulta: febrero de 2013.

26. Julián Dunayevich y Nicolás Baumgarten, "Argentina: Los primeros cuatro años del CCC," *Página web Historia de Internet en América Latina y el Caribe*, dirección: <<http://interred.wordpress.com/2007/01/17/argentina-ran-microsemanario-del-18-de-febrero-al-10-de-marzo-de-1991/>>. Consulta: febrero de 2013.

27. Empresa encargada de las telecomunicaciones al exterior luego de la privatización de la estatal Entel.

taron en diciembre de ese año, y en septiembre de 1995 la universidad contaba ya con RedUBA, su propia red, que funcionaba de manera completa como parte de Internet. En forma paralela comenzó a gestarse la historia de la Red de Interconexión Universitaria (RIU), un proyecto para vincular a todas las universidades nacionales dentro de una misma red.

17.6 Otras redes

Entre las diversas implementaciones y proyectos de red dentro del mundo académico no existía, en esos años, una coordinación orgánica, y muchas instituciones seguían por separado sus propios desarrollos, con el uso de tecnologías a veces incompatibles, con objetivos y escalas diferentes. Las redes no estaban en gran parte conectadas, y la necesidad de los investigadores de contar con un sistema eficiente para vincularse con sus pares y realizar tareas de investigación se superponía con diversos proyectos a nivel nacional. Paralelamente, a fines de la década del ochenta creció el desarrollo de redes de mensajería electrónica basadas en BBS caseros, como FidoNet, que vinculaba a computadoras instaladas en hogares que intercambiaban mensajería a través de líneas telefónicas. Resulta de interés mencionar que este tipo de redes, a pesar de no constituirse como parte de lo que luego se llamaría Internet, tenían acceso muchas veces a un *gateway*, una vía de salida y entrada hacia redes del extranjero, establecida mediante llamados telefónicos financiados por sus miembros. Por lo que en algunos casos fue posible realizar intercambios de mensajería, grupos de noticias e incluso programas entre los usuarios de ambos sistemas.

17.6.1 CNEA

La Comisión Nacional de Energía Atómica (CNEA) también contaba con una red dentro de Bitnet, e intentaba conectarla con distintas redes. Ya en 1982 el Centro de Cálculo Científico de esta institución conectó dos equipos, y luego lo haría con otros más de la Empresa Nacional de Centrales Eléctricas (Enace), el Centro de Tecnología en Ciencia de Sistemas de la UBA (CTCS) y la Central Nuclear de Embalse (CNE). Pero la red continuaba sin tener un enlace hacia el exterior. En marzo de 1990, Roberto Bevilacqua y Verónica Quatrocchi realizaron un relevamiento sobre los distintos proyectos de implementación de redes académicas en el país. En el apartado referido a la CNEA, expresaban lo siguiente:

En enero del año 1989, la Comisión Nacional de Energía Atómica se conectó a la red Bitnet. (...) Desde febrero de 1990, se conectó la Universidad Nacional de La Plata. La red UUCP (*Unix-to-Unix Communications Protocol*) está orientada a microcomputadoras. Está basada en comunicaciones Unix, aunque también forman parte de esta red microcomputadores que trabajan bajo DOS (UUPC) y algunas *mainframes* VAX. La orientación de esta red es básicamente brindar la posibilidad a las instituciones que poseen equipos pequeños y tengan necesidad de comunicación electrónica a través de bajos costos, pues para tener acceso a esta red solo es necesario una PC, un módem y una línea telefónica; la distribución del *software* es gratuita. La conexión entre Binet y UUCP no se realiza en la Argentina en forma directa en estos momentos. La comunicación se realiza a través de *gateways* en el exterior. Lo que significa que un mensaje que desde la CNEA se quiera enviar a la Facultad de Ciencias Exactas debe: salir al exterior, viajar un rato entre varios nodos, pasar por un *gateway*, para finalmente llegar a destino. Es intención del Centro de Cálculo Científico de la CNEA que la conexión de ambas redes pueda realizarse en el país. En particular con la inclusión del nodo Artan1 (VAX 11-780) estamos estudiando la factibilidad de la utilización del mismo como *gateway* con la utilización del UUCP/VAX. El objetivo de Artan1 no

es el de cumplir funciones de ruteo de información, pero debido a la escasez de recursos será utilizado en una primera etapa experimental hasta la posibilidad de reemplazo por un equipo similar que cumpla estas funciones. El otro aspecto a tener en cuenta, en el caso particular de CNEA es la posibilidad de la utilización de la Red Pública de Transmisión de Datos (ARPAC), lo que posibilitaría a la instalación a disminuir los costos de comunicación y permitir además la conexión de usuarios con equipos pequeños en forma más flexible.²⁸

Por intermedio de la Universidad de Chile, vinculada a CNEA mediante un enlace satelital provisto por la NASA, la red tuvo su salida internacional. El vínculo trasandino se realizaba por líneas telefónicas y el servicio de DDI (discado directo internacional). El proyecto de una red Bitnet en Argentina tuvo entonces su momento más alto, con un funcionamiento parejo, porque estaban vinculadas a la CNEA la Universidad de La Plata y el Centro Atómico Constituyentes (CAC). A pesar de esto, nunca llegó a constituirse como red nacional de largo alcance.

17.6.2 Recyt

En 1987 Alicia Bañuelos, en la Subsecretaría de Informática de la Secretaría de Ciencia y Tecnología de la Nación, se hizo cargo del proyecto Recyt, una abreviatura de Red Científica y Tecnológica. El origen de esta red es fruto de un acuerdo tripartito entre la Secretaría de Ciencia y Técnica, la Cancillería y Entel. El Ministerio aportaba el *know-how* y el enlace al exterior con un canal satelital permanente, la Secretaría se comprometía a implementar un proyecto para distribuir los servicios y publicarla, y Entel se hacía cargo del lado argentino del acceso al enlace, de forma gratuita por un tiempo determinado. Después de ese lapso, la Secretaría se responsabilizaría por los costos. Es importante remarcar que la red había nacido en su etapa como proyecto bajo el paraguas del Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD).

El objetivo central era brindarle a la comunidad académica el servicio de correo electrónico. Al comenzar el proyecto, Recyt contaba solo con dos computadoras con módems de 2.400 bps. A principios de 1990, el enlace satelital de la Cancillería comienza a funcionar y se instala una línea punto a punto con la Secretaría, por lo que en este nuevo logro no debían depender ya del buen estado de las comunicaciones telefónicas, que a veces convertían cualquier tipo de intento en una desgracia. Los usuarios, como ocurría entre quienes utilizaban los servicios provistos por la Facultad, se vinculaban desde sus propias computadoras para comunicarse. El crecimiento se dio también hacia instituciones de enseñanza media e institutos de investigación.

La salida hacia el exterior se hacía mediante el enlace de la Cancillería, como parte del acuerdo entre los entes públicos. Sin embargo, el 8 de noviembre de 1990 Entel se privatizó mediante un decreto presidencial, y las telecomunicaciones pasan a manos de dos empresas, Telefónica y Telecom. Para las comunicaciones internacionales, como vimos, se creó una empresa nueva llamada Telintar. Se funda también Startel, que se convierte en la prestadora de servicios de valor agregado fronteras adentro. En el momento de revisar las cuentas, la Cancillería mostraba una deuda importante con Entel, que Estela Barone, nueva titular de Recyt al pasar Alicia Bañuelos al Ministerio de Economía, tuvo que renegociar.

28. Roberto J. G. Bevilacqua y Verónica A. Quatrocchi, *Estado de las Redes de Computadoras Académicas en la Argentina. Proyectos*, Buenos Aires, CNEA, 1990.

Aquí debemos resaltar un detalle que puede parecer menor, pero resulta de gran importancia para el nacimiento de uno de los primeros proveedores de correo electrónico que funcionó por fuera de la órbita del Estado, Retina (Red Teleinformática Argentina). Por la forma en que se había reglado el proceso de las privatizaciones, no se podía realizar enlaces de datos al exterior si no era a través de Telintar. Pero, según constaba en la regulación, si a los seis meses de presentada la documentación el vínculo no estaba activo el solicitante quedaba con la libertad de contratar otro proveedor.

Con respecto a Recyt, la única ruta de salida seguía siendo la Cancillería. Estela Barone evoca lo que ocurría en ese momento:

Primero estaba la salida de Cancillería, era la única. El problema fue (...) cuando se privatiza [el sector de las telecomunicaciones], porque cuando Telintar toma la parte de telefonía internacional quedaba una deuda de 450.000 dólares. Una de las primeras cosas que hice fue negociar una financiación, porque cuando surge ese problema teníamos un montón de usuarios y cortaban la posibilidad de salida. Así que se arregló una modalidad de financiación con Telintar para podernos seguir manteniendo, y después regular de alguna forma el vínculo. El problema básicamente era que cuando le pedías a Telintar un enlace internacional hasta EEUU el único servicio vigente para la empresa era el *International Business Connection*, pero no lo podías conectar a redes públicas, era el sistema que usaba por ejemplo IBM para comunicarse entre sus empresas. Entonces no tenías ningún servicio posible dentro del país que te permitiera tener un vínculo público.²⁹

A principios de la década, las principales vías de acceso al correo electrónico para la comunidad académica eran la Recyt y la RIU (Red de Interconexión Universitaria), nacida originalmente como RAN en la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales. Con el crecimiento del uso de las computadoras personales y la explosiva cantidad de usuarios de ambos servicios (cuando Estela Barone dejó su puesto la red contaba con más de dos mil), crece también la rivalidad entre quienes trabajaban en cada red. Muchas veces los expertos pasaban de prestar servicios en una a hacerlo en la otra, como también a trabajar en la Cancillería. En 1991, durante una reunión en Río de Janeiro, ya pudieron verse tensiones entre representantes de redes académicas y el sector privado. Los proyectos habían crecido lo suficiente como para intentar una mayor cooperación a nivel internacional, que al final no se dio en el subcontinente. Estela Barone recuerda ese tiempo:

La reunión se hace en Río de Janeiro en 1991. Fue un papelón porque Argentina fue a pelear a Brasil (...) quedé en la memoria de todos. Siempre hubo puja entre Recyt y RIU, así que fuimos a pelearnos allá. La que sigue se hace en Venezuela. A esas reuniones venían de algunos de estos entes de la OEA, la *National Science Foundation*, porque a ellos también les interesaba que creciera acá. Muchas de las conexiones que se hicieron entre los países estuvieron financiadas por estos organismos. Era tratar de generar las redes en Latinoamérica, fomentarlas en aquellos países en los cuales no había, tratar de conseguir que Cuba consiguiera un vínculo, pero ni siquiera estos entes podían conseguir equipamiento para que ellos lo desarrollaran.³⁰

Desde el encuentro de Río se establece un foro permanente de redes académicas para la región, que llevó a cabo reuniones periódicas: la de 1994 se llevó a cabo en Argentina y fue coordinada por Recyt.

29. Estela Barone, entrevista personal por el autor, 2009.

30. *Ibidem*.

En el último período antes de la apertura del servicio de Internet comercial (1995), esta red continuó su crecimiento gracias a acuerdos de cooperación con la OEA y con el PNUD. Jorge Amodio, quien había llegado en 1993 desde la Cancillería, colaboró con la formación de profesionales en el área técnica, y con la implementación de una conexión independiente hacia el exterior.

17.6.3 Red de salud

Dentro del ámbito de la salud, en el hospital de niños «Ricardo Gutiérrez» de la ciudad de Buenos Aires se inició el primer experimento con redes en el país. En 1983,³¹ IBM donó un equipo y el Servicio de Medicina Nuclear organizó una primigenia base de datos.

El doctor Alberto Barenegols, miembro de ese área de la institución, convenció a la doctora Michelle Lapacó, entonces directora del hospital, para adquirir una PC con módem, y desde ese momento se constituyó el «GUTI» (llamado así por Ricardo Gutiérrez), un grupo que funcionaba dentro de Delphi³² en forma virtual. Allí se publicaban noticias sobre la actividad de las ciencias de la salud y se intercambiaba bibliografía. Barenegols y los otros miembros del grupo que lo acompañaban —Adolfo Galanternik, Pedro Corral, Carlos Manrique y Eduardo Suárez— enfrentaban un problema técnico, porque los usuarios que ingresaban a ese servicio eran muy pocos. Explica Barenegols: «La PC era casi desconocida en otros hospitales. El módem era casi desconocido en las casas de computación. Suscribirse a Delphi era demasiado caro para un hospital.»

Varios años después, cuando el avance del grupo se volvió dificultoso debido a las limitaciones, Eduardo Suárez, un miembro del grupo que trabajaba en el Observatorio Astronómico de La Plata, logró vincular al GUTI con un grupo de debate en la red Bitnet llamado Nucmed. Hacia 1986, el proyecto de la Facultad de Ciencia Exactas y Naturales estaba funcionando a toda marcha. Allí acude Barenegols y, a través de Nicolás Baumgarten y Julián Dunayevich, rápidamente establece un nodo dentro de lo que ya se llamaba Red Académica Nacional, mientras que Galanternik conectó a su vez a la Facultad de Farmacia y Bioquímica.

En el hospital, un nuevo director, el doctor Luis Becú, comenzó un plan de informatización que incluía nuevas computadoras de mayor capacidad y nuevos módems, incorporó al proyecto a la Organización Panamericana de Salud (dependiente de Naciones Unidas) y unió al centro hospitalario a la RAN con el nodo Opsarg. Quedó entonces constituido el origen de la «Red de salud», con la Facultad de Farmacia y Bioquímica y el Hospital.

En 1987 se produjo un crecimiento dentro del ámbito del propio hospital de niños, a partir del ingreso de doce nuevas computadoras distribuidas entre los distintos servicios mediante líneas telefónicas internas; mientras comenzaba un proceso de expansión hacia otros centros asistenciales relacionados con el área de la salud en todo el país. En tres años los nodos conectados a la incipiente red llegaban a más de trescientos.

31. Alberto Barenegols, «Argentina Red de Salud: Correo electrónico, Internet. Recuerdos del futuro», *Informática Médica*, núm. 3, 1999.

32. Delphi fue uno de los primeros sistemas en línea comerciales del país. Ofrecía, por un cargo mensual, acceso a grupos de discusión, fax, télex, noticias y mensajería, entre otros.

La red aparece entonces como un espacio de avanzada dentro de un conjunto de disciplinas muy sensible a las novedades científicas y tecnológicas, donde el material impreso llegaba con mucho retraso. Las bibliotecas especializadas también comenzaban a formar parte del proyecto, y ya en los albores de la década del noventa Barendols inauguró un nodo privado, que luego se convertiría en el proveedor de Internet PCCP, para prestar servicio a las instituciones oficiales a las que la red no podía atender debido a su reducida capacidad operativa. En 1992 contaba con dos mil usuarios conectados a seis nodos distribuidores a lo largo del país.

La «Red de salud», que integró al tiempo un vínculo con Bitnet, consiguió brindar acceso a las redes a una gran cantidad de profesionales de la salud, que en esos años no contaban con una actualización constante acerca de lo que ocurría en centros académicos de todo el mundo. También es importante remarcar que este caso dio origen a la experiencia de uno de los primeros proveedores privados de Internet que existieron en el país.

17.6.4 Retina

La «Red Teleinformática Argentina»³³ nació a partir de un grupo de investigadores, nucleados alrededor de la asociación civil que publicaba la revista *Ciencia Hoy*, que decidieron fortalecer las formas de comunicación que mantenían entre ellos desde las instituciones en las que trabajaban. Con la ayuda financiera de la Fundación Antorchas³⁴ constituyeron «Retina». La dirección del proyecto estuvo a cargo de Emma Pérez Ferreyra, que venía de presidir la Comisión Nacional de Energía Atómica durante el gobierno de Alfonsín (desde mayo de 1987 hasta julio de 1989) y tenía una amplia experiencia e importantes contactos en el país y en el exterior.

En un principio, las instituciones eran cuatro: la CNEA en Buenos Aires, el Ceride en Santa Fe y Bahía Blanca, y el Cribbab, también de esta última ciudad. La CNEA daba servicios de correo electrónico para sus propios usuarios, mientras que en Santa Fe y Bahía Blanca proveían acceso a cualquier persona que fuera docente o investigador universitario. En 1988, los nodos ya funcionaban mediante una doble conexión: a través de UUCP con el enlace de la Cancillería, y una salida vía ARPAC hacia Chile que se llevaba a cabo desde el Cribbab.

A medida que la cantidad de usuarios aumentaba, también se incrementaba el uso del correo electrónico desde todo el país a través de un llamado telefónico a ARPAC, que los conectaba con el nodo del Cribbab, un centro que contaba con un gran soporte de infraestructura y de profesionales preparados para brindar el servicio. Hacia 1994, Retina comienza a dar acceso mediante un vínculo telefónico directo y compra espacios publicitarios en *Ciencia hoy* para divulgar los servicios de la red.

El problema de los altos costos de comunicación al exterior, soportado por todas las redes en el período estudiado, sufre una modificación cuando se privatiza Entel y surgen Telintar y Startel, como fue expli-

33. Guillermo Cicileo, entrevista personal por el autor, 2011.

34. La Fundación Antorchas era una institución fundada en 1985, que terminó de funcionar en 2006 en Argentina. El grupo económico Empresas Sudamericanas Consolidadas decidió vender sus activos y, con ese dinero, crear una organización sin fines de lucro dedicada a estimular la educación, la investigación científica, la cultura y la promoción social. El mismo grupo financió entidades similares en el continente como Andes, en Chile, y Vítae Apoio à Cultura, en Brasil.

cado anteriormente. El caso de Retina es de gran importancia por la acción de Emma Pérez Ferreyra y la batalla que da personalmente contra las nuevas empresas privatizadas, al obtener un enlace satelital a un precio mucho más competitivo a través de la operadora Impsat. Tras perder el monopolio la empresa Telintar ofrece una tarifa menor para poder competir. Además, le inicia un juicio a Retina aduciendo que esta red hacía un uso comercial del servicio. Según afirma Pérez Ferreyra, años después,³⁵ recién en 1994 la Comisión Nacional de Telecomunicaciones le permitió obtener un acceso internacional propio. De todos modos, es a partir de ese momento cuando la oferta cambió y los centros académicos de todo el país pudieron acceder a Internet por intermedio de distintos prestadores del servicio y con tarifas más accesibles, un hecho que marcó un punto de inflexión en la historia de las redes en Argentina.

17.7 Conclusión

Diecisiete años después del inicio de la oferta comercial, el uso de Internet en Argentina es el tercero de Latinoamérica, con una penetración del 66,4 %.³⁶ El camino recorrido desde aquellas primeras conexiones experimentales hasta la actualidad es muy grande, y la red pasó de ser un medio de comunicación exclusivo para un sector del campo académico a convertirse en un servicio incorporado a la vida cotidiana de una gran parte de la población.

El caso de Argentina nos expone a una coyuntura concreta que tiene que ver con el período en que la red nació, con un país golpeado por siete años de dictadura genocida y empobrecimiento económico. Es en ese contexto, en la Universidad de Buenos Aires de la democracia recuperada, donde el trabajo de un grupo de pioneros comienza a sentar las bases para la llegada de la red. La experimentación con la poca infraestructura disponible, y el espíritu lúdico y a la vez riguroso que caracteriza a toda invención, dio como fruto un proceso que a la luz de la distancia que impone el análisis en retrospectiva parece haber presentado muchos más obstáculos de los que evidencia en una primera mirada.

Es importante remarcar que una gran parte de la historia de Internet a nivel local comienza en el cruce de tres vectores: primero, los intereses, la curiosidad y la fuerza de un grupo de académicos; segundo, los recursos, a veces escasos, y el permiso de la Universidad de Buenos Aires; y tercero, el zigzagueante apoyo material y político de diversas áreas del Estado. El vínculo con las instituciones en los años iniciales de esta investigación, principalmente el Estado y la universidad, deja entrever no solo cuál era la situación política de los primeros años de la nueva democracia, sino también la falta de un plan rector en el amplio sector de las telecomunicaciones. El «Grupo de Exactas» (con algunos de sus actores luego en la Cancillería y en la Recyt) conseguía avances significativos por el deseo de conocer más, conectarse con otros países y ofrecer el servicio de correo electrónico a la mayor cantidad de usuarios posibles. Por parte de las instituciones no recibía un apoyo formal ni una dirección concreta. Sin embargo, sus integrantes tuvieron una intuición desde el principio: el modelo de UUCP, Usenet y el intercambio de correo electrónico entre diversas redes se impondría al de Bitnet en la Internet que se estaba conformando. A lo largo del presente ensayo ha quedado en evidencia que, como se postuló en un principio, fue el trabajo de este grupo el que sentó las bases para el desarrollo de la red.

35. «Ciencia Hoy y la teleinformática académica ante un nuevo desafío», *Ciencia Hoy*, vol. 13, núm. 77, oct.-nov. 2003.

36. Datos de 2012 disponibles en «Argentina, Internet Usage Stats and Market Reports», *Página web Internet World Stats Usage and Population Statistics*, dirección: <<http://www.internetworldstats.com/sa/ar.htm>>. Consulta: febrero de 2013.

En ese sentido, hay que destacar además que, a pesar de haber recibido sustento y legitimidad institucional siete años después del comienzo de su trabajo, y luego de haber tenido que sortear muchas dificultades, es en la pequeña oficina que luego se bautizó como «Centro de Comunicación Científica» donde la verdadera historia de Internet en el país empezó a gestarse.

En forma paralela, el proyecto Retina, nacido en una organización no gubernamental y financiado por una fundación privada, brindó acceso a la red a muchos usuarios, y cumplió un papel fundamental en el período posterior al estudiado. A partir de las gestiones de Emma Pérez Ferreyra y Retina se transformó el esquema reinante del servicio de comunicaciones de datos al exterior. Hasta que el gobierno de Menem privatizó Entel y estableció un monopolio con tarifas altísimas para el acceso internacional, no existió una política de Estado local en el ámbito de la telemática. Recién en 1995 el acceso comercial a la red permitió a los usuarios, empresas e instituciones que no pertenecían al universo académico poder conectarse con Internet.

Otras experiencias como la de la CNEA, la Red de salud y la Recyt son muy importantes porque demuestran que el interés por el desarrollo de vínculos digitales en campos tan diversos como el de la salud y el de la energía nuclear se sobreponía a las dificultades técnicas y financieras que presentaban las instituciones públicas.

Para concluir, debo aclarar que este trabajo tuvo como objetivo describir tan solo un período de una historia compleja y diversa, y elaborar algunas conjeturas que pueden llegar a echar alguna luz sobre un proceso muy poco observado, pero apasionante de nuestra historia reciente.

La batalla de los protocolos de redes de computadores a finales del siglo XX

Marcelo Sávio Carvalho, Henrique Luiz Cukierman e Ivan da Costa Marques

18.1	Introducción	274
18.2	El «x» de la cuestión	275
18.3	Un nuevo orden mundial	277
18.4	Un nuevo <i>round</i> en la batalla de los protocolos	282
18.5	El colapso final del modelo OSI	286
18.6	Conclusión	288

18.1 Introducción

Los patrones técnicos pueden surgir de una variedad de fuentes. Algunos de ellos son definidos a partir de la primera versión de una tecnología exitosa en el mercado. Otros, en cambio, resultan de negociaciones, vía reglamentación o especificación de normas técnicas. Están también los patrones creados y diseminados por los proveedores de determinada tecnología.

Los debates sobre la normalización pueden parecer, en apariencia, puramente técnicos; no obstante, un análisis más minucioso siempre revela la mezcla de cuestiones económicas, políticas y culturales que sirven de base a los argumentos. En relación con el área de redes de computadores, la normalización es un asunto particularmente complejo. Por unir en su esencia rasgos propios de los campos de las telecomunicaciones y de la computación, las redes quedan sujetas a los patrones creados en ambas disciplinas. De hecho, existen decenas de organizaciones creadoras de patrones, locales o internacionales, que se sobreponen unas a otras en los alcances de sus especificaciones.

El objetivo principal de este trabajo es describir una parte de la historia de la informática en Brasil, relativa a las redes de computadores y, más específicamente, la vinculada con la normalización de los protocolos de comunicación de datos, a la luz de un abordaje sociotécnico.

Las referencias que orientan ese tipo de aproximaciones teóricas se encuentran en los estudios sociales de la ciencia y de la tecnología, los cuales enseñan cómo los valores sociales, políticos y culturales afectan la investigación científica y la innovación tecnológica. La historia de la ciencia y la tecnología puede ser mucho más rica si en lugar de ser vista como una mera secuencia cronológica de invenciones y descubrimientos, es concebida también como un relato intergeneracional que reconoce las contingencias, las bifurcaciones y los caminos alternativos que pudiesen haber sido recorridos. Según ese abordaje, la construcción de un artefacto, tanto social como técnico, se inserta en una red sociotécnica cuya extensión y composición son siempre contingentes, de manera que no es posible identificar algo puramente social o puramente técnico. De esa manera, un artefacto tecnológico, tal como un protocolo de red, es el resultado de un arduo trabajo, en el cual elementos heterogéneos —especificaciones, equipamientos, ruteadores, estudiantes, sistemas operativos, entidades de normalización, universidades, fabricantes, militares, eventos, artículos, operadoras, entre otros—, que tenderían a actuar de manera autónoma en circunstancias normales, se yuxtaponen en una red que supera resistencias en un proceso de «ingeniería heterogénea», en el cual elementos de lo social, de lo técnico, de lo conceptual y de lo textual se armonizan para dar lugar a un producto, que pudiese ser, por ejemplo, un protocolo de red susceptible de tornarse un patrón.

A lo largo del texto pretendemos apuntar una visión general del escenario internacional del asunto en la época, con énfasis en el desarrollo de sus principales discursos y tecnologías de soporte, los cuales fueron posteriormente vinculados a las iniciativas de normalización de protocolos en las redes de computadores que aparecieron en Brasil. En cuanto al análisis del contexto internacional, debemos precisar que nuestro trabajo tiene apenas el objetivo de situar parcialmente el episodio brasileño, sin pretender ser exhaustivos. Para ese fin, los lectores deben buscar otros textos indicados en las referencias bibliográficas.¹

1. Janet Abbate, *Inventing the Internet*, Cambridge, Massachusetts, MIT Press, 2000; Marcelo Sávio Carvalho, *A Trajetória da Internet no Brasil*. Disertación de maestría, Río de Janeiro, Universidad Federal de Río de Janeiro (UFRJ), 2006, disponible en la dirección de Internet:

18.2 El «x» de la cuestión

A mediados de la década del 70, después del éxito de las primeras redes de comunicación de datos por conmutación de paquetes (Arpanet en los Estados Unidos y Cyclades en Francia), surgieron las primeras disputas entre los fabricantes de equipamientos y las operadoras de los servicios públicos de telecomunicaciones, que medían fuerzas para intentar controlar ese nuevo y promisor mercado a través de sus especificaciones técnicas.

Cuando comenzaron a anunciar sus planes de construcción de las primeras redes públicas de datos, algunas operadoras de telecomunicaciones no querían basar sus futuros servicios en protocolos y tecnologías de los fabricantes de equipamientos, para no hacerse eternamente dependientes de ellos, dado que los grandes fabricantes de *hardware* poseían protocolos y arquitecturas de redes incompatibles entre sí y específicos para sus equipamientos, como era el caso de Burroughs (BNA), Digital (DNA), Honeywell (DSA), IBM (SNA) y Xerox (XNS). Aunque las operadoras de telecomunicaciones podían dictar los patrones locales, pues en su mayoría eran empresas monopolistas (estatales o privadas), en algún momento necesitarían fusionar sus redes, de forma semejante a lo que ocurría en el sistema telefónico internacional. Por esa razón, el *Comité Consultatif International Télégraphique et Téléphonique* (CCITT), entidad que representaba los intereses de las operadoras de los servicios públicos de telecomunicaciones, comenzó un trabajo de normalización para las redes de paquetes, que vino a ser publicado en 1976 bajo el nombre de X.25. La presión de las operadoras de telecomunicaciones hizo posible que el patrón fuese definido en aquel año (el CCITT se reunía cada cuatro años, por lo que la otra opción era postergar la normalización para 1980).

Con el nuevo patrón definido, las operadoras consiguieron, con éxito, presionar a los fabricantes de equipamientos para proveer *hardware* y *software* que lo soportasen y, a lo largo de los diez años siguientes, diversas redes públicas de paquetes fueron implantadas con esa especificación, como fueron los casos de Telenet (Estados Unidos, 1976), Datapac (Canadá, 1977), Transpac (Francia, 1978), Euronet (multinacional, 1979), PSS (Inglaterra, 1980), Datex-P (Alemania, 1980) y DDX (Japón, 1980). En Brasil, la Empresa Brasileira de Telecomunicaciones (Embratel) lanzó, en noviembre de 1984, la Red Nacional de Comunicación de Datos por Conmutación de Paquetes (Rempac), la cual al final de la década del 80 pasó a comunicarse con las redes X.25 de otros países a través del nodo internacional de la red Interdata.

A pesar de haber vencido la batalla contra los proveedores de tecnologías de redes propietarias, las operadoras comenzaron a enfrentar la oposición de los sectores favorables al uso del TCP/IP, otro protocolo para redes de paquetes, que venía siendo desarrollado a lo largo de la década del setenta, principalmente por la comunidad académica de la red Arpanet, predecesora de la Internet, que contaba con el patrocinio de los militares norteamericanos.

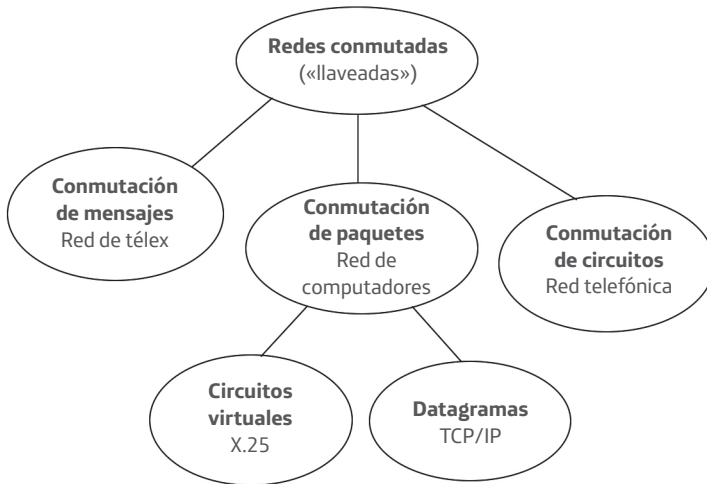
Los protocolos X.25 y TCP/IP no son necesariamente excluyentes entre sí, pues pueden ser implementados en conjunto en una única red (lo que de hecho ocurrió de forma experimental). El problema

<<http://www.minerva.ufrj.br>> (consulta: 04 de enero de 2015); Barry Leiner *et al.*, *A Brief History of the Internet*, 2003, disponible en la dirección de Internet: <<http://www.Internetsociety.org/Internet/what-Internet/history-Internet/brief-history-Internet> > (consulta: 04 de enero de 2015); Peter Salus. *Casting the Net: from Arpanet to Internet*, Reading, Massachusetts, Addison-Wesley, 1995.

es que como ninguno de los dos había sido proyectado para trabajar en conjunto, se registraba una innecesaria duplicidad de funciones. En la práctica, por lo tanto, representaban abordajes alternativos para la construcción de redes de paquetes.

Ambos protocolos sirven para efectuar la conmutación de paquetes (unidad de transferencia de información) en una red de comunicación de datos, pero presentan diferencias en la forma de hacerlo: el X.25 es un protocolo orientado a la conexión, que establece un circuito virtual fijo inicial por donde todos los paquetes deben procesarse y tiene como ventaja la garantía de entrega de los paquetes de una forma ordenada; el TCP/IP, por su lado, no es orientado a la conexión y usa el concepto de datagrama, en el cual todos los paquetes (que tienen direcciones de origen y destino) son encaminados independientemente y reordenados en la llegada, lo que ofrece flexibilidad y robustez (porque la red puede reajustarse en caso del quiebre de un enlace). Conforme será visto a continuación, ambos abordajes, en realidad, reflejan las diferentes posiciones respecto de las capacidades que una red puede ofrecer y del control que un operador tiene sobre ellas capacidades.

Figura 18.1 Tipos de comunicación de red²



Para los especialistas en telecomunicaciones del CCITT parecía tener sentido que las redes públicas transmitiesen datos de forma confiable y que toda complejidad de los circuitos virtuales pudiese ser tratada por una «red inteligente» secundaria en el medio, controlada por las operadoras. De cierta forma, veían las redes de datos como una extensión del servicio de telefonía, donde la mayoría de los usuarios tendría acceso a los computadores centrales a través de terminales simples, así como eran los aparatos de teléfono para las redes de voz. En ese modelo, la interconexión se daría por la interrelación entre las operadoras de los servicios públicos, que serían pocas y de alcance nacional, sin alterar el modelo vigente.

2. Andrew Tanenbaum, *Computer Networks*, New Jersey, New York, Prentice Hall, 1996, p. 169.

Por su parte los diseñadores de redes TCP/IP asumían, desde la concepción original del proyecto, que la red no era confiable y que el *software* de los computadores (*hosts*) de cada uno de los extremos debería siempre cuidar que los paquetes fuesen transmitidos (y retransmitidos cuando fuera necesario) de un modo óptimo y por la mejor (y más barata) ruta posible. El control de la red, en ese modelo, estaba en las manos de los operadores de los computadores; es decir, la inteligencia estaba en los extremos. La interconexión se daría por la interrelación de las innumerables redes privadas que implementasen ese mismo protocolo.

La dicotomía implícita en la visión que cada grupo tenía en relación con la concepción y operación de las redes de comunicación de datos dio pie a los seudónimos «netheads» y «bellheads» para designar, respectivamente, a los especialistas en Internet y los que trabajaban en las operadoras de telecomunicaciones (el nombre hace referencia a los Laboratorios Bell de la compañía norteamericana AT&T).

Las redes X.25 todavía son usadas por operadoras en todo el mundo, aunque su uso ha disminuido bastante, no solo en función del auge del TCP/IP, sino también por la adopción de protocolos más nuevos como Frame Relay, ISDN y ATM. La disputa entre X.25 y TCP/IP, que perduró por algunos años, terminó siendo «absorbida» por un nuevo desarrollo en el escenario de normalización de redes conforme será visto a continuación.

18.3 Un nuevo orden mundial

En 1978, un grupo de especialistas del Comité Técnico 97 (*Computers and Information Processing*) de la *International Organization for Standardization* (ISO), instancia internacional formada en 1947 por entidades nacionales de normalización, creó un subcomité (SC16) para estudiar los problemas de interconexión de sistemas heterogéneos. Ese estudio, que comenzó con la iniciativa del *British Standards Institution* (BSI) resultó, al final de aquel año, en la recomendación del Modelo de Referencia de Arquitectura de Sistemas Abiertos (*Reference Model of Open Systems Architecture*), estratificado en capas, que serviría de soporte al desarrollo de protocolos-patrón. En 1979 se definió el Modelo de Referencia para Interconexión de Sistemas Abiertos [*Reference Model of Open Systems Interconnection* (RM-OSI)], normalizado en siete capas y estuvo disponible en 1981 como un *Draft International Standard* [*Data Processing - Open Systems Interconnection - Basic Reference Model* (ISO/TC97/SC16/DIS7498)] y lo publicó como un patrón oficial en 1984, mediante la norma ISO-7948, que tenía cuatro partes: parte 1 (*Basic Reference Model*), parte 2 (*Security Architecture*), parte 3 (*Naming and Addressing*) y parte 4 (*Management Framework*). A partir de 1987, las normas del modelo OSI pasaron a ser una publicación conjunta, cuando el comité técnico TC97 de la ISO se alió a los comités TC83 y TC47B de la *International Electrotechnical Commission* (IEC) para formar el *Joint Technical Committee 1* (JTC 1), que pasó a ser el único responsable de todas las especificaciones de tecnología de la información.

La iniciativa de la ISO abordó, por primera vez, el concepto de «sistema abierto» (*open system*) definido como aquel «capaz de soportar los patrones de comunicación OSI, para *interfuncionar* con otros sistemas abiertos de diferentes proveedores».³

3. Tereza Cristina Melo de Brito Carvalho (compiladora), *Arquiteturas de redes de computadores OSI e TCP/IP*. São Paulo, Makron Books (Rio de Janeiro, Embratel) (Brasília, SGA), 1994, p. 4.

La preferencia por el sistema abierto obedecía a la disponibilidad pública y gratuita de sus especificaciones que, por ser genéricas y suficientes, permitían liberarse de la dependencia con respecto a algún fabricante. Otra característica favorable era que solo podía ser alterado mediante la solicitud de alguna organización oficial de normalización. La metáfora del sistema abierto, con sus siete capas explícitas, en contraposición a un sistema cerrado («caja-negra») tuvo un gran impacto y se transformó prácticamente en un axioma de las redes de computadores. Diversos libros fueron publicados con las definiciones de ese modelo, que fue adoptado como patrón didáctico en la casi totalidad de los cursos de redes de computadores. Muchos fabricantes de equipamientos revisaron sus arquitecturas de red para que encajasen y fuesen presentadas según el nuevo modelo en capas de OSI. Y fue a partir de ese modelo que el concepto de sistema abierto se extendió más allá de las redes de computadores, para así también pasar a designar las máquinas con sistemas operativos del tipo UNIX, que supuestamente representaban un contrapunto a los mainframes considerados entonces como «sistemas cerrados».

La autoridad internacional de la ISO ayudó a que el modelo OSI fuese endosado por diversos países. En los Estados Unidos, el gobierno apoyó diversas iniciativas de diseminación del modelo y el propio Departamento de Defensa (que era responsable por la Arpanet, la red de donde naciera el TCP/IP) anunció, en 1987, que en el futuro el OSI hallaría soporte en todas sus redes. En Europa, su adopción fue mayor, pues el OSI era percibido como una forma de protección contra los patrones de los grandes fabricantes norteamericanos que dominaban el mercado de la informática mundial.⁴ En 1986 fue creada la *Réseaux Associés pour la Recherche Européenne* (RARE), entidad formada por diversas instituciones académicas europeas para promover el desarrollo y uso de los protocolos OSI, que se vinculó con otras iniciativas europeas en torno del OSI, como el *European Workshop for Systems* (EWOS), *Cooperation for Open Systems Interconnection in Europe* (COSINE) y el *Standards Promotion and Application Group* (SPAG).

En Brasil, al final de la década del setenta, todavía no había nada relacionado con los computadores y sus redes en las especificaciones del sistema nacional de metrología y normalización o en los grupos de trabajo de la Asociación Brasileña de Normas Técnicas (ABNT), instancia que era la entidad representante de la ISO en Brasil. Fue en esa época que Mário Dias Ripper, entonces director del Departamento de Soporte a Sistemas del Servicio Federal de Procesamiento de Datos (SERPRO), decidió levantar informaciones sobre la normalización técnica en Informática en Brasil y, principalmente, lo que debería ser realizado para que la nación tuviese sus propios patrones.⁵

La tarea fue asignada a uno de sus subordinados, el ingeniero Lucas Tofolo de Macedo, que de este modo relató su experiencia:

En 1979 formé un equipo con un representante del Servicio Federal de Procesamiento de Datos (SERPRO), dos de la Coordinación de Asesoría al Procesamiento Electrónico (CAPRE) —entidad subordinada a la Secretaría de Planificación de la Presidencia de la República— y dos de la Empresa Digital Brasileña (DIGIBRÁS) —holding estatal para el sector de informática—. Como resultado de ese trabajo fue creado, por la ABNT, el Comité Brasileño de Computadores y Procesamiento de Datos (CB-21). La coordinación me fue entregada en los tres

4. Janet Abbate, *Inventing the Internet*, Cambridge, Massachusetts, MIT Press, 2000, p. 172.

5. Rodney Carvalho, *A evolução do mercado de redes locais no Brasil*. Río de Janeiro, 2003. Disponible en Internet en la dirección: <<http://www.automax-tec.com/Publics/RedesLoc.doc>>. Consulta: 5 de enero de 2015.

primeros años, hasta que conseguí firmar un convenio con el SERPRO, el Instituto Nacional de Metrología, Normalización y Calidad Industrial (INMETRO) y la Secretaría Especial de Informática (SEI), y estructurarlo adecuadamente con sede, muebles, personal, computadores, etc. Después de un período destinado a la formación de su cuerpo de asociados, fui electo presidente por dos mandatos sucesivos, de 1982 a 1986.⁶

La motivación para el establecimiento de una normalización brasileña en informática no fue consecuencia del movimiento internacional en torno del OSI, que por casualidad comenzó casi por la misma época, pero sí de la acción de concebir la normalización como un instrumento de política industrial, conforme relata el ingeniero Lucas Tofolo Macedo:

Lo que motivó la creación del CB-21 fue la necesidad de poseer patrones brasileños para cuando llegase el final del plazo previsto para la reserva de mercado, conforme estaba dispuesto en la Ley de Informática. El objetivo era garantizar que los fabricantes extranjeros que aquí llegasen tuviesen que abrir, al menos parcialmente, sus «cajas negras», para adecuarse a las reglas locales, lo que beneficiaría a las empresas nacionales en la competencia por el mercado, cuando éste experimentase una apertura con la creación de barreras proteccionistas no tarifarias.⁷

La ABNT, a través del CB-21, elaboró un «Plan Cuadrienal de Normalización en Informática» con cinco áreas de actuación (automatización, *hardware*, *software*, teleinformática e instrumentación). Comenzó dedicándose a las normas básicas, la mayoría de ellas en el área de *hardware*, como en los casos de los patrones para teclados de computadores y terminales y del Código Brasileño para Intercambio de Información (BRASCI). Contó con el apoyo de la Sociedad de los Usuarios de Computadores y Equipamientos Subsidiarios (SUCESU) y de la Asociación Brasileña de la Industria de Computadores (ABI-COMP), principal fomentadora del Movimiento Brasil Informática (MBI).⁸

En 1983, después de la publicación del modelo OSI como un patrón oficial de la ISO, el CB-21 creó dos comisiones de estudios, una para redes locales y otra para redes de larga distancia, con el objetivo de definir patrones nacionales de interconexión a partir de las nuevas normas establecidas internacionalmente.⁹

El abordaje de la ISO, a pesar de estar originalmente más ligado a los fabricantes de equipamientos,¹⁰ estaba alineado en muchos aspectos con el CCITT, tanto que su especificación para el servicio de red estaba basada en circuitos virtuales en vez de datagramas. De hecho, los trabajos de normalización de la ISO y del CCITT luego convergieron,¹¹ de forma que el modelo OSI pasó a ser una recomendación del CCITT (X200) y algunas recomendaciones del CCITT ganaron estatus de patrón oficial de la ISO, como fue el caso del X.25 (capa transporte de paquetes) y del X.400 (capa de aplicaciones, para correo elec-

6. Lucas Tofolo de Macedo, entrevista personal con los autores, Rio de Janeiro, 4 de abril de 2006.

7. Lucas Tofolo de Macedo, entrevista personal con los autores, Rio de Janeiro, 4 de abril de 2006.

8. Rodney Carvalho, *A evolução do mercado de redes locais no Brasil*. Rio de Janeiro, 2003. Disponible en Internet en la dirección: <<http://www.automax-tec.com/Publics/RedesLoc.doc>>. Consulta: 5 de enero de 2015.

9. Sonia Aguiar y Vera Dantas, *Memórias do computador: 25 anos de informática no Brasil*. São Paulo, IDG, 2001, p. 114.

10. Andrew Tanenbaum, *Computer Networks*, New Jersey, New York, Prentice Hall, 1996, p. 41. Tanenbaum destaca la influencia de algunos fabricantes en la definición del modelo de la ISO, como la Honeywell e IBM, cuyas arquitecturas de red poseían el mismo número de capas que el OSI.

11. Andrew Russel, OSI: The Internet That Wasn't. *IEEE Spectrum* 50 (8), 38-43. 2014. Disponible en Internet en la dirección <<http://spectrum.ieee.org/computing/networks/osi-the-Internet-that-wasnt>>. Consulta: 05 de enero de 2015.

trónico). Esta función normativa coincidió con un movimiento internacional de «convergencia de las tecnologías» de telecomunicaciones e informática, que hizo que el modelo OSI pasase a contar con el apoyo de las operadoras de telecomunicaciones.

En Brasil se llegó a considerar la posibilidad de crear un ministerio de la telemática.¹² La idea cobró mucha fuerza en 1986, cuando Antônio Carlos Magalhães, entonces ministro de las Comunicaciones, afilió de una sola vez a todas las empresas del sistema Telebrás como socias mantenedoras de la ABNT —lo que daba derecho a voto con peso mayor—. La consecuencia de esta jugada estratégica fue la inmediata elección del ingeniero Raul Colcher, entonces funcionario de la Embratel, como nuevo coordinador del CB-21. La entrada de las empresas del Sistema Telebrás en el CB-21, con su presencia en la esfera gubernamental, reforzó el proceso de normalización en torno del modelo OSI en Brasil, por la experiencia que tenían en normalización en el CCITT, cuyos esfuerzos convergían, cada vez más, con los de la ISO en el plano internacional. Según Raul Colcher, más allá de la entrada de las empresas de telecomunicaciones en el CB-21, el apoyo de la SEI, en conformidad con el discurso de la política industrial, también reforzó el soporte al OSI en Brasil.

Hubo también una gran influencia después de la entrada de la SEI en el proceso, principalmente por intermedio de Kival Chaves Weber, secretario ejecutivo de la SEI en la época, que daba una gran importancia estratégica al modelo OSI, para lo cual la normalización de protocolos era uno de los instrumentos de la política nacional de informática, en su búsqueda de la independencia de las arquitecturas propietarias de los fabricantes extranjeros.¹³

Diversas reglamentaciones surgieron en favor del OSI en la Política Nacional de Informática (PNI), cuyas orientaciones gubernamentales fueron explicitadas en los siguientes documentos: Ley número 7.232, del 29 de octubre de 1984 (en cuyo artículo IV se califica a la normalización de protocolos de comunicación como un instrumento de la PNI); Portería Conjunta SEI/Minicom número 001, del 19 de octubre de 1984 (donde se define el modelo OSI y sus protocolos como opciones preferenciales de adopción para el Brasil); y la Ley número 7.463, del 17 de abril de 1986, del I Plan Nacional de Informática (PLANIN), ítem 3.2.2.3.4 (donde se indica como directriz los protocolos OSI para interconexión de sistemas).

En agosto de 1987, por iniciativa de la SEI, organizaciones gubernamentales (ABNT/CB-21, Banco do Brasil, Cobra Computadores, Centro de Tecnología de Informática, Finep, Instituto de Investigaciones Tecnológicas del Estado de São Paulo, SEI y SERPRO) y privadas (ABICOMP, Digired, Itaotec, Scopus y Sociedad Brasileira de Computación) firmaron un acuerdo de cooperación para la interoperatividad con el modelo OSI, que estableció las bases para la creación de la Red Brasil de Interconexión de Sistemas Abiertos (BRISA), inicialmente orientada a la promoción de testes cooperativos. En agosto de 1988, en un acto organizado por la SUCESU en Río de Janeiro, la Red BRISA fue transformada en la «Sociedad Brasileña para la Interconexión de Sistemas Abiertos», una asociación civil sin fines de lucro, formada por fabricantes y usuarios del mercado de informática, cuyo objetivo principal era generalizar el uso de sistemas abiertos de interconexión como era la tendencia mundial en esa épo-

12. Sonia Aguiar y Vera Dantas. *Memórias do computador: 25 anos de informática no Brasil*. São Paulo, SP: IDG. 2001.

13. Raul Colcher, entrevista por los autores, Río de Janeiro, 8 de mayo de 2006.

ca, liderada por la *Corporation for Open Systems* (COS) en los EEUU, y la *Interoperability Technology Association for Information Processing* (INTAP) y la *Promoting Conferenc for OSI* (POSI), ambas en Japón. En 1988 el modelo OSI fue finalmente registrado en Brasil como norma de la ABNT (NBR 10574: interconexión de sistemas abiertos de procesamiento de información – modelo básico de referencia).

A pesar de todo el discurso de normalización que el OSI traía, todavía no estaba asegurado que dos sistemas distintos, ajustados a un solo patrón, fuesen capaces de intercambiar informaciones entre sí. El modelo OSI no especificaba los protocolos o servicios de cada una de las capas. Para que dos o más sistemas fuesen capaces de interconectarse se necesitaba la presencia de un conjunto de protocolos compatibles en todas las capas del modelo.

Con el fin de definir grupos normalizados y compatibles entre sí fueron elaborados los «perfiles funcionales», que garantizaban que dos o más sistemas dentro de un mismo perfil fuesen capaces de comunicarse. Uno de los perfiles más difundidos fue el *Government Open Systems Interconnection Profile* (GOSIP), definido en 1986, para uso de órganos gubernamentales y aplicado inicialmente en Inglaterra y posteriormente en los Estados Unidos. Otros perfiles de gran utilización fueron el *Manufacturing Automation Protocols* (MAP) definido por la *General Motors* para redes de automatización industrial y el *Technical and Office Protocols* (TOP) definido por la Boeing para la interrelación de redes de oficinas. En 1993 fue creado en los Estados Unidos y Canadá un perfil para atender tanto al gobierno como a la industria, llamado *Industry Government Open Systems Specification* (IGOSS).

Brasil fue uno de los diez primeros países en adoptar el OSI como un patrón federal. Cuando lo hizo en 1992, por intermedio de un decreto presidencial, se procedió también a la publicación del Perfil OSI del Gobierno Brasileiro (POSIG), basado en el GOSIP, elaborado por la Red BRISA y expuesto en más de cincuenta páginas del *Diario Oficial de la Unión*, cuyos dos primeros artículos relataban lo siguiente:

Artículo primero: Los órganos y entidades de la Administración Pública Federal directa e indirecta, las fundaciones instituidas o mantenidas por el Poder Público y las demás organizaciones bajo el control directo e indirecto de la Unión, al adquirir bienes y servicios de informática, para comunicación e interoperación de los sistemas de tratamiento de la información, deben observar la conformidad de estos con las especificaciones del modelo de referencia para interconexión de sistemas abiertos OSI.

Artículo segundo: Para la implantación de lo dispuesto en el artículo primero queda aprobada la Arquitectura de Referencia del POSIG (Perfil OSI del Gobierno Brasileño).¹⁴

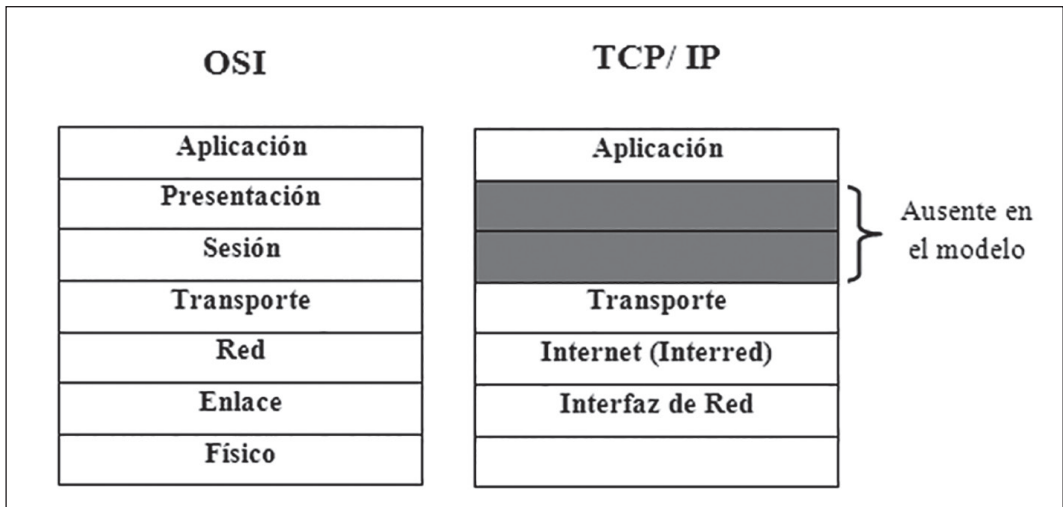
La difusión del modelo OSI, principalmente con el apoyo de las operadoras de telecomunicaciones y gobiernos, parecía muy bien encaminada pero hizo emerger una nueva disputa que impactó en los planes.

14. República Federativa do Brasil: *Diário Oficial [da República Federativa do Brasil]*, Brasília, DF: 11 maio 1992, 5828. Retificado no Diário Oficial [da República Federativa do Brasil], Brasília, DF: 26 maio 1992, 6449.

18.4 Un nuevo *round* en la batalla de los protocolos

El modelo OSI surgió como patrón oficial internacional en el inicio de los años 80, en el justo momento cuando el TCP/IP se transformó en el protocolo oficial de la Arpanet/Internet y pasó a venir incrustado en el sistema operativo UNIX que se expandía fuertemente. Eso generó una disputa que ganó aires similares a los de una guerra «casi religiosa», que se arrastró por más de una década. Fue un período lleno de discursos acalorados en eventos y reuniones, con previsiones sombrías de futuro (para ambos lados) e innumerables publicaciones de artículos especializados para explicar cómo cambiar de un protocolo a otro (y viceversa). En Brasil, por ejemplo, uno de los primeros trabajos efectuados por la Red BRISA consistió en efectuar un «estudio de migración de la arquitectura TCP/IP para OSI».¹⁵ Una comparación entre las capas de ambos protocolos puede ser vista en la figura 18.2.

Figura 18.2 Comparativo de capas de los protocolos¹⁶



El TCP/IP también podría ser considerado un protocolo abierto, dado que no era propiedad de ningún fabricante, estaba disponible de un modo público y gratuito y permitía la interconexión (y no la exclusión) de redes. Sin embargo, dos factores conspiraron para que el TCP/IP no pudiese ser considerado, en un primer momento, como un patrón abierto internacional: 1) el hecho de que el TCP/IP no hubiera sido establecido por una entidad oficial de normalización (el representante oficial de los Estados Unidos en la ISO era la *American National Standards Institute* (ANSI) que no participó del desarrollo del TCP/IP); y 2) el estigma de ser percibido como un desarrollo típico de los Estados Unidos (cuna de las empresas dueñas del mercado mundial de informática).

15. Tereza Cristina Melo de Brito Carvalho (compiladora), *Arquiteturas de redes de computadores OSI e TCP/IP*, São Paulo, Makron Books (Rio de Janeiro, Embratel) (Brasília, SGA), 1994, p. 4.

16. Andrew Tanenbaum, *Computer Networks*, New Jersey, New York, Prentice Hall, 1996, p. 36.

El reconocimiento del TCP/IP como un patrón internacional comenzó a cristalizarse con la entrada en escena del *National Institute of Standards and Technology* (NIST), anteriormente llamado *National Bureau of Standards* (NBS), una institución centenaria vinculada con el Departamento de Comercio de los Estados Unidos, con la misión de:

Promover la innovación y la competitividad industrial de los Estados Unidos a través de avances en la ciencia, tecnología y normalización de medidas, de manera de mejorar la seguridad económica y la calidad de vida.¹⁷

A pesar de que el NIST apoyó el modelo OSI en los Estados Unidos, al patrocinar varios *workshops* de diseminación e implementación y convertirse en el responsable por la publicación del perfil GOSIP (FIPS 146), también impulsó, en paralelo, un lobby para que ANSI llevase la propuesta de reconocimiento de algunos protocolos de la Internet como patrones oficiales de la ISO. Eso ocurrió a mediados de los años ochenta, con la adopción de los protocolos *Transport Protocol Class 4* (TP4 o ISO 8073), que estaba basado en el TCP, y *Connection Less Network Protocol* (CLNP o ISO 8473), también conocido como «ISO-IP», que se basaba en el IP.

El NIST también consiguió que fuesen adoptados como patrones ISO algunos protocolos de redes locales desarrollados en los Estados Unidos, tales como los patrones Ethernet, Token-Ring e Token-Bus, que estaban definidos como patrones norteamericanos del *Institute of Electrical and Electronics Engineers* (IEEE) y pasaron a tener estatus de protocolos internacionales de la capa de enlace del modelo OSI. Hechos de este tipo demuestran claramente que los mecanismos de normalización tecnológica también establecen o refuerzan hegemonías geopolíticas, en particular la de los Estados Unidos, cuyo gobierno federal es la mayor entidad usuaria de informática en el mundo, lo que hace que sus patrones internos sean los más adoptados por los proveedores. Como otro ejemplo podemos citar el algoritmo de criptografía *Data Encryption Standard* (DES) que se fortaleció en el mercado mundial por más de veinte años, desde que fuera definido como un patrón federal por el NIST en 1977.

La adopción del ISO en la red Internet pasaba más por el discurso de la integración que por el de la sustitución del protocolo TCP/IP. El Departamento de Defensa de los Estados Unidos, con el apoyo del NIST, anunció un direccionamiento de implantación de *gateways* multiprotocolares para integrar la Internet con los protocolos del modelo OSI:

La Internet debe prepararse para soportar el uso de los protocolos OSI hasta el final de 1990, o antes, si es posible. El aprovisionamiento de ruteamiento y encaminamiento multiprotocolares entre diversos proveedores son objetivos importantes. (...) El IETF, en particular, debe establecer relaciones con los diferentes grupos de trabajo del OSI para coordinar la planificación para la introducción del OSI en la Internet y facilitar el registro de informaciones pertinentes a la Internet con las distintas autoridades responsables por el OSI en los Estados Unidos.¹⁸

En Europa había una tendencia a que sus redes adoptasen el patrón X.25 como protocolo de la capa de

17. National Institute of Standards and Technology, *NIST General Information*. Disponible en Internet en la dirección: <http://www.nist.gov/public_affairs/general_information.cfm>. Consulta: 5 de enero de 2015.

18. Internet Engineering Task Force, *RFC 1120: The Internet Activities Board*, 1989. Disponible en Internet en la dirección: <<http://www.ietf.org/rfc/rfc1120.txt>>. Consulta: 5 de enero de 2015.

red y procurasen adherir a los otros patrones del modelo OSI en la medida en que estos se tornasen disponibles. Sin embargo, durante las fases iniciales de este proceso de asimilación tecnológica, lo más común era que cada país siguiese su propio camino, con estrategias de transición basadas en fases, de acuerdo con el estado de la red y de los protocolos envueltos, como fueron los casos de la red británica JANET y de la alemana DFN que definieron un conjunto de protocolos provisorios para uso interno.

Independientemente de los esfuerzos gubernamentales en torno del OSI, al final de de los años ochenta e inicios de los noventa comenzaron a surgir redes basadas en TCP/IP dentro de muchas universidades e instituciones de investigación en muchos países, lo que aumentó bastante el número de usuarios de ese conjunto de protocolos, lo que fue potenciado por la tradicional colaboración existente entre los miembros de la comunidad académica y por la proliferación de máquinas con sistemas operativos del tipo UNIX que traían incorporado el protocolo TCP/IP.

En Europa, en 1989, fue creada la *Réseaux IP Européens* (RIPE), un foro de colaboración que comenzó con catorce entidades —la mayoría de ellas relacionadas con el área de la Física—, provenientes de seis países, con el objetivo de promover el uso de redes TCP/IP, tarea en la cual contó con el apoyo de la RARE, red académica europea que hasta entonces promovía exclusivamente el OSI. Dentro de los miembros del RIPE estaba el *Conseil Européen pour la Recherche Nucléaire* (CERN), el laboratorio europeo para Física de partículas, localizado en Ginebra (Suiza) donde surgieron las tecnologías de la *World Wide Web* (WWW), basadas en el TCP/IP, que en la década siguiente popularizaron el uso de Internet en todo el mundo.

En los Estados Unidos la estructura de las principales redes de investigación era provista por cuatro agencias del gobierno federal: la NSF, que financiaba la *National Science Foundation Network* (NSF-NET) y la Computer Science Network (CSNET); el Departamento de Energía, que financiaba la *Energy Sciences Network* (ESNET); la NASA que financiaba la *NASA Science Internet* (NSI); y la ARPA que financiaba la *Advanced Research Project Agency Network* (Arpanet). Todas esas redes operaban con TCP/IP y así continuaron, incluso después de 1995, cuando la coordinación de actividades de las redes académicas pasó a ser supervisada por el *Federal Networking Council* (FNC), entidad recién creada que reunía representantes de esas y otras agencias, como el propio NIST.

En Brasil, con el inicio del gobierno del presidente Fernando Collor de Mello en 1990, comenzó en el desmontaje de la Política Nacional de Informática vigente, que culminó con el decreto del fin de la «reserva de mercado» de computadores, periféricos y equipamientos de telecomunicaciones; una medida que produjo entre otras consecuencias la disminución de los poderes del MCT/SEI y el fin de la oposición frontal, por parte del gobierno, al uso académico del TCP/IP, aunque nunca se alteró la reglamentación que sostenía la preferencia gubernamental por la tecnología OSI.

Ya comenzaba a quedar claro que el TCP/IP suplantaría el OSI a nivel internacional, al menos en las redes académicas y de investigación. En Río de Janeiro varios investigadores presionaron a la Fundación de Amparo a la Investigación del Estado de Río de Janeiro (FAPERJ) para aprobar el uso del TCP/IP y permitir el acceso a Internet, lo que significó el primer apoyo oficial al uso de ese protocolo en Brasil. De este modo, desde su inicio el proyecto de la Red Río estuvo ligado, más allá del uso del TCP/IP, al interés por Internet, conforme relata Michael Stanton, uno de los coordinadores de ese proyecto:

Fue nombrada una comisión de acompañamiento de la Red Río, compuesta por mí, Alexandre Grojsgold (LNCC) y Paulo Aguiar Rodrigues (NCE/UFRJ). Nuestra misión era orientar el crecimiento de la red y hacer propuestas técnicas a la FAPERJ. La recomendación principal se planteó en un proyecto presentado al Consejo Superior en agosto de 1990 y que fue aprobado al mes siguiente. Se sugirió la adopción de una tecnología más sofisticada de red, que permitiese la oferta más amplia de servicios a las instituciones ligadas, inclusive los servicios de terminal remoto y transferencia de archivos. La tecnología indicada fue la familia de protocolos TCP/IP usada en las redes internas de los laboratorios y universidades en los Estados Unidos y en Europa.¹⁹

Cuando planteó sus argumentos a favor del empleo del modelo TCP/IP y sus protocolos, la comisión de acompañamiento de la Red Río aludió al uso mayoritario del TCP/IP en el plano internacional, así como también a la inminente migración de la red Internet al hacerse más disponible el modelo OSI; más allá del hecho de que algunos protocolos del TCP/IP ganaban estatus de patrón de la ISO:

En cuanto a la adopción de los protocolos OSI, nuestra respuesta es que sería prematura una decisión en este sentido, pues los patrones son recientes y el *software* que implementa los servicios no está universalmente disponible en los equipamientos usados aquí. Debemos todavía estudiar la situación en los Estados Unidos, donde hubo una ampliación enorme de la Internet durante los últimos cinco años, basada en el uso de la tecnología más antigua de TCP/IP. Allí ya está decidido que habrá migración de la Internet para protocolos OSI, tan pronto las implementaciones de estos sean estables y se encuentren totalmente disponibles. Al momento de especificar un plazo para hacer la mencionada migración, se habla, sin mayores precisiones, de la segunda mitad de los años 90. Es comprensible: las inversiones recientes en la tecnología actual fueron muy grandes y tienen que ser amortizadas en un período mayor. Se debe notar aquí que, en la visión de los norteamericanos, una «interred» OSI utilizaría el protocolo *Connection Less Network Protocol* (CLNP), muy semejante al Internet Protocol, y no al X.25.²⁰

Aunque la Red Río haya necesitado casi dos años para ser implementada, su ejemplo sirvió de modelo para redes de otros estados en Brasil y, principalmente, para la reformulación del proyecto de la Red Nacional de Educación e Investigación (RNP), que estaba comenzando a tomar forma. En aquel momento el entusiasmo por el uso del TCP/IP debía ser comedido, pues el modelo OSI todavía era el patrón vigente en Brasil y la batalla de los protocolos aún era un asunto delicado, conforme relata Michael Stanton:

En una presentación que hice en un evento en el Instituto Nacional de Matemáticas Puras y Aplicadas (IMPA) en 1991, donde estaban presentes funcionarios de la SEI y del Ministerio de las Comunicaciones, dije la herejía que "la RNP iba usar protocolos TCP/IP", al contrario de decir que "la RNP iba a dar soporte a múltiples protocolos". Fui instantánea y públicamente desautorizado por Tadao Takahashi, entonces coordinador de la RNP. Pienso que yo no tenía idea de su lucha por viabilizar el uso efectivo de TCP/IP en una red montada por el gobierno federal. En la época, mi preocupación principal aún era con la Red Río, que no era tan susceptible a estas presiones, creía yo.²¹

19. Michael A. Stanton, *Relatório de atividades em redes de pesquisa e educação no RJ.*, Río de Janeiro, 1991. Ubicación del documento: archivo personal de Michael Stanton.

20. Alexandre L. Grojsgold L, Paulo A. Rodrigues y Michael A. Stanton, *A Segunda Fase da Rede Regional Para o Rio de Janeiro.*, Río de Janeiro, 1990, pp. 6-10. Ubicación del documento: archivo personal de Michael Stanton.

21. Michael A. Stanton, entrevista por los autores, Río de Janeiro, 15 de julio de 2006.

En São Paulo también había presiones a favor del uso de la Internet, que resultaron en el primer acceso académico a la red Internet en Brasil en febrero de 1991, cuando la Fundación de Amparo a la Investigación del Estado de São Paulo (FAPESP) comenzó a transportar en su red, llamada *Academic Network at São Paulo* (ANSP), el tráfico TCP/IP y a tener acceso a la red ESNET en los EE.UU., que estaba ligada a la NSFNET, la cual, a su vez, era parte de la Internet.

La conectividad internacional de la FAPESP fue luego ampliada y el acceso a Internet extendido a algunas instituciones brasileñas como la Universidad de São Paulo (USP), la Universidad Federal de Río Grande del Sur (UFRGS), el Laboratorio Nacional de Computación Científica (LNCC), y la Pontificia Universidad Católica de Río de Janeiro (PUC-Rio). Esa perspectiva de acceso a Internet incentivó la creación de redes en esas instituciones y la integración de las redes locales antes aisladas.

La masificación del uso de Internet en Brasil tuvo su primer hito histórico en la realización de la *United Nations Conference for Environment and Development* (UNCED), la conferencia de la ONU sobre medio ambiente y desarrollo escenificada en Río de Janeiro en junio de 1992 (conocida también con la denominación de Río-92 o Eco-92). En ocasión de ese acto el Instituto Brasileiro de Análisis Sociales y Económicos (IBASE), a través de su red Alternex²² y con apoyo de la comunidad académica local, instaló una gran red TCP/IP que contó con un centro de operaciones y una salida internacional de 64 kbps para Internet, una enorme capacidad para la época. Esa estructura aumentó la capacidad de la Red Río e impulsó el primer *backbone* nacional de la RNP, lo que allanó el acceso a Internet para los demás estados de Brasil.

Después del evento de la ONU, el IBASE continuó integrando la Red Río y trató de ampliar los servicios de su red Alternex. También se convirtió en el primer proveedor de acceso público a Internet en Brasil, y abasteció, a partir de mediados de 1994, el acceso a la red de mensajes de Internet (USENET) para millares de usuarios de más de una centena de *Bulletin Board Systems* (BBS) esparcidos por el Brasil. A partir de allí, y junto con la explosión de la web, surgieron diversos proveedores de acceso, así como grandes portales de contenido y de comercio electrónico. Con la presencia de Internet en todos los medios se franqueó el ciberespacio para millones de brasileños.

18.5 El colapso final del modelo OSI

A pesar de las intenciones y del trabajo de innumerables personas envueltas en su desarrollo, el OSI falló al intentar cumplir la promesa de la compatibilidad universal. La mayoría de los fabricantes continuaron ofreciendo sus protocolos propios (como ejemplo citamos Apple Appletalk, Digital DECNET, Novell IPX, Microsoft NetBIOS, HP NS/VT, IBM SNA, Banyan VINES etc.), aunque a veces emplearon protocolos en el patrón OSI cuando tuvieron alguna presión inevitable por parte de la demanda de clientes.

Las organizaciones que quisieron conectar sus computadores en red se toparon con una situación de extrema fragmentación en el mercado de proveedores. Quienes trabajaban con un único fabricante

22. AlterNex comenzó en 1987 como un Bulletin Board System (BBS) creado para poder proveer herramientas de comunicación a las Organizaciones No Gubernamentales. A partir de 1989 comenzó sus operaciones como proveedor de servicios de Internet enlazado vía UUCP al Institute for Global Communications (IGC) en los Estados Unidos.

podían adoptar sus especificaciones técnicas (comúnmente propietarias) para el proyecto de sus redes internas. Pero en lo que se refería a la interconexión de redes distintas, el dilema entre OSI o TCP/IP, era zanjado cada vez más en favor del segundo modelo, en función de la mayor facilidad de implementación y de la creciente disponibilidad de herramientas y sistemas que le daban soporte.

El derrocamiento del OSI pasó a ser irreversible a partir del reconocimiento oficial de la red Internet por parte de los gobiernos; en particular, cuando sus respectivos perfiles gubernamentales fueron discontinuados o alterados para permitir la entrada del TCP/IP.

En los Estados Unidos la discontinuación del modelo OSI ocurrió en mayo de 1995, cuando el NIST publicó la FIPS 146-2, en cuyo texto se informaba el fin del GOSIP (FIPS 146-1) y la creación de la *Profile for Open Systems Internetworking Technologies* (POSIT), que abolió el uso obligatorio de los protocolos OSI en el gobierno federal:

El FIPS 146-1 adoptó el GOSIP que define un conjunto común de protocolos OSI y permite operar entre sí a los sistemas desarrollados por diferentes proveedores. Los usuarios de diversas aplicaciones pueden en esos sistemas intercambiar informaciones. El cambio altera el FIPS-146-1 a través de la remoción del requisito de que las agencias federales especifiquen los protocolos GOSIP al adquirir productos y servicios de red y sistemas y servicios de comunicación. El cambio referencia especificaciones adicionales que las agencias federales pueden usar en la adquisición de protocolos de comunicación de datos.²³

En octubre de 1995 el FNC, que coordinaba las redes académicas norteamericanas, publicó una resolución que, por primera vez, definió oficialmente lo que era la red Internet para el gobierno de los EE.UU., con una mención explícita al uso del protocolo TCP/IP:

Internet se refiere al sistema de información global que: 1) es lógicamente conectado por una dirección única global basada en el *Internet Protocol* (IP) o sus subsecuentes extensiones; 2) es capaz de soportar comunicaciones usando el *Transmission Control Protocol/Internet Protocol* (TCP/IP) o sus subsecuentes extensiones y/o otros protocolos compatibles al IP; y 3) provee, usa o torna accesible, tanto públicamente como privadamente, servicios de alto nivel basados en las comunicaciones y la referida estructura descritas en esta resolución.²⁴

En Brasil, el gobierno federal publicó, en mayo de 1995, una nota conjunta entre el Ministerio de las Comunicaciones (Minicom) y el Ministerio de la Ciencia y Tecnología (MCT) que, entre otras cosas, definió lo que era Internet:

La Internet es un conjunto de redes interconectadas de alcance mundial. En Internet están disponibles servicios como correo electrónico, transferencia de archivos, acceso remoto a computadores, acceso a base de datos y diversos tipos de servicios de información. Ella cubre prácticamente todas las áreas de interés de la sociedad.²⁵

23. National Institute of Standards and Technology, *Profiles for Open Systems Internetworking Technologies*, 1995. Disponible en Internet en la dirección: < <http://www.gpo.gov/fdsys/granule/FR-1995-05-15/95-11917> >. Consulta: 5 enero de 2015.

24. Federal Networking Council, *FNC Resolution: Definition of Internet*, 1995. Disponible en Internet en la dirección: < http://www.nitrd.gov/fnc/Internet_res.html >. Consulta: 10 de abril de 2013.

25. Ministério das Comunicações e Ministério da Ciência e Tecnologia. *Nota Conjunta*. 31 maio 1995. Disponible en Internet en la dirección: < <http://cgi.br/portarias/numero/147> >. Consulta: 5 de enero de 2015.

Posteriormente, en junio de 1997, mediante una instrucción normativa conjunta del MCT y del Ministerio de la Administración Federal y Reforma del Estado (MARE) fue instituido el cambio en POSIG, con una referencia específica al uso del TCP/IP:

La evolución tecnológica en los últimos cuatro años, desde la publicación de la Arquitectura de Referencia del POSIG y la convergencia que está ocurriendo en las arquitecturas del Modelo de Referencia OSI y de la Internet, con la creciente utilización de los protocolos TCP/IP, implica la necesidad de la actualización de la Arquitectura de Referencia del POSIG, conforme con lo previsto en el artículo número 3 del decreto número 518/92 para la inclusión de tales protocolos.²⁶

El espaldarazo recibido por parte de importantes gobiernos y la expectativa de una potencial integración con el OSI, a partir del reconocimiento oficial de varios de sus protocolos, permitieron al TCP/IP mantener su vigencia durante los años noventa, sin registrar una mayor presión para los usuarios. De hecho, el TCP/IP sobrevivió a la «batalla de protocolos» y emergió de ella mucho más fuerte, con una gran presencia en el mercado global, no solo por la expansión de la Internet, sino también por su adopción por otras innumerables redes constituidas sobre la base de sus protocolos, que, no por casualidad, sirvieron tanto para montar redes locales como para redes de larga distancia.

18.6 Conclusión

Al enfrentarse a las circunstancias internacionales (léase de los Estados Unidos y de Europa), los investigadores construyen diversas explicaciones del proceso que llevó a OSI a sobrevivir apenas como un modelo didáctico en las páginas de los libros.

Algunos autores sostienen que el abordaje del OSI, con su modelo abarcador que apuntaba a englobar todo el desarrollo de patrones, era muy ambicioso, una circunstancia que ralentizó las decisiones y las definiciones acerca de los protocolos por parte de la ISO.²⁷

Otros teóricos indican que el modelo OSI, más allá de ser más caro, era muy complejo y poseía capas en exceso (tres más que el TCP/IP, por ejemplo). Para algunas de esas capas nunca fue desarrollado ningún protocolo, mientras que para otras había protocolos en demasía.²⁸

«El mercado seleccionó al TCP/IP en detrimento del OSI». Esa frase, que resume el pensamiento dominante acerca del tema, esconde el hecho de que la preferencia por el TCP/IP, al igual que como pasó con muchas de las invenciones técnicas, fue el resultado de un conjunto de redes de materiales heterogéneos que permanentemente interactuaron entre sí, conforme nos lo presenta Pierre Lévy:

26. Ministério de Administração Federal e Reforma do Estado da República Federativa do Brasil (MARE) e Ministério da Ciência e Tecnologia da República Federativa do Brasil (MCT): «Instrução normativa conjunta n.º 1», Seção I do Diário Oficial, Brasília, D.F., 20 de junho de 1997.

27. Michael A. Padlipsky, *The elements of networking style and other essays and animadversions on the art of intercomputer Networking*, Lincoln, Nebraska, Authors Guild Backinprint.com, iUniverse.com, 1985; Neil Randall, *The Soul of Internet: netgods, netizens and wiring of the world*, Londres, Computer Press, 1997; Andrew Russel, «Rough Consensus and Running Code and the Internet-OSI Standards War», *IEEE Annals of the History of Computing*, vol. 28, núm. 3, 2006, pp. 48-61.

28. Peter Salus, *Casting the Net: from Arpanet to Internet*, Reading, Massachusetts, Addison-Wesley, 1995; Andrew Tanenbaum, *Computer Networks*, New Jersey, New York, Prentice Hall, 1996; Ivo Maathuis y Win Smit, «The battle between standards: TCP/IP vs OSI victory through path dependency or by quality?», en: 3rd IEEE Conference on Standardization and Innovation in Information Technology, Delft, Holanda, oct. 2003.

La creación técnica se revela como ruido desordenado de bricolajes, reutilizaciones, estabilizaciones precarias de disposiciones operatorias. Entre toda esta aglomeración de invenciones heteróclitas y de ideas dispares algunas de ellas, muchas veces por razones contingentes, serán utilizadas por la mayoría y se establecerán en el tiempo. Pasarán entonces por objetos técnicos homogéneos, coherentes y manifestarán con naturalidad su evidencia funcional.²⁹

La red sociotécnica del TCP/IP garantizó que, a lo largo de su trayectoria, sus metodologías pudiesen ser aplicadas en sistemas comerciales y debatidas sin cortapisas en foros públicos; también enseñadas y distribuidas gratuitamente en los departamentos de computación de las universidades más prestigiosas del mundo. Y fue por ello, por haber adoptado una estrategia de divulgación mucho antes que su competencia, y haberla ejecutado de una manera más coherente, por lo que el TCP/IP consiguió crear y mantener una mayor base instalada y acumular una mayor experiencia técnica, fortalecida todavía más con la proliferación del sistema operativo UNIX, el uso de la Internet y el soporte del gobierno norteamericano.

En el mundo y en Brasil el OSI se reveló como otro ejemplo más de una tecnología del futuro que nunca llegó a cumplir las expectativas surgidas a su alrededor. No obstante, es posible entender detalladamente las opciones y los tiempos, los avances y los retrocesos del acompañamiento específicamente brasileiro al OSI, en su viaje rumbo al lago de las ficciones. También aquí estos meandros no nacieron solo de la lógica de las técnicas; y de hecho, pueden ser mejor explicados por las batallas y escaramuzas de las tácticas, de las estrategias y de las luchas políticas, como las que ocurrieron entre el Ministerio de las Comunicaciones y la Secretaría Especial de Informática, cuyo desenlace acarreó un cambio en la conducción del proceso; o por la subversión académica por la diseminación de las redes TCP/IP, apalancadas por el acceso a la Internet auspiciado por un evento ecológico internacional coordinado por una ONG. El futuro parecía pertenecerle al OSI. Sin embargo, es conveniente recordar que «la capacidad de previsión de la tecnociencia depende enteramente de su habilidad en propagar redes sociotécnicas»³⁰. A pesar de todo el reclutamiento de aliados en torno del modelo OSI, el esfuerzo no fue suficiente para consagrarlo como el representante de la interoperabilidad entre sistemas y este fracaso lo confinó a las páginas introductorias de los libros técnicos sobre redes de computadores.

29. Pierre Lévy, «A invenção do computador», *Elementos para uma História das Ciências III: de Pasteur al computador*, Lisboa, Terramar, 1989, p. 182.

30. Bruno Latour, *Ciência em ação: como seguir cientistas e engenheiros afora*. São Paulo, Unesp, 2000, p. 407.

Historia de vida de tres mujeres pioneras de la computación en Costa Rica

Marta Eunice Calderón y Gabriela Marín

19.1	Introducción	292
19.2	Trabajos relacionados y metodología	292
19.3	La fundadora del Centro de Cálculo Electrónico	293
19.4	La primera profesora y mujer directora de Ciencias de la Computación	297
19.5	La primera mujer graduada de Ciencias de la Computación	301
19.6	Conclusiones	304
19.7	Anexo: Instrumentos utilizados	305

19.1 Introducción

La historia de la computación y la informática, al igual que la de otros campos científicos y técnicos, ha sido escrita en términos masculinos. Pocas veces se resalta el papel que han jugado las mujeres en el desarrollo de esta disciplina. Esta situación se ha visto reforzada por el hecho de que la mayoría de quienes ingresan a estudiar computación son hombres. Tal es el caso de la Universidad de Costa Rica (UCR), donde en la actualidad solo 17 % de las personas que ingresan a la Escuela de Ciencias de Computación e Informática son mujeres.¹ Esta situación no es nueva. La primera generación de graduados en computación de la UCR en 1976 estaba compuesta por cinco personas, de las cuales una era mujer.

Las primeras computadoras electrónicas llegaron a Costa Rica en el segundo lustro de la década de los años 60. En particular, en la UCR la aventura empezó alrededor del año 1968.² La primera computadora electrónica adquirida por la UCR fue «Matilde», una IBM 1620-1.³ «Matilde» fue puesta a disposición de toda la comunidad universitaria en el Centro de Cálculo Electrónico. Lo que es poco conocido es que la primera directora de este centro fue una ingeniera civil, la profesora Clara Zomer.

La historia de la computación está llena de hitos grandes y pequeños. Algunos de estos han sido protagonizados por mujeres pioneras, quienes posiblemente sin saberlo estaban abriendo nuevos caminos. Poco se sabe en general de ellas y de sus contribuciones. En este trabajo presentamos el aporte de tres mujeres pioneras de la computación en Costa Rica: la mujer que tuvo bajo su responsabilidad la primera computadora electrónica de la UCR, la primera mujer costarricense que impartió cursos y dirigió la carrera de Ciencias de la Computación, y la primera mujer costarricense que se graduó en Ciencias de la Computación. Cada una de ellas nos ha dejado un legado que deseamos rescatar.

La estructura de este documento se describe a continuación. En el siguiente apartado se hace una breve introducción a algunos antecedentes, los cuales fueron utilizados para desarrollar la metodología empleada. Luego se expone, en orden cronológico de aparición en el campo de la computación, cada una de las historias de vida de las tres pioneras. Finalmente, se incluye la sección de conclusiones.

19.2 Trabajos relacionados y metodología

Muchas mujeres han contribuido de un modo significativo al desarrollo de las Ciencias de la Computación.⁴ Algunas de ellas son ampliamente reconocidas, como es el caso de Augusta Ada Byron Lovelace, inventora de conceptos y estructuras de programación, y cuyo nombre se inmortalizó con el lenguaje de programación Ada. Sin embargo, el trabajo de las mujeres en computación ha sido muchas veces completamente ignorado, como fue el caso de Jean Jennings Bartik y otras cinco mujeres, quienes programaron el cálculo de trayectorias balísticas para la presentación pública de la computa-

1. Gabriela Marín, Elena G. Barrantes y Silvia Chavarría, «¿Se estarán extinguiendo las mujeres de la carrera de Computación e Informática?». En: *Memorias de la XXXIII Conferencia Latinoamericana de Informática, CLEI 2007*, San José, Costa Rica, 2007, p. 4.

2. Claudio Gutiérrez, entrevista de Rodolfo J. Rodríguez, 1993. Disponible en Internet en la dirección: <<http://www.claudiogutierrez.com/papers/caminos.html>>. Consulta: 22 de marzo de 2013.

3. Clara Zomer, entrevista personal por las autoras, San Pedro de Montes de Oca, 12 de abril de 2010.

4. Denise Güerer, «Women in Computing History», *ACM SIGCSE Bulletin* 34, núm. 2, 2005, p. 116.

dora Eniac, pero que no recibieron reconocimiento alguno por su gran esfuerzo y empeño.⁵ Poco conocido es el gran aporte de mujeres como Betty Holberton, Adele Mildred Koss y Grace Murray Hopper, en el proceso de hacer las computadoras más accesibles y darles uso en un ámbito de aplicación más amplio.⁶

En el 2005, guiadas por la preocupación de la falta de presencia femenina en el área de computación, varias mujeres reunidas en Lisboa, constituidas como un grupo de trabajo de la *Conference on Innovation and Technology in Computer Science Education* (ITICSE), emprenden la tarea de rescatar la memoria y preservar la historia de las mujeres pioneras. Este grupo, liderado por Vicki Almstrum, trabaja en torno a los siguientes objetivos: 1) investigar modelos para ser imitados por las nuevas generaciones de mujeres; 2) documentar las historias no escritas de mujeres pioneras en el campo de la computación; 3) explorar estos testimonios para aprender de ellos, porque sus protagonistas en muchos casos enfrentaron circunstancias difíciles; y 4) elaborar un registro de estas dificultades y los medios con los cuales fueron superadas, como una fuente de inspiración para las nuevas generaciones.⁷ El proyecto se basa en la recopilación estructurada de la historia oral como fuente primordial del estudio.

Nuestra investigación toma como referencia el esquema seguido por este grupo, y construye los instrumentos, presentes en el apéndice, con base en las preguntas propuestas por el grupo de trabajo ITICSE.⁸ Nuestra metodología se centra en entrevistas personales a dos de las tres pioneras, por permanecer aún con vida. En el caso de la única pionera difunta, su historia de vida ha sido reconstruida por el currículum profesional suministrado por su hija, por algunos de sus escritos y por los resultados de las encuestas realizadas a ocho de sus alumnas (ver el detalle de la encuesta en el Apéndice). Adicionalmente, en el caso de todas las pioneras, se logró contar con material escrito y artículos que referencian su quehacer profesional.

A continuación se presenta una reseña de vida de estas tres mujeres ejemplares.

19.3 La fundadora del Centro de Cálculo Electrónico

Ingeniera civil de profesión y catedrática universitaria, la profesora Clara Zomer Rezler (figura 19.1) ha sido una mujer pionera en variedad de campos, que abarcan desde la docencia hasta puestos políticos. Fue la primera mujer que se graduó como ingeniera civil de la Universidad de Costa Rica y la primera mujer que impartió lecciones en la Facultad de Ingeniería. También abrió camino en el campo de la computación. En 1965 tuvo la oportunidad de permanecer en el Centro de Cálculo Electrónico de México, en la Universidad Autónoma de México (UNAM). El objetivo de su permanencia era familiarizarse con el empleo de computadoras electrónicas, con el fin de comprender cómo resolver mediante su uso problemas de distintas disciplinas. Ese mismo año también se trasladó a la Universidad de Stanford a

5. Kim Todd, Lori Mardis y Patricia Wyatt, «We've Come a Long Way, Baby! But Where Women and Technology Are Concerned, Have We Really?», *Proceedings of the 2005 SIGUCC Conference*, Monterey, California, 2005, p. 381.

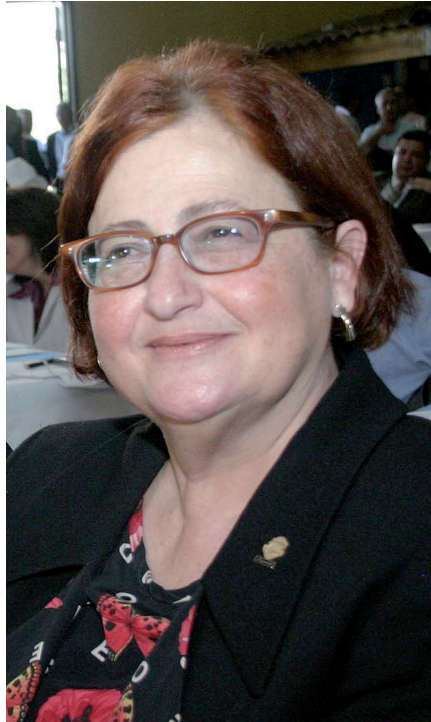
6. Denise Gürer, «Women in Computing History», *ACM SIGCSE Bulletin* 34, núm. 2, 2005, p. 117-118.

7. Vicki Almstrum, et al., «Building a Sense of History: Narratives and Pathways of Women Computing Educators», *ACM SIGCSE Bulletin* 37, núm. 4, 2005, p. 174.

8. *Ibid.*, p. 182.

realizar estudios de posgrado. Nuevamente tuvo la oportunidad de trabajar en el centro de cálculo electrónico de esta casa de estudios, donde contaban con una computadora Burroughs.

Figura 19.1 Ingeniera Clara Zomer Rezler



Con estas experiencias, en 1968 estableció el Centro de Cálculo Electrónico (CCE) dentro de la Facultad de Ingeniería de la UCR y se constituyó en su primera directora. Para organizar su funcionamiento, siguió los procedimientos y normas administrativos que había visto aplicar en la UNAM y en Stanford. El CCE adquirió bajo su gestión una computadora para aplicaciones científicas modelo IBM 1620-1, conocida popularmente como «Matilde», de tan solo 40.000 posiciones de memoria.⁹ Era de segunda mano y provenía de Canadá. Este es un gran hito en la historia de la computación en Costa Rica, puesto que «Matilde» también fue la primera computadora electrónica que llegó a Costa Rica.¹⁰ Hasta entonces, las instituciones públicas de Costa Rica contaban únicamente con equipos electromecánicos, conocidos como de registro unitario. En particular, la UCR contaba desde el inicio de la década de los años 60 con una unidad administrativa llamada «Sección Técnica Mecanizada», en la que se contaba con equipo electromecánico para procesamiento de tarjetas perforadas.¹¹ Por todas estas razones, la

9. Centro de Informática, *El Centro de Informática de la Universidad de Costa Rica*, San Pedro de Montes de Oca, Universidad de Costa Rica, 1976, p. 15.

10. Edison de Faria, «Tecnología digital y resolución de problemas», *Cuadernos de Investigación y Formación en Educación Matemática*, vol. 2, núm. 3, 2007, p. 123.

11. Abel Brenes, «Aportes del Centro de Informática en 35 años», *35º Aniversario: Centro de Informática*, San Pedro de Montes de Oca, Universidad de Costa Rica, 2008, p. 3.

llegada de «Matilde» representaba un gran avance nacional. En palabras de doña Clara, en el nuevo CCE laboraba como operadora una mujer y se contaba con un asesor de la IBM.¹²

Al amparo y con la guía de doña Clara y de acuerdo con su relato periodístico, los muchachos, «enfrentándose a la alternativa de someter **el computador** a su dominio, decidieron ponerle nombre de mujer... Con este acto [el bautismo] **el computador** se convirtió en algo cercano —madre, hermana o novia— con lo cual es posible trabajar en términos humanos y no mágicos» (las letras negritas aparecen en el artículo original).¹³

Por iniciativa de la fundadora del CCE, «Matilde» no solo fue puesta a disposición de toda la comunidad universitaria, sino de del país.¹⁴ La ingeniera Zomer tomó esta decisión de forma voluntaria y planificada. Por ello, invitó a estadísticos, médicos, demógrafos y otros profesionales para que aprendieran a utilizar la computadora. Sabía que para convencerlos ella misma tenía que enseñarles a programarla, por lo que dedicó tiempo para impartir cursos y seminarios.

Uno de los profesionales iniciados por ella fue el filósofo Claudio Gutiérrez Carranza, quien al regresar de sus estudios de doctorado se encontró con que la UCR había adquirido una computadora. En una conversación entre la ingeniera Zomer y el doctor Gutiérrez, ambos discrepaban acerca de la utilidad de las computadoras en la filosofía y otras ciencias, consideradas por él, «nobles». Dado que el doctor Gutiérrez tenía como especialidad la lógica simbólica, la ingeniera Zomer le preguntó cuánto tiempo le tomaría resolver un problema de su disciplina y lo invitó a intentar hacerlo con la computadora, para que se convenciera de que podría solucionarlo en menos tiempo con la ayuda de la máquina.¹⁵ El doctor Gutiérrez aceptó el reto y fue la misma ingeniera Zomer quien le enseñó a programar en el lenguaje Fortran. Para él significó el inicio de una intensa labor en el campo de la inteligencia artificial.¹⁶ Para ella, don Claudio se convirtió en un aliado estratégico en la consolidación de la computación en la UCR, al convertirse en rector de la universidad. Durante su gestión se creó la Escuela de Ciencias de la Computación e Informática, de la cual incluso fue profesor durante varios años.¹⁷

La ingeniera Zomer organizó cursos, seminarios y talleres, de modo que impartió los primeros cursos de computación en la UCR, tales como «Cálculo electrónico» (programación en Fortran), «Análisis de sistemas», «Programación lineal» y «Ruta crítica».

A pesar de que «Matilde» era una computadora para aplicaciones científicas, la ingeniera Zomer programó una aplicación administrativa en el lenguaje ensamblador llamado SPS; un programa de planillas, que efectivamente fue utilizado para cálculo de planillas de la UCR.¹⁸ Ni SPS ni Fortran eran lenguajes aptos para el desarrollo de aplicaciones administrativas. Por ello, este desarrollo es muy significativo. Con este gran esfuerzo, la ingeniera Zomer quería hacer patente que la computadora era útil no solo para fines científicos, sino también para tareas de oficina. De esta forma y por el enorme

12. Clara Zomer, entrevista personal por las autoras, San Pedro de Montes de Oca, 12 de abril de 2010.

13. Clara Zomer, «Matilde», En: *10 Años en la página quince*, San José, Costa Rica, Editorial Universidad Estatal a Distancia, 1982, p. 9.

14. Clara Zomer, entrevista personal por las autoras.

15. *Ibid.*

16. Claudio Gutiérrez, entrevista de Rodolfo J. Rodríguez, 1993. Disponible en Internet en la dirección: <<http://www.claudiogutierrez.com/papers/caminos.html>>. Consulta: 22 de marzo de 2013.

17. Clara Zomer, entrevista personal por las autoras.

18. *Ibid.*

carisma y esmero de la ingeniera Zomer, el CCE impulsó el uso de las computadoras en los ámbitos de la docencia, la investigación y la administración.

El CCE funcionó desde 1968 hasta 1973. Fue el precursor del Centro de Informática, que empezó a funcionar en 1973 como la unidad administrativa a cargo del diseño y la implementación de sistemas computarizados, además de dedicarse al apoyo computacional a la investigación y la docencia en la UCR.¹⁹

Entre 1992 y 1994, la ingeniera Zomer fungió como decana de la Facultad de Ingeniería. Durante este periodo, consolidó la fibra óptica de la Facultad.²⁰ En los más de 70 años de la Facultad, ella ha sido la única mujer que ha ocupado este puesto.

Aparte de ser pionera en el campo de la computación, la ingeniera Zomer ha sido también la fundadora y la primera directora de la Oficina de Planificación de la Educación Superior, la única mujer que ha sido presidenta del Instituto Nacional de Urbanismo, una diputada enérgica, y ministra de la Vivienda de Costa Rica.²¹ Como directora ejecutiva de la Oficina de Planificación de la Educación Superior, a partir de 1975, trabajó hombro con hombro con los rectores y rectoras de las cuatro universidades públicas en el contexto del Consejo Nacional de Rectores (Conare) para promover el fortalecimiento de la educación superior pública costarricense. Con el advenimiento de la educación superior privada, su preocupación fue siempre el garantizar la calidad de los egresados universitarios.

En julio de 1999, las cuatro universidades del Conare, conjuntamente con cuatro universidades privadas, suscriben el «Convenio para la creación del Sistema Nacional de Acreditación de la Educación Superior». De este modo, se funda el primer Consejo Nacional de Acreditación del Sinaes. La ingeniera Zomer fue invitada a ser parte de la institución y ella participa de julio del 1999 hasta febrero del 2001.²²

Por su larga trayectoria como ingeniera, el Colegio de Ingenieros Civiles le otorgó la distinción «Profesional Destacada 1999». Fue la primera vez que este premio anual, creado en la década anterior, recayó en una mujer.²³ En un reportaje en el periódico *La Nación*, con motivo de la divulgación de este reconocimiento, se informa a los lectores que junto con la ganadora estudiaron ingeniería civil otras mujeres, pero la mayoría se retiró en el camino. «La prioridad para varias compañeras era casarse; en ese entonces, mi principal objetivo era realizarme como profesional.»²⁴

La ingeniera Zomer, además de una vida profesional intensa, también tuvo la oportunidad de ser madre de una hermosa niña, a quien bautizó Alegría. Según las propias palabras de la ingeniera Zomer, el mayor reto de su vida ha sido compatibilizar su vida familiar con su vida profesional. Inclusive en una

19. Centro de Informática de la Universidad de Costa Rica, *El Centro de Informática de la Universidad de Costa Rica*, San Pedro de Montes de Oca, Universidad de Costa Rica, 1976, p. 2; Abel Brenes, «Aportes del Centro de Informática en 35 años», *35º Aniversario: Centro de Informática*, San Pedro de Montes de Oca, Universidad de Costa Rica, 2008, p. 2.

20. Clara Zomer, entrevista personal por las autoras.

21. Celedonio Ramírez, *La tercera revolución educativa costarricense: memoria de la creación y puesta en marcha de la UNED (1975-1982)*, San José, Costa Rica, Editorial Universidad Estatal a Distancia, 2006, pp. 26-27, 35.

22. Sistema Nacional de Acreditación de la Educación Superior, «Reseña del SINAES». *Página web del Sistema Nacional de Acreditación de la Educación Superior*, dirección en Internet: <http://www.sinaes.ac.cr/informacion_institucional/resena_sinaes.htm>. Consulta: 10 de febrero de 2013.

23. Raquel Gólcher, «Ingeniera con buena pluma», *La Nación*, 12 de setiembre de 1999.

24. *Ibid.*

ocasión rechazó una oferta para laborar en la jefatura de un centro de cálculo electrónico por la imposibilidad de mantener esta compatibilidad. Sin embargo, es importante resaltar que nunca ha sentido que haya sido diferente o discriminada por el hecho de ser mujer. No se ha visto a sí misma como una reivindicadora de la posición de las mujeres, aunque tácitamente sí lo fue. Considera que siempre ha sido valorada por su inteligencia y por estar orientada a la acción.²⁵ A lo largo de su vida ha sabido aprovechar la oportunidad que ha tenido para convertirse en agente de cambio.

Cuando le preguntamos a la ingeniera Zomer cuál consejo daría a una mujer joven que quisiera empezar estudios en ciencias de la computación, su respuesta fue que «siga su estrella y que nada la detenga».²⁶

19.4 La primera profesora y mujer directora de Ciencias de la Computación

¿De dónde surgen los primeros profesores en Ciencias de la Computación? En el caso de la UCR, los primeros profesores fueron matemáticos o ingenieros.²⁷ Entre todos ellos destacaba la presencia de una mujer, Silvia Chavarría González (figura 19.2). Con un bachillerato en Matemática y una maestría en Matemática Aplicada, Silvia, como era llamada por quienes la conocimos, y reconocida por muchos en la UCR, empezó a impartir cursos de Ciencias de la Computación, cuando este programa de estudios se impartía en el Departamento de Computación de la Escuela de Matemática de la UCR.

Figura 19.2 Silvia Chavarría González



25. Clara Zomer, entrevista personal por las autoras, San Pedro de Montes de Oca, 12 de abril de 2010.

26. *Ibid.*

27. Javier Gaínza, entrevista por Marta E. Calderón, San Pedro de Montes de Oca, 8 de diciembre de 2009.

En 1981 cuando se fundó la Escuela de Ciencias de la Computación e Informática (ECCI, Silvia pasó a formar parte del cuerpo profesoral de la institución. De los trece docentes contratados, ella era la única dama.²⁸ En 1993 se convirtió en la primera mujer en ser directora de la ECCI. También fue directora, años después, del Programa de Posgrado en Computación e Informática de la UCR, en el cual siguió laborando inclusive después de pensionada. Además de impartir cursos de investigación de operaciones (su especialidad), dictó también cursos de análisis y desarrollo de sistemas, y de impacto social y ético de la computación.

Durante su vida tuvo varias oportunidades de colaborar directamente con la industria de la tecnología de la información. De junio de 1983 a mayo de 1984 recibió una beca-trabajo de la compañía IBM-Costa Rica, que le permitió obtener experiencia práctica y conocer las necesidades de capacitación en computación en país.²⁹

Sin abandonar sus actividades docentes, se desempeñó por ocho años como coordinadora del Programa de Actualización y Capacitación Computacional, una iniciativa educativa de extensión creada para la formación de personal para la industria. Nunca temió incursionar en nuevos campos. Por esta razón, su experiencia laboral no se limitó a la docencia. También participó en proyectos de auditoría de sistemas y de análisis y diseño de sistemas.³⁰

En su época de estudiante de Matemática era prácticamente la única mujer del grupo.³¹ En su criterio, sus compañeros la trataban bien, pero desde entonces notó que existían muchas diferencias entre ambos sexos. Relata como, en el tercer año de la carrera, la circunstancia de no contar con una compañera con quien compartir sus vivencias la llevó al extremo de odiar la matemática. Tuvo la suerte de que una psicóloga y exprofesora le facilitó unas lecturas sobre la repercusión de los hombres y las mujeres en las matemáticas, que le ayudaron a comprender su situación y cambiarla. En ese momento surgió su interés por los problemas de discriminación sexual en el campo de la ciencia y la tecnología, que fue una constante en el resto de su vida. Tal fue su interés que en 1991 obtuvo, en la Universidad de Wisconsin en Madison, una maestría en «Currículo e instrucción», con especialidad en enseñanza y aprendizaje de la matemática y cómputo por parte de mujeres. Expuso su vasta producción literaria sobre la igualdad de oportunidades en el ámbito científico para hombres y mujeres en múltiples congresos y seminarios, tanto nacionales como internacionales.³² Fue, además, la primera persona costarricense que recibió dos veces una beca Fulbright-Laspau, honor realmente difícil de conseguir.

Silvia fue reconocida en muchos ámbitos como una mujer digna de admiración, que dejó una huella imborrable en quienes la conocieron. Siempre miró al ser humano que había en cada persona, haya sido estudiante o compañero. Un ejemplo real de lucha por la vida. Mantuvo su amor por la enseñanza de contenidos académicos, pero también por la transmisión de ideas y valores, como el respeto hacia el interlocutor como ser humano. Siempre sostuvo que la matemática «no puede ser neutra, objetiva a la realidad, sino sesgada, en particular masculina. Ella menciona que la matemática no es solo un

28. Vicerrectoría de Docencia, *Resolución VD-1077-81*, San Pedro de Montes de Oca, 1 de julio 1981, pp. 1-2.

29. Silvia Chavarría [Currículum vitae].

30. *Ibid.*

31. Silvia Chavarría, «Género, ciencia y tecnología, una visión muy personal», *Memorias del Primer Encuentro Multidisciplinario Mujeres y Ciencia*, (San José, Costa Rica, 2002. Disponible en Internet en: <http://163.178.205.6/documentos/documentos/listadoocs/mujeres_ciencia/relatos/Silvia_Chavarría2.htm>. Consulta: 10 de marzo de 2010.

32. Silvia Chavarría [Currículum vitae].

conjunto de axiomas, definiciones y la lógica que los relaciona; matemática es también su historia, su práctica, el hacerla y sus aplicaciones». ³³ Esta forma de entender las matemáticas la extrapoló a su visión de la docencia en Computación.

Fue mentora de muchísimas mujeres, siempre con un oído atento, una voz amiga y un consejo pertinente. De seguidas, se presenta un conjunto de testimonios de destacadas estudiantes de Silvia Chavarría González, quienes han logrado en su totalidad obtener un posgrado y ocupar puestos de relevancia en el área de la computación. En la Universidad de Costa Rica algunas de ellas han sido directoras de la Escuela y de la Maestría en Computación e Informática, directoras de la Sede Regional del Pacífico, docentes en propiedad de la Sede Regional de Occidente o profesoras en propiedad en la ECCI. En el ámbito de las políticas públicas, se cuenta una directora de proyectos en el Instituto Costarricense de Electricidad, una asistente de la División de Servicios Tecnológicos del Banco Central de Costa Rica y una líder técnica de proyectos bajo el puesto de Fiscalizador en Sistemas de Información en la Contraloría General de la República. A continuación presentamos sus impresiones:

- «Silvia siempre era una maestra. Enseñaba con su actitud, con su ejemplo y, claro, directamente. Ella logró cambiar mi perspectiva del mundo en varias ocasiones. Fue ella quien me enseñó el verdadero significado de “lo personal es político”, del feminismo y del compromiso que hay que tener.» (Gabriela Barrantes, directora de la Escuela de Ciencias de la Computación e Informática, y exdirectora del Programa de Posgrado en Computación e Informática de la UCR).
- «Trabajadora incansable, dedicada a su profesión, amiga leal... pedagoga innata.» (Lidia Arévalo, jefa de la Unidad de Desarrollo de la Oficina de Registro e Información de la UCR y exdirectora del Programa de Posgrado en Computación e Informática de la UCR).
- «Mujer segura, firme, audaz, libre, sin complejos, de “armas tomar”. Era alentadora, motivadora. Hacía lo que quería y era firme en lo que creía.» (Susan Chen, directora de la Sede Regional del Pacífico de la UCR).
- «Mujer llena de energía, alegre y de “armas tomar”. Era una profesora crítica, activa, nada magistral, más bien muy participativa» (Yorleny Salas, docente en propiedad de la Sede Regional de Occidente).
- «Tuvo influencia en mí, al mostrarme que las mujeres eran tan valiosas como los hombres profesionalmente, y que uno tenía que luchar por lo que creía.» (Alexandra Martínez, docente en propiedad de la Escuela de Ciencias de la Computación e Informática y subdirectora del Centro de Investigaciones en Tecnologías de Información y Comunicación).
- «Una persona alegre, emprendedora y firme.» (Katia Méndez, directora de proyectos en el Instituto Costarricense de Electricidad).
- «Excéntrica, original, superinteligente... positiva, auténtica, abierta, daba confianza, desafiaba lo convencional.» (Marta Rodríguez, asistente de la División de Servicios Tecnológicos del Banco Central de Costa Rica).

33. Silvia Chavarría, «Matemática sesgada por género», *Revista Ciencias Sociales*, núm. 65, 1994, p. 127. Disponible en Internet en: <<http://www.revistacienciasociales.ucr.ac.cr/matematica-sesgada-por-genero/>> Consulta: 22 de marzo de 2010.

- «Persona con gran determinación y fuerza interior, lo que le permite lograr las metas que se propone.» (Rosa Solís, líder técnica de proyectos bajo el puesto de Fiscalizador en Sistemas de Información en la Contraloría General de la República).

Sus estudiantes reconocen en ella la franqueza con que expresaba su pensamiento, la firmeza con la que defendió sus creencias. Fue ejemplo a seguir para ellas. Como describe Gabriela Barrantes: «Silvia era una mujer muy inteligente y valiente, pero lo más importante es que era una líder natural, con una gran intuición con respecto a la gente y las situaciones. Era capaz de aglutinar gente muy diferente para lograr objetivos importantes y para crear comunidad».

Con motivo de su muerte, desafortunadamente prematura, Alejandra León Castellá, directora del Cientec, escribe en el diario *La Nación*:

Silvia mantenía amistades con —me atrevería a decir— miles de personas, a las que participaba de su rica intuición, sagaz intelecto, visión multicultural y su profundo escrutinio lógico (últimamente nos conectaba a todos por medio de su blog y nos contaba de sus viajes por el mundo). Ningún problema era demasiado simple, o complejo. Toda duda era seccionada, sistemáticamente, hasta llegar a la médula. A partir de esa esencia, construía posiciones y estrategias. Del análisis teórico, pasaba a la práctica: prestando recursos, compartiendo labores, fabricando conceptos... acompañando, de cerca o de lejos.³⁴

Gabriela Barrantes comenta, en su respuesta al instrumento entregado por las autoras, que cuando una vez tuvo dudas sobre su tesis de doctorado recurrió a su guía, y aunque ella no sabía nada de su especialidad, finalmente logró reenfoclarla. Resalta Barrantes la habilidad de Silvia de «ver una situación, de darle vuelta y de darle vuelta otra vez hasta lograr orientarse era algo excepcional».

Silvia se realizó como profesional, como esposa y compañera y también como madre de dos hijos: Pedro y Jimena. Como plantea Rosa Solís: «Como madre, mujer y profesional podía observar en ella una persona muy valiente y decidida, que siempre luchaba y se las arreglaba para poder cumplir con sus responsabilidades y metas».

Gran consejera, Silvia tenía la virtud de analizar los problemas y encontrarles una solución práctica rápidamente, ya fueran problemas profesionales o personales.

Además de su actividad académica, Silvia fue activista política y miembro del sindicato de la universidad y de organizaciones feministas.³⁵ Sus últimos días los pasó viajando por el mundo y luchando bajo una consigna muy específica: «No al Tratado de Libre Comercio» lo cual puede ser visto en su blog, que comienza con su frase preferida: «Lo bailado nadie me lo quita».³⁶

34. Alejandra León, «Silvia... un referente en la historia colectiva», *La Nación*, 6 de mayo de 2008.

35. Silvia Chavarría, «Género, ciencia y tecnología, una visión muy personal», *Memorias del Primer Encuentro Multidisciplinario Mujeres y Ciencia*, (San José, Costa Rica, 2002. Disponible en Internet en: <http://163.178.205.6/documentos/documentos/listadocs/mujeres_ciencia/relatos/Silvia_Chavarría2.htm>. Consulta: 10 de marzo de 2010.

36. «Lo-bailado-nadie-me-lo-quita». Blog personal de Silvia Chavarría. Dirección en Internet: <<http://lo-bailado-nadie-me-lo-quita.blogspot.com>>. Consulta: 1 de marzo de 2011. «No al TLC» fue un movimiento popular contra la firma del Tratado Libre de Comercio con Estados Unidos, Centroamérica y República Dominicana.

19.5 La primera mujer graduada de Ciencias de la Computación

¿Por qué decide una mujer joven estudiar Ciencias de la Computación cuando todavía nadie sabía de qué se trataba esa carrera? En el caso de la primera costarricense graduada en Ciencias de la Computación, Marta Calderón Chacón (figura 19.3), la decisión no fue resultado de un proceso de evaluación concienzudo, sino más bien una oportunidad que decidió aprovechar.³⁷ El profesor Bernardo Montero, de la Escuela de Matemática, la recomendó para una beca que ofrecía el Instituto Nacional de Seguros (INS), cuyo monto le permitía costear sus estudios universitarios. En ese momento, la inopia de profesionales en el campo de la computación motivó al INS a becar a jóvenes estudiantes, quienes se comprometían a retribuir la beca con trabajo. Así fue como Marta formó parte de la primera generación de estudiantes de Ciencias de la Computación, no solo de la Universidad de Costa Rica sino de todo el país. En 1976 se convirtió en la primera mujer en obtener el grado de bachiller en Ciencias de la Computación de la Universidad de Costa Rica. Nuevamente becada por su entonces patrono, el INS, en 1979 se graduó en la Universidad de Pennsylvania en el programa de Maestría en Ciencias de la Computación e Información, con lo cual también fue la primera mujer costarricense en obtener un título de posgrado en esta disciplina.

Figura 19.3 Marta Calderón Chacón, primera mujer graduada en Ciencias de la Computación



Durante su época de estudiante en la UCR su mayor reto fue sobrevivir los difíciles cursos de matemáticas. Afirma que nunca percibió discriminación por ser mujer, aunque reconoce que muchas mujeres viven en condiciones muy difíciles.³⁸

37. Marta L. Calderón, comunicación vía correo electrónico realizada con la autora Marta E. Calderón, marzo de 2010.

38. *Ibid.*

Su primer trabajo, después de graduada en la UCR, fue en el INS, donde primero se desempeñó como técnica en computación y posteriormente tuvo a su cargo la dirección de desarrollo de sistemas. En este puesto laboró con un grupo de aproximadamente treinta y cinco profesionales, provenientes de distintas universidades nacionales, muchos de los cuales fueron reclutados por ella. Este equipo estaba dedicado a grandes proyectos de automatización, en los que se introdujeron tecnologías novedosas para la época, como el teleprocesamiento, las bases de datos y una computadora IBM 360 para la institución que administraba todos los seguros del país. Este fue el primer gran logro de su vida profesional.³⁹

Marta Calderón dio un cambio de rumbo a su vida en 1982. Se dedicó a labores de consultoría en las áreas de sistemas de información y auditoría de sistemas, un campo profesional muy nuevo en Costa Rica en ese entonces. Tuvo la oportunidad de trabajar con Herrero Villalta y Asociados, representantes de Deloitte, Haskins & Sells en Costa Rica, con quienes realizó auditorías de los centros de computación y los sistemas de información de gran variedad de organizaciones, tales como el Instituto Costarricense de Electricidad, la Caja Costarricense del Seguro Social, la Universidad Nacional, el Instituto de Acuicultura y Alcantarillados, la Embotelladora Coca Cola de Costa Rica y el Banco do Brasil en Panamá.⁴⁰

En 1982 también se constituyó la Asociación Nacional de Informática, entidad que agrupó a profesionales costarricenses que laboraban en el campo de la computación e informática, la cual es considerada como la precursora del Colegio de Profesionales en Informática y Computación. Marta Calderón Chacón fue una de los miembros fundadores y fungió como presidente de la asociación en las tres primeras juntas directivas electas.⁴¹ También fue miembro de la Asociación Costarricense de Auditores en Informática. Sacó su veta de empresaria cuando fundó la empresa Asesorías Comerciales Delphos, S.A., en la que se desempeñó como gerente.

Ella siempre ha tenido la pasión por aprender y compartir sus conocimientos. Entre 1982 y 1984 dirigió *Computing*, primera revista en el campo de la computación en Costa Rica, con proyección en Centroamérica, Panamá y el Caribe.⁴² Con esta publicación contribuyó a la formación y divulgación de temas técnicos innovadores. En sus ediciones se cubrió una amplia variedad de asuntos, tales como metodologías de desarrollo, seguridad, bases de datos, inteligencia artificial, *hardware* y *software* en el mercado, contratación de servicios externos, computadoras y salud, robótica y telecomunicaciones. Avances tecnológicos extranjeros y nacionales, recomendaciones para las empresas e instituciones que habían incursionado en el mundo de las computadoras o estaban por hacerlo, noticias internacionales y nacionales encontraron cabida en las páginas de *Computing*, que además se constituyó en la primera tribuna para que reflexionaran sobre el tema de la computación académicos tanto de la entonces recientemente fundada Escuela de Ciencias de la Computación e Informática de la Universidad de Costa Rica como de otras universidades públicas costarricenses; también, por supuesto, profesionales tanto de empresas públicas como privadas.

39. Marta L. Calderón [Marta Calderón: Una historia de extraordinarias oportunidades] (manuscrito inédito).

40. *Ibid.*

41. «Constituida la Asociación Nacional de Informática», *Revista Computing*, set. 1982, p. 22; «Asociación Nacional de Informática», *Revista Computing*, set. 1983, p. 45; «Asociación Nacional de Informática» *Boletín Computing*, en. 1984, p. 4.

42. Marta L. Calderón, *op. cit.*

Marta Calderón ejerció como docente desde 1980 hasta 1984, primero en el Colegio Magister de la Universidad Autónoma de Costa Rica (UACA) y posteriormente también en la Escuela de Ciencias de la Computación e Informática de la UCR.⁴³ Además de profesora, en la UACA llegó a ser directora de la carrera de Sistemas de Información. En la UCR fue la primera docente en impartir el curso de «Auditoría de sistemas». Le gustaba la docencia por la actualización permanente que exige el mundo académico.

En 1983, Marta Calderón formó parte de la comisión de promoción y divulgación del evento «Telemática Costa Rica '83», uno de los primeros esfuerzos costarricenses por dar a conocer las posibilidades ofrecidas por la telemática.⁴⁴ Participó como expositora en conferencias internacionales como el «Simposio Internacional sobre Informática y Educación», realizado en Argentina en 1984.⁴⁵

Al año siguiente empezó a trabajar en el Banco Interamericano de Desarrollo (BID), en Washington, DC, Estados Unidos, donde enfrentó el reto de introducir las computadoras personales en uno de los departamentos más grandes del organismo multilateral.⁴⁶ En la actualidad se desempeña como coordinadora de Auditoría en la Auditoría General del BID.

A pesar de que los cursos de matemática se le hicieron muy difíciles durante sus años de estudios, sus grandes logros profesionales han estado relacionados con la aplicación del pensamiento matemático a auditorías muy complejas o en áreas no auditadas con anterioridad, así como también con el desarrollo de modelos de evaluación de riesgos y el análisis de datos.⁴⁷ Según sus propias palabras, su mayor reto personal ha sido vencer las limitaciones de una persona introvertida que debe desenvolverse en un ambiente profesional que demanda amplias habilidades de comunicación.

Con su calidad como docente y con su carisma supo ganarse el aprecio de los estudiantes. Es el caso del señor Freddy Álvarez, CEO de la empresa TECHinAGRO, S.A., quien fuera su alumno en la UACA.⁴⁸ Una generación de la UCR en particular desarrolló un fuerte lazo con ella. Esta generación estaba formada, entre otros, por Ligia Garro, quien es una muestra de la excelente relación de Marta Calderón con sus estudiantes. Ligia, quien también trabaja en el BID y ha estado cerca de Marta Calderón por más de una década, describe la forma de enseñar de su mentora como de «explicación de conceptos... simple pero precisa, escucha con mucha atención las preguntas que los estudiantes hacen y da importancia a todas las preguntas por igual». En cuanto a su relación profesional y personal con la pionera afirma que «a su lado, se puede vivir el sentido de responsabilidad y de ganas de superación (...) lo más impactante para mí es su optimismo para lo que la vida le presenta a uno, ver el lado bueno siempre».

Marta Calderón Chacón combina sus actividades profesionales con su vida de esposa y madre y con la promoción de las mujeres tanto dentro del BID como a nivel internacional. Además de ser la coordina-

43. *Ibid.*

44. «Reunión Seminario Año de las Comunicaciones», *Revista Computing*, my. 1983, núm. 44.

45. «Realizado simposio internacional sobre informática y computación», *Revista Computing*, nov. 1984, p. 43.

46. Marta L. Calderón, *op. cit.*

47. *Ibid.*

48. Freddy Álvarez, entrevista por la autora Marta E. Calderón, San José, Costa Rica, 9 de abril de 2010.

dora de la «Red de mujeres profesionales del BID», es directora del área 4 del distrito 3 de la organización «Zonta Internacional», que incluye el estado de Virginia, parte del de Maryland y Washington, DC. El objetivo de esta organización es promover la mejora en la situación de las mujeres, por medio de proyectos tanto de educación y salud como de protección contra la violencia doméstica y el tráfico ilegal de mujeres y niños.

Según sus propias palabras, ha sabido aprovechar las oportunidades que le ha ofrecido la vida. Esto le ha permitido desarrollarse como persona y profesional. Para ella es importante contribuir a mejorar la situación de la mujer en el ambiente laboral y en la sociedad en general. Esa ha sido su lucha durante los últimos 25 años.

Cuando las autoras del presente capítulo le preguntaron sobre qué consejo daría a una mujer joven deseosa de empezar estudios en Ciencias de la Computación, su respuesta fue variada: «que esté segura de que le gusta la carrera, que busque una persona tutora que le ayude a entender cómo será su futuro profesional y que se asegure de que estará dispuesta a enfrentarse a un trabajo muy demandante que, sin embargo, le puede dar grandes recompensas».⁴⁹

19.6 Conclusiones

Las historias de vida descritas con anterioridad muestran las singularidades de cada una de estas mujeres ejemplares. Ellas ingresan a un campo profesional incipiente y novedoso en momentos diferentes, y juegan papeles diferentes en su desarrollo. Para las personas que tenemos el privilegio de haberlas conocido personalmente, sabemos que su mejor característica es la de ser únicas. Ellas abrieron camino al andar, con personalidades muy bien definidas y, a todas luces, no convencionales. Han sido exitosas y, en su mundo, han sido tenaces en defender su individualidad.

Sorprende, sin embargo, que sus relatos de vida muestran muchísimas similitudes. Fueron mujeres valientes; mujeres con ánimo de enfrentar lo desconocido; mujeres con fuerza interior para no sentirse intimidadas con arenas profesionales comúnmente habitadas por hombres; mujeres que tuvieron que enfrentar tabúes sociales y en su desarrollo profesional aprendieron a hacer compromisos entre su vida personal y su vida laboral.

El aporte material de cada una de ellas al campo de la computación fue importante: haber traído la primera computadora a Costa Rica, haber sido la primera mujer profesora y directora de la Escuela de Computación y haber sido la primera estudiante que abrió la brecha para nuevas mujeres en el campo de las tecnologías de la información. Sin embargo, su aporte como personas es tal vez más significativo. Ellas han dejado una huella difícil de borrar en las nuevas generaciones. Esperamos que este artículo sirva para que muchas mujeres jóvenes encuentren en estas líneas el valor de incursionar en un campo que sigue siendo mayoritariamente masculino.

49. Marta L. Calderón, comunicación vía correo electrónico realizada con la autora Marta E. Calderón, marzo de 2010.

19.7 Anexo: Instrumentos utilizados

Utilizamos dos instrumentos para la recolección de la información. El primero es un cuestionario que empleamos para obtener información de dos de las mujeres pioneras. Las preguntas planteadas nos ayudan a delinear una carrera profesional. El instrumento nos sirve de guía para preparar y conducir una entrevista con una mujer pionera. Los temas cubiertos son los siguientes:

Instrumento de recolección de historias de vida de _____

Estamos tratando de reconstruir el papel de mujeres pioneras en la historia de la computación en Costa Rica. Entre las posibles candidatas la hemos seleccionado a usted por ser la primera mujer que _____

La información que usted nos suministre podrá formar parte de un artículo que esperamos sea publicado en SHIALC 2010 Simposio de Historia de la Informática en América Latina y el Caribe (como parte de CLEI 2010).

Agradecemos su colaboración.

1. ¿Dónde está en la actualidad? ¿En qué trabaja?
2. ¿Dónde estudió? ¿Qué títulos obtuvo y cuándo?
3. ¿Cuáles son los hitos o logros más importantes en su carrera profesional?
4. ¿Cuáles son los retos que ha enfrentado en su ambiente laboral?
5. ¿Cómo se aprecia a sí misma? ¿Era una buena estudiante?
6. ¿Por qué decidió estudiar computación o una carrera de tecnología? ¿Qué o quién influyó en su decisión?
7. ¿Cuál ha sido su experiencia docente?
8. ¿Qué la motivó en su momento a ser docente?
9. ¿Qué consejos daría a una mujer joven que quiera empezar o esté empezando sus estudios de ciencias de la computación?
10. ¿Cuál es la historia por la que le gusta que la recuerde la gente?

El segundo instrumento está dirigido a mujeres profesionales que fueron alumnas de las mujeres pioneras. Nos fue particularmente útil para ayudarnos a reconstruir la vida de la única pionera difunta, a partir de la impresión que dejó en sus estudiantes, aunque una estudiante de otra de las pioneras también lo llenó. El instrumento se presenta a continuación.

Instrumento de recolección de historias de vida de _____

Estamos tratando de reconstruir el papel de mujeres pioneras en la historia de la computación en Costa Rica. Entre las posibles candidatas hemos seleccionado a _____ por ser la primera mujer que _____.

Nos gustaría conocer su experiencia cuando usted estuvo en contacto con ella. La información que nos suministre podrá formar parte de un artículo que esperamos sea publicado en SHIALC 2010 Simposio de Historia de la Informática en América Latina y el Caribe (como parte de CLEI 2010).

Agradecemos su colaboración.

Datos de la entrevistada

1. Nombre:
2. Formación académica (por favor especifique todos sus estudios universitarios):

Grado y título obtenido:
Institución:
Año de graduación:
3. ¿Cuál es su posición laboral actual e institución para la cual labora?

Datos de la relación entre usted y la mujer pionera

4. Describa el contacto que tuvo con ella
–Como profesora (incluya: ¿en qué años?, y ¿para cuáles cursos?)
–Como jefa
–Como amiga

Datos de la mujer pionera

5. ¿Cómo la describiría a ella?
6. ¿Qué características de su trato interpersonal le llamaron más la atención?
7. ¿Cómo describiría su filosofía de enseñanza?

Evolución de la enseñanza de la informática y las TIC en la escuela media en Argentina en los últimos 35 años

Viviana Cotik

20.1	Introducción	310
20.2	Situación de la industria y de la importación en los últimos años	313
20.3	Cambios en la política educativa nacional	314
20.4	Cronología de acontecimientos destacados	317
20.5	Educación en informática en la escuela media	324
20.6	Conclusiones	335

20.1 Introducción

Hasta principios de siglo XXI era frecuente que se considerase como una distinción que alguien tuviera conocimientos de computación.¹ Actualmente se considera un factor negativo no tenerlos. La educación secundaria tiene como objetivo capacitar a la juventud para integrarla a la sociedad, brindarle una base suficiente como para encarar estudios superiores y —en algunos casos, como sería la secundaria técnica— formarla para la inserción en determinados campos del mundo laboral.

La comisión bicameral del Congreso de los Estados Unidos de América solicitó a un comité de expertos independientes, provenientes —entre otros sectores— de la comunidad científica, de educación secundaria y superior, de trabajo y seguridad, un estudio acerca de la competitividad del país en ciencia y tecnología. En las conclusiones se menciona el peligro de que la población, al carecer de los saberes básicos de la informática y la computación, no pueda contribuir al desarrollo de una sociedad basada en el conocimiento ni beneficiarse plenamente de ella. Se advierte como, a pesar de que la economía interna y la externa dependen cada vez más de estas áreas, los colegios primarios y secundarios no parecen ser capaces de producir suficientes estudiantes con interés, motivación, conocimiento y las habilidades que necesitarán para competir y prosperar en el mundo.² Según Joseph Stiglitz, premio Nobel de economía «todo parece indicar que la educación será aún más importante que antes [en referencia a la crisis económica de 2008] (...) Para prosperar, para ser competitiva, América Latina debe modernizar sus habilidades y mejorar su tecnología.»³

Por otro lado, la educación en informática no solo es importante para el desarrollo de la ciencia y la tecnología. Desde hace unos años se habla de una nueva definición de alfabetización, que incluye el dominio de las competencias de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC). La Asociación Internacional de Lectura menciona la necesidad de complementar las destrezas tradicionales de comprensión de textos con la adquisición de habilidades demandadas por las sociedades basadas en el conocimiento. En este sentido, se sugiere, entre otras propuestas, que la modificación de los currículos de las materias tomen en cuenta estos cambios.⁴

Finalmente, en Argentina se necesitarán aproximadamente diecinueve mil especialistas en computación en los próximos cinco años.⁵ Una forma de mejorar el aprendizaje en ciencia y tecnología es incrementar el interés de los alumnos por ambas áreas, lo cual requiere una buena formación durante la secundaria. En numerosos casos, la falta de condiciones adecuadas para la enseñanza y la deficiencia en la preparación y actualización de los docentes atentan contra este objetivo.⁶

1. En este trabajo se tendrán como sinónimos los términos computación e informática.

2. National Academy of Sciences, National Academy of Engineering, Institute of Medicine y Committee on Prospering in the Global Economy of the 21st Century: An Agenda for American Science and Technology, *Rising Above the Gathering Storm: Energizing and Employing America for a Brighter Economic Future*, Washington, D.C., The National Academies Press, 2007. Disponible en Internet en: <http://www.nap.edu/openbook.php?record_id=11463>.

3. Andrés Oppenheimer, *¡Basta de Historias!*, Buenos Aires, Editorial Sudamericana, 2010.

4. International Reading Association, *Integrating literacy and technology in the curriculum: A position statement*, disponible en Internet en la dirección: <http://www.reading.org/downloads/positions/ps1048_technology.pdf, 2001>.

5. Oppenheimer, *op. cit.*

6. En relación con este punto se recomienda consultar los documentos: National Academy of Sciences, National Academy of Engineering, Institute of Medicine y Committee on Prospering in the Global Economy of the 21st Century: An Agenda for American Science and Technology, *Rising Above the Gathering Storm: Energizing and Employing America for a Brighter Economic Future*, Washington D.C., The National Academies Press,

20.1.1 Acerca de la educación preuniversitaria en general

En el campo de la educación, entre los principales objetivos de la Oficina Regional de América Latina y el Caribe de la Unesco se encuentran la promoción de la educación como derecho fundamental, la mejora de su calidad y la generación y difusión de conocimientos que permitan perfeccionar las políticas y prácticas educativas. En este marco, el Laboratorio Latinoamericano de Evaluación de la Calidad de la Educación (LLECE)⁷ ha realizado entre los años 2002 y 2008 el Segundo Estudio Regional Comparativo y Explicativo (SERCE).⁸ De allí se extraen, entre otras, las siguientes conclusiones, resumidas por Bernardo Kliksberg en una nota del diario *La Nación*:⁹

- En 2006 en Argentina, además de contar con problemas de infraestructura, el 52 % de las escuelas no tenía sala de computación y solo había 12,5 computadoras promedio por escuela.¹⁰
- Los ingresos de los maestros son inferiores a los promedios del mercado, los estímulos muy limitados, la subsistencia difícil. El 36 % de los maestros latinoamericanos de sexto grado tenían otro trabajo para poder salir adelante.
- Existen desniveles en calidad educativa entre las escuelas rurales y las urbanas. En las urbanas, las privadas tienen mejor dotación, más recursos de aprendizaje, mejores sueldos para los docentes y facilidades de computación.
- Hay una fuerte correlación estadística entre los coeficientes Gini —que miden la desigualdad en la distribución de los ingresos— y el rendimiento. Cuanta más alta la inequidad, peor el rendimiento escolar.

Además de la capacitación docente, la mejora de las condiciones de trabajo, de las condiciones edilicias y los cambios en los currículos, hay otros aspectos que pueden incidir en la educación (tanto en tecnología como en ciencias y otras áreas). La escasa duración del año escolar podría ser uno de los posibles causantes de los bajos puntajes en exámenes internacionales (como el «Programa Internacional para la Evaluación de Estudiantes») que tienen los alumnos argentinos (y latinoamericanos en general). Mientras Japón, Corea del Sur y Holanda tienen 243, 220 y 200 días de clases, respectivamente, en Argentina hay 180 días.¹¹ Si se le restan los de huelga, estos son aún menos.¹²

2007; y National Research Council, *Learning and Understanding: Improving Advanced Study of Mathematics and Science in U.S. Schools*, Washington, D.C., National Academy Press, 2002.

7. Unesco y el Laboratorio Latinoamericano de Evaluación de la Calidad de la Educación, *Los aprendizajes de los estudiantes de América Latina y el Caribe. Resumen ejecutivo*, Santiago de Chile, Oficina Regional de Educación de la Unesco para América Latina y el Caribe (OREALC/Unesco), 2008.
8. El Tercer Estudio Regional Comparativo y Explicativo (TERCE) se encuentra en proceso de desarrollo al momento de la finalización de este trabajo.
9. Kliksberg, Bernardo: «Educación, un derecho vulnerado». *La Nación*, Buenos Aires 28 de julio de 2009. Disponible en Internet en la dirección: <http://www.lanacion.com.ar/nota.asp?nota_id=1155567>.
10. Si bien la autora desconoce la existencia de algún estudio que indique el número idóneo de alumnos por computadora, por experiencia personal considera que lo ideal sería a lo sumo tener 3 alumnos por computadora en una clase. Con 12,5 computadoras por escuela, en escuelas secundarias de simple turno, con 36 alumnos por división y 5 años de educación, se podrían dar clases de computación de dos horas cátedra por semana a 3 divisiones. En primarias, con 7 años de duración, a 2 divisiones.
11. Para la fecha de la terminación de este trabajo (febrero 2013) se discute la extensión a 190 días.
12. Oppenheimer, *¡Basta de Historias!*, Buenos Aires, Editorial Sudamericana, 2010.

20.1.2 Acerca de la educación en computación

Distintos estudios coinciden en sus recomendaciones acerca de las políticas que deberían tomarse para mejorar la educación en tecnologías de información y comunicación en la escuela media.¹³ Un debate internacional en el que la Asociación para la Supervisión y Desarrollo de Currículos (ASCD, por sus siglas en inglés) ha tenido un papel importante. Entre las propuestas de mayor consenso figuran:

- Infraestructura tecnológica igualitaria, que de cuenta de las necesidades de docentes y alumnos.
- Materiales curriculares adecuados a las necesidades actuales.
- Docentes capacitados para aprovechar la tecnología en pos de la mejora de la enseñanza y el aprendizaje.
- Administradores escolares que alienten y apoyen el trabajo de los docentes en su ejercicio profesional.

También hay un consenso acerca de que la incorporación de las TIC en la educación implica un proceso complejo, dado que la problemática no es solo digital sino educacional.¹⁴ Los países que decidan implementar políticas de incorporación de nuevas tecnologías deberían, en primer lugar, establecer estrategias basadas en diagnósticos sobre la situación de las escuelas, distritos o regiones en las que dichas políticas se implementen.¹⁵

En este trabajo se comenta el desarrollo de la educación media en Argentina en los últimos cincuenta años, con énfasis en la enseñanza de la informática; una asignatura presente en los programas de bachillerato desde hace aproximadamente 35 años. La autora rememora la llegada de las primeras computadoras al país y analiza las políticas educativas que se encontraban vigentes. Debido a las particularidades históricas de aquella época, no ha resultado sencillo encontrar información acerca de planes de estudio ni del modo cómo fue evolucionando la asignatura de computación. Se presenta aquí la información que se pudo reunir, que se sabe incompleta, pero que intenta dar una perspectiva de fondo. Para complementarla, se publican los resultados de un sondeo realizado por la autora para conocer el tipo de educación en informática que tuvo la población.

En los casos en los que se creyó pertinente se agregaron referencias a estudios internacionales vinculados con la informática y la situación internacional de la educación media en computación, de forma tal de permitir tener una visión más completa de la calidad de los conocimientos impartidos en Argen-

13. Entre los estudios e informes técnicos pueden mencionarse: National Academy of Sciences, National Academy of Engineering, Institute of Medicine y Committee on Prospering in the Global Economy of the 21st Century: An Agenda for American Science and Technology, *Rising Above the Gathering Storm: Energizing and Employing America for a Brighter Economic Future*, Washington, D.C., The National Academies Press, 2007.; International Reading Association, *Integrating literacy and technology in the curriculum: A position statement of the International Reading Association*, Folleto, 2001; Unidad de Investigaciones Educativas del Ministerio de Educación, *Las tecnologías de la información y la comunicación. El debate sobre las TIC en la Association for Supervision and Curriculum Development (ASCD). Informe técnico*, Buenos Aires, Presidencia de la Nación Argentina, 2001; y Edward Friedman, *Current Status and Lessons learned*, San Francisco, ASCD, 2001.

14. Unidad de Investigaciones Educativas del Ministerio de Educación, *Las tecnologías de la información y la comunicación. El debate sobre las TIC en la Association for Supervision and Curriculum Development (ASCD). Informe técnico*, Buenos Aires, Presidencia de la Nación Argentina, 2001.

15. Ver: Glickman C., *Education as democracy, sustaining school renewal in frenzied times*, University of Georgia, ASCD, 2001; Unesco, Estándares de competencias en TIC para docentes, Londres, 2008. Disponible en Internet en la dirección: <<http://www.eduteka.org/pdfdir/UNESCOEstandaresDocentes.pdf>>.

tina y su relación en el contexto. También, en algunas temáticas, se ha hecho referencia a la educación básica en computación (escuela primaria).

Algunas preguntas que surgen al tocar estos temas son: ¿hay suficiente personal docente capacitado para dictar clases de computación? ¿Qué aspectos tecnológicos se estudian? ¿El educador está preparado para afrontar las reformas curriculares, los cambios en las tecnologías y la aparición de nueva infraestructura? ¿La posesión de equipamiento informático es suficiente para mejorar la educación en el área, o es necesario el diseño de políticas para su uso? ¿Cuáles fueron los sucesos históricos —tanto en el plano político, como educativo y social— que forjaron el estado actual del sistema educativo informático? ¿Cómo se elabora un diagnóstico de la calidad de la educación en el país? El objetivo del trabajo es contribuir a responder algunas de estas preguntas e invitar a la formulación de otras nuevas.

El trabajo está organizado de la siguiente manera: primero se realiza un breve repaso de la situación de la industria en el país en los últimos años, luego se mencionan los cambios en las políticas educativas. Se incluye una cronología de eventos destacados relacionados con la introducción de la computación en el país en el contexto histórico de los últimos 50 años. Se analiza la evolución en la enseñanza de las TIC en la escuela media y se formulan las conclusiones del ensayo.

20.2 Situación de la industria y de la importación en los últimos años

A mediados de la década de los años treinta del siglo pasado había una industria limitada y mucha importación. Gran parte de las compras al exterior se interrumpe a consecuencia de la Segunda Guerra Mundial y, luego, a raíz de las políticas proteccionistas del gobierno de Juan Domingo Perón.

Hacia los años sesenta se reabren ilimitadamente las importaciones, aunque se aplican las ideas de Raúl Prebisch¹⁶ sobre la necesidad de sustituir de modo progresivo la compra de mercancía foránea con productos de confección argentina. Las vuelven a cerrar hacia 1973 con la implementación de los certificados de necesidad y permisos. Las retoman con la política aperturista de José Alfredo Martínez de Hoz¹⁷ y con el gobierno militar en 1976. Sufren nuevas limitaciones a consecuencia de la Guerra de las Malvinas y son estimuladas bajo ciertos parámetros durante el gobierno de Raúl Alfonsín, que mantenía los derechos de importación altos, sobre todo para los autos. Se reabren totalmente (y se impulsan con la medida de convertibilidad monetaria, sobre todo cuando se incrementa el poder adquisitivo en divisas de los argentinos) durante el gobierno de Carlos Menem. Disminuyen a principios del año 2000 con la crisis económica y se vuelven a reactivar unos años más tarde, por lo cual se reimplantan los rubros sujetos a pedido de permiso. Finalmente, se limitan nuevamente en 2011 con el gobierno de Cristina Fernández de Kirchner.

16. Raúl Prebisch (1901-1986), economista argentino. Ejerció la actividad docente en distintas universidades. Fue director del Banco Central de la República Argentina y de la CEPAL (Comisión económica para América Latina). Escribió varias obras; en una de ellas, postuló la tesis hoy conocida como «Singer-Prebisch», según la cual el precio de los productos primarios tiende a decaer con respecto al de los manufacturados, esto lo lleva a promover la industrialización en América Latina. Prebisch desarrolla la idea de la sustitución de importaciones, mediante la cual una nación trata de industrializarse mediante el empleo de recursos y productos propios como materia prima. Información tomada de la página web Wikipedia y la edición digital de la publicación inglesa *The Economist* (<<http://www.economist.com/node/13226316>>).

17. Ministro de Economía entre 1976 y 1981, durante la última dictadura militar argentina.

Consecuentemente, la industria presenta grandes altibajos: a principios de la década del cincuenta hay inversión del Estado en industria pesada y un gran desarrollo de pequeñas y medianas empresas (PyMEs) sustitutivas de importaciones, cuya producción en muchos casos era todavía mejorable. A principios de los años sesenta esas compañías y otras (automotrices y autopartistas) crecen y mejoran su calidad. Con la devaluación que siguió al mandato de Arturo Frondizi¹⁸ se afecta a todas las pymes cuyo equipamiento se llevó a cabo gracias al endeudamiento en dólares. Consecuentemente, disminuyen su competitividad y el golpe de gracia lo da Martínez de Hoz con la apertura de las importaciones y la disminución del consumo. Las industrias comienzan a recuperarse algo hacia el final del gobierno de Alfonsín, pero vuelven a resentirse con la apertura de Domingo Cavallo¹⁹ durante el gobierno de Menem. Con las crisis, muchas autopartistas se mudan a Brasil.

Este panorama de discontinuidad en términos de políticas industriales ha influenciado, muy posiblemente, el estado actual de la Argentina como país netamente importador de tecnología computacional.²⁰

20.3 Cambios en la política educativa nacional

A lo largo de los años hubo varios cambios relacionados con las políticas educativas. Se incrementó la cantidad de años obligatorios en la enseñanza y se modificó la duración de los distintos ciclos. El manejo de la educación primaria y secundaria pasó de manos. En algunos casos la implementación de las reformas de las políticas educativas fue complicada. Con la última modificación legal (la Ley Nacional de Educación de 2006) se impone la enseñanza de las TIC en escuelas primarias y secundarias y se crea una orientación en informática en la escuela secundaria. A continuación se relatan los principales cambios que hubo.

20.3.1 Educación en la escuela secundaria en Argentina entre las décadas de los 50 y de los 80

Como evolución de las antiguas «Escuelas de Artes y Oficios», se crea, en 1899, la primera escuela de enseñanza técnica de la Argentina: Escuela Industrial de la Nación (posteriormente Otto Krause). Los talleres de las Escuelas de Artes y Oficios fueron heredados posteriormente por las escuelas industriales.

En la década de los cincuenta se habían creado las escuelas fábrica, antecesoras de las escuelas industriales. En algunas de ellas los estudiantes tomaban medio día de clases en las aulas y el resto del día realizaban prácticas de oficios en la fábrica (sistema alemán). Todavía existen algunas escuelas con esta modalidad.

A la educación técnica se le da más peso a partir de fines de la década de los 50, con la creación de la

18. Presidente argentino (1958-1962) de la Unión Cívica Radical Intransigente.

19. Economista argentino. Fue ministro de Economía durante el gobierno de Carlos Saúl Menem. Promotor de la Ley de Convertibilidad, según la que un peso de Argentina era equivalente a un dólar estadounidense.

20. Para interiorizarse más acerca de cómo los procesos políticos y económicos más importantes influenciaron el desarrollo de la informática en Argentina ver: Jorge Aguirre, «Panorama de la historia de la computación académica en la Argentina», en: Jorge Aguirre y Raúl Carnota (editores), *Historia de la informática en Latinoamérica y el Caribe: Investigaciones y testimonios*, Universidad Nacional de Río Cuarto, 2009.

Comisión Nacional de Aprendizaje y Educación Terciaria, más tarde Comisión Nacional de Educación Técnica (CONET) en 1959.²¹

En la década de los sesenta había una gran presencia del Estado en la educación. Para ese entonces existían distintos tipos de escuelas, cuyos egresados salían preparados, bien para proseguir estudios superiores, bien para incorporarse al mercado laboral. Estos eran:

- Bachillerato nacional (formación de base general, pensada para alumnos que luego proseguirían estudios universitarios).
- Escuelas normales (formación de maestros para escuelas primarias).
- Escuelas de comercio (preparación para trabajo en oficinas y comercio).
- Escuelas industriales (preparación de técnicos para insertarse en posiciones calificadas, de supervisión intermedia en sectores industriales o de la construcción y operarios especializados).
- Escuelas agrotécnicas.

Existían también las prestigiosas escuelas secundarias dependientes de universidades. En aquellos tiempos el tipo de escuela secundaria elegida restringía la escogencia de la carrera universitaria. Un egresado de una escuela de comercio debía, por ejemplo, dar equivalencias con el bachillerato si deseaba presentarse a los exámenes de ingreso para las carreras de letras y ciencias de la salud. Más adelante, estos requerimientos se relajaron, así como también se eliminó el examen de ingreso al secundario en muchas escuelas.

Los planes de estudio eran definidos por el Ministerio de Educación de la Nación (MEN). En el caso de la educación privada, solían reproducir o modificar ligeramente los definidos a nivel nacional para las escuelas de gestión estatal.

20.3.2 Ley Federal de Educación (N° 24.195)

En 1992 se pasa el manejo de las políticas de Salud y Educación de manos del gobierno nacional a las provincias. A raíz de esto surge la necesidad de legislar sobre educación y se promulga en 1993 la Ley Federal de Educación.²² Esta extiende la educación obligatoria de los 7 años tradicionales (de la escuela primaria) a 9 años (EGB —Educación General Básica—). Al último ciclo se lo denomina polimodal y tiene una duración mínima de 3 años. Los tipos de escuelas que existían hasta el momento desaparecen, para pasar a tener solo egresados de tipo bachiller polimodal, con distintas orientaciones. Su puesta en práctica resulta compleja, porque se extiende la escuela primaria en dos años, lo cual causa inconvenientes relacionados con la infraestructura y de asignación docente.

A partir de la ley, cada provincia fija su plan de estudios. Se establecen tres espacios curriculares (nuevo nombre de las tradicionales materias): obligatorios, optativos (según la orientación) y de «defini-

21. El Consejo Nacional de Educación Técnica estaba compuesto por tres representantes del Estado, tres de la industria y tres de los sindicatos. Era una dependencia descentralizada del Ministerio de Educación de la Nación.

22. Argentina. Ley Federal de Educación. 2003. Disponible en la dirección de Internet: <http://www.fadu.uba.ar/institucional/leg_index_fed.pdf>.

ción institucional», lo que permite establecer espacios de religión, idiomas, arte o lo que decida la jurisdicción o institución para darle una característica distintiva a su educación. La ley, sin embargo, no es seguida por todas las provincias ni jurisdicciones: la Ciudad de Buenos Aires, Neuquén, Río Negro y algunos municipios de Corrientes y de Jujuy siguen con la tradicional escuela primaria de 7 años y secundaria de 5 años. En la provincia de Córdoba se reduce la carga horaria de las Escuelas Técnicas.

Con la Ley Federal de Educación —y la progresiva disminución de la producción industrial— se le resta importancia a la educación técnica. Se crea el Instituto Nacional de Educación Tecnológica (INET) sobre la base de lo que había sido el CONET, con funciones adecuadas a la federalización. Pasa a coordinar políticas comunes sobre educación técnica (fusiona las escuelas agrotécnicas e industriales, y agrega propuestas de formación de técnicos en sectores de servicios, tales como turismo, salud y ambiente) y deja de lado la administración de las escuelas, que habían pasado a depender de cada jurisdicción. Al principio (1996-2000), el INET desarrolla un programa de formación basada en competencias; de este modo, alienta una transformación de la educación técnica, que pasa a quedar asociada con la educación polimodal y a complementarla, al otorgar títulos de técnico. Esa política es resistida por gremios docentes y por técnicos. Se cambia en 2001, cuando lentamente se vuelve a trabajar sobre la idea de la vieja escuela técnica.

20.3.3 Ley Nacional de Educación (Ley N° 26.206)

En 2006, en el gobierno de Néstor Kirchner, se promulga la Ley Nacional de Educación. Se vuelve a hablar de educación primaria (pero—esta vez— básica, EPB) y secundaria (básica y orientada), de duraciones de 6 o 7 años para la primera y 6 o 5 años para la segunda, según la jurisdicción en la que se encuentra la escuela (en total 13 años obligatorios al sumar preescolar, primaria y secundaria).²³

Hay más de una decena de orientaciones, entre las que se encuentran la informática, el turismo, el agro y el ambiente. Con esta ley se impone la enseñanza de las TIC en escuelas primarias y secundarias. Las escuelas técnicas y agrarias, que dictan 16 especialidades, pasan de 3 años básicos y 3 de especialización, a tener 2 o 3 años básicos y 4 de especialización. Se agregan las modalidades de educación artística, especial, permanente de jóvenes y adultos, rural, intercultural bilingüe, en contextos de privación de libertad y domiciliaria y hospitalaria.²⁴

Actualmente las provincias están desarrollando planes de estudio en función de lo estipulado por la Ley Nacional de Educación. Según la ley, los responsables de la planificación, organización, supervisión y financiación del sistema educativo nacional son el estado nacional, las provincias y la Ciudad Autónoma de Buenos Aires.

En 2005 se sanciona la Ley N° 26.058, que pasa a regular la educación técnico profesional, tanto secundaria como superior (terciaria no universitaria). Esta establece una duración mínima de 6 años para las escuelas técnicas. Uno de los mayores impactos es la creación de un fondo para la mejora de

23. A pesar del incremento de la cantidad de años de obligatoriedad de la educación la deserción estudiantil sigue siendo un problema en la actualidad.

24. Argentina. Ley N° 26.206 de Educación Nacional (art. 17). 2006. Disponible en la dirección de Internet: <http://www.me.gov.ar/doc_pdf/ley_de_educ_nac.pdf>.

la educación técnica, a partir de un aporte equivalente a 2 % de los gastos corrientes del tesoro nacional, que financia la adquisición de equipamiento y otras necesidades. La ley sienta la base de la educación técnica, pero cada jurisdicción tiene autonomía para su implementación (puede elaborar sus propios planes de estudios, en cuanto a contenido y duración mínima de ciertas materias, pero sin contrariar lo dispuesto por la legislación).

20.4 Cronología de acontecimientos destacados

A continuación, en los cuadros 20.2 y 20.3²⁵ se mencionan década a década —desde los años cincuenta hasta la actualidad— los acontecimientos destacados en el ámbito educativo, el *hardware* existente (en el país y en el resto del mundo), la aparición de *software* de base y educativo, los hechos relacionados con la situación de la industria y la situación política y económica del país, con el fin de poner en contexto el surgimiento de actividades relacionadas con la computación en la escuela media. El cuadro 20.1 describe las siglas empleadas.

Cuadro 20.1 Significado de las siglas y los acrónimos mencionados en la cronología de acontecimientos destacados

Sigla	Significado
CNI	Comisión Nacional de Informática
Conet	Consejo Nacional de Educación Técnica
CTP	Colegio Técnico Provincial
ENET	Escuela Nacional de Educación Técnica
ESLAI	Escuela Superior Latinoamericana de Informática
ET	Escuela Técnica
FCEN	Facultad de Ciencias Exactas y Naturales
FI	Facultad de Ingeniería
Fopie	Fortalecimiento Pedagógico
GCBA	Gobierno de la Ciudad de Buenos Aires
IAC	Instituto Argentino de Computación
INET	Instituto Nacional de Educación Tecnológica

25. La cronología de acontecimientos destacados entre 1990 y 2012 (cuadro 20.3) contiene información tomada de: Mitchel Resnick y otros, «Scratch: programación para todos», *Communications of the ACM*, vol. 52, núm. 11, 2009, pp. 60-67; Caitlin Kelleher y Randy Pausch, «Utilización de la narración de cuentos para motivar Programación», *Communications of the ACM*, vol. 50, núm. 7, 2007, pp. 59-64; Wanda Dann y Steve Cooper, «Alice 3: de lo concreto a lo abstracto», *Communications of the ACM*, vol. 52, núm. 8, 2009, pp. 27-29; y Viviana Cotik y Mijael Jenik, *Historia de la Computación en Argentina*, Buenos Aires, Departamento de Computación de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales de la Universidad de Buenos Aires, 2011.

Sigla	Significado
NIDIE	Núcleo de Investigación y Desarrollo en Informática Educativa
ORT	Escuela Técnica Secundaria
Prodymes	Programa de Mejoramiento de la Calidad de la Educación Secundaria
Promse	PIIE. Programa de Mejoramiento de la Enseñanza Media
UBA	Universidad de Buenos Aires
UCA	Universidad Católica Argentina
UNS	Universidad Nacional del Sur

Cuadro 20.2 Cronología de acontecimientos destacados. De 1956 a 1989

	1956-1959	1960-1969	1970-1979	1980-1989
<i>Educación universitaria / terciaria</i>	<p>–UNS. Creación de «Seminario de Computadores» para estudiantes de Ingeniería Eléctrica. 1956</p> <p>–Creación UTN (continuación de Universidad Obrera Nacional). 1959.</p>	<p>–UCA. Creación Departamento de Computación UCA (dura 4 años). 1962.</p> <p>–FCEN, UBA. Creación carrera «Computador Científico». 1963.</p>	<p>–FI, UBA. Creación de carrera «Analista de Sistemas». 1970.</p> <p>–ORT. Creación carrera terciaria de «Técnico superior en Análisis de Sistemas». 1977.</p>	<p>–Fundación de la ESLAI (Sadosky). 1986.</p>
<i>Educación secundaria</i>				<p>–Colegio Nacional Buenos Aires. Se comenzaba a programar con Texas Instrument. 1983.</p>
<i>Educación secundaria técnica</i>	<p>–Surgimiento de Escuelas Nacionales de Educación Técnica (ENET). 1959.</p>		<p>–ORT. Se incluye un centro de formación docente. Diseño de modernas técnicas de enseñanza, programa de educación creativa para niños. 1974.</p> <p>–ORT. Incorporación de «Técnica en Computación». 1974.</p>	<p>–Creación de Plan de estudios de «Técnico en Computación» (resolución 2.644/83). 1983.</p> <p>–CTP Olga de Arko, Ushuaia. Se inaugura Laboratorio de Computación. 1982.</p>

	1956-1959	1960-1969	1970-1979	1980-1989
Educación de extensión			–Otto Krause. Incorporación de «Tecnicultura en Computación». 1978.	–ENET N° 3. Creación «Tecnicultura de Computación». 1987. –Instituto Huergo. Creación de «Ciclo superior en Electrónica con orientación en Computadoras». 1987. –Se crea NIDIE origen de Fundaustrol, que publicó el software Logo Gráfico. 1984.
Equipamiento académico	–UNS. Creación del laboratorio de computadoras. 1957. –FCEN, UBA (con asistencia de Conicet). Adquisición Mercury de Ferranti (Clementina). 1958. Llegó en 1960.	–Se comienza a usar la Clementina. 1961. –Inauguración proyecto Cefiba. Desarrollo de prototipo de computadora con el fin de formar personal profesional en el desarrollo de sistemas digitales. 1962. –ORT. Primer centro de cómputos. 1969.		
Equipamiento / hardware	–Financiamiento proyecto Senus: desarrollo de la primera computadora hecha íntegramente en el país (Conicet). 1957.	–Llegan al país primeras computadoras de uso empresarial (Ferrocarriles del Estado, Transportes de Buenos Aires, y otros). 1960. –Primer <i>floppy disk</i> (IBM). 1967.	–Aparecen las primeras computadoras personales (Apple1, Atari 400). 1977, 1979.	–IBM introduce la PC. Crecimiento de la computación personal. Sistema operativo: MS-DOS 1981. –Aparecen la Sinclair ZX81 y la Commodore 64. 1981, 1982.

	1956-1959	1960-1969	1970-1979	1980-1989
Software de base / educativo		–Diseño del LOGO (Seymour Papert). 1967.		–Lanzamiento de Intel 80386. Llega más tarde al país. 1985. –Siguen apareciendo computadoras personales. –Publicación de ~40 <i>software</i> educativos LOGO para introducir a los niños en el uso de LOGO (entre otros en su aplicación a la ciencia) (NIDIE).
Industria			–Fate Electrónica: primer productor y exportador de calculadoras electrónicas del país. 1970. –Época de «la plata dulce». Dólar bajo. Inundación de productos importados económicos. Destrucción de industria nacional. 1974.	–La fábrica de ventiladores y motores Czerway comenzó a producir clones de la línea Sinclair. 1982.
Situación política / económica		–Noche de los bastones largos. Intervención de las universidades. Fuga de cerebros. 1966.	–Regreso de Perón al país. Masacre de Ezeiza. 1973. –Golpe de Estado. 1976.	–Retorno a la democracia. Alfonsín presidente. Sadosky secretario de Ciencia y Tecnología. 1983. –Hiperinflación. Proceso de desindustrialización. 1989.

	1956-1959	1960-1969	1970-1979	1980-1989
<i>Políticas educativas / públicas</i>	<ul style="list-style-type: none"> –Creación Consejo Nacional de Educación Técnica (Conet). 1959. –Implementación de la Dirección General de Enseñanza Privada. 1959. 			<ul style="list-style-type: none"> –Creación de CNI. Definición de políticas nacionales orientadas a establecer una industria nacional de informática. 1984.
<i>Otros</i>		<ul style="list-style-type: none"> –Se instala el KDF-8 en el Banco de Londres en Buenos Aires. 1965. –Muestra «Arte y Cibernética» en la Galería Bonino. Cesión de equipos informáticos para que trabajasen artistas, como Berni, junto a Sadosky, Klimovsky e Ibarlucía. (organizador Jorge Glusberg). 1969. 		<ul style="list-style-type: none"> –Se funda el IAC. 1987.

Cuadro 20.3 Cronología de acontecimientos destacados. De 1990 a 2012

	1990-1999	2000-2009	2010-2012
<i>Educación secundaria</i>	<ul style="list-style-type: none"> –Creación Prodynes. Provisión equipamiento a escuelas y capacitación docente. 1994. –Prodynes II. Aprovechamiento de equipamiento y capacitación docente a colegios secundarios. 1996. 	<ul style="list-style-type: none"> –Creación Promse, PIIE. Asistencia en TIC a colegios de sectores vulnerados. 2003. –Surgen experiencias de uso de <i>software</i> libre en algunas escuelas. 2004. 	

	1990-1999	2000-2009	2010-2012
<i>Educación secundaria técnica</i>	<p>–E.T. 12 General José de San Martín. Creación especialidad en Computación. 1993.</p> <p>–Escuela Philips. Incorporación de un moderno equipamiento de computación. 1992.</p> <p>–ENET N° 3. Clases de Pascal. 1992.</p> <p>–ORT. Se introduce programación orientada a eventos Se usa el Delphi. 1995.</p> <p>–E.T. 12 General José de San Martín. Creación de cursos nocturnos de formación de instaladores y operadores de PC. 1996.</p>	<p>–Implementación en alrededor de cincuenta escuelas de la Provincia de Buenos Aires del plan de estudios para formar «Técnicos en Informática Profesional y Personal». La implementación se hizo en forma anticipada a lo planeado. Un gran porcentaje de las escuelas no tenía computadoras. 2000.</p> <p>–La mayor parte de las provincias comienza a ofrecer variantes de la «Tecnicatura en Informática Profesional y Personal». La Ciudad de Buenos Aires, Río Negro y Neuquén ofrecen estudios de «Técnico en Computación». Córdoba además ofrece una «Tecnicatura en Programación».</p>	
<i>Educación extensión</i>	<p>–La FCEN inicia cursos de educación en computación en las cárceles (UBA XXII). 1990.</p>	<p>–FCEN. Proyecto «En la tecla», de alfabetización informática en zonas vulnerables. 2007.</p>	

	1990-1999	2000-2009	2010-2012
Software de base / educativo	–Linus Torvalds crea la primera versión de Linux. 1991.	–Aparece «Scratch», enfoque para atraer a la programación a gente que no se imaginó como programadora. 2007. –Uso de «Alice» en escuelas medias norteamericanas. Motivación para aprender a programar en la escuela media. 2007.	
Situación política / económica		–Crisis política económica. Renuncia De la Rúa. Varias presidencias cortas. 2001. –Fin de la convertibilidad. 2002.	–Control de importaciones. 2011.
Políticas educativas / públicas	–Creación de Fundausttral con el fin de aplicar tecnología informática a la educación. 1991. –Deja de funcionar el Conet. 1992. –Se sancionan la Ley Federal de Educación (24.195) y la Ley 24.521 de Educación Superior. Se crean universidades nacionales y privadas. Se funda el INET. 1995.	–Inicio del proyecto «Educ.ar». Equipamiento y conectividad a escuelas primarias. Se proporciona contenido didáctico por medio de portal web. 2000. –Ley Nacional de Educación. Se crea la orientación informática en secundaria. Se impone enseñanza de TIC en escuelas primarias y secundarias. 2006.	–Aparición de los planes de una computadora por niño (OLPC). La Rioja, San Luis, GCBA, Gobierno Nacional. 2010. –Proyecto «Dale aceptar», para interesar a alumnos de secundaria en las carreras de informática (Fundación Sadosky). 2012.

	1990-1999	2000-2009	2010-2012
	–Inicio del proyecto «RedEs». Provisión de equipamiento y capacitación para escuelas primarias (Gobierno Nacional). 1998/9.		
Otros	–Se funda el IAC. 1987.	–Julio César Ardita, <i>hacker</i> argentino, accede a la red informática de la marina norteamericana. 1995. –Proliferación de literatura pedagógica de enseñanza de computación para secundarios. 1992.	–Creación Fopii. Capacitación a docentes de primaria con recursos de la Unión Europea. 2006.

20.5 Educación en informática en la escuela media

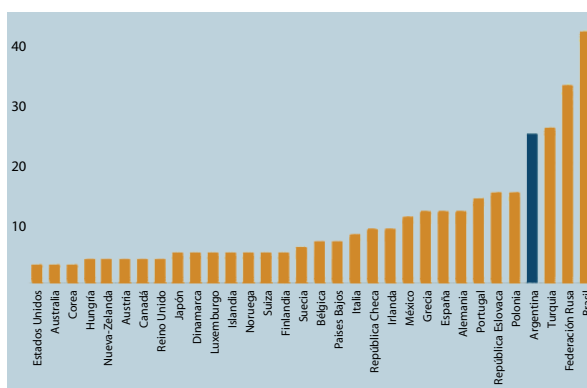
Dado lo novedoso de los contenidos de computación en los programas curriculares, no es sencillo encontrar datos sobre la evolución de los estudios de informática en las escuelas de educación media. A continuación se muestra información acerca del equipamiento informático en las escuelas en períodos específicos de tiempo y se presentan los datos disponibles de la evolución de la educación en la escuela media. Con el objetivo de comprender mejor cómo fue el surgimiento de la enseñanza de la computación en Argentina, la autora realizó un sondeo entre personas nacidas entre 1940 y 1995. En esta sección se muestran los resultados. Luego, se discuten algunos aspectos de la formación docente, se comentan los distintos programas de una computadora por estudiante y, finalmente, se analizan los cambios en la educación a partir de estos planes.

20.5.1 El equipamiento informático en las escuelas de educación básica y media entre los años 2003 y 2006

En la figura 20.1 puede verse el posicionamiento de la Argentina respecto a otras naciones, en términos de equipamiento informático en nivel EGB/Polimodal durante el año 2003.²⁶

Si se toman los datos del cuadro 20.4 y se vuelve a la figura 20.1, puede observarse que las escuelas privadas tienen niveles de equipamiento similares a los de los países europeos. Sin embargo, la falta de equipamiento en las escuelas públicas hace que baje la posición de Argentina. Únicamente con los datos de las escuelas públicas Argentina hubiese estado posicionada en el 2003 entre Rusia y Brasil.

26. Fuente: Relevamiento anual 2005. Dirección Nacional de Información y Evaluación de la Calidad Educativa (DiNIECE) sobre la base de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE) 2006.

Figura 20.1 Promedio nacional de alumnos por computadora. Año 2003**Cuadro 20.4 Promedio de alumnos por computadora en establecimientos de educación común del ámbito urbano por nivel educativo según sector. Total país**

	Nivel medio y polimodal	Nivel primario y EGB	Nivel inicial
Estatal	36	121	136
Privado	14	38	29
Total	25	79	71

Fuentes: Mecyt y DiNIECE. 2006.

En el cuadro 20.5 se puede observar que la computadora llega primero a las ciudades. La cantidad de equipos informáticos en el ámbito urbano casi duplica al número de computadoras en el ámbito rural.

Cuadro 20.5 Establecimientos y alumnos en escuelas de educación común que disponen de computadoras y promedio de alumnos por computadora. Total país. Cifras absolutas y porcentajes

Ámbito	Establecimientos que tienen computadoras		Alumnos en escuelas con computadoras		Promedio alumnos por computadora
	Absoluto	Porcentaje	Absoluto	Porcentaje	
Urbano	17.295	75,70 %	6.853.078	81 %	50
Rural	5.787	40,70 %	500.236	54 %	58
Total	23.052	62,30 %	7.353.314	78 %	51

Fuentes: Mecyt y DiNIECE. 2006.

En el cuadro 20.6 se puede notar una leve obsolescencia relativa de los equipos en las zonas rurales respecto de los de las zonas urbanas. Pero, fundamentalmente, lo que se aprecia es un gran envejeci-

miento del parque en términos generales: al año 2006 cerca del 80 % de los equipos eran Pentium I o anterior.

Cuadro 20.6 Computadoras en establecimientos de educación común por modelo según ámbito. Cifras absolutas y porcentajes

Modelo	Urbano		Rural		Total	
	Absoluto	Porcentaje	Absoluto	Porcentaje	Absoluto	Porcentaje
Procesador 486	42.341	25,30 %	5.944	37,40 %	48.286	26,30 %
Pentium I	90.071	53,80 %	7.023	44,20 %	97.094	53,00 %
Pentium II y III	27.477	16,40 %	1.833	11,50 %	29.310	16,00 %
Otros	7.548	4,50 %	1.099	6,90 %	8.647	4,70 %
Total	167.437	100,00 %	15.899	100,00 %	183.337	100,00 %

Fuente: Relevamiento anual 2005. DiNIECE. Ministerio de Educación.

20.5.2 Evolución de la educación informática en la escuela media

En la década de los 80 decae la inscripción en las escuelas industriales (en parte por la influencia de las idas y vueltas de la importación y de la industria). Pero también, posiblemente, como consecuencia del creciente interés de la población por otros conocimientos considerados necesarios para insertarse en el mundo laboral y por la llegada de las computadoras personales. Se extienden las ofertas para los estudios de computación y se crean nuevas especialidades de administración, que en muchos casos se agregan a las entonces dadas en escuelas ya existentes. Estas nuevas especialidades requieren menos inversión en equipamiento que las tradicionales, una circunstancia que se aviene perfectamente con los recursos en permanente disminución de la Conet.²⁷

La primera escuela en crear la especialidad de computación es la ORT (1974) y unos años después la Conet la extiende a las demás escuelas técnicas. En 1983 la Conet revisa y actualiza el plan de estudios. A partir de la resolución N° 86/98 del Consejo Federal surge la figura de «Técnico en Informática Profesional y Personal». Esta se implementa en el año 2000 de forma anticipada y sin mucho éxito en casi cincuenta escuelas, muchas de las cuales carecían de computadoras. Actualmente la mayor parte de las provincias comienza a ofrecer variantes de la tecnicatura en informática profesional y personal. La ciudad de Buenos Aires, Río Negro y Neuquén ofrecen estudios de «Técnico en Computación». Córdoba además ofrece una «Tecnicatura en Programación».

Las escuelas privadas, interesadas en obtener ventajas competitivas y dotar a sus alumnos de capacidades apreciadas en el mundo ocupacional, comenzaron a ofrecer en la década de los 80 los primeros cursos de computación de carácter extracurricular; con el transcurrir del tiempo algunos de ellos fueron incorporados a los planes de estudio (en primarios y secundarios). En general, se veía algo de pro-

27. Durante la época del gobierno militar había sido derogado el impuesto del 1 % a la nómina salarial que contribuía a financiar la Educación Técnica.

gramación (Basic, Commodore, Logo). Luego se apuntó a rudimentos de programación con Basic. Más adelante, se introduce Pascal (ver los cuadros 20.2 y 20.3).

Con la introducción de la PC y Microsoft Windows se empiezan a incluir en los programas el uso de utilitarios (procesadores de texto y planillas de cálculo, principalmente). También comienza a hablarse de la constitución interna de las computadoras.

No hay desarrollados currículos comunes para la enseñanza de la computación en primarias ni secundarias. En los años 90, por ejemplo, en algunos bachilleratos se imparte un solo año de Informática y se enseña programación, uso de utilitarios y constitución interna de las computadoras. En algunos colegios comerciales se dictan al menos 3 años, con un tratamiento más a fondo de los mismos aspectos.

Desde 1990, estudiantes secundarios argentinos comienzan a participar con mucho éxito en los certámenes de las «Olimpiadas Internacionales de Informática». En gran cantidad de casos el interés por el estudio de la computación y la participación en los encuentros estudiantiles surge de los propios alumnos, aun sin haber tenido clases de programación en sus escuelas. En otros casos las escuelas les han dado apoyo para hacerlo, mediante entrenamiento específico y posibilidad de uso de equipamiento informático.²⁸

A finales de los años 90 aparece, impulsado por el Ministerio de Educación, el plan de aulas informáticas, mediante el cual se equipaban escuelas de gestión estatal con PC e impresoras y se capacitaba a los docentes. La iniciativa deja de existir con la entrada en vigencia de los planes «una computadora por alumno».

Como se comentó anteriormente, a partir de la Ley Nacional de Educación, promulgada en 2006, se impone la enseñanza de las TIC en escuelas primarias y secundarias y se crea una orientación en informática en la escuela secundaria. Las escuelas técnicas con orientación en informática proveen muchos egresados con conocimientos de computación (luego de seguir un plan de estudios de 3 años). Sólo de las tecnicaturas de informática pertenecientes a la ciudad de Buenos Aires (no privadas) egresan aproximadamente quinientos alumnos por año. Los planes de estudio difieren de institución a institución. Por ejemplo, mientras en el primer ciclo (cuarto año) en un colegio ven HTML y Visual Basic, en otros ven C#, clases, herencias y polimorfismo, y en otros operación de PC.²⁹ En muchos casos la formación con la que egresan depende de los profesores que tuvieron y del medio en el que se movieron (incentivo familiar, entre otros).

Dada la dificultad de encontrar información acerca de la evolución en la enseñanza de la computación en la escuela, se decidió realizar un sondeo a 237 personas nacidas entre 1940 y 1995 que cursaron sus estudios primarios y secundarios en Argentina. Se les interrogó acerca de su educación en computación en las escuelas de primaria y media. De los encuestados, el 15 % nació en la década de los años

28. Información tomada de los artículos de prensa: «Otro alumno platense con medalla olímpica». Diario *El Día* 20 de septiembre de 2004. Disponible en Internet: <<http://www.eldia.com.ar/ediciones/20040920/laciudad0.asp>>. Consulta: mayo de 2011.; y «Dal Lago y Deymonnaz son dos autodidactas», Diario *La Nación*, septiembre 2003. Consulta: mayo de 2011.

29. Información suministrada por María Cristina Cardoso, asesora técnica de contenidos curriculares de la especialidad «Computación», Dirección General de Planeamiento, Gobierno de la Ciudad de Buenos Aires.

60, el 50 % en la de los 70 y el 25 % en la de los 80, 59 % estudió o estudia alguna carrera relacionada con la informática y el 39 % tiene trabajos relacionados con el área (sin contar la docencia). El resto de la muestra está compuesto por 8,4 % de estudiantes y una idéntica proporción de docentes de escuelas medias y universitarias y por profesionales de muy diversas áreas. Menos del 7 % fue a una escuela secundaria técnica con especialización en computación.

Las primeras clases de computación en primaria y en secundaria las tuvo gente que comenzó la primaria en 1977 (2 de 12 personas tuvieron computación en la primaria, 5 de 12 en la secundaria). Aprendieron a programar en Logo.

De las 140 personas que estudiaron computación en nivel terciario o universitario 16 % dicen explícitamente que sus clases de computación en la escuela no las motivaron para la elección de la carrera. Los principales motores de la elección del estudio fueron «la vocación» (22 %), lo aprendido en primario o en secundario (18 %), el entorno en el que se criaron —haber tenido una computadora en la casa, el padre con un trabajo o estudio relacionado con la tecnología o amigos que lo incentivaron— (13 %). Pocas fueron influidas por la perspectiva laboral o por su gusto por las matemáticas y por resolver problemas aplicados (en ambos casos 6 %) y aún menos por una hipotética participación en las olimpiadas de informática (4 %). 81 personas tuvieron clase de computación en la primaria, 31 de ellas en escuelas públicas y 50 en privadas. De esas, 38 no aprendieron a programar (vieron utilitarios y/o nociones de *hardware*). 157 tuvieron clases de computación en secundaria y de ellas 60 no aprendieron a programar.

En los cuadros 20.7 y 20.8 se puede ver el porcentaje de alumnos que tuvo computación en el colegio, de acuerdo con el tipo de escuela al que asistió.

Cuadro 20.7 Porcentaje de alumnos que tuvo computación en el colegio primario, de acuerdo con el tipo de establecimiento

Tipo de escuela primaria	Cantidad de encuestados que asistió	Porcentaje que aprendió computación
<i>Pública</i>	141	22 %
<i>Privada</i>	96	52 %

Cuadro 20.8 Porcentaje de alumnos que tuvo computación en el colegio secundario, de acuerdo con el tipo de establecimiento

Tipo de escuela secundaria	Cantidad de encuestados que asistió	Porcentaje que aprendió computación
<i>Pública</i>	146	54 %
<i>Privada</i>	75	84 %
<i>Dependiente de la universidad</i>	15	93 %

Finalmente, en el cuadro 20.9 puede verse el porcentaje de alumnos que tuvo clases de computación en escuelas primarias y secundarias de acuerdo con la región donde estudiaron.

Cuadro 20.9 Porcentaje de alumnos que tuvo computación en primaria y secundaria de acuerdo con la región en donde estudiaron. El apartado «otras provincias» comprende a Santa Fe, Río Negro, Ushuaia, Chaco, Chubut, Córdoba, Entre Ríos, Formosa, Jujuy, La Pampa y Mendoza

	<i>Cantidad de encuestados</i>	<i>Porcentaje de alumnos con comp. en primaria</i>	<i>Porcentaje de alumnos con comp. en secundaria</i>
<i>Ciudad de Buenos Aires</i>	98	44 %	76 %
<i>Gran Buenos Aires</i>	70	34 %	60 %
<i>Provincia de Buenos Aires</i>	28	32 %	68 %
<i>Otras provincias</i>	34	12 %	50 %

Formación docente

Si bien hay casos de alumnos autodidactas o autoestimulados, la mayoría de lo aprendido por los estudiantes tiene su origen en la interacción en el aula y varía en función del nivel de excelencia del docente (conocimiento de contenidos, habilidades pedagógicas, destrezas motivacionales y posibilidades de seguir capacitándose).³⁰ Diversos estudios del tema demuestran que se requieren docentes altamente capacitados (con títulos universitarios o terciarios en el área que van a dictar).³¹ En Argentina, no todos los profesores de computación tienen estudios universitarios o superiores en las disciplinas que imparten.

Otro desafío por ser superado es la diferencia de formación de los docentes de los distintos distritos escolares. Un muy pequeño porcentaje de maestros se sienten muy bien preparados para utilizar computadoras e Internet para la enseñanza en el aula. De hecho, se señala que los nuevos educadores se gradúan de las instituciones de formación docente con un conocimiento limitado acerca de los modos en que la tecnología puede ser utilizada en su práctica profesional.³² Por último, la paga de los docentes es muy baja y tiene como consecuencia la búsqueda de otros muchos trabajos simultáneos, lo que dificulta reducir el tiempo para la capacitación y la adecuación de los materiales de enseñanza a las nuevas necesidades.

30. La autora recomienda la consulta de los siguientes informes técnicos: National Academy of Sciences, National Academy of Engineering, Institute of Medicine y Committee on Prospering in the Global Economy of the 21st Century: An Agenda for American Science and Technology, *Rising Above the Gathering Storm: Energizing and Employing America for a Brighter Economic Future*, Washington, D.C., The National Academies Press, 2007; Committee on Programs for Advanced Study of Mathematics and Science in American High Schools, Center for Education, Division Behavioral and Social Sciences and Education y National Research Council, *Learning and Understanding: Improving Advanced Study of Mathematics and Science in U.S. High Schools*, Washington, The National Academies Press, 2002; y Linda Darling-Hammond, *Teacher Quality and Student Achievement: A Review of State Policy Evidence*, Seattle, Center for the Study of Teaching and Policy, 1999.

31. US Department of Education, *Before It's Too Late, A Report to the Nation from the National Commission on Mathematics and Science Teaching for the 21st Century*, Washington, D.C. 2000. Informe técnico.

32. Unidad de Investigaciones Educativas del Ministerio de Educación, *Las tecnologías de la información y la comunicación. El debate sobre las TIC en la Association for Supervision and Curriculum Development (ASCD)*.

Inés Dussel, doctora en Educación por la Universidad de Wisconsin e investigadora de Flacso (Facultad Latinoamericana de Ciencias Sociales) declara en el documento *Aprender y enseñar en la cultura digital*, publicado en el VII Foro Latinoamericano de Educación, que el grado de formación es escaso: según las cifras que la investigadora maneja, solo 15 % de los maestros recibió algún curso. «La información muestra diferencias significativas entre regiones, con casos como el noreste argentino, donde 24 % ha recibido capacitación, y el del área metropolitana, donde solo 12 % participó de algún curso», destacó Dussel.³³ De todas formas, ha habido una evolución en el aspecto de la capacitación docente con la implementación de programas de mejoramiento de enseñanza secundaria; por ejemplo, con los proyectos Prodymes y Prodymes II, en los que se orientó parte de los esfuerzos hacia la integración de las tecnologías informáticas en las prácticas de enseñanza, mediante la capacitación de los docentes afectados al programa.³⁴

Las situaciones anteriormente descritas se repiten en estudios realizados en otros países.³⁵ En *Rising Above the Gathering Storm* se menciona la cuestión docente como uno de los principales aspectos que deben tratarse para mejorar la educación en tecnología y ciencias. Para esto se propone:

- Reclutar, educar y retener docentes secundarios que entiendan de ciencia y tecnología. Algunas medidas propuestas para lograrlo son: el otorgamiento de becas a estudiantes de carreras de ciencia y tecnología, para que en paralelo estudien docencia en estas áreas y la provisión de métodos de formación profesional continua para docentes.
- Elevar los salarios docentes, de forma tal de que sean acordes con lo que se recibe en el sector privado y en la contribución a la sociedad que realizan.

En el trabajo *Estándares UNESCO de competencia en TIC para docentes*³⁶ se ofrecen directrices para planear programas de formación de profesores y propuesta de cursos que permitirían prepararlos para desempeñar un papel esencial en la capacitación tecnológica de los estudiantes.

20.5.3 Una computadora por estudiante

Empieza a ser un paisaje cada vez más frecuente encontrarse en distintas zonas de la ciudad de Buenos Aires con grupos de alumnos secundarios sentados en la calle, y donde al menos uno de ellos está con una *netbook*. Algo similar se veía hace tres años con alumnos primarios caminando con sus *laptops XO* por las calles de Montevideo.

33. «Debaten el papel de las nuevas tecnologías en la educación». Diario *La Nación*, mayo de 2011. Consulta: junio 2012.

34. Mariana Landau, Juan Carlos Serra y Mariano Gruschetsky, «Debaten el papel de las nuevas tecnologías en la educación». *Serie Educación en Debate*, núm. 5, 2007. Disponible en Internet en la dirección: <<http://diniece.me.gov.ar/images/stories/diniece/publicaciones/boletin/Serieen-Debate5completo.pdf>>.

35. Entre los estudios internacionales pueden mencionarse: National Academy of Sciences, National Academy of Engineering, Institute of Medicine y Committee on Prospering in the Global Economy of the 21st Century: An Agenda for American Science and Technology, *Rising Above the Gathering Storm: Energizing and Employing America for a Brighter Economic Future*, Washington, D.C., The National Academies Press, 2007; y Unidad de Investigaciones Educativas del Ministerio de Educación, *Las tecnologías de la información y la comunicación. El debate sobre las TIC en la Association for Supervision and Curriculum Development (ASCD). Informe técnico*, Buenos Aires, Presidencia de la Nación Argentina, 2001.

36. Unesco, *Estándares de competencias en TIC para docentes*, Londres, 2008. Disponible en Internet en la dirección: <<http://www.eduteka.org/pdfdir/UNESCOEstandaresDocentes.pdf>>.

En diversos países del mundo se han estado implementando planes de entrega de computadoras a alumnos primarios y/o secundarios por parte del Estado o de las autoridades provinciales, comúnmente denominados plan «Uno a uno».

En Argentina, el Gobierno Nacional promueve el plan «Uno a uno» para las escuelas secundarias estatales de todo el país mediante los planes «Una computadora para cada alumno», en escuelas técnicas, y «Conectar igualdad», en el resto de los establecimientos. El Gobierno Nacional no tiene previsto la distribución de equipos informáticos en escuelas primarias (Plan «One Laptop per Child», OLPC); sin embargo, algunas provincias o municipios han decidido adoptarlo.

Los distintos programas en general contemplan el uso de las *netbooks* tanto en el ámbito escolar como también en la casa, de modo tal que se logre un impacto en la vida diaria de las familias.

One Laptop Per Child (OLPC)

La fundación *One Laptop per Child* (una computadora por niño) fue creada en 2005 por Nicholas Negroponte del Instituto de Tecnología de Massachusetts (MIT) con el objetivo de revolucionar la educación de los niños. La idea inicial era vender computadoras económicas y portátiles (la *laptop XO*) a entidades gubernamentales, para su posterior entrega gratuita en las escuelas primarias para familias pobres, de modo de facilitar el acceso al autoaprendizaje por parte de los niños.³⁷ Las máquinas son de bajo costo (se había proyectado US\$ 100, pero cuestan poco más de US\$ 200). Posteriormente, se han lanzado campañas (como «compra uno, dona uno»), que permiten a particulares comprar dos portátiles por US\$ 399, si donan una de ellas. Uruguay fue el primer país en lograr tener una *laptop* por niño (ver la explicación del Plan Ceibal más adelante).

La laptop XO

La *laptop XO*, que comparte su origen con las actuales *netbooks*, cuenta con las siguientes características:³⁸

- Permite interconexión entre las máquinas y conexión a Internet aun en regiones remotas. Posee dos grandes antenas de wifi que son, al mismo tiempo, los cierres de la tapa.³⁹
- Tiene dos modos de display, uno de ellos se puede ver a la luz del sol.
- Consume muy poca energía y es de uso factible en lugares en donde no hay electricidad, porque se la puede cargar manualmente (*crank*, pedal o *pull cord*).
- Utiliza *software* libre.
- Es relativamente liviana (1,5 kg) y robusta.
- No contiene materiales tóxicos.

37. The OLPC Wiki. Información tomada de la dirección en Internet: <http://wiki.laptop.org/go/The_OLPC_Wiki>. Consulta: julio 2011.

38. Laptop XO. Información tomada de la dirección en Internet: <<http://wiki.laptop.org/go/XO>>. Consulta: julio 2011.

39. Si bien las máquinas permiten la conectividad a Internet, es necesario la existencia de proveedores del servicio. Aún hay muchos casos de ausencia de operadoras de conexión a Internet.

Especificaciones adicionales: procesador AMD. 256 MB RAM, 1GB SLC NAND de memoria *flash*. Sistema operativo: distribución *skinny* Fedora de Linux. Interfaz de usuario especialmente diseñada para soportar aprendizaje y enseñanza colaborativa. No tiene disco duro, sino memoria *flash* como dispositivo para almacenar el sistema operativo y los datos del usuario. Lleva una *webcam* en la tapa, micrófono, dos altavoces, lector de tarjetas SD, varios botones tipo consola de juegos y diversos LED para teclado y batería.

Programas *One Laptop Per Child* en Argentina

En la Argentina se han implementado planes vinculados con la iniciativa OLPC en La Rioja y la ciudad de Buenos Aires. También en San Luis se han logrado avances relacionados con el uso de las computadoras por parte de la población.

La provincia de La Rioja permitió el desembarco de OLPC en el país, luego de la firma de un acuerdo en diciembre de 2009 para adquirir 60.000 computadoras XO 1.5 para los alumnos y docentes del nivel primario (de zonas rurales y urbanas de gestión estatal, privada y municipal).⁴⁰ Está previsto replicar acuerdos con OLPC en las provincias de Catamarca, Corrientes y Mendoza.

La ciudad de Buenos Aires anunció en marzo de 2010, en el marco del «Plan integral de informática educativa», la compra de 180.000 *netbooks* para alumnos de escuelas primarias de gestión estatal y social, y 2.000 para maestros, con el objetivo de entregarlas en 2011. Hacia mayo de 2011 ya se han entregado varios miles, mayormente en las zonas más pobres.⁴¹

Plan para escuelas secundarias técnicas

El Gobierno Nacional, por intermedio del Ministerio de Educación y de la Ley de Educación Técnica, estudió la posibilidad de comprar 250.000 *netbooks* de bajo costo para todos los estudiantes de las 1.156 escuelas secundarias técnicas. La *netbook* es una Exomate X352 vendida por la empresa argentina EXO. El equipo viene cargado de fábrica con doble «booteo» de sistema operativo: Linux (Rxart Exomate) y Windows XP. Incluye el Microsoft Office 2007 y el OpenOffice. Entre el *software* instalado en el equipo se encuentran aplicaciones con fines educativos, tanto generales como específicos, para química y matemática, por ejemplo. Además incluye la *suite* para docentes «Learning Essentials». La posibilidad de que las *netbooks* se puedan utilizar por los estudiantes en su casa quedó a discreción las autoridades de cada escuela.

40. Información tomada de: «OLPC Argentina Starts in La Rioja Province». Sitio en Internet: *OLPC News*. Dirección: <<http://www.olpcnews.com/countries/argentina/olpcargentinastartsinlari.html>>. Consulta: junio 2012; y «Cristina Kirchner se muestra con las OLPC». Sitio en Internet: *PuntoGov*. Dirección: <<http://www.puntogov.com/nota.asp?nrc=2451&nprt=1>>. Consulta: junio 2012>.

41. En relación con la compra y entrega de equipos de computación es conveniente revisar las siguientes referencias: Andrés Oppenheimer, *¡Basta de Historias!*, Buenos Aires, Editorial Sudamericana, 2010; «En Washington, Estados Unidos, por el Plan integral de informática Educativa. Rodríguez Larreta y Bullrich se reúnen con la OEA, el Banco Mundial y el BID». Sitio en Internet: *Gobierno de la ciudad autónoma de Buenos Aires*. Dirección: <http://www.buenosaires.gov.ar/areas/descentralizacion/noticias/?modulo=ver&item_id=1949&contenido_id=49434&idioma=es>. Consulta: junio 2012; y «Negocios pro-Clarín. Escandalosos sobreprecios». Sitio en Internet: *Informe reservado*. Dirección: <http://www.informereservado.net/noticia.php?noticia=33258>. Consulta: junio 2012. Las compras están siendo cuestionadas por denuncias de adquisición de máquinas con sobreprecios y la entrega ulterior de equipos exclusivamente a los alumnos de nacionalidad argentina.

«Programa Conectar Igualdad»

A partir del decreto 459/10 se crea el «Programa Conectar Igualdad» (CI)⁴² con el fin de proporcionar una *netbook* a cada alumno y docente de educación secundaria de escuela pública, de educación especial y de institutos de formación docente durante el período 2010-2012. Se espera repartir cerca de tres millones de *netbooks* en todo el país. Ya se comenzó con la distribución de los equipos. A diferencia del programa OLPC, el programa CI entrega otro modelo de *netbook*: los equipos Classmate, impulsados por Intel, armados por diversos fabricantes y comercializados por la empresa EXO.

Se prevé capacitar a docentes en el uso de esta tecnología y elaborar propuestas educativas con el objeto de favorecer la incorporación de los equipos en los procesos de enseñanza y aprendizaje. También se está trabajando en el desarrollo de contenidos digitales.

Otros antecedentes en América Latina

Desde comienzos de 2010, gracias al «Plan Ceibal», todos los alumnos y maestros de las escuelas públicas uruguayas tienen una computadora portátil (obtenida gratuitamente). El programa permitió la extensión de la red de conectividad, con predominio de la modalidad inalámbrica, sobre todo en las áreas rurales.⁴³ A partir de octubre de 2010 se están entregando *laptops* XO y Magallanes MG2 a estudiantes y docentes de enseñanza media pública. Para fines de 2010, el «Plan Ceibal» había desembarcado en los colegios privados de todo el país. En algunos de ellos se adquirieron computadoras. En otros se ayudó a los padres de los niños de determinados grados a comprar las computadoras (a un precio asequible como resultado del subsidio del Estado) para luego emplearlas en clases.

Algunos resultados de la evaluación educativa del «Plan Ceibal» son:⁴⁴

- 77 % de los niños declara que está más motivado para el trabajo en clase a partir del uso de la XO. El porcentaje es aún mayor en niños de contextos desfavorables. Ocho de cada diez niños de contextos favorables tienen al menos una PC en su hogar; mientras que solo cuatro de cada diez de contextos desfavorables la poseen.
- El porcentaje de alumnos sin PC en el hogar que no usaban nunca la PC bajó de 45,2 a 3 %; y el porcentaje de alumnos sin PC en el hogar que usan computadora todos los días aumentó de 14,4 a 64,1 %.
- 35 % de las madres dicen que sus hijos miran menos televisión.

En Perú también se está ejecutando el programa de una *laptop* por niño. En la página web de *Educational Technology Debate* de la Unesco, donde se promueve la adopción de iniciativas de TIC de bajo costo para sistemas educativos en países en vía de desarrollo,⁴⁵ se analizan los contratiempos surgi-

42. El programa CI se ejecuta de modo conjunto por la Presidencia de la Nación, la Administración Nacional de Seguridad Social (Anses), el Ministerio de Educación de la Nación, la Jefatura de Gabinete de Ministros y el Ministerio de Planificación Federal de Inversión Pública y Servicios.

43. «Plan Ceibal». Sitio en Internet: *Plan Ceibal*. Dirección: <<http://www.ceibal.org.uy>>. Consulta: julio 2011.

44. P. Besada y R. Mernies, «La hora de los maestros. P Besada», *Diario El País*, Montevideo 14 de marzo de 2010. Disponible en la dirección: <http://historico.elpais.com.uy/10/03/14/pnacio_476598.asp>.

45. Christoph Derndorfer, «OLPC in Perú: A problematic Una Laptop Por Niño Program». Sitio en Internet: *Educational Technology Debate. Exploring ICT in Developing Countries*. Dirección: <<http://edutechdebate.org/olpc-in-south-america/olpc-in-peru-one-laptop-per-child-problems>>. Consulta: junio 2012.

dos en la implementación. En un informe elaborado por el Banco Interamericano de Desarrollo (BID), además de tratarse la problemática del país andino, se cuentan las experiencias de los programas 1 a 1 en América Latina.⁴⁶

En la provincia argentina de San Luis la ministra de Progreso, Alicia Bañuelos (quien también se desempeña como rectora de la Universidad de La Punta), le entregó al gobernador Alberto Rodríguez Saa un conjunto de ideas para impulsar la creación de un parque tecnológico. Algunas de estas propuestas se convirtieron finalmente en medidas de gobierno:⁴⁷

- Conectividad gratuita a Internet por wifi en toda la provincia.
- Facilidades crediticias para la adquisición de equipos informáticos. En 2010 80 % de la población de la provincia tenía computadoras (número al que se llegó mediante la oferta de préstamos para la compra de computadoras y la reducción de sus precios de venta a la mitad).
- Lanzamiento de programas escolares para incentivar el interés de los niños por la tecnología, la computación y las ciencias.
- Entrenamiento a docentes para que usen la Internet como una herramienta de apoyo en sus aulas.

Cambios en la educación a partir de la distribución de una computadora por alumno:

No hay duda de que la implementación de los programas de entrega de computadoras para los alumnos permitirá reducir la brecha digital existente entre los distintos sectores de la población. Por otro lado, la posibilidad de llevar las computadoras al hogar constituye una gran ventaja. Entre las preguntas que surgen, como consecuencia del impacto de esta política pública, destacan las siguientes: ¿con la mera entrega de computadoras se puede mejorar la educación?⁴⁸ ¿La utilización efectiva de estos equipos pasa la transformación del paradigma tradicional de enseñanza, la capacitación de los docentes y el desarrollo de más *software* educativo? Más allá de estos programas, en las obras *New technologies and integrated Curriculum*⁴⁹ y *The condition of education*⁵⁰ se señala la necesidad de investigar acerca del modo en que docentes y alumnos utilizan las computadoras. Según los estudios, el impacto del acceso depende de la frecuencia de uso y el modo en que es utilizado el equipo.

Respecto a este último punto, Richard Noss, doctor en Educación Matemática y codirector del London Knowledge Lab de Londres, reconoce el potencial del modelo de entrega de máquinas a alumnos en las tecnologías en la educación, pero advierte que aún no se logra transformar los procesos de enseñanza y aprendizaje. En opinión del experto hay que replantear los temas trabajados en las escuelas,

46. Ana Santiago, Eugenio Severin, Julian Cristia, Pablo Ibararán, Jennelle Thompson y Santiago Cueto, «Experimental Assessment of the program "One Laptop Per Child" in Peru», *Briefly Notes IDB Education*, núm. 5, jul. 2010. Disponible en Internet: <http://idbdocs.iadb.org/wsdocs/getdocument.aspx?docnum=35422036>. Consulta: junio 2012.

47. «Otro alumno platense con medalla olímpica». Diario *El Día* 20 de septiembre de 2004. Disponible en Internet: <http://www.eldia.com.ar/ediciones/20040920/laciudad0.asp>.

48. «New Negroptism: You Can Give Kids XO Laptops and Just Walk Away». Sitio en Internet: OLPC News. Diciembre 2010. Disponible en Internet: <http://www.olpcnews.com/people/negropontism/newnegropontismyoucangivekidsxolaptops.htm>.

49. Richard Weisenhoff y Shelly Johnson, «New technologies and integrated Curriculum», ASCD, 2011.

50. National Center for Education Statistics, *The condition of education*, Washington, US Department of Education, 1998.

en lugar de limitarse al reflejo mecánico de dictar los contenidos tradicionales a través de nuevos formatos. También formula la conveniencia de que los alumnos escriban directamente en sus *laptops* y equipos informáticos los apuntes de clase y abandonen el hábito del lápiz y el cuaderno. Por eso, uno de los desafíos cruciales que enfrenta la escuela en la sociedad de la información y el conocimiento es «aprender a redefinir qué necesita ser enseñado, porque la dinámica de las tecnologías hace posible aplicar algunas ideas por primera vez», concluye Noss.⁵¹

Dada la falta de evidencia cuantitativa acerca del impacto del uso de las computadoras portátiles en el desempeño académico de los estudiantes, el Banco Interamericano de Desarrollo (BID) hace un estudio de la experiencia peruana.⁵² Los resultados no son del todo alentadores. Entre los hallazgos destacan: la necesidad de una mayor preparación de los docentes, el hecho de que muchos estudiantes no se llevan las computadoras a sus hogares (debido a que las escuelas o sus familias no lo permiten por temor a que se les dañen) y la disminución del uso de los equipos en clases después de unos meses de haberlos recibido. Sin embargo, entre 90 y 94 % de los docentes dijeron que las máquinas mejoran la calidad de su enseñanza, y 78 % piensa que le facilita la preparación de las clases. Los alumnos que tienen las *netbooks* son más críticos respecto a su educación, sus escuelas y su propia *performance*, lo cual se entiende desde el análisis hecho, como una suba en las expectativas y perspectivas generada por el programa.

En los distintos programas «Uno a uno» secundarios y primarios se está trabajando en la implementación de capacitaciones docentes y en la transformación de las clases en función de la tenencia de las *netbooks*, pero todavía no hay resultados que demuestren una ventaja clara de contar con estas. Sin embargo, hay varios proyectos en curso para comenzar a revertir esta situación. Por un lado, se llevaron a cabo concursos que premian experiencias innovadoras en el uso de las tecnologías de información y comunicación (TIC) en el aula (CI desde 2010, y proyectos educativos con TIC —educ.ar/Intel— desde el 2005). Por el otro, hay muchos proyectos en marcha, entre otros, «Mate Marote», que se está llevando adelante por el Laboratorio de Neurociencia Integrativa de la FCEN de la UBA, que está orientado a estimular y recuperar las capacidades cognitivas de chicos de cinco a ocho años con un conjunto de videojuegos para computadora.⁵³ Recientemente, en mayo de 2012, la Fundación Sadosky lanzó el programa «Dale aceptar» para interesar a alumnos secundarios en informática mediante el uso de la aplicación Alice.⁵⁴

20.6 Conclusiones

El sondeo fue realizado sobre una población reducida —237 personas—. Se trataron de tomar datos de distintos tipos de escuelas, diferentes edades y de todo el país. Las conclusiones obtenidas tras su análisis no son necesariamente representativas de la realidad. Hecha esta aclaración, se puede concluir que en las décadas de los 80 y los 90, tanto en la etapa primaria como en la secundaria, las escuelas privadas superan a las públicas con un 30 % más de alumnos con clases de computación.

51. «Entrevista a Richard Noss, experto en tecnologías para la educación». Sitio en Internet: *Conectar Igualdad*. Disponible en: <<http://www.conectarigualdad.gov.ar/noticia/entrevista-a-richard-noss-experto-en-tecnologias-para-la-educacion-371>>. Consulta: junio 2012.

52. Ana Santiago, et al., *op. cit.*

53. «Mejorar el aprendizaje en el aula». Diario *La Nación*. Junio 2010. Consulta: junio 2012.

54. Wanda Dann y Steve Cooper, «Alice 3: de lo concreto a lo abstracto», *Communications of the ACM*, vol. 52, núm. 8, 2009, pp. 27-29.

El comienzo de la enseñanza de la computación en las escuelas en forma más masiva coincide con la llegada de las Atari, Commodore y luego las PC. El entorno en que crecieron los chicos fue muy determinante en su interés por la informática, para aquellos que estudiaron computación a nivel universitario o terciario. También para muchos lo fue su aprendizaje en la escuela (para una proporción casi similar esto no lo incentivó en absoluto). Esto haría replantearse el modo cómo se están dando las clases de informática en las escuelas. Al contrario de lo que se podía suponer, solo 6 % de los encuestados manifestó que la había estudiado pensando en las perspectivas laborales. Por otro lado, los programas recientes de aprovisionamiento de una computadora para cada alumno con contenidos específicamente seleccionados marca un antes y un después en la relación de la educación de los jóvenes y las TIC.

Las máquinas del proyecto «Uno a uno» ya llegaron a la mayoría de las escuelas. Sin embargo, no todas son buenas noticias: algunos docentes no manejan las tecnologías (a pesar de que el Estado provee recursos para que lo hagan, pero en general estas clases son fuera del turno laboral y no les dan puntos), en muchos casos los alumnos manifiestan que no usan las TIC para aprender en el aula. Además, en muchas escuelas no hay responsables del aula de computación (no existen cargos y la posibilidad de hacer uso de esos espacios depende de la buena voluntad de los empleados de la institución educativa y de la dirección). Uno de los trabajos pendientes, que se está encarando, es el del aprovechamiento de las TIC para la introducción de cambios en la forma de enseñanza.⁵⁵

En cuanto a la capacitación en informática, el desafío no está solo en contar con computadoras, ni en la habilidad de utilizar las nuevas TIC para leer información, navegar, chatear, etc., sino también para poder realizar diseños y creaciones (ya sea creación de programas, o armado de macros en planillas de cálculo, etc.). Para esto es necesario aprender a programar.

Finalmente, acerca de la determinación del aspecto con mayor peso en el desarrollo de la educación en informática a nivel medio (los vaivenes políticos, la falta de políticas públicas vigentes en distintos gobiernos democráticos, el aspecto del desarrollo natural de las tecnologías a lo largo de los últimos 50 años), es una cuestión sobre la cual se puede opinar mucho, pero no habrá una respuesta única y verdadera. Es difícil saber qué hubiera pasado si los programas de reparto masivo de computadoras y capacitación se hubiesen dado hace unos años, si se hubiese desarrollado una industria nacional relacionada con la informática o si se hubiese incentivado fuertemente la docencia.

55. En cuanto al aprovechamiento de las TIC para la introducción de cambios en la enseñanza se recomienda consultar el documento: National Academy of Sciences, National Academy of Engineering, Institute of Medicine y Committee on Prospering in the Global Economy of the 21st Century: An Agenda for American Science and Technology, *Rising Above the Gathering Storm: Energizing and Employing America for a Brighter Economic Future*, Washington, D.C., The National Academies Press, 2007; y el artículo de prensa: «Debaten el papel de las nuevas tecnologías en la educación». Diario *La Nación*. Mayo 2011.

Ha muerto la escuela, ¡viva la escuela!

De la Escuela Superior Latino Americana de Informática a la Escuela de Verano de Ciencias Informáticas de Río Cuarto

Jorge Aguirre

21.1	Introducción	338
21.2	Singular inicio de esta historia	338
21.3	El contexto político en que se crea la ESLAI	339
21.4	Los proyectos para lograr el dominio de las nuevas tecnologías por parte del gobierno de Raúl Alfonsín	340
21.5	Diseño de la ESLAI	340
21.6	Resultados de la ESLAI	342
21.7	Cambios producidos por la renovación democrática de 1989	343
21.8	Intentos de defensa de la ESLAI	343
21.9	El proyecto de apertura de carreras de Informática del Departamento de Matemática de la Universidad Nacional de Río Cuarto	344
21.10	Renace la idea de crear una escuela de informática	345
21.11	La Escuela de Verano en Ciencias Informáticas de la Universidad Nacional de Río Cuarto	346
21.12	Contribuciones de las escuelas de verano al desarrollo del Departamento de Computación de la UNRC	346
21.13	Punto de encuentro de la ESLAI y las Escuelas de Verano de Río Cuarto	347
21.14	Obtención de un premio nacional	349
21.15	Conclusiones	349

21.1 Introducción

La extraña situación que se narra en la sección siguiente abre camino hacia la presentación de una trascendente escuela de informática latinoamericana que, por falta de apoyo político, cierra sus puertas, y luego hacia las circunstancias que llevarán al autor a impulsar la creación de otra escuela de informática, totalmente disímil, como si diera cumplimiento al lema dinástico «Ha muerto el Rey, ¡viva el Rey!».

Se presentan las características de la primera institución, la Escuela Superior Latino Americana de Informática, (ESLAI), un proyecto de alcance regional. Se estudian sus orígenes, su trascendencia y los recaudos tomados por sus creadores para hacerla inmune a los cambios políticos; recaudos burlados con la llegada de un nuevo gobierno. Luego se describen las características y se reseñan la trayectoria y los logros de la segunda institución, la Escuela de Verano de Ciencias Informáticas de la Universidad Nacional de Río Cuarto, que ha ejecutado ya su decimonovena versión.

El desarrollo del trabajo se fundamenta en una abundante documentación y los análisis se han realizado con el mayor rigor histórico. No obstante, el autor sigue un estilo testimonial, con una narración en primera persona, por considerar que ello le da una mayor calidez a la exposición, de la cual no solo es su redactor, sino también protagonista.

21.2 Singular inicio de esta historia

Avanza el invierno de 1991. Es una tarde soleada, pero fría, en el bosque del Parque «Pereyra Iraola», uno de los viejos cascos de una gran estancia que poseía la familia cuyo nombre ostenta. Está ubicado a 50 km de Buenos Aires y a 10 de La Plata. Su diseño es muy hermoso; en él se combinan armoniosamente diversas especies vegetales, de distinto porte y un arroyo lo recorre y realza su belleza. Durante los fines de semana y feriados el parque se colma de visitantes que lo alegran con su bullicio, pero durante los días laborables y particularmente en invierno luce solitario y su silencio solo es quebrado por los cánticos o chirridos de las aves. Allí se encuentra una gran casona señorial, antigua residencia de verano de la familia,¹ donde funciona la Escuela Superior Latino Americana de Informática, que ha cesado sus clases por falta de fondos. En ella nos encontramos trabajando, ya sin percibir nuestro salario, un empleado administrativo, Julio Varallo, la secretaria académica, profesora Sonia Cairoli y yo (director adjunto a cargo de la Dirección, por ausencia del director, doctor Jorge Vidart, quien se encuentra realizando gestiones en el exterior). La caldera no funciona, porque no hay recursos para reponer el combustible, y la falta de calefacción se hace sentir. Para mitigar el frío, Julio ha logrado encender la punta de un tronco, cuyo resto sobresale dos metros del lujoso hogar de mármol y bronce del *hall* superior. Nos acompaña una joven visitante, la licenciada Adriana Zapico, docente del Departamento de Matemáticas de la Universidad Nacional de Río Cuarto (UNRC), ubicada en la ciudad homónima de la provincia de Córdoba. Adriana ha venido a verme en busca de asesoramiento para iniciarse en informática. Cuando comenzamos a conversar se oyen golpes en la puerta de entrada, Julio baja y regresa con un policía que saluda y nos pide una caja. Le buscamos una y dice que es muy grande;

1. El parque y la casa fueron expropiados y convertidos en bienes públicos bajo la presidencia del general Juan D. Perón, en 1949.

cuando le ofrecemos otra, dice que es demasiado pequeña. Sonia le pregunta entonces, para qué la quiere. «Para poner una mano que encontré en un matorral y que debo llevar a la comisaría», responde. Todos nos sorprendemos y Adriana palidece. «¿Es un chiste?», pregunta. «No. Es una mano femenina. A nosotros, siempre nos tocan estas cosas...», contesta el policía.

Encontrada la caja, retirado el policía y superado el estupor, hablamos con Adriana sobre bibliografía y alternativas para iniciar su formación.

21.3 El contexto político en que se crea la ESLAI

En 1983 la sangrienta dictadura militar que sufrió Argentina desde 1976 se retiró restaurando la democracia. Asumió el gobierno el doctor Raúl Alfonsín, elegido en elecciones libres por la mayoría de la población. Comenzó entonces una época de ebullición, en la que los argentinos reemplazaron las pesadillas del pasado inmediato por los sueños de un mañana venturoso. En esa época había una corriente intelectual que pensaba que la Argentina debía saltar las etapas perdidas, e insertarse en lo que entonces se llamaba la Segunda Revolución Industrial: el dominio de las «Nuevas tecnologías», constituidas por la electrónica, la informática y los nuevos materiales. Alfonsín adhirió a esta estrategia y eligió como secretario de Ciencia y Técnica al doctor Manuel Sadosky, quien venía de estar exiliado en Venezuela. Una excelente exposición del pensamiento de Sadosky y de Alfonsín se encuentra en el libro *Sadosky por Sadosky*.²

Una ejemplificación del uso productivo de las nuevas tecnologías mencionadas puede obtenerse al observar los campos actuales de la Pampa Húmeda argentina (zona más fértil del país), en los que abunda la producción de soja.³ La variedad de soja que se utiliza ha sido modificada genéticamente para tolerar un herbicida —el glifosato—, que elimina a todos los otros vegetales competidores (malezas). La tolerancia de la soja al glifosato es producto de la biotecnología y permite que, al regar la plantación con el herbicida, se suprima la tarea de arrancar las malezas. Esta técnica permite también aumentar la superficie útil para la siembra, al no ser necesario dejar corredores para la circulación de los encargados de erradicar la maleza. Finalmente, las semillas son colocadas en el terreno usando la «siembra de precisión», mediante el empleo de la herramienta satelital para la determinación de coordenadas (GPS) y el control automático del proceso. Ambas cosas requieren dominar la electrónica y la informática. Finalmente, se observarán, próximos a los campos de siembra, grandes sacos que asemejan gigantes gusanos blancos, las «silo-bolsas», cuyas membranas tienen la propiedad de dejar respirar el grano que albergan y permitir su secado, porque impiden la penetración del agua de lluvia o de la excesiva humedad proveniente del medio circundante. La obtención de membranas con dichas propiedades es consecuencia del avance en nuevos materiales. Este ejemplo muestra el acierto de la preocupación por el dominio de la «Nuevas tecnologías». Sin embargo, creo oportuno hacer dos salvedades al respecto: 1) La visión de los cultivos de soja podría inducir a pensar que la Argentina llegó a dominar las nuevas tecnologías y, sin embargo, no es totalmente así; las utiliza, pero no es dueña de

2. Raúl Carnota y Carlos Borches (compiladores), *Sadosky por Sadosky vida y pensamiento del pionero de la computación argentina*, Buenos Aires, Fundación Sadosky, 2011.

3. Jorge Aguirre y Raúl Carnota, «Informática; un sueño de capacitación interrumpido», en: Edición especial conjunta de las revistas *Ciencia Hoy y Ciencia Hoje*, Buenos Aires-San Pablo, diciembre 2008, pp. 60-65.

ellas. Por su uso debe pagar patentes a los países que sí las han desarrollado; 2) las tecnologías proveen herramientas, cuya utilización puede ser beneficiosa o dañina. En el caso mostrado no se han tomado los recaudos necesarios para controlar el impacto ambiental del desgaste del suelo ni los efectos secundarios producidos por el ataque a las especies consideradas plagas, que podría desencadenar cambios ecológicos no deseados, quizás desastrosos.

21.4 Los proyectos para lograr el dominio de las nuevas tecnologías por parte del gobierno de Raúl Alfonsín

Dentro de los proyectos promovidos durante el gobierno del doctor Alfonsín para lograr el dominio de las nuevas tecnologías se destacaron los referidos a la informática: el Programa Nacional de Informática y Electrónica (PNIE) con sede en Buenos Aires,⁴ el proyecto argentino brasileño de estudios avanzados en informática (Pabi)⁵ y la mencionada ESLAI, destinada a iniciar la formación de recursos humanos con alta capacitación en informática.

El Pabi, las EBAI y la ESLAI se ejecutaron de acuerdo a lo previsto entre 1986 y 1989, mientras fue presidente de Argentina el doctor Alfonsín. Las características de los proyectos mencionados pueden verse con mayor detalle y profundidad en dos artículos dedicados a su descripción y análisis.⁶

21.5 Diseño de la ESLAI

La ESLAI nace con el objetivo de calificar la enseñanza universitaria de la informática, que en ese momento estaba dirigida fundamentalmente a la programación, para orientarla hacia la formación de profesionales con una sólida formación en Ciencias de Computación.

El diseño de la ESLAI seguía una idea que habían aplicado los físicos nucleares argentinos para lograr rápidamente una formación de grado de excelencia: una escuela de grado —el Instituto Balseiro—⁷ que otorgara becas, a un limitado número de estudiantes seleccionados, para realizar los tres últimos años de la carrera de grado como estudiantes con dedicación exclusiva y en un ambiente de excelencia, con disponibilidad de bibliografía y laboratorios adecuados y convivencia prolongada con sus calificados profesores. Los egresados podrían satisfacer las necesidades más inmediatas, alcanzar forma-

4. Secretaría de Ciencia y Técnica de la República Argentina, Programa Nacional de Informática y Electrónica PNIE, Buenos Aires, Editorial Bora, 2005.

5. Aguirre y Carnota, *op. cit.*

6. Jorge Aguirre y Raúl Carnota, «Las políticas académicas de desarrollo de la Informática en el retorno democrático y su posterior ruptura, el PABI, las EBAI y la ESLAI», en: «Ruptura y reconstrucción de la ciencia argentina», Buenos Aires, Secretaría de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva (SECT) y Secretaría de Derechos Humanos (SDH) de la Presidencia de la Nación Argentina en conjunto con la Unesco, 2007, pp. 130-140; Jorge Aguirre y Raúl Carnota, «Los proyectos académicos de desarrollo informático durante el retorno democrático argentino de 1983 y su proyección latinoamericana», en: Jorge Aguirre y Raúl Carnota (compiladores), *Historia de la informática en Latinoamérica y el Caribe: Investigaciones y testimonios*, Río Cuarto, Córdoba, Argentina, Editorial Universitaria de Río Cuarto, 2009.

7. Arturo López Dávalos y Norma Badino, J. A. Balseiro: crónica de una ilusión. Una historia de la física en la Argentina, Buenos Aires, Fondo de Cultura Económica, 2000; L. Andrini y C. Reichenbach, «Investigación y difusión de la Física a comienzos del siglo XX», en: *Todo es Historia*, número especial, dic. 2002, pp. 35-45.

ción de posgrado y, por un proceso de difusión, contribuir a la calificación del sistema académico disciplinar en su conjunto.

Se pensaba en un proyecto estratégico; había pues que protegerlo del más paradigmático principio de la «doctrina criolla» de implementación de políticas públicas de la época: quien entra demuele la obra de quien sale.

El proyecto tuvo así un blindaje político: la escuela constituiría un emprendimiento regional, que abarcaría a países de Latinoamérica y el Caribe. Este carácter amortiguaría los eventuales cimbronazos locales, a la vez que permitiría alcanzar escala, lo que facilitaría el acceso a financiamiento internacional.

La ESLAI dependería administrativamente de una fundación, creada *ad hoc*, la «Fundación Informática», cuyo directorio estaría formado por miembros de la Unesco, la Secretaría de Ciencia y Técnica Nacional (Secyt), empresarios informáticos y personalidades académicas. Al colocarse a la Escuela fuera del ámbito estatal y al amparo de un ente heterogéneo, se pensaba que estaría más guarnecida de los avatares políticos.

Para que los títulos tuvieran rango universitario se concretó un convenio con la Universidad Nacional de Luján que los otorgaría y realizaría el control académico. Para evitar interferencias se eligió una universidad que no tuviera carreras afines.⁸

El proceso de organización de la ESLAI significó superar múltiples desafíos, aunar intereses diversos y coordinar complejos procesos. Esta empresa fue llevada adelante por un grupo de personas que trabajaron con gran entusiasmo, dedicación y eficacia. El doctor Sadosky comprometió el mayor apoyo político. La Doctora Rebeca Guber (a cargo de la dirección durante este período), acompañada entusiastamente por Armando Haebeler, condujo con un empuje imbatible este proceso y controló la ejecución de las distintas actividades con un nivel de detalle, difícil de comprender. Un grupo de prestigiosos argentinos emigrados prestaron decidido apoyo, colaboraron con el diseño académico y tejieron una importante red de apoyo internacional, entre ellos: Norma Lijtmaer junto a su esposo italiano Ugo Montanari, Julián Aráoz, Mauricio Milchberg y Manuel Bemporad.

La ESLAI se constituyó finalmente, propiciada por la confluencia de distintos sectores políticos y bajo el soporte de diversos apoyos institucionales (nacionales e internacionales). El Gobierno de la Provincia de Buenos Aires le cedió el uso de la casona del Parque Pereyra, cuya restauración y adaptación fue acometida por la Secyt. El IBI —Oficina Intergubernamental para la Informática, entidad partícipe del sistema de las Naciones Unidas— subsidió el funcionamiento. El gobierno de Italia donó el equipamiento informático, valuado en un millón de dólares.⁹ La Unesco financió la constitución de la biblioteca inicial. La Comunidad Económica Europea solventó la concurrencia de profesores visitantes europeos (cosa que también hicieron los gobiernos de Italia y Francia). Para su inicio, empresas informáticas

8. Ana María Fernández Arias, «Política, informática y educación: el caso ESLAI», en: *Confines* (publicación del Instituto Tecnológico de Estudios Superiores de Monterrey, México), vol. 5, núm. 9, en-my. 2009), pp. 49-66.

9. Jorge Aguirre y Raúl Carnota, «Los proyectos académicos de desarrollo informático durante el retorno democrático argentino de 1983 y su proyección latinoamericana»,

argentinas facilitaron las computadoras para las prácticas de los estudiantes, hasta la llegada e instalación de los equipos donados por Italia. El director de la ESLAI sería el doctor Jorge Vidart, ciudadano uruguayo doctorado en Francia, y el director adjunto, Armando Haebere. La escuela tendría además dos laboratorios, en los cuales los alumnos deberían desarrollar sus capacidades de implementación a la par de su formación teórica, el laboratorio de *Hardware*, cuyo director fue el profesor Carlos Bogno, y el de *Software*, a mi cargo.

El plan de estudios de la ESLAI tenía el siguiente diseño: los alumnos ingresados debían tener aprobado un segundo año de una carrera universitaria afín y dominar los conocimientos de matemática e idiomas requeridos, lo cual se convalidaba mediante el examen de ingreso, que era, a su vez, el concurso por el que se asignaban las becas. Durante los dos primeros años se cursaban por la mañana las asignaturas obligatorias. Paralelamente, el alumno tenía que asistir a los talleres que se realizaban, por la tarde, en los laboratorios. Durante el último año debía cubrir una cantidad de créditos, mediante el cursado de cursos electivos, los que también se ofrecían a toda la comunidad. Durante el primer semestre de este tercer año, era obligatorio realizar una pasantía, un trabajo profesional con supervisión académica, y la tesis de licenciatura durante el segundo semestre.

21.6 Resultados de la ESLAI

La ESLAI funcionó normalmente durante cuatro años y logró egresar dos promociones, una en 1988 y la otra en 1989, ya después del cambio de gobierno nacional (el doctor Carlos Saúl Menem reemplazó en la presidencia al doctor Alfonsín en julio de ese año). De los 59 alumnos que constituyeron las dos primeras cohortes, en diciembre del 89 habían egresado 54. Sus cursos contaron con profesores de primera línea, como R. Abrial —asesor de la Comunidad Económica Europea—, Ugo Montanari —CNR (Consejo de Investigación Italiano)—, Carlo Ghezzi —Politécnico de Milán—, Helmut Partsch —Universidad Católica de Nijmegen—, Georgio Ausiello —Universidad de Roma—, Martin Wirsing —Universidad de Pasau, Alemania—, Jean Pierre Jounaud —Universidad de París— y argentinos de la talla de Julián Araóz, Gregorio Klimosky, Lia Oubiña, Roberto Cignoli, Hugo Scolnik y Pablo Jacovkis. Los mismos profesores que dictaron los cursos del plan de estudios de la ESLAI, asignaturas semestrales de los dos primeros años y cursos optativos intensivos de distinta duración a partir del tercer año, también impartieron 34 cursos electivos, más breves, abiertos a la comunidad informática en general, a los que asistieron 350 profesionales, docentes o investigadores. El régimen de pasantías permitió iniciar una fructífera relación con el medio productivo. Se efectuaron convenios de trabajo con empresas e instituciones de Argentina, Brasil, Ecuador, Venezuela, Uruguay e Italia (entre ellas: Siderca, Aluar, IBM Argentina, Petróleo de Venezuela, Pontificia Universidad Católica de Río de Janeiro y Universidad de Pisa). Se habían constituido grupos de investigación y esta actividad, si bien incipiente, había producido, hasta 1990, 28 publicaciones y 54 presentaciones a congresos. Algunos de los egresados retornaron a sus tierras de origen, mientras que veinticinco de ellos y cinco de los docentes auxiliares partieron a realizar estudios de posgrado con becas provenientes del exterior —sin costos para sus países— a Inglaterra, Francia, Suecia, Holanda, Italia, Brasil, Alemania, Estados Unidos, Israel y Escocia.¹⁰

10. Sociedad Argentina de Informática e Investigación Operativa, Boletín de la Sadio, núm. 8, 2003. Disponible en Internet en la dirección: <<http://sadio.opentierra.com/SADIO-Files/nl8.pdf>>.

21.7 Cambios producidos por la renovación democrática de 1989

Cuando en julio de 1989 asumió la presidencia el doctor Carlos Menem la política argentina giró hacia modelos neoliberales, que pensaban otra forma de inserción del país en el mundo. Así los proyectos académicos de cooperación con Brasil perdieron interés político y fueron decayendo. En julio de 1993, durante la primera presidencia de Menem se realizó la sexta y última EBAI, en Embalse del Río Tercero, Argentina. Se dictaron 3 laboratorios y 3 cursos y se otorgaron becas a solo 10 alumnos por país y por actividad.

Con el egreso de 1989 —el de la segunda cohorte— finalizaría el funcionamiento normal de la ESLAI. Como se mencionó, en julio de ese año había asumido la presidencia de la Nación el doctor Carlos Menem, quien designó como secretario de Ciencia y Técnica al doctor Raúl Matera y como subsecretario de Informática al licenciado Carlos Sassali.¹¹

El IBI se había disuelto con anterioridad, pero el flujo de financiación externa que ese organismo inyectaba para el mantenimiento de la ESLAI había quedado garantizado gracias a un acuerdo firmado con el gobierno nacional. En el acuerdo se disponía que la cuota que el Estado argentino debía pagar al IBI se entregase a la Fundación Informática para cubrir el funcionamiento de la escuela. Se preservaba así el blindaje político, al asegurarle un presupuesto propio a la institución. No obstante, los libramientos de fondos requerían de actos administrativos que debía iniciar la Subsecretaría de Informática.

Ya hacia fines del año 89 las remesas de fondos se habían atrasado por falta de la gestión correspondiente y la situación financiera de la escuela era crítica. Durante 1990 la situación llegó a límites insostenibles. Los docentes dejaron de cobrar sus sueldos, los alumnos de percibir sus becas. En junio el concesionario del comedor cerró la cocina, ante una deuda acumulada de varios meses. Los alumnos perdieron así la componente alimentaria de sus becas.

21.8 Intentos de defensa de la ESLAI

Lamentablemente el blindaje político se mostraba ineficaz. Sucumbía ante la más atroz de las armas que un funcionario puede blandir: el cajón de su escritorio.

Toda la comunidad de la escuela ejerció una enconada defensa. Los alumnos organizaron un comedor comunitario, los docentes continuaron dando sus clases sin cobrar y se realizaron importantes esfuerzos por lograr un consenso político que permitiera superar la situación. El problema de la ESLAI cobró importancia en los medios de comunicación. Se contó con apoyos de los dos partidos mayoritarios en el Congreso y se consiguió que la Comisión de Ciencia y Técnica de la Cámara de Diputados, presidida por el parlamentario del partido gobernante, doctor Jorge Rodríguez, citara al subsecretario de Informática para analizar la situación. En ningún momento las autoridades de la Secyt dejaron de manifestar su apoyo verbal, pero los fondos no llegaban y las soluciones prometidas se esfumaban o eran

11. Ana María Fernández Arias. «Política, informática y educación: el caso ESLAI»,

reemplazadas por otras enunciaciones, tan efímeras como las anteriores (una interesante y excelentemente documentada relación de este proceso se encuentra en la nota de Ana María F. Arias.¹²

En su momento, la creación de la ESLAI había despertado recelos en sectores universitarios, situación comprensible frente a la disparidad entre el presupuesto por alumno de la escuela y los exigüos recursos de las universidades nacionales; pero debo decir, con orgullo de pertenecer a él, que todo el sistema académico defendió decididamente a la ESLAI durante sus tiempos de infortunio. En esta defensa el rector Busnelli de la Universidad Nacional de Luján tuvo un papel destacado; la Sociedad Argentina de Informática e Investigación Operativa (Sadio) también estuvo siempre presente. Hacia julio de 1990 se recibió una partida que permitió saldar deudas y comenzar normalmente las clases del segundo semestre, pero en septiembre, agotados los recursos, se repitió la situación anterior de cesación de pago. El desgaste había sido demasiado grande. Esta vez las aulas de la ESLAI se cerraron para siempre. Después seguirían solo las operaciones de rescate del naufragio.

En el período en que ya no quedaban esperanzas de salvar a la escuela y nos dedicábamos a reubicar a los alumnos avanzados en otras universidades y estructurar los planes para que pudieran completar sus estudios, fue cuando se produjo el singular suceso narrado al principio.

Poco después el director del departamento académico donde trabajaba Adriana Zapico, el profesor Héctor Agnelli, me invitó a viajar a Río Cuarto para participar en labores de asesoramiento en la apertura de carreras de informática. Afectado emocionalmente por la situación de la ESLAI, la oferta no me entusiasmó. Yo había decidido aceptar previamente una propuesta del director del Departamento de Computación de la UBA, profesor Adolfo Kuitcka, quien me extendió un contrato como docente con dedicación simple. No obstante, como la remuneración estaba muy lejos de satisfacer mis necesidades de padre de familia numerosa, mantuve como mi preocupación más urgente la reinserción a la actividad profesional. Desde Río Cuarto insistieron con su ofrecimiento. Fueron muy amables. Finalmente acepto. En aquella época estaba muy lejos de intuir que esa decisión iba a cambiar mi rumbo futuro y que, en un par de años, me llevaría a impulsar la creación de otra escuela, como si diera cumplimiento a la paráfrasis del lema dinástico que da nombre a este trabajo.

21.9 El proyecto de apertura de carreras de Informática del Departamento de Matemática de la Universidad Nacional de Río Cuarto

Cuando me contrata Héctor Agnelli el Departamento de Matemática (DM) de la Facultad de Ciencias Exactas Físico-Químicas y Naturales (FCEFQN), presentaba una escasez de alumnos propios, por lo que la actividad docente se circunscribía a la prestación de servicios para otros departamentos y facultades. Esto significaba que el repertorio de materias dictadas se limitaba a las básicas y que además no existiesen incentivos para la incorporación de nuevos profesores. A su vez el DM quedaba mal colocado a la hora de competir por recursos con otras unidades académicas, por la falta de estudiantes propios.

12. Ana María Fernández Arias. «Política, informática y educación: el caso ESLAI».

Frente a la situación mencionada, había surgido en el DM la idea de introducir carreras de informática en su seno, que presentaran una oferta con mayor salida laboral a los alumnos potenciales. Para ello había adquirido ya algunas PC y montado un pequeño laboratorio y también disponía de un subsidio para comenzar a constituir una sección específica para la nueva disciplina, dentro de la biblioteca general de la universidad. Fue, en ese momento, cuando fui invitado.

Agnelli me propone que conduzca el proceso de fundación de carreras de Informática. Me exige permanecer en el campus de jueves a viernes y me permite regresar a Buenos Aires semana por medio. También me consulta sobre la conveniencia de adoptar los planes de la Universidad Nacional de San Luis, que comprenden una licenciatura, un profesorado y una carrera menor de «Analistas en computación». Conozco los planes y me parece bien adoptarlos. Además, como ya están aprobados por el gobierno nacional, el trámite de su reconocimiento para las nuevas carreras sería rápido.

Antes de comenzar las clases realizamos un seminario con los docentes escogidos para dictar la primera materia específica (Introducción a algorítmica y programación); entre ellos se encontraba Ricardo Medel, un licenciado en Informática, egresado de la Universidad de San Luis. Cuando comienzan las clases regulares tengo la grata sorpresa de encontrar un grupo de alumnos entusiastas, que trabajan con sumo ahínco. Lo seguirán haciendo cuando se incorporen nuevas cohortes, como si asumieran la responsabilidad de primogénitos.

A medida que arriban nuevas camadas pasarán a acompañarme otros profesores viajeros (Gabriel Baum, de la Universidad de la Plata; Guillermo Simari, de la Universidad Nacional del Sur; Raúl Gallard y Daniel Riesco, ambos de la Universidad Nacional de San Luis; Marcelo Campo, de la Universidad Nacional de Tandil; entre otros).

21.10 Renace la idea de crear una escuela de informática

En 1993 los alumnos de Río Cuarto cursan su segundo año, y conmigo la segunda materia de programación. Me preocupa el estrecho horizonte académico en que viven y durante las vacaciones de invierno se me ocurre que una buena solución sería organizar una «escuela de verano», abierta a toda la comunidad informática, que les sirva de ventana hacia el mundo. La escuela podría ser la contraparte estival de la organizada desde hace varios años en el receso invernal por el Departamento de Computación de la Facultad de Ciencias Exactas de la UBA, la ECI (Escuela de Ciencias Informáticas).

Ahora sí. Estoy a punto de justificar el título de este trabajo. A la nueva escuela pensamos llamarla EVCI, Escuela de Verano de Ciencias Informáticas. Pero consultada la opinión de la directora de la ECI, profesora Irene Loiseau, se queja con razón de la similitud entre las dos siglas y pasamos a llamarla Río 94 (esta forma de denominación estaba elegida con cierta malicia publicitaria subliminal, pues en Argentina la ciudad de Río de Janeiro se abrevia como Río y ¿a quién no le atrae un verano allí?). La denominación perdurará hasta el presente con solo la mutación del año, que a partir de 2000 ocupa cuatro dígitos en el acrónimo. Así hemos llegado, sin solución de continuidad, a realizar la Río 2012.

21.11 La Escuela de Verano en Ciencias Informáticas de la Universidad Nacional de Río Cuarto

Para inaugurar la Río 94 contábamos con un exíguo presupuesto, por lo que invitamos a profesores argentinos amigos, dispuestos a viajar sin más remuneración que los pasajes: Silvia Clerici (de la Universidad Politécnica de Cataluña), Armando Haebeler (PUC de Río de Janeiro, Brasil) y Viviana Rubinstein (consultora de *software*, propietaria de la empresa Liveware, que opera en Buenos Aires y Austin, Texas).

En la Río 94 se inscribieron 113 alumnos (provenientes de las universidades de Buenos Aires, Salta, San Juan, San Luis, Comahue, La Plata, Entre Ríos, el Litoral y la Pampa), además de los 47 estudiantes locales. Así se cumplieron holgadamente los objetivos propuestos.

Durante la Río 94 Armando Haebeler se pasea en pantalón de baño con un grupo de alumnos, en torno a la pileta del campo de deportes de la universidad, mientras habla de especificaciones formales. Cuando termina la Escuela de Verano invita a una pasantía en Río de Janeiro a la alumna local Valentina Grinspan y al profesor Mauricio Marlangeon para trabajar en el tema.

La Escuela de Verano de Ciencias Informáticas de Río Cuarto perdura hasta el presente. Ha contado con 19 ediciones y ha dejado de ser una ventana de Río Cuarto hacia el mundo para convertirse en una ventana del mundo hacia Río Cuarto. Gracias a ella se ha facilitado contactos e intercambios con universidades de distintos países, como ETH (Suiza), London University (Reino Unido), McMaster University (Canadá), Stanford University (Estados Unidos), Universidad Politécnica de Catalunya (España), Universidad de Alagoas (Brasil), Universidad Joseph Fourier de Grenoble (Francia), Universidad de Pisa (Italia), Pontificia Universidad Católica de Río de Janeiro y Universidad de Recife (Brasil) y la Universidad de la República (Uruguay).

Las Escuelas de Verano realizadas han tenido una presencia promedio de 190 alumnos en cada edición. Asisten habitualmente tanto estudiantes como graduados y profesores provenientes de todas las provincias argentinas y de otros países latinoamericanos. Su proyección ha sido tal, que cada vez son más los profesores de calificadas universidades de todo el mundo que se ofrecen a dictar cursos en las escuelas, solventando sus propios gastos de viaje.

21.12 Contribuciones de las escuelas de verano al desarrollo del Departamento de Computación de la UNRC

Las Escuelas de Verano han brindado una mayor visibilidad al Departamento de Computación (DC) y han facilitado el surgimiento de inquietudes, la provisión de modelos y el establecimiento de relaciones, intercambios y cooperaciones. Ellas se han convertido en importantes impulsoras de crecimiento y consolidación académica, lo que ha permitido el desarrollo local.

En 1995 el crecimiento de la matrícula en la carrera de computación y la consolidación del plantel de docentes determinó que las carreras de Informática dejaran de depender del Departamento de Matemática y pasaran a constituir un área específica adscrita a la Facultad de Ciencias Exactas Físico-Químicas y Naturales. En el año 2000 esta área pasó a ser el actual Departamento de Computación (DC).

En medio del debate en torno a la aprobación de estudios de posgrado se resolvió evitar la creación de carreras locales antes de lograr una masa crítica de alumnos. En cambio, se buscó diseñar posgrados en carreras externas. Esto no impidió la realización de postgrados en otras universidades con dirección local y trabajando dentro de los grupos locales de investigación, que se fueron constituyendo a partir de 1997. También se envió a algunos docentes del departamento a realizar doctorados en el exterior.

Un buen indicador de la calidad de los egresados o docentes locales del DC lo constituye la aceptación de algunos de ellos para cursar carreras de posgrado en instituciones reconocidas (aceptación que incluye el apoyo económico en el caso de las universidades extranjeras), en lo que tuvo una sustancial contribución el contacto establecido a través de las Escuelas de Verano.

Así, han realizado sus doctorados y se desempeñan como docentes e investigadores del Departamento de Computación: el PhD Nazareno Aguirre (King's Collage Universidad de Londres), el PhD Pablo Castro (McMaster University, Canadá), la doctora Adriana Zapico (Universidad Politécnica de Catalunya) y el doctor Francisco Bavera (Universidad de Buenos Aires). Mientras que también han completado sus doctorados Martín Nordio (en el ETH, en Zurich), donde se desempeña actualmente como investigador; y Ricardo Medel (en el Stevens Institute of Technology, en New Jersey, EE.UU.) actualmente investigador en el Centro de Desarrollo de Intel en la ciudad de Córdoba, Argentina.

Asimismo, están en curso los doctorados de Valentín Cassano y Ramiro Demassi en la McMaster University (Canadá), de Damián Nadales en la Universidad de Eindhoven (Holanda) y de Daniel Romero en la Universidad Complutense de Madrid (España).

Actualmente cursan su doctorado como becarios los siguientes investigadores del Departamento:

- Pablo Ponzio, director doctor Nazareno Aguirre. Bajo beca cofinanciada Conicet y Ministerio de Ciencia y Tecnología del gobierno de Córdoba.
- Valeria Bengolea, director doctor Nazareno Aguirre. Bajo beca doctoral del Conicet.
- Renzo Degiovanni. director doctor Nazareno Aguirre. Bajo beca doctoral de Conicet
- Cecilia Kilmurray. director doctor Pablo Castro. Bajo beca de la Agencia Nacional de Promoción Científica y Tecnológica.
- Germán Regis, director Marcelo Frias (UBA). Bajo beca cofinanciada Conicet y Ministerio de Ciencia y Tecnología del gobierno de Córdoba.

Además, han obtenido el grado de magíster los siguientes egresados:

- Carlos Luna (en la Udelar, Uruguay).
- Francisco Bavera (en la Udelar, Uruguay).
- Martín Nordio (en la Udelar, Uruguay).
- Ricardo Medel (en la UNSL, Argentina).
- Marcela Daniele (en la UNSL, Argentina).

- Paola Martellotto (en la UNSL, Argentina).
- Luis Chávez (en la UNSL, Argentina).
- Marcelo Arroyo (en la UNS, Argentina).
- Daniel Romero (en la UCM, España).
- Marcelo Almirón (en la UFA, Brasil).
- Adrián Muract (en la UFA, Brasil).

21.13 Punto de encuentro de la ESLAI y las Escuelas de Verano de Río Cuarto

Cuando se aproximaba el vigésimo aniversario de la apertura de la ESLAI, en marzo de 2006, estábamos iniciando la preparación de la XIII Escuela de Verano. Fue entonces cuando se me ocurrió la idea de dedicar la nueva edición al recuerdo de dicho aniversario. y propuse la denominación oficial de Río 2006/ESLAI 1986.

En 1985 falleció Armando Haeberer (para la época director de la United Nations University International Institute for Software Technology). En homenaje a su memoria se realizó en Buenos Aires el congreso internacional «SPIRE» de ingeniería de *software*. En este contexto el doctor Daniel Yankelevich, organizador local del «SPIRE» y graduado en la ESLAI, me pidió organizar un encuentro de exmiembros de la ESLAI dentro de las actividades conexas al congreso.

El encuentro se llevó a cabo con muchos asistentes. Allí presenté la idea de realizar la «Río 2006/ESLAI 1986». Lo hice mediante una encuesta dirigida a los asistentes que fueron o bien profesores o bien alumnos de la ESLAI y que incluía una pregunta sobre la opinión personal respecto de la posible realización de la mencionada escuela de verano. Todos (los 31 encuestados) estuvieron de acuerdo.

Comenzamos a trabajar en la idea.¹³ Realizados los primeros contactos, Mauricio Milchberg, uno de los asesores en el diseño de la ESLAI, argentino residente en Francia, gestiona un subsidio en la Unesco para el evento. El Conicet nos otorga otra subvención y también hace lo propio la Sociedad Argentina de Informática e Investigación Operativa (Sadio). Además nos apoyan: la Agencia Córdoba Ciencia, la UNRC —como lo hace todos los años—, la Municipalidad de Río Cuarto y la empresa Motorola. Con estas ayudas lanzamos una gran Escuela de dos semanas de duración, en lugar de una como es habitual, y con muchos invitados del exterior. En ella se dictaron ocho cursos, en lugar de seis. Fueron sus profesores los doctores: Ugo Montanari, Carlo Ghezzi y Luciano Baresi (Universidad Politécnica de Milán); Delia Kesner (Universidad París Diderot); Sergio Yovine (Consejo de Investigaciones de Francia); Bengt Nordström (Universidad Tecnológica Chalmers, Suecia), Jean Pierre Peyrin (Universidad Joseph Fourier, Francia); Julian Aráoz (Universidad Simón Bolívar, Venezuela, y Politécnica de Cataluña); y Hugo Scolnik (Universidad de Buenos Aires). Todos exdocentes de la ESLAI.

13. Departamento de Computación de la Facultad de Ciencias Exactas, Físicas, Químicas y Naturales de la Universidad Nacional de Río Cuarto, Memorias de las Escuelas de Verano (1994 a 2012), Río Cuarto, Córdoba, Argentina, 2012.

Cuatro actividades coexistieron en el ámbito de la Río 2006: la Escuela de Verano, un *workshop* sobre estrategias de desarrollo de las Tecnologías de la Información, un encuentro internacional de exmiembros de la ESLAI y un homenaje al doctor Manuel Sadosky, fallecido pocos meses antes, fundador de la Computación en Argentina y Uruguay y sombra tutelar de cuya obra crecieron nuestras carreras de computación y, de alguna manera, todos los informáticos argentinos y uruguayos.

Los cuatro actos que agrupó la Escuela de Verano atrajeron a trescientos participantes —provenientes de varios países europeos, de Estados Unidos, Uruguay, Perú, Paraguay y compatriotas de distintas regiones de nuestro país—. Entre ellos estuvieron presentes el doctor Lino Barañao (presidente de la Agencia Nacional para la Ciencia y la Tecnología); las autoridades de nuestra universidad y facultad; algunos fundadores de la ESLAI; y los miembros del equipo de colaboradores del doctor Manuel Sadosky: Rebeca Guber, Julián Aráoz y Mauricio Milchberg. También asistieron el doctor Pablo Jacobkis (decano de la Facultad de Ciencias Exactas de la UBA y expresidente del Conicet), el ingeniero Carlos Pallotti (presidente de la Cámara Nacional de Empresas de *Software* y Servicios Informáticos, CESSI), la doctora Irene Loiseau (directora del Departamento de Computación de la UBA), el diputado nacional Alberto Cantero y otras autoridades vinculadas con el decurso de la Escuela de Verano. Nuestro homenaje a Sadosky contó con la presencia de su viuda y entrañable compañera la señora Katúm Troise.

21.14 Obtención de un premio nacional

En el año 2010 llega el reconocimiento. La Escuela de Verano obtiene el «Premio Sadosky a la inteligencia argentina» en «Calidad Educativa», premio nacional otorgado por la Cámara Empresaria de *Software* y Servicios Informáticos (CESSI) y auspiciado por la Presidencia de la Nación; un premio que es elegido por una votación muy amplia de la comunidad informática, luego de la postulación de ternas para cada categoría, que son determinadas por un jurado.

21.15 Conclusiones

Se ha mostrado la creación, desarrollo y el prematuro final de un importante emprendimiento regional del gobierno argentino: la Escuela Superior Latino Americana de Informática, de gran trascendencia en el ámbito académico y profesional argentino. El cese del funcionamiento de la ESLAI en 1989 ha sido un hecho lamentable, que de seguro habrá cortado inimaginables avances sobre los que sería vano especular. Pero su corta vida fue fructífera. Lo demuestran sus legados, que han facilitado muchos de los desarrollos académicos mencionados en este trabajo. Sin duda, una pequeña muestra de los procesos sobre los que su existencia influyó beneficiosamente.

Luego se abordó la creación de las Escuelas de Verano de Ciencias Informáticas de Río Cuarto ocurrida en 1994, un emprendimiento con objetivos iniciales mucho más limitados, aunque de un impacto local inmediato. Se mostró también cómo, además de cumplir con los propósitos iniciales de abrir una ventana hacia el mundo para los primeros alumnos, se invirtió la visibilidad generada, al convertirse en una ventana del mundo hacia Río Cuarto, que ha facilitado importantes intercambios académicos.

También se analizó cómo este nuevo emprendimiento, al realizar su versión de 2006 en conmemoración de los 20 años de la apertura de la ESLAI, honró el reconocimiento internacional de la antigua escuela y reforzó el prestigio de las escuelas de verano, circunstancia de sumo provecho para el proyecto local que en 2010 obtuviera el «Premio Sadosky a la inteligencia argentina en calidad educativa».

JIAP, 20 años como difusor de tecnología

Luis Amil, Carlos Gera, Carlos Beiro y Juan Piaggio

22.1	Introducción	352
22.2	JIAP: ficha técnica	353
22.3	Entorno histórico tecnológico	355
22.4	Evolución de Uruguay	357
22.5	Los hechos de la historia	359
22.6	La visión de los fundadores	364
22.7	Los horizontes	366

22.1 Introducción

La Historia es una disciplina del conocimiento que tiene como objeto el estudio del pasado. El uso del término «historia» lo hace equivalente a cambio en el tiempo. En ese sentido se contraponen al concepto de «filosofía», equivalente a esencia o permanencia; para cualquier campo del conocimiento, se puede tener una perspectiva histórica —descripción del cambio— o bien filosófica —su esencia.

Intentaremos aplicar ambas perspectivas simultáneamente dado que no somos ni historiadores y mucho menos filósofos. Aplicaremos la perspectiva histórica, al analizar la evolución de las Jornadas (JIAP, ver más adelante) y fundamentalmente su crecimiento; y la filosófica, al tratar de rescatar la esencia que motivó a los pioneros, hace casi 20 años, a emprender un desafío de estas características.

El vértigo con que ocurren los cambios tecnológicos en la industria de las TIC¹ y las transformaciones que han producido en el mundo en que vivimos hace que el estudio de la historia de las TIC sea válido por su impacto social, así como también vigente, a pesar de su corta «vida» y, por ende, carencia de documentos formales.

Debido a lo reciente de los acontecimientos, la historia de las TIC es un caso singular de estudio, porque algunos hechos pueden ser relatados por los propios protagonistas (el sueño de cualquier historiador hecho realidad). Si bien todo relato encierra, en mayor o menor medida, cierto grado de subjetividad por parte del narrador, siempre es preferible que los propios protagonistas sean los que relaten su visión de los acontecimientos.

Desde el principio nos entusiasmó la propuesta y el desafío que nos planteó el doctor Vidart de resumir la historia de las JIAP (Jornadas de Informática del Uruguay, originalmente Jornadas de Informática de la Administración Pública), uno de los proyectos más importantes y exitosos de la Asociación de Informáticos del Uruguay.

En este ensayo documentaremos una parte muy importante de la historia de nuestra propia asociación profesional, pero también haremos un análisis comparativo, desde el punto de vista histórico, de la evolución e implantación de estas tecnologías en Uruguay.

Muchos lectores serán personas jóvenes que se sorprenderán de cómo se podía vivir y trabajar hace pocos años atrás sin los recursos tecnológicos de hoy —hasta nosotros nos lo preguntamos a veces—, pero muchos otros seguramente se identificarán como actores de este proceso y recordarán con añoranza un tiempo no tan lejano.

Si consideramos las particularidades de la historia de las TIC, acaso el mejor formato para relatarla sea el de crónica.²

-
1. La historia de la informática tal como la conocemos apenas alcanza a 60 años. La primera máquina que puede asimilarse a una computadora fue la ENIAC en 1947, con más de 18.000 válvulas y con 200 kw de consumo.
 2. La crónica narra hechos históricos en orden cronológico. La palabra «crónica» viene del latín *chronica*, que a su vez se deriva del griego *kronika biblios*; es decir, libros que siguen el orden del tiempo. En una crónica los hechos se narran según el orden temporal en que ocurrieron, a menudo por testigos presenciales o contemporáneos, ya sea en primera o en tercera persona.

Las JIAP no son un hecho del pasado, sino que permanecen en el tiempo «gozando de muy buena salud». Por ello, la visión histórica se transforma en una visión de continuidad permanente, que trataremos de describir con instantáneas que permitan comprender el fenómeno del evento en sí y faciliten la comprensión de los hechos que vamos a desarrollar. Su propia denominación (Jornadas Informáticas de la Administración Pública) denota su origen, el germen fermenta y crece en la conjunción del empuje de la Conadi (Comisión Nacional de Informática) y el empuje, compromiso y dedicación de directores y mandos superiores de las empresas del Estado y de los principales organismos centrales.

22.2 JIAP: ficha técnica

Las JIAP son un evento de capacitación e intercambio de la última información disponible y de la aplicación de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (o sea, del «estado del arte» en las TIC), de acceso libre y gratuito, de tres días de duración, donde se presentan unas 60 conferencias de primer nivel a las que asisten más de 4.000 participantes con las siguientes características:

- *Público objetivo.* En sus inicios estaba restringido a los informáticos de la administración pública. Hoy es toda aquella persona cuyas actividades e intereses estén comprendidos en las áreas de tecnología.
- *Ámbito inicial de ejecución.* Fue en la capital, se extendió a nivel nacional, y actualmente no descartamos proyecciones puntuales hacia la región mediante la adaptación de la propuesta.
- *Tiempos de ejecución.* Es un evento anual, de tres días de duración, que se realiza al comienzo del segundo semestre.
- *Tema.* Cada año la Asociación y los principales directores de informática del país seleccionan un tema central de las jornadas, cuyo análisis consideran de importancia para los profesionales en el futuro próximo. A su vez, la Asociación guía a los expositores, a la comisión de programa y al comité académico que la respalda en la definición del contenido de las conferencias.³
- *Programa.* Tiene un perfil esencialmente técnico y académico. Un equilibrio de conferencias, talleres, seminarios, mesas redondas y presentaciones de trabajos, de acuerdo al esquema definido, con énfasis en las tecnologías que estén vinculadas al tema de las Jornadas. Se trata de incluir contenidos provocadores, que muestren oportunidades o riesgos involucrados en el desarrollo tecnológico.
- *Muestra de bienes y servicios.* También existe un perfil netamente comercial de exposición de productos y servicios por parte de las empresas participantes. Se realiza mediante un área de stands donde se exhiben las innovaciones del mercado tecnológico a todos los asistentes.
- *Principales metas de las Jornadas.* Son las siguientes:
 - Difundir las tecnologías emergentes en informática y comunicaciones.

3. Ver listado completo de los temas en la tabla 22.1.

- Presentar casos de éxito para fomentar el intercambio de ideas entre profesionales con problemas similares.
- Crear un modelo que pueda replicarse tanto en nuestro país como en otros países de la región.
- Crear un ámbito preferencial y referente donde se reúnen los profesionales de las TIC.
- *Objetivo general.* Crear un espacio para que los profesionales en informática y tecnología puedan:
 - Intercambiar experiencias exitosas generadas en su actividad cotidiana, presentar trabajos y exponer soluciones.
 - Recibir información de alto contenido académico sobre el «estado del arte» en las TIC, mediante ciclos temáticos, cursos y conferencias.
 - Participar en foros, talleres, mesas redondas, tribunales de concursos y evaluación de trabajos.
 - Expresar sus opiniones sobre aspectos de la realidad y el futuro tecnológico.

Las JIAP son organizadas actualmente por la Asiap⁴ (Asociación de Informáticos del Uruguay, asociación civil sin fines de lucro). En sus inicios fueron coorganizadas con la Conadi (Comisión Nacional de Informática),⁵ órgano del Estado uruguayo que funcionó en la órbita de la OPP (Oficina de Planeamiento y Presupuesto) hasta su desaparición en 2005. Ver más adelante la sección «Los hechos de la historia».

A través del tiempo, las jornadas han recibido muchos apoyos. Vale la pena destacar algunos por su importancia:

- Declaración de interés nacional y departamental.
- Presencia de presidentes de la República, ministros, intendentes departamentales, autoridades nacionales, rectores de la Universidad de la República y de universidades privadas, directores y gerentes generales de empresas del Estado, y directores de informática, entre otros.
- Apoyo institucional de las principales universidades del país, con presentaciones e integración del comité académico.
- Participación de las áreas de las TIC del Estado y privados, mediante la presentación de trabajos, la difusión de las jornadas, la facilitación y el estímulo de la concurrencia de sus técnicos y profesionales.
- Participación de los profesionales de informática y comunicaciones honorariamente en las distintas comisiones de trabajo, y asistencia a las sesiones de las jornadas.
- Patrocinio de empresas privadas, que exponen productos y servicios.

4. Asiap (Asociación de Informáticos del Uruguay). La dirección del portal web de la institución es: <<http://www.asiap.org>>.

5. Conadi (Comisión Nacional de Informática).

Si tomamos como indicador de crecimiento el número de participantes que concurrieron a las sucesivas jornadas, observamos que la cifra pasó de un centenar de participantes en 1992 a cerca de un millar en el 2001, y superó los 4.000 desde 2007, lo que evidencia, sin duda, un crecimiento sostenido. A ello debe sumarse que desde 2010 las conferencias son grabadas y puestas en la web: en un comienzo en la página «Montevideo.com», luego en YouTube; siempre con enlaces en nuestro portal de Internet («www.asiap.com»). Si se toma como indicador las empresas que exponen bienes y servicios o el número de conferencias, el crecimiento también ha sido sostenido. Por otra parte, siempre se ha conservado el nivel técnico-académico de conferencias y foros, así como la cantidad y calidad de trabajos presentados, con esmero en la diversidad y profundidad de temas tratados.

Al día de hoy, las JIAP son el único evento en Uruguay relacionado con las TIC, libre, independiente y plural, en el cual todos los que cumplen con el formato original y con las condiciones establecidas de antemano pueden expresar sus opiniones, teorías y casos de éxito. También son el único acto relacionado con las TIC a nivel nacional realizado por 20 años consecutivos.

22.3 Entorno histórico tecnológico

Las JIAP nacen en 1992, por lo cual el momento tecnológico que analizaremos será el fin de la década de los años 80, la década de los 90 y los primeros años del siglo XXI.

La década de los 80 fue particularmente fructífera en materia de las TIC en Uruguay. Con un tímido comienzo a fines de la década de los años 70, con algunos IBM Sistema 32 en empresas privadas, en esta década comenzaron a aparecer en el mercado los llamados «minicomputadores», que ampliaron el número de empresas que podían utilizar la informática. Se comenzaron a instalar equipos como los Sistem 3, 32, 34 y 38 de IBM, los 990 de Texas Instruments, la línea PDP de Digital, los Century y generaciones siguientes de NCR (8nnn y 9nnn). Algunos de estos minicomputadores se instalaron, asimismo, en organismos del Estado. La Universidad de la República abandonó su viejo 360 /44 por un equipo Burroughs.

Se crea el Pedeciba (Programa de Desarrollo de las Ciencias Básicas). Se promulga la ley 15.661 de Universidades Privadas, y comienza a funcionar la Universidad Católica Dámaso Antonio Larrañaga. Posteriormente, se aprobarán por esta misma ley la Universidad ORT y el Instituto Universitario Autónomo del Sur.

A principios de los ochenta aparecieron las primeras versiones de computadoras personales, y luego la que se convertiría en su epítome: la computadora personal por excelencia, la PC de IBM.

Estos PC nacen sin disco duro, con una memoria de 64/128k, un par de unidades de *diskette*, primero de 8 pulgadas y luego de 5¼ de pulgada. La PC se vuelve «user friendly» a fines de los ochenta y principios de los noventa, ya han adquirido disco fijo y aumentan su potencia de forma radical, lo que permite su uso con fines productivos. Comenzaron a constituirse las redes del PC, primeros pasos de la filosofía de «compartir» datos y recursos. También surge el concepto de relacionamiento o diálogo de sistemas y plataformas: comenzaron a sustituirse las terminales (más o menos «tontas») de los «mainframes» por redes de PC.

Al inicio de los 90 Uruguay estaba transitando su segundo gobierno democrático (el primero entre 1985 y 1990, y el segundo entre 1990 y 1995). Las empresas del Estado y los ministerios basaban su infraestructura tecnológica en *mainframes* tipo IBM /370 o 4331 y 4341. En el mercado ya habían aparecido los mini, y los PC estaban apareciendo en la escena de las empresas públicas.⁶ En ese entorno nacen las primeras JIAP.

En Uruguay las comunicaciones, en cuanto a la transmisión comercial de datos, prácticamente no existían,⁷ la movilidad era cara y con poca potencia, los desarrollos en las empresas del Estado se hacían «in house» y no era común la tercerización.

En ese ambiente, las empresas del Estado, que habían comenzado a nutrirse con profesionales egresados de la Facultad de Ingeniería, habían desarrollado varias aplicaciones muy interesantes con sus propios recursos.

No se había desarrollado Internet en Uruguay (aún no existía ese concepto como tal), no había correo electrónico (de hecho, lo existente no había trascendido el ámbito universitario). Las aplicaciones eran en su mayoría «batch», aunque algunas empresas grandes del Estado ya contaban con algunos sistemas de teleproceso (el Banco de la República Oriental del Uruguay desde 1982, y el Banco Hipotecario del Uruguay desde 1983, por ejemplo). Al comienzo con terminales «bobas», luego con equipos medianamente inteligentes que oficiaban de terminales.

Con este entorno como fermento surge la idea de las primeras Jornadas de Informática, para generar un ámbito de acercamiento y de intercambio entre los profesionales de esta nueva actividad que estaba creciendo fuertemente.

En la segunda mitad de la década, con el desarrollo de Internet, comenzarían a aparecer las invenciones que cambiarían en forma irreversible el uso de las tecnologías de informática y comunicaciones en las empresas. A fines de esa década se comenzó a utilizar el término TIC que muestra la convergencia entre las dos tecnologías.⁸

Aparecen Windows 95, Internet Explorer y Netscape. Surgen Yahoo, eBay y surge el comercio electrónico. Y tantas herramientas, productos y creaciones que no es necesario extenderse acá, porque es historia reciente.

6. Si bien el primer registro que se conoce del término «computadora personal» apareció en la revista *New Scientist* en 1964, en una serie de artículos llamados «El mundo en 1984», la primera generación comenzó a fabricarse en los años setenta. Eran mucho menos potentes que las computadoras de las empresas de aquel entonces, y en general eran utilizadas por los aficionados a la informática para jugar. Con el lanzamiento de la hoja de cálculo VisiCalc, en principio para Apple II y después para el IBM PC, surgió la primera aplicación que logró convertir a la microcomputadora en una herramienta de trabajo. El bajo costo de las computadoras personales le hizo adquirir una gran popularidad, tanto para las familias como para los trabajadores, en los años ochenta. En Uruguay la reducción de costos llegó a fines de los ochenta.

7. Recordaba Susana Caffarini cuando la Conadi, que sesionaba en el edificio de presidencia, fue llamada al séptimo piso (donde se encontraban las oficinas presidenciales) y el presidente de la República, doctor Luis Alberto Lacalle, les dijo: «Hagan lo necesario para que el país este informatizado». Para su sorpresa, no había forma de lograr ese objetivo con los medios del momento, porque no había la infraestructura de comunicaciones necesaria. Un proyecto imposible para la época; sin embargo, casi veinte años después el Gobierno implanta el «Plan Ceibal», luego de realizar en la década anterior la digitalización de todas las comunicaciones.

8. La misma convergencia que luego se trasladará también al ambiente de las impresoras y *scanners* con las fotocopadoras y más recientemente a la televisión.

Las JIAP comienzan a proponer un tema central y abordan asuntos como calidad, interconexión de organismos públicos, tendencias tecnológicas y el problema del año 2000.

En Uruguay aparecieron los sitios web, el correo electrónico explotó, primero en forma de intercambio personal y luego en forma corporativa por las empresas. Las redes de PC se desarrollaron ampliamente, en forma descentralizada, dentro de las empresas.

La informática nunca más volvería a ser la misma, los centros de procesamiento de datos comienzan a cambiar su nombre a división de tecnología o área de informática (en sustitución de los heredados de la década del 50: mecanizado o departamento técnico). Entra en funcionamiento la tecnología cliente servidor, que lenta, pero inexorablemente, desplazó a los procesos «batch». En general, las bases de datos tipo Oracle, o Informix, se popularizaron y dejaron de lado a las bases propietarias que vendían los fabricantes de *hardware*. El Office comenzó a sustituir al WordStar, WordPerfect, VisiCalc y Lotus de los primeros PC, pero, por sobre todo, los PC desplazaron a la máquina de escribir y con ello el mundo cambió a otra velocidad.

Para fines de la década los PC se popularizaron, la red pasó a tener más de 1.000.000 de sitios. Se funda Google y aparece la primera versión de XML. Se produce el *boom* de las «punto.com». En Uruguay irrumpe en escena el concepto de «código abierto»⁹ y el grupo de «Usuarios Linux del Uruguay», que participa activamente en las JIAP hasta 2007. Nace el concepto de la «Sociedad del conocimiento».

En la primera década del siglo XXI las transformaciones ocurren cada vez más rápido. En la web ya hay más de 20.000.000 de sitios. Aparece Napster,¹⁰ el MP3, el comercio electrónico crece hasta alcanzar la mayoría de edad. La industria del *hardware* sigue cumpliendo la ley de Moore.¹¹

Esta velocidad en los cambios ya fue pronosticada por Alvin Toffler en 1999 en *La tercera ola*, así como la necesidad de educar y formar a la ciudadanía para adaptarse a los cambios que esta nueva era empezó a desencadenar.

22.4 Evolución de Uruguay

La década de los años 90 fue muy importante en el plano económico. Se realizaron muchas reformas de tipo estructural que intentaron reducir el papel del Estado y mejorar su eficiencia en la prestación de servicios.

9. El proyecto GNU fue iniciado por Richard Stallman en 1983, para desarrollar un sistema operativo similar al UNIX, pero de código abierto, y la comunidad venía trabajando fuertemente en el tema, solamente faltaba el núcleo del sistema operativo, hasta que aparece el finlandés Linus Torvalds, quien desarrolla este núcleo y bautiza al sistema operativo como LINUX a principios de los años 90.

10. Napster nació para compartir archivos musicales y fue creado por Shawn Fanning un joven de menos de 20 años, quien generó la base de datos musical más grande del mundo. De inmediato comenzaron las controversias en relación con los derechos de autor con las productoras discográficas, un simple hecho que demuestra la penetración de Internet en los hogares.

11. La ley de Moore indica que cada 18 meses se duplica la cantidad de transistores por circuito. Fue formulada en 1965, en 1975 pasó de 18 a 24 meses y en 2007 el propio Moore le puso fecha de caducidad a su ley al indicar que dejaría de cumplirse en 10 o 15 años más.

Se procuró que el Estado interviniera menos en la fijación de precios, eliminara restricciones a la entrada y salida de empresas, y desregulara el funcionamiento de algunos mercados. Se intentó ceder al sector privado actividades en áreas que hasta el momento solo operaba el sector público, para propiciar su posicionamiento a partir de un marco normativo que permitiese la libre competencia.¹²

Se realizaron reformas importantes en diversas áreas:

- En materia de seguridad social, se sustituyó el sistema de reparto intergeneracional por un sistema mixto con capitalización individual, con miras a la reducción del déficit estructural en el largo plazo. Como consecuencia surgieron las AFAP (Administradoras de Fondos de Ahorro Previsional).¹³
- En materia comercial, en 1991 Uruguay firmó con Argentina, Brasil y Paraguay el tratado de creación del Mercado Común del Sur (Mercosur)¹⁴ que entró en vigencia en 1995.
- Se mantuvo la importancia del sector ganadero, cuya producción fue transformada por los complejos agroindustriales. Las exportaciones se diversificaron, al convertir los productos ganaderos tradicionales en bienes con mayor elaboración, aunque igualmente con base en el agro.
- En materia laboral, inició un proceso de flexibilización laboral mediante una serie de cambios concretos que disminuyeron los costos de despidos, modalidades especiales de contratación por intermedio de empresas unipersonales, entre otros.
- En materia cambiaria y de evolución del nivel de precios, la década de los años 90 también fue significativa; en 1991 se adoptó un plan de estabilización con ancla cambiaria con un sistema de bandas de flotación. Con esto se logró bajar gradualmente la inflación desde 128 % en 1990 a niveles de un dígito en 1998.
- Nació la industria de las TIC, que actualmente exporta más de 400 millones de dólares. Si tomamos en cuenta el total de exportaciones anuales, para el Uruguay es un número para nada despreciable.
- Paralelamente, con el apoyo dado a las empresas públicas con el plebiscito de 1992, Antel se revitaliza y comienza una continuada estrategia de desarrollo de las comunicaciones.

En este marco, el país consolidó una etapa importante de crecimiento que se mantuvo hasta 1998.

Al principio de los años 90 se redefine la Comisión Nacional de Informática, que asume la función de coordinación de las actividades tecnológicas del Estado. Convoca a referentes tecnológicos de la época y contrata consultores especializados, para facilitar la inserción de las TIC en el Estado Uruguayo.

12. La ley 16.211, conocida como ley de Empresas Públicas, que contenía un ambicioso programa de privatizaciones, fue rechazada mediante un plebiscito popular. El domingo 13 de diciembre de 1992, se derogaron, por amplias mayorías (más del 70 %), los 5 artículos más controvertidos de esta ley: 1, 2, 3, 10 y 32.

13. Poder Legislativo de la República Oriental del Uruguay, *Ley 16.713: Seguridad Social*, Montevideo, 1995.

14. Mercosur, *Tratado para la constitución de un mercado común entre las Repúblicas Argentina, Federativa del Brasil, del Paraguay y Oriental del Uruguay*, Asunción, 1991. Disponible en Internet en la dirección: <http://www.parlamento.gub.uy/htmlstat/pl/tratados/trat16196.htm>. Consulta: abril de 2013.

Una de sus iniciativas exitosas fue la creación de las Jornadas de informática de la Administración Pública (JIAP) en 1992.

En 1998 se manifiesta una crisis en México, que se propaga rápidamente a Brasil y desemboca en las crisis de 2001 y 2002 en Argentina y Uruguay. Sin embargo, el «bug» del año 2000 mantuvo una muy intensa actividad en el sector, tanto en la administración pública como en la empresa privada.

Estos acontecimientos influyeron en el estancamiento del sector. Junto con el fin de los proyectos «año 2000» se entró en un período de consolidación de lo adquirido y desarrollado a tales efectos. El estallido de la crisis contribuyó al freno del desarrollo y aplicación de las tecnologías, como no podía ser de otra manera. También afectó fuertemente a las propias JIAP, que necesitaron reconvertirse para poder mantenerse a pesar de las crisis.

En 2003 comienza un periodo de lenta recuperación y crecimiento en toda la región, y también puede tomarse como un año de «cruce» en la Asociación de Informáticos de Uruguay y en la concepción y formato de las jornadas.

22.5 Los hechos de la historia

Las JIAP nacieron en el año 1992 gracias al impulso que la gente nueva estaba generando en el ambiente de la tecnología. En aquella época se desarrollaban muchos proyectos que respondían sobre todo a las necesidades de las empresas del Estado, muchas veces con duplicación de esfuerzos que se traducían en «la reinención de la rueda». Las JIAP (Jornadas Informáticas de la Administración Pública) fueron creadas para que los informáticos del Estado compartiesen entre sí los casos de éxito llevados adelante en los organismos oficiales. Desde su primera edición fueron reconocidas como una convocatoria importante entre los nuevos técnicos y profesionales que estaban comenzando a crear soluciones complejas en empresas de cierto porte.

El proyecto inicial es presentado por la Conadi a algunos directores de informática de empresas del Estado y de ministerios. La Conadi, creada varios años atrás en el período dictatorial (sobre la base del modelo nacionalista brasileño de los años 70), no fue considerada en el primer gobierno democrático, pero sí en el segundo período.

Las JIAP iniciales fueron muy distintas a las actuales. La Conadi, en alianza con algunos directores de centros de cómputos del Estado con visión de futuro, organizó las primeras ediciones. Se basaron en presentaciones técnicas. Solo había una sala de conferencias, y los asistentes pasaban el día en sesión permanente.¹⁵ Participaban pocos cientos de personas, todos profesionales informáticos del Estado.

15. En aquel momento, la penetración de las TIC en los hogares y su aceptación por las personas eran poco significativas. Los usuarios de las aplicaciones que se desarrollaban no tenían cultura informática, por lo cual había que realizar procesos de capacitación especial para que pudiesen utilizar esta nueva herramienta. Muchos no querían ni siquiera tocar el teclado. Estas historias estaban siempre presentes en los intervalos de las primeras ediciones de las JIAP.

1994 fue un año de elecciones nacionales. Las jornadas aún tenían una necesidad importante del apoyo logístico y económico del gobierno. El cambio de gobierno era, por tanto, un riesgo que había que minimizar y para ello se creó la Asociación de Informáticos de la Administración Pública (Asiap),¹⁶ con los informáticos de la administración pública, de todo nivel jerárquico, y que adopta y define a las jornadas como un espacio de difusión y capacitación amplio y plural, cuyo primer objetivo sería mantener la tribuna que se había logrado y que había entusiasmado a muchos informáticos del Estado.

El apoyo inicial del gobierno fue fundamental en los dos primeros años. Una vez creada la Asiap comenzó un interesante y paulatino viraje a la condición de asociación público-privada. La Asiap se hizo cargo de la organización de las jornadas con el apoyo de la Conadi. Esta cooperación fue un nuevo impulso para las JIAP.

En 1996 en Uruguay había varias actividades relacionadas con tecnología, la mayoría organizadas por empresas de tecnología para sus clientes, se destacaban las Ofimat, muestra de bienes y servicios para el público en general, patrocinadas por la Cámara Uruguaya de Importadores de Máquinas de Oficina e Informática (CUIMOI). En ese momento, los organizadores de las JIAP decidieron un cambio de estrategia para buscar mayores apoyos y convocaron a las empresas privadas proveedoras de tecnología para que participaran de una muestra paralela de bienes y servicios.

El crecimiento de las jornadas atrae a los informáticos del sector privado, quienes comienzan a familiarizarse con las jornadas y se vinculan lentamente con la asociación, estimulados por la carencia de un espacio para el encuentro del gremio. Por otra parte, las jornadas reducen su dependencia del apoyo económico del Estado, y comienzan a independizarse con el respaldo económico genuino que le brinda la muestra realizada en conjunto con el panel de conferencias y actividades académicas. Puede decirse que es el comienzo de lo que podríamos llamar «segunda etapa», si consideramos como el primer período el lapso comprendido entre los años 1992 y 1996.

La incertidumbre y la necesidad de atender al «problema del año 2000» condicionan el ambiente tecnológico y constituyen un nuevo punto de análisis para los asistentes a las JIAP. De hecho, se convierten en el tema central del año 1998.

Hasta 2001 las jornadas crecen con regularidad. Se empieza a utilizar una segunda sala para algunas conferencias; una medida logística que sirvió de antecedente para la delimitación del formato actual.

Las leyes de prohibición al ingreso y de incentivos a los retiros para funcionarios públicos¹⁷ provocan un nuevo cambio. La Asociación y las jornadas se ven amenazadas por la merma en la plantilla de los informáticos públicos. Esta nueva realidad lleva a la Asiap a ampliar su denominación a «Asociación de Informáticos de la Administración Pública y Privada», sin cambiar ni su logo ni su sigla, pero con la ventaja de incorporar al resto de los informáticos por extensión explícita.

16. Asociación de Informáticos de la Administración Pública en sus comienzos, luego amplió su denominación a Asociación de Informáticos de la Administración Pública y Privada, para transformarse a la postre en la Asociación de Informáticos del Uruguay.

17. Por ejemplo las leyes: 16.127 (agosto de 1990), 16.697 (abril de 1995), 16.736 (enero de 1996) y finalmente la ley 17.556 (febrero de 2002) extendieron la prohibición de ingreso a la administración pública hasta el 2015.

La crisis económica de 1998 a 2003 afecta fuertemente a las jornadas, sobre todo en los aspectos económicos. La Asociación debe buscar nuevos caminos para mantener las fuentes de financiamiento. La colaboración económica del gobierno disminuye sustantivamente, al punto de que en el año 2002 llega a ser prácticamente inexistente. Como respuesta, la Asiap contrata un personal fijo, se instala físicamente en una sede y acomete una importante campaña de mercadeo, que le permite mantener y aumentar los auspiciantes privados a pesar de la crisis.

Las jornadas de 2002 y 2003 son las más críticas y acusan los efectos de la crisis monetaria de Argentina (2001) y la debacle financiera en Uruguay (2002). A partir de allí se ingresa en la «tercera etapa»: los cambios de diseño y la recuperación económica general comienzan a dar sus frutos y, como beneficiarias de la recuperación nacional, las jornadas vuelven a crecer ininterrumpidamente hasta el día de hoy.

El crecimiento se refleja en la utilización con mayor frecuencia de las salas paralelas. A partir de 2006 se utilizan constantemente 3 salas de conferencias simultáneas y se rediseña el formato de la planta física de la muestra, lo que permite la participación de más expositores. También se amplía la participación de la academia con la invitación de nuevas instituciones universitarias privadas.

En estos 19 años las jornadas evolucionaron de aquellas pocas presentaciones en 1992, con alrededor de un centenar de participantes, a más de 60 presentaciones en tres salas simultáneas, con tres días de duración y más de 4.000 participantes.

Conjuntamente con el fortalecimiento de las JIAP, crece y se amplía también la Asiap, que nace sin ninguna infraestructura, pero con mucho entusiasmo en 1994. Al año siguiente se define la contratación de un secretario general, designación que recayó en Félix Ugartemendía. Se contrata también una secretaria que, a su vez, era cobradora y apoyo logístico.

Y así comenzó a funcionar la Asiap. Las reuniones de directiva se hacían en la oficina de alguno de los integrantes; las asambleas generales también. Toda la documentación se repartía entre un pequeño espacio en un armario de la Conadi y la mochila de la secretaria.

En 2001 se alquila el primer local, de pocos metros cuadrados. En 2003, la asociación se muda a la sede de la calle Chaná, con una recepción, 2 oficinas y una sala de directiva. Hoy ocupa su tercera sede: una casa de dos plantas, con 2 salas de capacitación y varias oficinas.

En 2001 el deseo de participar en las JIAP lleva a los informáticos de las intendencias municipales a pedir la organización de ediciones regionales (se pueden asimilar a Provincias). La Asiap accede a organizar otras jornadas en el interior del país, dedicadas especialmente a los solicitantes. Se les denomina las «InterJIAP». Nacen en el año 2002, durante la peor crisis económica del país y la región en los últimos 20 años. Sin embargo, luego de un comienzo muy complicado, con grandes pérdidas económicas, las InterJIAP han logrado sostenerse y crecer hasta el presente.

Punta del Este sirvió como sede a las ediciones undécima (2012) y duodécima (2013) de las Jornadas del Interior (InterJIAP). La directiva de la Asiap firmó un convenio con la Intendencia de Maldonado, para garantizar que la ciudad peninsular sea la anfitriona de las jornadas hasta el año 2015.

En el presente la Asociación de Informáticos del Uruguay se encuentra abocada a regionalizar las InterJIAP; para ello, amplía los contactos y el relacionamiento con otros municipios del Mercosur y, por qué no, de otros países de América del Sur.

Desde el año 2005 en las jornadas se entrega un premio honorífico a aquellas figuras del ámbito académico, empresarial y político que han hecho esfuerzos considerables a la difusión de las TIC y a la inclusión digital del país. El primero en recibir la premiación, y vaya si lo merecía, fue el ingeniero Julio Granato, docente y pionero en la introducción de la tecnología informática en Uruguay. A partir de allí el reconocimiento llevó su nombre, y anualmente lo han recibido importantes personalidades, como el doctor Tabaré Vázquez (2010), expresidente de la República (por su decisión de implantar el «Plan Ceibal»), el ingeniero Miguel Brechner (ideólogo del «Plan Ceibal»), y docentes y empresarios como Jorge Vidart y Breogán Gonda.

También en 2005 la Asiap comienza a participar en nombre de los informáticos en los comités de adopción de normas de UNIT. En 2007 la asociación logra acceder con un representante al gobierno universitario, en la asamblea general del claustro de la Facultad de Ingeniería. De esta forma participa en el sistema de cogobierno de la Universidad de la República (en este año se obtuvieron dos cargos en este mismo órgano).

A partir del año 2008 se lanza el programa de capacitación y actualización profesional «Asiaprendo»,¹⁸ con varias instancias en el correr del año. La iniciativa ha obtenido un constante y renovado apoyo, no solo por parte de los asociados a la Asiap, sino también por las empresas públicas y privadas que participan habitualmente enviando a sus técnicos a participar de los diferentes cursos.

Toda esta sinergia se genera a partir de aquellas jornadas que nacieron hace 21 años con 100 participantes.

Tabla 22.1 Cronología de las jornadas

<i>Año</i>	<i>Fecha</i>	<i>Tema</i>	<i>Presidente</i>
1992	16 al 18 nov.	Primeras Jornadas de Informática de la Administración Pública.	Sr. Jorge Navillac.
1993	1 al 3 dic.	Segundas Jornadas de Informática de la Administración Pública.	Sr. Gonzalo Olivera. BROU
1994	4 al 6 oct.	Calidad.	A/S Fredy Bentancurt MSP
1995	27 al 29 nov.	Interconexión de organismos públicos.	A/S Fredy Bentancurt MSP

18. «Asiaprendo» son instancias de capacitación con el objetivo de colaborar en la formación continua de los profesionales en TIC. El formato de los «Asiaprendo» varían, según el contenido específico de la capacitación, desde un desayuno de trabajo hasta un curso de inmersión de varios días.

<i>Año</i>	<i>Fecha</i>	<i>Tema</i>	<i>Presidente</i>
1996	24 al 26 oct.	Integración de centros de cómputos públicos y privados.	A/S Raúl De Rosa Presidencia
1997	27 al 29 oct.	Megatendencias tecnológicas.	Sr. Gonzalo Olivera BROU
1998	23 al 25 nov.	Año 2000: documento electrónico, intranet y extranet.	Lic. Luis Amil BPS
1999	16 al 18 ago.	Tecnología para el tercer milenio.	A/S Soledad Arijón UTE
2000	9 al 11 ago.	Planeamiento de sistemas y nuevas etcnologías.	Ing. Juan Carlos Ruglio IMM
2001	15 al 17 ago.	<i>e-Business / e-Government.</i>	A/P Carlos Rondán MEF
2002	14 al 16 ago.	Seguridad digital.	Sr. Félix Ugartemendía UTE
2003	13 al 15 ago.	<i>Web Services: Internet al servicio del ciudadano.</i>	Lic. Raquel Martínez PJ
2004	18 al 20 ago.	TICs.uy: construyendo el futuro.	Prof. Osvaldo Luna OPP
2005	17 al 19 ago.	Ambientes de desarrollo.	Lic. Hebert Melgar DGR
2006	16 al 18 ago.	Nuevas tendencias en la construcción de aplicaciones.	A/S Daniel Giammarchi CASMU
2007	22 al 24 ago.	Gobierno electrónico.	Ing. Mercedes Tarabal BROU
2008	13 al 15 ago.	Oportunidades en la convergencia IT + comunicaciones.	Ing. Roberto Monzón Antel
2009	12 al 14 ago.	Generación de contenidos para la supercarretera de la información.	Ing. Juan Piaggio Antel
2010	11 al 13 ago.	Tecnologías de negocio y adaptabilidad.	Lic. Daniel García BROU
2011	17 al 10 ago.	Seguridad. Desafíos de hoy.	Ing. Juan José Prada

Año	Fecha	Tema	Presidente
2012	15 al 17 ago.	Tecnologías <i>green</i> .	Ing. Silvia Emaldi
2013	14 al 16 ago.	Movilidad (¿y después?).	Ing. Horacio Hernández

Los temas seleccionados han sido, en su momento, temas de actualidad y lograron marcar las tendencias del desarrollo tecnológico del Uruguay.

22.6 La visión de los fundadores

Esta sección está basada en el testimonio de algunos de los fundadores de las JIAP, para mostrar cuál era su visión de las jornadas, cuáles fueron los hechos que desencadenaron el inicio del proyecto y relatar algunas anécdotas personales.

Como la mayoría de las cosas «las JIAP son fruto de sus circunstancias».¹⁹ En 1990 en Uruguay se realiza un cambio de gobierno, y el nuevo director de la Oficina de Planeamiento y Presupuesto (OPP), Conrado Hughes, tras analizar cuáles eran sus nuevas funciones, encuentra que entre muchas otras responsabilidades tenía a su cargo la Comisión Nacional de Informática (Conadi). Es entonces que descubre, al enterarse de los objetivos de la comisión, que era un órgano importante para apoyar la gestión de gobierno.

Cuando Hughes comprueba que la Conadi no cumple con sus funciones específicas, decide reformularla. Pero antes de que comenzase a funcionar la nueva estructura se produce un cambio en la jefatura de la OPP. El sucesor, Carlos Cat, también entiende la importancia estratégica de la Comisión Nacional de Informática. Entonces no solo continúa lo iniciado por Hughes, sino que se pone al frente de la Conadi y le otorga el empoderamiento imprescindible para su gestión.

La Conadi pasó a estar formada por el director de la Oficina de Planeamiento y Presupuesto (como presidente), el contador general de la Nación y el tesorero de la Nación. En esta nueva instancia directiva se integraron además tres profesionales en informática: Jorge Vidart, Susana Caffarini y Carlos Petrella. Se procede a una reorganización de funciones y se comienza a apoyar a las áreas de tecnología del Estado, tanto en los proyectos en desarrollo como en las compras de tecnología.

Contrataron varios consultores para apoyar a los entes con menor infraestructura. Al dialogar con los funcionarios de los centros de cómputo del Estado descubrieron que había varios trabajos dignos de difundir, puesto que se habían realizado con dedicación, empeño, responsabilidad profesional y compromiso con la institución; trabajos hechos muchas veces con el apoyo de las autoridades, pero en otras ocasiones en medio de una adversidad desmotivadora.

19. Expresiones de Jorge Vidart en la reunión de recuerdos y anécdotas para obtener datos concretos que permitiesen redactar este documento.

Había muchas cosas para mostrar y ningún ámbito para hacerlo. En esa época existían varios encuentros de gente de tecnología, pero todos bajo la órbita de una marca en particular, preocupada en difundir solamente algunos logros realizados por una tecnología específica.

La idea de las JIAP fermenta en este ambiente y los informáticos de la administración pública pueden mostrar a sus colegas los proyectos exitosos desarrollados en sus organizaciones, y compartir alguna solución mediante de la presentación de trabajos.

Las JIAP nacen con un fuerte impulso de la Conadi, pero siempre con la premisa de que en algún momento debían volverse independientes del gobierno y generar sus propios recursos para lograr sustentabilidad.

Se propuso en aquel entonces un comienzo prudente, solo con la participación de empresas públicas, para permitir que la idea floreciera en un ámbito independiente, puesto que la responsabilidad del formato recayó en un grupo de directores de informática de la administración aconsejados (liderados, pero con mucha independencia) por Vidart. La idea subyacente siempre fue de alguna forma que estos directores de informática se hicieran cargo de la organización y fueran incorporando a las empresas privadas de a poco, en la medida que las jornadas fueran madurando, y con las reglas de juego establecidas por ellos.

El proyecto se desarrolló como lo habían imaginado sus pioneros. A los pocos años la Asiap se hizo cargo de la organización y de la obtención de los medios de financiamiento. Jorge Vidart nunca abandonó el apoyo intelectual del proyecto y aún hoy sigue conversando habitualmente con los actuales responsables del proyecto, entre bambalinas, y los apoya fundamentalmente con su experiencia y capacidad.

Debido a este permanente trabajo de consulta, se realizó una reunión de camaradería para repasar hechos y anécdotas con los iniciadores. Tal como se esperaba la conversación fue muy enriquecedora, signada por los recuerdos que iban surgiendo y, como en aquel famoso estudio del comportamiento, los asistentes se dieron cuenta de que, en relación con las JIAP, tenían premisas «grabadas a fuego» que se mantenían vigentes en la actualidad.

Algunas anécdotas: durante los primeros años se premiaban los trabajos presentados, lo que causaba rispideces en cuanto se conocía la lista de ganadores; tanto era así, que se entendió conveniente, dado el ámbito de colaboración y camaradería, sustituir la premiación por reconocimientos a los trabajos seleccionados para ser presentados. Los informáticos siempre se han tomado muy en serio la exposición de trabajos; en primer lugar, porque hay un filtro de selección primario, luego porque generalmente se limita a una sola presentación por empresa u organismo; de lo que resulta una competencia interna si hay más de un proyecto en la empresa. La ponencia que accede a la preselección debe obtener un lugar en la selección final.

En su momento, el contar con el respaldo del director de la OPP facilitó mucho las cosas. Recordaba Gonzalo Olivera que en una de esas primeras jornadas se requería una suma de dinero importante para poder realizar las actividades. Se acudió a la Contadora General de la Nación y se pudo solucionar el problema de inmediato, al dejar de lado las trabas burocráticas.

22.7 Los horizontes

El horizonte para los astrónomos es el gran círculo teórico que divide la esfera celeste en dos partes: una visible, la otra invisible. Y la mitad invisible para nosotros es el proyecto, la potencialidad, el Uruguay del futuro, la esperanza.

En la Asiap están convencidos de que en el futuro la riqueza ya no se medirá en términos monetarios, sino que cada país tendrá su mayor reserva de activos en el conocimiento de sus ciudadanos y en las innovaciones que sean capaces de generar.²⁰

Este convencimiento se afina en el concepto de «capital intelectual».²¹ En las TIC el conocimiento de las tendencias mundiales es imprescindible para poder crear proyectos innovadores.

El recurso humano es el principal recurso de esta industria, y los aportes a su desarrollo son imprescindibles, porque estimulan ventajas competitivas a la hora de pensar y ejecutar proyectos. La necesidad de capacitar, informar a los profesionales y compartir espacios con colegas es incuestionable y las JIAP apuntan a ello. El desafío está en lograr que los informáticos se vinculen personalmente, y no solo por Internet, con colegas lejanos.

La Asociación de Informáticos del Uruguay debe congratularse de haber podido concretar este sueño: juntar la voluntad de los profesionales y técnicos, de los usuarios, de las empresas nacionales y multinacionales, y la academia (universidades e institutos técnico-profesionales), para realizar este extraordinario encuentro ciudadano de tecnología donde nos proponemos, con la presentación del estado del arte, el intercambio de experiencias y una reflexión conjunta, con la mirada fija en el futuro. Las JIAP muestran cómo alrededor de una idea innovadora se van formando grupos de personas, que a su vez desarrollan otras actividades de interés común.

Las JIAP, que comienzan con el objetivo de intercambiar ideas entre centros de cómputos del Estado, rápidamente se transforman en un punto de encuentro de todos los informáticos.

Surgen, a partir de ellas, otros proyectos. El más importante: la propia Asiap, que también comienza como «Asociación de Informáticos de la Administración Pública» y, con el correr del tiempo, evoluciona a «Asociación de Informáticos del Uruguay».

A partir de la creación de la Asiap se comienzan a generar proyectos significativos, algunos mencionados en este ensayo.

La aceptación y el crecimiento de las jornadas, así como de la Asiap, demuestran que siempre fue un proyecto que valía la pena realizar.

20. Discurso de apertura de las JIAP 2006 y 2009. Texto disponible en la página de Internet: <www.asiap.org>.

21. Este concepto no es nuevo. Existe desde el principio de los tiempos, tal vez con otros nombres; pero, al transmitirse el conocimiento de generación en generación, los oficios y las profesiones fueron madurando durante los años. A medida que el conocimiento se acumula, la humanidad evoluciona.

Hoy las actividades de la Asiap son múltiples y apoyan el desarrollo tecnológico del Uruguay y de los informáticos que lo sostienen.

Con respecto a las JIAP son un evento entendido por los profesionales de las TIC, como una muestra del «estado del arte», punto de referencia y de pertenencia de estos profesionales. Es un ambiente donde los estudiantes universitarios de carreras vinculadas se aproximan a experiencias valiosas con los profesionales destacados del medio.

Los orígenes de la Conferencia Latinoamericana de Informática y del Centro Latinoamericano de Estudios de Informática (CLEI)

Aldo D. Migliaro

23.1	Introducción	370
23.2	La génesis de la Conferencia Latinoamericana y su desarrollo (1973-1979)	372
23.3	Creación del Centro Latinoamericano de Estudios de Informática (CLEI) en 1979	375
23.4	El desarrollo y la continuidad de la Conferencia Latinoamericana de Informática (1980-1984)	379
23.5	Conclusiones	379
23.6	Anexo	381

23.1 Introducción

23.1.1 En lo académico

Hacia fines del año 1970, la Pontificia Universidad Católica de Valparaíso (PUCV) decidió investigar la factibilidad de incorporar la informática a sus áreas de desarrollo académico. Para estos efectos designó a dos miembros de su planta de docentes, una de la Facultad de Ingeniería y otra del área de Planificación. Estas personas fueron los profesores Aldo Migliaro y Amílcar Morales, quienes se dedicaron a estudiar y formular un proyecto para la creación de una unidad académica orientada al desarrollo de la ciencia de la informática y la formación de profesionales de la informática.

El proyecto se consideraba como inédito y tuvo que ser analizado por la autoridad máxima universitaria: el senado académico, hoy consejo superior de la PUCV.

Desde la perspectiva institucional, había, indudablemente, muchas resistencias en cuanto acoger a la informática como un área de conocimiento. El proyecto definía la creación de una unidad académica orientada a investigar, desarrollar y formar profesionales usuarios del área de la informática, además de otorgar un título con especialidad para los egresados de las distintas disciplinas que tenía la universidad.

Después de muchas discusiones entre académicos de todas las áreas, se decidió crear un organismo que se orientara al desarrollo de la informática con la investigación, pero sin la capacidad de formación, por lo cual se denominó «Centro de Ciencias de Computación e Información» (CCI).

El decreto de rectoría N° 558 del 2 de febrero de 1972 promulgó la creación del Centro de Ciencias de Computación e Información en la Pontificia Universidad Católica de Valparaíso, con lo cual este centro inició sus actividades en la investigación de la informática y la impartición de cursos para las otras carreras de la PUCV. Con posterioridad, en el año 1982, el CCI fue incorporado a la Facultad de Ingeniería, mediante el decreto de rectoría orgánico N° 134 del 2 de junio de 1981.

En el acuerdo N° 12/82 del consejo superior de la universidad se ordena transformar el Centro de Ciencias de Computación e Información en la Escuela de Ingeniería Informática. La instrucción se materializa con la promulgación del decreto de rectoría académico orgánico N° 160, del 30 de septiembre de 1982, que crea formalmente la mencionada unidad académica, la cual debe asumir las funciones del Centro de Ciencias de Computación e Información, así como las acciones orientadas a la formación de profesionales de pre y posgrado de Informática.

La circunstancia de fondo que llevó a la universidad a no formar profesionales en el área fue el deseo de privilegiar a la ciencia, por intermedio de la investigación, y contribuir al desarrollo del estado del arte de esa época.

De esta forma, se creó en el año 1972 el Centro de Ciencias de Computación e Información, inicialmente como un centro académico orientado a desarrollar actividades de investigación de la informática,

así como atraer estudiosos de las otras áreas de la universidad para integrarse al desarrollo de proyectos multidisciplinarios, en los que se aplicaba la informática. Se dictaban ramos de servicios docentes en informática a casi todas las disciplinas de la PUCV, de forma de incorporar esta ciencia a las distintas áreas del conocimiento en la universidad.

Fue así como se dieron, en el marco de la disciplina y de las investigaciones desarrolladas por el Centro de Ciencias de Computación e Información, las bases para la «génesis» de la conferencia.

23.1.2 En lo tecnológico

En esos tiempos no se disponía de la tecnología que hoy se utiliza frente a cualquier forma de comunicación. Internet era solo una idea, sin ninguna factibilidad de implantación. No se disponía de correo electrónico, tecnologías gráficas, discado directo entre ciudades, ni menos entre países. Indudablemente no se pensaba en teléfonos celulares y menos satelitales. No existía la estandarización de bases de datos; tampoco se visualizaban las tecnologías orientadas hacia el desarrollo de conferencias locales o internacionales, menos el *software* de escritorio. Menciono esto, dado que en esos tiempos no existían los PC.

En realidad, la forma cómo se resolvían las actividades de comunicación era mediante el correo normal (correo certificado, correo aéreo internacional), los llamados telefónicos (locales y de larga distancia a otra ciudad o país, con el auxilio de telefonistas), el télex (para aquellas comunicaciones urgentes), las máquinas de escribir (sobre papel, y a veces con copias), las reuniones personales y los viajes relacionados, que gastaban mucho del tiempo de los profesores.

El requerimiento de tiempo era enorme. También la necesidad de austeridad para cumplir las labores con estas modestas tecnologías, sin afectar los presupuestos universitarios, los cuales, más que bajos, eran inexistentes en este tipo de actividades, al menos en esta área.

Frente a esta situación, el profesor universitario debía necesariamente tener un entusiasmo y una gran responsabilidad, porque indudablemente toda innovación debía desarrollarse sobre su trabajo regular. Es por esto que resulta tan destacable el esfuerzo inicial con que se desarrollaron estas acciones.

23.1.3 En cuanto a las conferencias de informática: estado del arte de la época

En esos tiempos no existían en Chile conferencias nacionales en el área de la informática. Se dictaban cursos enfocados en temas definidos, pero de ninguna forma se podía hablar de algo parecido a una conferencia para exponer los resultados de las investigaciones en el área informática. De modo, que si un académico requería presentar un trabajo de investigación en una conferencia debía recurrir a Europa o EE.UU., lo cual, dado lo exiguo de los recursos de las universidades nacionales, casi no era económicamente factible.

23.2 La génesis de la Conferencia Latinoamericana y su desarrollo (1973-1979)

Es así como en esa etapa inicial, el Centro de Ciencias de Computación e Información de la PUCV, hoy Escuela de Ingeniería Informática de la PUCV, tenía como objetivo fundamental la investigación en el área. Se concretaron proyectos para visualizar las formas de impartir la enseñanza de la informática y se crearon o desarrollaron precompiladores y lenguajes, con aplicación de la programación estructurada, búsqueda de información y otros.

Lo que no se sabía era si se estaba en el camino correcto. Para determinarlo se requería de la participación de otros académicos, de otros colegas, de otras universidades. Fue este el detonante que originó la idea de planificar una conferencia en la universidad.

Es así que el Centro de Ciencias de Computación e Información de la PUCV convoca a una reunión de especialistas de la región de Valparaíso, con el propósito de establecer una instancia de comunicación e intercambio para el desarrollo de la tecnología. Esto ocurre en el año 1973, sin una clara visión de lo que sucedería con el desarrollo de esta conferencia, que se denominó «Panel de discusión de tópicos de computación» y se convocó para enero del año 1974.

Esto no nació con un objetivo de futuro definido; se fue dando en el tiempo, así como el entusiasmo de los académicos que participaban en las primeras acciones. Al igual que el ciclo de desarrollo tecnológico, cada nuevo avance cosechado implicaba que los objetivos aumentaban.

En esa oportunidad nadie se atrevió a formalizar la denominación de «conferencia» y se optó por identificar al conjunto de actividades como «Panel de discusión de tópicos de computación» (Panel 74). Como presidente del comité de programa se escogió a Amílcar Morales, jefe de Investigación del Centro de Ciencias de Computación e Información, y se invitó a participar a la Universidad Federico Santa María de la ciudad de Valparaíso, Chile, y especialistas de las empresas locales.

La asistencia fue de 21 personas, en su mayoría académicos universitarios. Los temas de investigación estuvieron orientados a la enseñanza de la informática, lenguajes estructurados (CVLOGO, CVFORTRAN, por ejemplo) e intentos de búsqueda de información. En el transcurso de cuatro días los académicos participantes pudieron conocer las actividades científicas acometidas por el gremio. También ganaron una importante tribuna para emitir sus opiniones frente a los temas tecnológicos de actualidad.

La experiencia inicial, gracias a sus buenos resultados, fue estímulo suficiente para que la PUCV convocara en enero de 1975 una segunda conferencia; en esta oportunidad denominada «Panel de discusión de tópicos de computación» (Panel 75). En ella se logró una participación de las otras universidades nacionales, con trabajos de académicos, de especialistas de empresas nacionales y con la asistencia de algún investigador argentino como observador.

En la conferencia Panel 75 participaron casi cien especialistas universitarios y de las empresas nacionales. Si bien este desafío fue riesgoso en lo técnico y lo económico, los resultados aseguraron la factibilidad de continuar con la actividad, tan necesaria para exponer los avances, conocer las novedades

e integrar los temas, así como los diferentes equipos de investigación. La organización del Panel 75 tuvo un costo significativo, el cual fue asumido en su totalidad por la PUCV. Allí se confeccionaron las actas de la conferencia para cada asistente; una acción que ya se había logrado hacer en el Panel 74, pero la publicación fue de un número muy reducido de ejemplares.

Los costos involucrados en el desarrollo de esta conferencia, que eran altos para efectos del presupuesto universitario, obligaron a idear una nueva forma de obtención de recursos. Fue por ello que se invitó a las empresas que comercializaban *hardware* a colaborar con la organización de Panel.

Para estos efectos se planificó una exposición de equipos computacionales, denominada Expodata, para permitir que las empresas mostrasen sus nuevas tecnologías. Aquello posibilitó el financiamiento de una parte del costo de la organización y contribuyó al desarrollo de la conferencia, al transformar esta actividad en un proyecto factible de continuar en el futuro.

El tercer «Panel de discusión de tópicos de computación y Expodata» (Panel y Expodata 76) fue una conferencia nacional. Contó con el patrocinio de la Asociación Chilena de Empresas de Tecnología de Información (Acti) y el apoyo de asociaciones universitarias como la ACUC. Participaron universidades y especialistas nacionales, y hubo una amplia exposición de equipamiento computacional en la que estuvieron todas las empresas que comercializaban equipos en el Chile. Al Panel 76 se invitó a académicos de universidades de otros países, por lo que se dio la presencia de profesores universitarios de Argentina y de Perú.

El comité de programa quedó integrado por académicos de las universidades nacionales, bajo la presidencia del director del Centro de Ciencias de Computación e Información de la PUCV. Fue en este instante cuando surgió la idea de integrar a otros países de la comunidad latinoamericana a esta conferencia.

La forma cómo se acometió la transformación de esta conferencia en una conferencia internacional fue la integración de universidades latinoamericanas de excelencia en su quehacer informático. En una misión de acercamiento institucional, los profesores Aldo Migliari y Amílcar Morales salieron de Valparaíso para visitar la Pontificia Universidad Católica de Río de Janeiro (Brasil), la Universidad Simón Bolívar (Venezuela) y la Universidad de Buenos Aires (Argentina). Iban a mostrar los resultados de las conferencias anuales y plantear la posibilidad de ampliar el ámbito de acción de las actividades. Se obtuvo una gran ayuda de los académicos Jorge Baralt (USB), Carlos José Pereira de Lucena (PUC-RJ) y Gustavo Pollitzer (UBA). También se consultó el parecer de otras organizaciones y personalidades latinoamericanas y europeas, en procura de ayuda en el ámbito académico y científico.

Gracias a las gestiones internacionales el comité de programa del Panel y Expodata 77 fue integrado por representantes de universidades de Venezuela, Brasil y Argentina (los profesores Jorge Baralt, Carlos José Pereira de Lucena y Gustavo Pollitzer, respectivamente), además de los representantes del área de informática de las universidades chilenas, bajo la presidencia del director del Centro de Ciencias de Computación e Información de la PUCV.

En enero de 1977 se efectuaron los paneles de discusión sobre recursos humanos, bases de datos y la Asociación de Profesionales y el teleproceso. También se presentaron documentos y trabajos académicos.

micos (*papers*), agrupados bajo unidades temáticas (*software* básico, aplicaciones de ingeniería, teoría de computación y redes, aplicaciones administrativas, teleproceso, aspectos económicos de sistemas computacionales, técnicas de programación, educación, bases de datos, seguridad y respaldo de sistemas, lenguajes computacionales y otras materias de interés). Además se desarrolló la segunda Expodata, en la cual participaron las más importantes empresas que comercializan *hardware* en Chile. La cantidad de trabajos presentados alcanzó casi los cincuenta y asistieron un importante número de académicos y especialistas. Durante la celebración del Panel y Expodata 77 se planteó la posibilidad de extender la conferencia hacia otros países del continente.

La convocatoria del Panel 78 se consolidó como una conferencia latinoamericana. La PUCV convocó en enero de 1978 al «Quinto panel de discusión de tópicos de computación y Expodata» (Panel y Expodata 78) que contó con el patrocinio del Intergovernmental Bureau for Informatics (IBI), la Unesco y la Asociación Chilena de Empresas de Tecnologías de Información (Acti). El comité de programa fue conformado, principalmente, por representantes latinoamericanos y con la dirección del profesor de la Universidad Simón Bolívar (Venezuela), Jorge Baralt Torrijos.¹

En el panel 78 se presentaron 29 trabajos de investigación,² y asistieron más de 300 académicos y especialistas de empresas de distintos países latinoamericanos. Se desarrollaron discusiones sobre educación, teleprocesamiento, sistemas de información pública y tecnología. Se planteó nuevamente la posibilidad de hacer acto itinerante por los países latinoamericanos.

El éxito del Panel y Expodata 78 permitió planificar el desarrollo del «Sexto panel de discusión de tópicos de computación» como una conferencia latinoamericana, la cual se fijó para fines del mes de enero de 1979. Fue en ese instante que la PUCV convocó al Panel y Expodata 79 como una conferencia de carácter internacional.

El comité de programa estaba presidido por el profesor Carlos José Pereira de Lucena (PUC-RJ). El resto de los miembros eran los profesores: Jorge Baralt Torrijos (Venezuela), Alberto García (Universidad de Los Andes, Colombia), Carlos Lauterbach (Pontificia Universidad Católica de Chile), Aldo Migliaro (Chile), Amílcar Morales (Chile), Waldemar Setzer (Universidad de São Paulo, Brasil) y Víctor Yockteng (Universidad Nacional de Ingeniería, Perú).³ Se contaba con el auspicio de las siguientes instituciones: Acti (Chile), Cectal (Brasil), la OEA e IBI.

Se hicieron grupos de trabajo relacionados con: educación, ingeniería de *software*, políticas de desarrollo en informática y derivaciones sociales de la informática. Se presentaron 54 trabajos⁴ y resúmenes aprobados, y se desarrollaron seminarios sobre el estado del arte en ingeniería de *software* y en lenguajes de programación. La participación fue extraordinaria, dado que asistieron más de quinientos especialistas; de los cuales trescientos provenían de otros países latinoamericanos. La organización y

1. Quinto panel de discusión sobre tópicos de computación-Expodata, *Anales de la conferencia Panel 78*, Valparaíso, Chile, Pontificia Universidad Católica de Valparaíso, en. 1978.

2. *Ibidem*.

3. Sexto panel de discusión sobre tópicos de computación-Expodata, *Anales de la conferencia Panel 79*, Valparaíso, Chile, Pontificia Universidad Católica de Valparaíso, febr. 1979.

4. *Ibidem*.

coordinación proporcionaron la solidez de las actividades. Los resultados obtenidos fueron argumentos suficientes para concretar los objetivos del Panel 78, en cuanto a los beneficios de un posible formato itinerante para la conferencia. En este sentido, la exitosa participación de la representación latinoamericana durante el Panel 79 allanó el camino para el cambio de formato. Todos estaban de acuerdo con transformar los paneles en una conferencia de alcance latinoamericano.

Se hizo necesario, entonces, crear un organismo que tuviera como responsabilidad la organización de las conferencias a nivel regional. A tal efecto, se decidió y se constituyó el Centro Latinoamericano de Estudios de Informática (CLEI).

23.3 Creación del Centro Latinoamericano de Estudios de Informática (CLEI) en 1979

Luego del éxito del Panel y Expodata 79, los organizadores continuaron con su trabajo. Entre ellos se destacaron los profesores Aldo Migliaro y Amílcar Morales, en representación del Centro de Ciencias de Computación e Información de la PUCV (institución que puso a disposición parte de su sede), y los profesores Jorge Baralt Torrijos (Venezuela) y Carlos José Pereira de Lucena (Brasil). Las universidades y asociaciones privadas también prestaron una colaboración oportuna. Con el esfuerzo de todos, se concretó la idea de transformar el Panel en una conferencia itinerante por los países de América Latina.

La nueva iniciativa será reconocida como la «Conferencia Latinoamericana de Estudios de Informática 80» y tendrá su logo y sus propias siglas: CCCI-CLEI. En cuanto a sus principios rectores, los fundadores procurarán una absoluta independencia de cualquier ente y organización externa, que no sean las universidades latinoamericanas y las asociaciones nacionales de informática de países latinoamericanos.

En las bases escritas de la fundación del CLEI, en el año 1979, puede leerse:⁵

Considerando:

- Que el advenimiento de las computadoras y la sistematización del tratamiento de los datos han dado origen a la ciencia de la computación e informática,
- Que los países latinoamericanos tienen ya instalados un importante parque computacional, contando con numerosas instituciones de enseñanza e investigación en informática, y que han comenzado a producir sistemas de procesamiento de datos con tecnología propia,
- Que el desarrollo de la enseñanza e investigación científicas en el dominio de la informática constituye una base importante para el progreso económico y social de las naciones,

5. Centro Latinoamericano de Estudios de Informática, *Documento de creación del Centro Latinoamericano de Estudios en Informática, Chile, 1979.*

- Que las computadoras han provocado un profundo efecto en la sociedad, con impacto en las costumbres y la cultura,
- Que la Universidad Católica de Valparaíso ha venido realizando con éxito un congreso científico en los últimos seis años, al cual han concurrido docentes, investigadores, profesionales y estudiantes de países latinoamericanos en número cada vez mayor, y la necesidad de garantizar la continuidad de dicho certamen anual, así como promover acciones que permitan mejorar la comunicación entre dicho personal.

Acuerdan:

- Constituir el Centro Latinoamericano de Estudios en Informática (CLEI), cuyo objetivo será promover el desarrollo de la informática en Latinoamérica a través del intercambio científico, técnico y educacional entre los miembros participantes, así como los efectos sobre la sociedad.

Para formalizar este acto la rectoría de la PUCV oficializó la creación del Centro Latinoamericano de Estudios en Informática (CLEI), como primer organismo en el campo de la informática fundado en el continente, y cuya existencia sirve de base para continuar cada año la celebración de la Conferencia Latinoamericana de Informática, con su logotipo de CCCI-CLEI, a modo de contribución para el desarrollo de la informática a nivel continental.

Se crearon, en ese instante, los estatutos del CLEI y las normas para la organización y desarrollo de la Conferencia Latinoamericana de Informática. También se establecieron las pautas para la estructuración del comité de programa y los criterios para la divulgación de los trabajos académicos. Además se confeccionó un reglamento de calificación en relación con aspectos como: postulantes; categorías de los miembros; admisión y cambios de categorías; miembros patrocinadores: miembros fundadores, regulares e invitados; renuncia de Miembros; sesiones del comité de calificaciones y las disposiciones generales. Todo se aprueba en una reunión plenaria al finalizar la conferencia, encabezada por el presidente provisorio, el profesor Víctor Yockteng, asistido en la secretaria ejecutiva del CLEI por el profesor Aldo Migliaro. Ese día se acuerdan las primeras acciones y normas.

Para cumplir con estas resoluciones se piensa en la conveniencia de contar con un representante de cada país en el directorio del CLEI. Este representante, al igual que su respectivo suplente, debe ser elegido por sus connacionales. Luego en una reunión plenaria ratifican la conformación del comité provisorio y aprueban la designación del secretario ejecutivo del CLEI.

23.4 El desarrollo y la continuidad de la Conferencia Latinoamericana de Informática (1980-1984)

Jorge Baralt, profesor de la Universidad Simón Bolívar, tuvo la enorme responsabilidad de llevar la Conferencia Latinoamericana de Informática a la ciudad de Caracas, capital de Venezuela. Fue la primera vez que la Conferencia Latinoamericana de Informática del CLEI se desarrolló en un país distinto a Chile. Los trabajos académicos incorporados a la agenda de actividades se escogieron en una reunión previa celebrada en Lima, bajo el auspicio de la Universidad Nacional de Ingeniería de Perú.

En el discurso a propósito de la instalación de la VII Conferencia Latinoamericana de Informática del CLEI, en enero de 1980, el profesor Baralt dice lo siguiente:

El reconocimiento a la PUCV por el esfuerzo desarrollado por el núcleo organizador en los primeros seis «Paneles de discusión de tópicos de computación» y su visualización de apertura de estas tecnologías a los distintos países latinoamericanos, al analizar durante el Panel 78 la posibilidad de hacer itinerante esta conferencia, para lo cual fue necesario crear un centro que velara por la continuidad de la conferencia. Durante el Panel 79 se crea el CLEI durante el Panel 79 y se aprueba que las conferencias puedan celebrarse en las distintas ciudades de Latinoamérica, como una forma de integración regional de los países en cuanto a la tecnología de la informática. Le corresponde a Venezuela el inaugurar la VII Conferencia Latinoamericana de Informática, de modo que permita lograr una década orientada a la mayor integración regional y una interdependencia más balanceada con los países que producen la tecnología.⁶

La celebración de la VII Conferencia Latinoamericana de Informática, respaldada por el CLEI, tuvo un gran éxito por la participación y por la cantidad de trabajos presentados:⁷ un total de 58. Al momento del cierre fue seleccionado como presidente del comité de programa el profesor Julián Araoz (de la Universidad Simón Bolívar). Otra importante novedad radicó en la incorporación de representantes de México.

Los integrantes del nuevo comité de programa se reunieron en noviembre de 1980, en la ciudad de Quito (Ecuador), para ultimar los detalles organizativos de la VIII Conferencia Latinoamericana de Informática del CLEI a escenificarse en marzo de 1981 en la capital argentina de Buenos Aires, en la sede del Centro Cultural General San Martín, bajo el auspicio de la Sociedad Argentina de Informática e Investigación Operativa (Sadio).

La nueva cita del comité de programa se fijó en el campus de la Universidad Católica de Paraguay. Allí se acordaron el temario y demás aspectos organizativos de la IX Conferencia Latinoamericana de Informática que se celebró, finalmente, en agosto de 1982 en la ciudad de Lima, bajo el auspicio de Asociación Peruana de Informática (APCI) y la Universidad Nacional de Ingeniería (UNI). La inauguración del acto contó con la presencia del presidente de la República de Perú. Entre las estadísticas más destacadas podemos mencionar la presentación de 37 trabajos académicos⁸ y el incremento en el número de público asistente a las actividades pautadas, entre ellos muchos alumnos de ingeniería.

En el año 1983 no pudo organizarse la Conferencia Latinoamericana de Informática. El CLEI no estaba aún bien consolidado, por lo que existía un riesgo real de perder todo el esfuerzo hecho hasta el momento. El sueño de celebrar la decena de encuentros llevó al secretario ejecutivo del CLEI a solicitar el apoyo de la Escuela de Ingeniería Informática de la PUCV para lograr que Chile sirviese de sede ara el encuentro regional. Así fue como en abril del año 1984 se llevó a cabo en la ciudad de Viña del Mar la «X Conferencia Latinoamericana de Informática».

6. Séptima Conferencia Latinoamericana de Informática, *Anales de la conferencia Panel 80*, Caracas, Universidad Simón Bolívar, en. 1980.

7. *Ibidem*.

8. Universidad Nacional de Ingeniería, *Novena Conferencia Latinoamericana de Informática, Anales del Panel 82*, Lima, Perú, Asociación Peruana de Computación e Informática, ag. 1982.

La edición de Viña del Mar fue definitivamente la base de consolidación del CLEI y la activación de todas las siguientes conferencias, las cuales han conseguido una periodicidad anual inalterada hasta el día de hoy. La renovación de los directores del CLEI se hace de forma bianual. La permanencia del profesor Aldo Migliaro en la secretaría ejecutiva ha permitido dar un impulso importante a las ideas originalmente visualizadas y decididas; un paso previo para el cumplimiento de los objetivos propuestos.

En la «X Conferencia Latinoamericana de Informática», o Panel 84, se presentaron 101 trabajos de investigación,⁹ asistieron más de 1.000 especialistas de las distintas universidades de Latinoamérica, lo cual le otorgó al acto una proyección más allá del continente.

El comité de programa encargado de organizar la décima conferencia fue encabezado por el profesor Aldo Migliaro y estuvo compuesto por personalidades de la región latinoamericana. Las actividades contaron con el apoyo institucional de la Pontificia Universidad Católica de Valparaíso (PUCV) y el Centro Latinoamericano de Estudios de Informática (CLEI). Además, se obtuvo el auspicio de organizaciones tales como Cectal, Crei, IBI y Unesco, y la colaboración de empresas nacionales e internacionales de *software*, con lo que se logró concretar una exitosa conferencia.

Durante la «X Conferencia Latinoamericana de Informática», (Panel 84), y en forma paralela a la presentación de trabajos, se desarrolló una mesa redonda denominada «La informática: ¿un factor de desarrollo o de dependencia para Latinoamérica? Un enfoque prospectivo hacia el año 2000», que contó con la participación de los profesores Carlos José Pereira de Lucena (PUC-RJ), Fermín Bernasconi (IBI), Andreé Van Dam (Club de Roma), Sergio Melnick (UCH), Germán Rama (Cepal), Eduardo Aldana (Colciencia, de Colombia) y el presbítero Sergio Silva en representación del Obispo de Valparaíso. La coordinación del debate recayó en Luis Meyer, docente de la Universidad Católica de Paraguay.

La mesa de análisis y discusión se desarrolló en forma paralela a la conferencia. Además se destinó todo un día a la exposición de trabajos académicos y su discusión por parte de los participantes.

El momento más importante de la «X Conferencia Latinoamericana de Informática» fue la aprobación de la denominada «Declaración de Viña del Mar»,¹⁰ en la cual se enunciaron algunos principios para el desarrollo de la informática en Latinoamérica. El planteamiento de fondo fue la conveniencia de que América Latina se enfoque en el desarrollo de la informática y deje de ser una mera usuaria o consumidora de la tecnología de los países desarrollados. Entre las recomendaciones planteadas en el documento destacan «el hecho de enfrentar la dependencia de esta tecnología, abordándola, no ya como usuarios expertos de las tecnologías, sino como productores y abastecedores de tecnología».¹¹ Tanto las conclusiones de la mesa redonda como el texto completo de la «Declaración de Viña de Mar» fueron editados y distribuidos gracias al apoyo de la Unesco.

9. Décima Conferencia Latinoamericana de Informática, *Anales de la conferencia Panel 84*, Viña del Mar, Chile, Pontificia Universidad Católica de Valparaíso, abr. 1984.

10. El texto completo de la «Declaración de Viña del Mar» se reproduce en el anexo del presente ensayo.

11. *Ibidem*.

Se desarrollaron paneles sobre temas relevantes para el diseño de las políticas futuras de desarrollo informático, tales como: políticas industriales en informática, evaluación socioeconómica de la utilización de microcomputadores en Latinoamérica, educación en informática y planificación práctica de la informática. También se desarrolló paralelamente un seminario de informática jurídica.

Un hecho muy importante durante la «X Conferencia Latinoamericana de Informática» fue la presencia del profesor S. Narasimhan, para la época director del TATA Institute y responsable en la International Federation for Information Processing (IFIP) del área de desarrollo informático de los países en vías de desarrollo y relaciones internacionales. A partir del informe favorable del profesor S. Narasimhan en torno a la «X Conferencia Latinoamericana de Informática», la IFIP decidió afiliarse al CLEI; también acordó aceptar en su seno como representante del CLEI a su secretario ejecutivo. Esta aproximación institucional ha resultado positiva para las universidades vinculadas con la realización de los paneles latinoamericanos, porque les permitió el libre acceso a la base de datos, documentos y ponencias de la prestigiosa IFIP.

En resumen, la décima conferencia ratificó el alto nivel académico y organizativo del CLEI, que año tras año se esmera en contribuir con el crecimiento informático de Latinoamérica.

23.5 Conclusiones

El deseo de estimular en Chile las investigaciones en el área de las tecnologías de la información y comunicación llevó, en 1974, a la creación de una conferencia local, que con el transcurrir de los años se hizo nacional y finalmente internacional, al incluir a distintos países latinoamericanos en la denominada Conferencia Latinoamericana de Informática (CLI).

Conjuntamente con estos hechos, se crea el Centro Latinoamericano de Estudios en Informática (CLEI), lo cual permite darle un carácter itinerante a las jornadas científicas organizadas en el marco de la Conferencia Latinoamericana de Informática. Cuando se estudia con detenimiento este período histórico se puede concluir que son, precisamente, los obstáculos los que fortalecen la acción del ser humano. En este sentido, fueron la enorme colaboración y el entusiasmo de las personas e instituciones los factores que permitieron mantener siempre los principios básicos sobre el cual se fundamentó las CLI y el CLEI.

Debe destacarse que la clave del éxito nunca fue la abundancia de recursos económicos, sino la idea inicial, su visión de apertura, de colaboración e integración; además de la gran tenacidad para tratar de cubrir los nuevos desafíos que se percibían en esa época. Es así que durante la «X Conferencia Latinoamericana de Informática» desarrollada en Viña del Mar (Chile), en el año 1984, se enfrentaron y resolvieron los desafíos planteados por la expansión del CLEI y las CLI. A través del análisis de la relación de los hechos puede concluirse que esa semilla que se sembró hace más de 40 años germinó y ha crecido hasta llegar a estos grandiosos certámenes anuales del CLEI.

El excelente estado que hoy exhibe el CLEI es el resultado de las novedades e innovaciones provistas por la tecnología, el quehacer científico de los académicos y profesionales de las universidades y asociaciones vinculadas con el proyecto y las lecciones aprendidas tras cada edición anual de las conferencias.

El puente entre el pasado —las conferencias hechas únicamente en Valparaíso— y el presente —las conferencias itinerantes por Latinoamérica— lo constituye la celebración del simposio de la historia del CLEI y de las universidades que lo componen; un simposio identificado con las siglas SHIALC. Si bien las universidades, y en su conjunto el CLEI, deben seguir adelante con los objetivos futuros, también es necesario conocer el pasado, la historia. Con el SHIALC se busca reconocer los hechos, las instituciones y las personas que han actuado con un inagotable tesón para alcanzar lo que son hoy grandísimos logros.

La Conferencia Latinoamericana de Informática fue producto de un requerimiento de apertura e integración, de las ganas de discutir y analizar los temas de investigación en el área de la informática. Cualquier posibilidad de contribuir al enriquecimiento del CLEI y sus conferencias latinoamericanas pasa por una revisión de la historia y la visualización de los pasos, los aciertos y las dificultades que han existido a partir de enero de 1974.

La mesa de futurología organizada en 1984 y la «Declaración de Viña del Mar» se anticiparon casi veinticinco años a la realidad. En los documentos históricos donde constan sus alcances puede leerse:

(...) enfrentar la dependencia de esta tecnología, abordándola, no ya como usuarios expertos de las tecnologías, sino como productores y abastecedores de tecnología' y la declaración hecha conjuntamente con la creación del CLEI (...)¹²

(...) promover el desarrollo de la informática en Latinoamérica a través del intercambio científico, técnico y educacional entre los miembros participantes, así como los efectos sobre la sociedad (...)¹³

Se espera que el CLEI, a través de sus conferencias latinoamericanas, estimule la innovación, la presentación de trabajos sobre su «aplicabilidad en la sociedad», la investigación aplicada y la transferencia de tecnología. Es cierto que la tecnología cambia día a día, y todo nuevo desarrollo implica dedicar nuestros mejores esfuerzos a familiarizarnos con las áreas inexploradas, pero no debemos dejar de lado todo aquello que hoy requiere urgentemente la sociedad: desde la nueva «cultura gerencial» hasta las aplicaciones mejoren los resultados de las organizaciones, a partir de la información que debe entregar cualquier desarrollo en el campo de la informática. Por ejemplo, ¿por qué no aprovechar las ventajas que da la integración entre nuestras naciones y nuestras universidades para desarrollar proyectos académicos de tamaño importante? Este es un desafío que debe encarar el CLEI, en orden a buscar nuevas oportunidades para el trabajo científico de universidades regionales y nacionales.

La comunicación que hoy no tiene límites ayudará indudablemente al estudio de factibilidad de cada propuesta de integración y contribuirá a enfrentar proyectos complejos. Nuestras naciones, nuestras sociedades y nuestras universidades se beneficiaran de la resolución de problemas reales y de gran magnitud. La Comunidad Europea (CE) es un proyecto exitoso de unión entre pueblos en apariencia diversos, ¿por qué no emularlo en nuestro continente? La apertura y la capacidad de integración deben plantearse como metas finales de un trabajo necesario. En este sentido, la «Declaración de Viña

12. Extracto de la «Declaración de Viña del Mar». Ver la sección de anexos.

13. Centro Latinoamericano de Estudios en Informática, *Documento de Creación del Centro Latinoamericano de Estudios en Informática*, Chile, 1979.

del Mar» nos invita, en el campo específico de las TIC, a actuar «no ya como usuarios expertos de las tecnologías, sino como productores y abastecedores de tecnología».

23.6 Anexo: Declaración de Viña del Mar. Décima Conferencia Latinoamericana de Informática. Chile, 1984

CLEI

CENTRO LATINOAMERICANO DE ESTUDIOS DE INFORMÁTICA

DÉCIMA CONFERENCIA LATINOAMERICANA DE INFORMÁTICA

DECLARACIÓN DE VIÑA DEL MAR

El Consejo Directivo del Centro Latinoamericano de Informática (CLEI), recogiendo las opiniones vertidas durante la «Décima Conferencia Latinoamericana de Informática», se ve en la obligación de declarar lo que sigue:

PRIMERO:

La informática es un importante factor de desarrollo para un nuevo orden económico, social y político. Pero tanto podrá potenciar un desarrollo autónomo como puede, al contrario, provocar una mayor dependencia de la que hoy existe, con serias repercusiones sobre la identidad y soberanía de América Latina.

La originalidad de la revolución informática es que hace posible que América Latina cumpla un papel protagónico en el diseño mismo del nuevo tipo de sociedad.

SEGUNDO:

América Latina ya domina la tecnología de uso de la computación. Debe dar ahora el paso siguiente hacia las tecnologías de producción de equipos y *software*, so pena de perpetuarse en la dependencia de los tradicionales abastecedores de tecnología.

TERCERO:

El crecimiento de la dependencia es el precio que pagamos por usar tecnologías que no dominamos.

CUARTO:

La informática es una actividad económica mucho más intensiva en inteligencia que en capital. Por ello la universidad es el elemento polarizador y difusor de las nuevas tecnologías, así como el catalizador de iniciativas de otros sectores tales como los gubernamentales y los empresariales.

382

QUINTO:

El estancamiento económico, la crónica falta de divisas y el deterioro de los términos de intercambio de América Latina en relación con los países desarrollados muy probablemente va a cortar el acceso a nuevas tecnologías. En un futuro próximo la única forma de contar con ellas será desarrollándolas internamente.

SEXTO:

Es necesario que la comunidad académica haga una amplia disseminación y esclarecimiento en todos los sectores económico-sociales de la potencialidad, así como de las limitaciones y riesgos, de la informatización de la sociedad.

SÉPTIMO:

Finalmente, se comprueba que ya existen tecnologías en el continente para fabricar productos de informática adecuados a sus necesidades. No es necesario estar en la frontera de la tecnología mundial. No existe la mejor tecnología ni el mejor computador. Lo que existe son problemas que requieren soluciones adecuadas. Solamente la integración de tecnologías complementarias permitirá a América Latina una mayor autosuficiencia científica y tecnológica en informática.

VIÑA DEL MAR, abril de 1984

SECRETARÍA EJECUTIVA

Bibliografía

I. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abbate, Janet: *Inventing the Internet*, Cambridge, Massachusetts: MIT Press, 2000.
- Adler, Emanuel: *The power of ideology: the quest for technological autonomy in Argentina and Brazil*, Berkeley: University of California Press, 1987.
- Aguiar, Sônia y Vera Dantas: *Memórias do Computador: 25 anos de informática no Brasil*. São Paulo: IDG, 2001.
- Aguirre, Jorge: «Semblanza de Manuel Sadosky», en: Aguirre, Jorge y Raúl Carnota (compiladores): *Historia de la informática en América Latina y el Caribe: investigaciones y testimonios*, Córdoba, Argentina: Editorial Universitaria de Río Cuarto, 2009.
- Aguirre, Jorge y Raúl Carnota (editores): *Historia de la informática en Latinoamérica y el Caribe: investigaciones y testimonios*, Córdoba, Argentina: Editorial Universitaria de Río Cuarto, 2009.
- Aguirre, Jorge y Raúl Carnota: «Las políticas académicas de desarrollo de la informática en el retorno democrático y su posterior ruptura, el PABI, las EBAI y la ESLAI», en: Secretaria de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva de la nación argentina, Programa Raíces y Unesco: Ruptura y reconstrucción de la ciencia argentina, Buenos Aires, 2007.
- Aguirre, Jorge y Raúl Carnota: «Los proyectos académicos de desarrollo informático durante el retorno democrático argentino de 1983 y su proyección latinoamericana», en: Aguirre, Jorge y Raúl Carnota (compiladores): *Historia de la informática en Latinoamérica y el Caribe: investigaciones y testimonios*, Córdoba, Argentina: Editorial Universitaria de Río Cuarto, 2009.
- Akrich, Madeleine: «The De-Description of Technical Objects», en: Bijker, Wiebe y John Law: *Shaping Technology / Building Society: Studies in Sociotechnical Change*, Cambridge, Massachusetts: MIT Press, 1992.
- «User Representations: Practices, Methods», en: Rip, Arie, Thomas J. Misa y Johan Schot (eds.): *Managing Technology in Society*, Londres: Pinter Publishers, 1995
- Álvarez, Sofía, et al.: *Metodología Adesa*, La Habana: Facultad de Ingeniería Industrial del ISPJAE, 1987.
- *Metodología Adoosi*, La Habana: Facultad de Ingeniería Industrial del ISPJAE, 2000.
- Arango, José María: «La Matemática en el Sur», en: Santaló, Luis, et al.: *Evolución de las ciencias en la República Argentina 1923-1972. Tomo I. Matemática*, Buenos Aires: Sociedad Científica Argentina, 1972.
- Araoz, Julián y Cristina Zoltan: «Human Resources Education in Computing at Simon Bolivar University, Venezuela. 1972 to 1985», en: Impagliazzo, John (ed.): *History of Computing and Education 2: WCC 2006 Santiago, Chile*, IFIP 19th World Computer Congress, WG 9.7, TC 9: History of Computing, Proceedings of the Second Conference on the History of Computing and Education, Santiago de Chile, 2006.
- Arenas-Muñoz, Gregorio, et al.: «Computer Turing 850. Project Turing 85: Development of a General Purpose Microcomputer. Final Report». *Reporte técnico*, Puebla, México: Departamento de Aplicación de Microcomputadoras, Instituto de Ciencias, Universidad Autónoma de Puebla, 1985.
- «Project Turing 85. Development of a general purpose microcomputer. Preliminary description».

- Reporte técnico*, Puebla, México: Departamento de Aplicación de Microcomputadoras, Instituto de Ciencias, Universidad Autónoma de Puebla, 1982.
- Arocena, Rodrigo y Judith Stutz: *La Universidad Latinoamericana del futuro. Escenarios. Alternativas*, México: Editora Usual, 2001.
- Asamblea Legislativa de Costa Rica: «Ley 7.012 Creación del Depósito Libre Comercial de Golfito del 4 de noviembre de 1985.», *Sistema Costarricense de Información Jurídica*, dirección en Internet: <http://www.pgr.go.cr/scij/scripts/TextoCompleto.dll?Texto&nNorma=7110&nVersion=7603&nTamanoLetra=10&strWebNormativa=http://www.pgr.go.cr/scij/&strODBC=DSN=SCIJ_NRM;UID=sa;PWD=scij;DATABASE=SCIJ_NRM;&strServidor=\\pgr04&strUnidad=D:&strJavaScript=NO>. Consulta: 31 mzo. 2010.
- Associação Nacional de Fabricantes de Veículos Automotores (Anfavea): *Anuário da indústria automobilística brasileira*. São Paulo: Anfavea, 2011.
- Babini, Nicolás: *La informática en la Argentina 1956-1966*, Buenos Aires: Editorial Buena Letra, 1991. — *Tres décadas de Sadio, 1960-1990*, Buenos Aires: Sadio, 1990.
- Bermúdez, Laura y Maria Urquhart: *Salvando la memoria de la computación en la Universidad de la República, Uruguay, a partir de los recuerdos del Profesor Manuel Sadosky*, Reporte Técnico RT 03-19, PEDECIBA Informática, Montevideo: Instituto de Computación, Facultad de Ingeniería, Universidad de la República, 2003.
- Bermúdez, Laura, Juan José Cabezas y Maria Urquhart: «De Clementina al *email*; una aproximación a la historia de la computación en la Universidad de la República, Uruguay», en: Aguirre, Jorge y Raúl Carnota (compiladores), *Historia de la Informática en Latinoamérica y el Caribe: Investigaciones y testimonios*, Córdoba, Argentina: Universidad Nacional de Río Cuarto, 2009.
- Bevilacqua, Roberto J. G. y Verónica A. Quatrocchi: *Estado de las redes de computadoras académicas en la Argentina. Proyectos*, Buenos Aires: CNEA, 1990.
- Bijker, Wiebe y John Law: *Shaping Technology / Building Society: Studies in Sociotechnical Change*, Cambridge, Massachusetts: MIT Press, 1992.
- Blanco, Lázaro J.: *Apuntes para una historia de la informática en Cuba. Consideraciones técnicas, organizativas y económicas*, La Habana: Universidad de La Habana, 2004.
- Borches, Carlos y Raúl Carnota: «Misioneros entre gentiles: Los primeros pasos de la investigación operativa en Argentina», en: Velasco, Marisa y Nicolás Venturelli (eds.): *Selección de trabajos de las XXI Jornadas de Epistemología e Historia de la Ciencia*, Córdoba, Argentina: Área Lógico-Epistemológica de la Facultad de Filosofía de la Universidad Nacional de Córdoba, 2011.
- Brenes, Abel: «Aportes del Centro de Informática en 35 años», en: Centro de Informática de la Universidad de Costa Rica: *35° Aniversario: Centro de Informática*, San Pedro de Montes de Oca: Universidad de Costa Rica, 2008.
- Brokering, Walter y Herbert Ohrband: «El computador análogo electrónico y su aplicación a la resolución de problemas de ingeniería», Memoria de Ingeniero Civil Electricista, Santiago: FCFM, Universidad de Chile. 1960.
- Brooks, F.P.: *The Mythical Man-Month: essays on software engineering*, Reading, Massachusetts: Addison Wesley, 1975.
- Buchbinder, Pablo: *Historia de las universidades argentinas*, Buenos Aires: Editorial Sudamericana, 2005.
- Callon, Michel: «An essay on framing and overflowing: economic externalities revisited by sociology», en: Callon, Michel (ed.): *The Laws of the Markets*, Oxford, Reino Unido y Maiden, Massachusetts, EE.UU.: Blackwell Publishers & The Sociological Review, 1998.

- «Introduction: the embeddedness of economic markets in economics», en: Callon, Michel (ed.): *The Laws of the Markets*, Oxford, Reino Unido y Maiden, Massachusetts, EE.UU.: Blackwell Publishers & The Sociological Review, 1998.
- «Some Elements of a Sociology of Translation: domestication of the scallops and the fishermen of St. Brieuc bay», en: Biagioli, M.: *The science studies reader*, New York: Routledge, 1999.
- «Technological Conception and Adoption Networks: Lessons for the CTA Practitioner», en: Rip, Arie, Thomas J. Misa y Johan Schot (eds.): *Managing Technology in Society*, Londres: Pinter Publishers, 1995.
- *The Laws of the Markets*, Oxford, Reino Unido y Maiden, Massachusetts, EE.UU.: Blackwell Publishers & The Sociological Review, 1998.
- Cantarell, Aquiles y Mario González (compiladores): *Historia de la computación en México: Una industria en desarrollo I*, México: Hobbiton Ediciones, oct. 2000.
- *Historia de la computación en México: Una industria en desarrollo II*, México, Hobbiton Ediciones, 2000.
- Carnota, Raúl y Carlos Borches (compiladores): *Sadosky por Sadosky: vida y pensamiento del pionero de la computación argentina*, Buenos Aires: Fundación Sadosky, 2011.
- Carnota, Raúl y Mirta Pérez: «Continuidad formal y ruptura real: la segunda vida de Clementina», en: Aguirre, Jorge y Raúl Carnota (compiladores), *Historia de la Informática en Latinoamérica y el Caribe: Investigaciones y testimonios*, Córdoba, Argentina: Universidad Nacional de Río Cuarto, 2009.
- Castells, Manuel: *A sociedade em rede*, vol. 1, São Paulo: Ed. Paz e Terra, 1996.
- Carvalho, Tereza Cristina Melo de Brito (compiladora): *Arquiteturas de redes de computadores OSI e TCP/IP*. São Paulo, Makron Books; Rio de Janeiro: Embratel; Brasília: SGA, 1994.
- Centro de Informática de la Universidad de Costa Rica: *El Centro de Informática de la Universidad de Costa Rica*, San Pedro de Montes de Oca: Universidad de Costa Rica, 1976.
- Centro de Computación de la Universidad de Chile (CEC): *Curso de Computación y cálculo numérico*, Santiago: CEC, FCFM, Universidad de Chile, 1966.
- *Descripción del computador digital electrónico Standard Elektrik Lorenz ER-56.1*, Santiago: CEC, Universidad de Chile, 1963.
- Centro Latinoamericano de Estudios de Informática: *Documento de Creación del Centro Latinoamericano de Estudios de Informática*, Chile, 1979.
- Cepal: *Informe económico de América Latina de 1949*, Nueva York: Cepal, 1950.
- Cernadas de Bulnes, M: *Universidad Nacional del Sur 1956-2006*, Bahía Blanca: Editorial UNS, 2006.
- Christensen, Clayton M.: *The Innovator's Dilemma*, EE.UU.: Harvard College, 1997. [Hay trad. port.: *O dilema da inovação*, Río de Janeiro: Makron Books, 1991.]
- Ciancaglini, Humberto: «La computadora Cefiba», en: Aguirre, Jorge y Raúl Carnota (compiladores): *Historia de la informática en América Latina y el Caribe: investigaciones y testimonios*, Córdoba, Argentina: Editorial Universitaria de Río Cuarto, 2009.
- Cochoy, Frank: «Another discipline for the market economy: marketing as a performative knowledge and know-how for capitalism», en: Callon, Michel (ed.): *The Laws of the Markets*, Oxford, Reino Unido y Maiden, Massachusetts, EE.UU.: Blackwell Publishers & The Sociological Review, 1998.
- Cotik, Viviana y Mijael Jenik: *Historia de la Computación en Argentina*, Buenos Aires: Departamento de Computación de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales de la Universidad de Buenos Aires, 2011.
- Coyne, R: *Designing Information Technology in the Postmodern Age: from method to metaphor*, Cambridge, Massachusetts: MIT Press, 1995.

- Dahlbom, B. y L. Mathiassen: *Computers in Context: The Philosophy and Practice of Systems Design*, Oxford: NCC Blackwell, 1993.
- Dantas, Vera: *A guerrilha tecnológica: a verdadeira história da política nacional de informática*, Rio de Janeiro: Editora Livros Técnicos e Científicos, 1988. Disponible em PDF em la página web del Museu de Computação e Informática do Brasil: <http://www.mci.org.br/biblioteca/guerrilha_tecnologica.pdf>.
- Darling-Hammond, Linda: *Teacher Quality and Student Achievement: A Review of State Policy Evidence*, Seattle: Center for the Study of Teaching and Policy, 1999.
- Décima Conferencia Latinoamericana de Informática: *Anales de la conferencia Panel 84*, Viña del Mar, Chile: Pontificia Universidad Católica de Valparaíso, abril de 1984.
- Décima Conferencia Latinoamericana de Informática: *Declaración de Viña del Mar*, Chile, 1984.
- Deleuze, Gilles y Félix Guattari: *Mil platôs: capitalismo e esquizofrenia*, vol. 1, Editora 34, 1995.
- Departamento de Computación de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales de la Universidad de Buenos Aires (FCEN-UBA): *Proyecto red UUCP*, Buenos Aires: Facultad de Ciencias Exactas y Naturales de la Universidad de Buenos Aires, 1988.
- Durán, Wilfredo, et al.: «Comic: el primer lenguaje y compilador argentino», en: Aguirre, Jorge y Raúl Carnota (compiladores): *Historia de la informática en América Latina y el Caribe: investigaciones y testimonios*, Córdoba, Argentina: Editorial Universitaria de Río Cuarto, 2009.
- Ecosoc [United Nations Economic and Social Council] [Consejo Económico y Social]: *The application of Computer Technology for Development, Report of the Secretary-General*, (Report E-4800 GE-70-11926), 1970.
- Edwards, Paul: *The Closed World: computers and the politics of discourse in Cold War America*, Massachusetts: MIT Press, 1996.
- Estébanez, María E. y Carlos Prego: *Ciencia, desarrollo y universidad en la Argentina 1955-1966*, Campinas: IV ESOCITE, 2000.
- Evans, Peter: *Autonomia e colaboração: estados e transformação industrial*. Río de Janeiro: Editora UFRJ, 2004.
- Factorovich, Pablo y Pablo Jacovkis: «La elección de la primera computadora académica en Argentina», en: Aguirre, Jorge y Raúl Carnota (compiladores): *Historia de la informática en América Latina y el Caribe: investigaciones y testimonios*, Córdoba, Argentina: Editorial Universitaria de Río Cuarto, 2009.
- Facultad de Ingeniería de la Universidad de la República: *Óscar Maggiolo: Reflexiones sobre Investigación Científica*, Uruguay: Facultad de Ingeniería, Universidad de la República, 2009.
- Fernández Stacco, Edgardo: *Abandono a la contemplación: Apuntes para la historia de la Universidad Nacional del Sur*, Buenos Aires: Editorial Universitaria Rioplatense, 2009.
- Friedman, Edward: *Current Status and Lessons learned*, San Francisco: ASCD, 2001.
- Fronzizi, Risieri: «Discurso pronunciado por el rector de la Universidad de Buenos Aires Dr. Risieri Fronzizi al asumir el rectorado», en: *Discursos pronunciados por el Presidente Provisional de la Nación General Pedro Eugenio Aramburu y los Doctores Alejandro Ceballos y Risieri Fronzizi. El día 27 de diciembre de 1957, en el salón de actos de la Facultad de Derecho y Ciencias Sociales*, Buenos Aires: Ministerio del Interior, 1957.
- Furtado, Celso: *Desarrollo y subdesarrollo*, Buenos Aires: Editorial Eudeba, 1964
- García, Rolando: «La construcción de lo posible», en: Díaz de Guíjarro, Eduardo y Catalina Rotundo (eds.): *La construcción de lo posible: la Universidad de Buenos Aires de 1955 a 1966*, Buenos Aires: Libros del Zorzal, 2003.

- Geertz, Clifford: *A interpretação das culturas*. Río de Janeiro: Zahar Editor, 1978.
- Glickman, C.: *Education as democracy, sustaining school renewal in frenzied times*, Georgia. EE.UU.: University of Georgia, ASCD, 2001.
- González, Guillermo: *Curso de programación del computador digital ER-56*, Santiago: IIEE, 1961.
- Guarga, Rafael: *Profesor Ingeniero Óscar Maggiolo: Discursos en el acto recordatorio a los diez años de su fallecimiento*, Uruguay: Universidad de la República, 1990.
- Guzmán, Adolfo: «Diseño y construcción de computadoras paralelas mexicanas», en: Paredes López, Octavio y Sergio Estrada Orihuela (eds.): *Descubrimientos y aportaciones científicas y humanísticas mexicanas en el siglo veinte*, México: Academia Mexicana de Ciencias y Fondo de Cultura Económica, 2008.
- Hallyday, M.A.K.: «Introduction to Functional Grammar», en: Gilbert, G.N. y M. Mulkey: *Opening Pandora's box: a sociological analysis of scientists' discourse*, Cambridge: Cambridge University Press, 1984.
- Hernández, Ramón: *El asedio inútil, Conversación con Germán Carrera Damas*, Caracas, Venezuela: Libros Marcados, 2009.
- Hirschheim, R, K. K. Heinz y K. Lyytinen: *Information Systems Development and Data Modeling: Conceptual and Philosophical Foundations*, Cambridge: Massachusetts, University Press, 1995.
- International Organization for Standardization (ISO): *International Standard 7498-1 – Open Systems Interconnection – Basic Reference Model: The Basic Model*, 1994.
- Knor-Cetina, Karin: *The Manufacture of Knowledge. Essay on the Constructivism and Contextual Nature of Science*, Oxford: Pergamon, 1981.
- Kuhn, Thomas: *The Structure of Scientific Revolutions*, Chicago, Illinois: The University Chicago Press, 1962. [Hay trad. cast.: *La estructura de las revoluciones científicas*, México: Fondo de Cultura Económica, 1971.] [Hay trad. port.: *A estrutura das revoluções científicas*, São Paulo: Editora Perspectiva, 1994.]
- Latour, Bruno: *Science in Action*, Cambridge, Massachusetts: Harvard University Press, 1997. [Hay trad. port.: *Ciência em ação: como seguir cientistas e engenheiros sociedade afora*. São Paulo: Editora de la Universidad Estatal Paulista Júlio de Mesquita Filho (Unesp), 2000.]
- Latour, Bruno y Steve Woolgar: *Laboratory Life. The Construction os Scientific Facts*, California, EE.UU.: Sage Publications, 1979. [Hay trad. cast.: *La vida de laboratorio: la construcción de los hechos científicos*, Madrid: Alianza, 1995.] [Hay trad. port.: *A vida de laboratório: a produção dos fatos científicos*, Río de Janeiro: Relume Dumará, 1997.]
- Le Goff, Jacques: *History and Memory*, Columbia University Press, 1996. [Hay trad. port.: *História e memória*, São Paulo: Ed. Unicamp, 2003.]
- Le Goff, Jacques: «Memória», en: *Enciclopédia Einaudi*, vol. I, Lisboa: Imprensa Nacional/Casa da Moeda, 1986.
- Lemaître, Christian: «La computación en la UNAM en el período de 1968-1980: una interpretación» *Pasado, presente y futuro de la computación: 30 aniversario de la computación en México*, Ciudad de México, México: UNAM, 1988.
- Lévy, Pierre: «A invenção do computador», in: Serre, Michel (Organizador): *Elementos para uma história das Ciências. III: De Pasteur ao computador*. Lisboa: Terramar, 1989.
- Licona, A., et al.: *La computación en el instituto de ciencias de la UAP*, Puebla: Universidad Autónoma de Puebla, 1998. Disponible en la dirección de Internet: <<http://delta.cs.cinvestav.mx/~mcintosh/oldweb/pothers.html>>. Consulta: abril de 2013.
- López Dávalos, Arturo, Norma Badino y J.A. Balseiro: *Crónica de una ilusión. Una historia de la física en la Argentina*, Buenos Aires: Fondo de Cultura Económica, 2000.

- Lowenthal, David: *The past is a foreign country*. Cambridge, New York: Cambridge University Press, 1988.
- Lynch, Michael: *Art and Artifact in Laboratory Science: A Study of Shop Work and Shop Talk in a Research Laboratory*, London: Routledge and Keagan Paul, 1985.
- Marques, Ivan da Costa: *From Rights of Possession to Rights of Creation: a clone of the Macintosh computer in Sao Paulo*, São Paulo: UFRJ, 2002.
- «Testemunho e pesquisa: concepção e uso em produção dos protótipos do Núcleo de Computação Eletrônica/UFRJ na década de 1970.» En: Aguirre, Jorge y Raúl Carnota (compiladores): *Historia de la informática en Latinoamérica y el Caribe: investigaciones y testimonios*, Río Cuarto: Universidad Nacional de Río Cuarto, 2009.
- Mazzeo, Luzia M: *Apertura económica: paradigma industrial y el sector de informática en Brasil*, Londrina, Brasil: Ediciones de la Universidad Estatal de Londrina, 1999.
- Medina, Eden: *Cybernetic Revolutionaries: Technology and Politics in Allende's Chile*, Cambridge, Massachusetts: MIT Press, 2011.
- Miceli, Sergio: *Intelectuais à brasileira*, São Paulo: Companhia das Letras, 2001.
- Ministério de Administração Federal e Reforma do Estado da República Federativa do Brasil (MARE) e Ministério de Ciências e Tecnologia da República Federativa do Brasil (MCT): «Instrução normativa conjunta n.º 1», Seção I do Diário Oficial, Brasília, D.F., 20 de junho de 1997.
- Ministério da Ciência e Tecnologia da República Federativa do Brasil (MCT) e Secretaria de Política de Informática e Automatização da República Federativa do Brasil (Sepin): *Panorama do Setor de Informática 1997*, Brasília, D. F.: Ministério de Ciência e Tecnologia, 1997.
- Ministério de Comunicações da República Federativa do Brasil e o Ministério da Ciência e Tecnologia da República Federativa do Brasil (MCT): "Nota conjunta", Brasília, D. F., 31 de maio de 1995. Disponible en Internet en la dirección: <<http://www.cgi.br/regulamentacao/notas.htm>>. Consulta: 10 de abril de 2013).
- National Academy of Sciences, National Academy of Engineering, Institute of Medicine y Committee on Prospering in the Global Economy of the 21st Century: *An Agenda for American Science and Technology, Rising Above the Gathering Storm: Energizing and Employing America for a Brighter Economic Future*, Washington, D.C.: The National Academies Press, 2007.
- National Center for Education Statistics: *The condition of education*, Washington: US Department of Education, 1998.
- National Research Council: *Learning and Understanding: Improving Advanced Study of Mathematics and Science in U.S. Schools*, Washington, DC: National Academy Press, 2002.
- Neves, Margarida de Souza y Silvia Ilg Byington (eds): *PUC-Rio 70 anos*, Rio de Janeiro: PUC-Rio, 2010.
- Oppenheimer, Andrés: *¡Basta de Historias!*, Buenos Aires: Editorial Sudamericana, 2010.
- Ortiz, Eduardo L. y Alfredo Pereira Gomes: *The Works of Antonio Monteiro*, Londres, The Humboldt Press, 2008.
- Padlipsky, Michael A: *The elements of networking style and other essays and animadversions on the art of intercomputer Networking*, Lincoln, Nebraska: Authors Guild Backinprint.com, iUniverse.com, 1985.
- Pavón, Raúl: «The Mexican light and power company introduces a direct way for fast computation of industrial services with power factor adjustment», *ACM '58: Preprints of papers presented at the 13th national meeting of the Association for Computing Machinery*, New York, NY, USA, ACM Press, 1958.

- Plett, Herbert: *TNP: un lenguaje versátil para la programación del computador digital ER-56*, Santiago: Departamento de Electricidad, FCFM, Universidad de Chile, 1969.
- Poder Legislativo de la República Oriental del Uruguay: *Ley 16.713: Seguridad social*, Montevideo, 1995.
- Prego, C. y O. Vallejos (eds.): *La construcción de la ciencia académica: actores, instituciones y procesos en la universidad argentina del siglo xx*, Buenos Aires, Biblos, 2010.
- Presidencia de la República Oriental del Uruguay: *Decreto 271/994: creación de la Comisión Nacional de Informática (Conadi), como órgano asesor del Poder Ejecutivo en materia de informática*, Montevideo, 1994.
- PUC-Rio: *PUC-Rio 60 años*, Rio de Janeiro: PUC-Rio, 2000.
- Quinto Panel de Discusión sobre Tópicos de Computación-Expodata: *Anales de la conferencia Panel 78*, Valparaíso, Chile: Pontificia Universidad Católica de Valparaíso, enero de 1978.
- Rado, Francisco: *Fundamentos de Programación (orientada al computador ER-56.1)*, Santiago: CEC, Universidad de Chile, 1963.
- Randall, Neil: *The Soul of Internet: netgods, netizens and wiring of the world*, Londres: Computer Press, 1997.
- Ramírez, Celedonio: *La tercera revolución educativa costarricense: memoria de la creación y puesta en marcha de la UNED (1975-1982)*, San José, Costa Rica: Editorial Universidad Estatal a Distancia, 2006.
- República Federativa do Brasil: "Decreto presidencial no. 518". Diário Oficial, Brasília, D. F.: República Federativa do Brasil, num. 5.828, 11 de maio de 1992. [Retificado no Diário Oficial, núm. 6.449, 26 de maio de 1992.
- Ribeiro, Darcy: *La Universidad Latinoamericana*, Montevideo, Uruguay: Universidad de la República, 1968.
- Rip, Arie, Thomas J. Misa y Johan Schot (eds.): *Managing Technology in Society*, Londres: Pinter Publishers, 1995.
- Salus, Peter: *Casting the Net: from Arpanet to Internet*, Reading, Massachusetts: Addison-Wesley, 1995.
- Secretaría de Ciencia y Técnica de la Nación Argentina: *Programa Nacional de Informática y Electrónica (PNIE)*, Buenos Aires: Editorial Bora, 2005.
- Segre, Lidia Micaela y Cleli Elena Rapkiewicz: *Mercado de Trabajo y Formación de Recursos Humanos en Tecnología de la Información en Brasil. ¿Encuentro o desencuentro?*, Santiago de Chile: ONU/CEPAL, 2001.
- Séptima Conferencia Latinoamericana de Informática: *Anales de la conferencia Panel 80*, Caracas: Universidad Simón Bolívar, enero de 1980.
- Sexto Panel de Discusión sobre Tópicos de Computación-Expodata: *Anales de la conferencia Panel 79*, Chile: Pontificia Universidad Católica de Valparaíso, febrero de 1979.
- Shapin, Steven: *A Revolução Científica*, Portugal: Difel, 1999.
- Shapin, Steven y Simon Schaffer: *Leviathan and the Air-Pump*, Princeton, New Jersey: Princeton University Press, 2011. [1.ª ed. en inglés 1985]. [Hay trad. Cast.: El Leviathan y la bomba de vacío. Hobbes, Boyle y la vida experimental. Buenos Aires: Universidad Nacional de Quilmes Editorial, 2005.]
- Shapiro, Carl y Hal R. Varian: *Information Rules*, Boston, Massachusetts: Harvard Business School Press, 1999. [Hay trad. port.: *A Economía de la Información*, Río de Janeiro: Editora Campus, 1999].

- Staa, Arndt Von, Antonio Luz Furtado y Simone Diniz Junqueira Barbosa: *Carlos José Pereira de Lucena. Pioneiro da Informática*, Rio de Janeiro: PUC-Rio, 2003.
- Takhteyev, Yuri: *Coding Places: Uneven Globalization of Software Work in Rio de Janeiro, Brazil*. [Tesis de Doctorado]. Berkeley: University of California, 2009.
- Teixeira, Cássio: *Um olhar sociotécnico sobre a engenharia de software: o caso do BNDES. Dissertação do Mestrado*. (Magister Scientiarum), Río de Janeiro: Instituto Alberto Luiz Coimbra de Pós-Graduação e Pesquisa de Engenharia (COPPE–UFRJ), 2007.
- Tanenbaum, Andrew: *Computer Networks*, New Jersey, New York: Prentice Hall, PTR, 1996.
- Unesco: *Estándares de competencias en TIC para docentes*, Londres, 2008.
- Unesco y Laboratorio Latinoamericano de Evaluación de la Calidad de la Educación: *Los aprendizajes de los estudiantes de América Latina y el Caribe. Resumen ejecutivo del primer reporte de resultados del Segundo Estudio Regional Comparativo y Explicativo*, Santiago de Chile: Salesianos Impresiones, 2008.
- Unidad de Investigaciones Educativas del Ministerio de Educación de la Nación Argentina: *Las tecnologías de la información y la comunicación. El debate sobre las TIC en la Association for Supervision and Curriculum Development (ASCD)*, Buenos Aires: Presidencia de la Nación Argentina, 2001.
- Universidad de Buenos Aires: *Proyecto de comunicaciones*, Buenos Aires: FCEN-UBA, 1988.
- Universidad de Chile: *La Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas*, Santiago: Universidad de Chile, nov. 1964.
- Universidad de la República: «El presupuesto universitario 1986-89», documento de trabajo 1, Montevideo: División Publicaciones y Ediciones, 1985.
- Universidad Nacional de Ingeniería: *Novena Conferencia Latinoamericana de Informática, Anales del Panel 82*, Lima, Perú: Edición Asociación Peruana de Computación e Informática, agosto de 1982.
- US Department of Education: *Before It's Too Late, A Report to the Nation from the National Commission on Mathematics and Science Teaching for the 21st Century*, Washington, D.C.: Education Publications Center, 2000.
- Vaisburd, Silvia: "Yes, o Brasil tem Cobra". *Uma narrativa não linear da tecnociência em um computador brasileiro. Dissertação (Mestrado)*, Río de Janeiro: Instituto Alberto Luiz Coimbra de Pós-Graduação e Pesquisa de Engenharia (COPPE–UFRJ), 1999.2007.
- Velho, Gilberto: *Projeto e metamorfose. Antropologia das sociedades complexas*, Rio de Janeiro: Zahar Editores, 1994.
- Veyne, Paul: *O inventário das diferenças: história e sociologia*, São Paulo: Editora Brasiliense, 1983.
- Vigevani, Tullo: *O contencioso Brasil x Estados Unidos da informática. Uma análise sobre a formulação da política exterior*. São Paulo: Ediciones de la Universidad de São Paulo (Edusp), 1995.
- Vildosola, Fernando: *SLAP: un lenguaje simple para la programación automática de un computador digital*, Santiago: CEC, Universidad de Chile, 1966.
- Weisenhoff, Richard y Shelly Johnson: *New technologies and integrated Curriculum*, EE.UU.: ASCD, 2011.
- Winner, Langdon: «Do Artifacts Have Politics?», en: Winner, Langdon: *The Whale and the Reactor. A Search for Limits in an Age of High Technology*, Chicago: The University of Chicago Press, 1986.
- Zomer, Clara: «Matilde» *10 Años en la página quince*, San José, Costa Rica: Editorial Universidad Estatal a Distancia, 1982.

II. REFERENCIAS HEMEROGRÁFICAS

- ACM: «Curriculum'78. Recommendations for the Undergraduate Program in Computer Science. A Report of the ACM Curriculum Committee on Computer Science», *Communications of the ACM*, vol. 22, núm. 3, 1979.
- Adler, Emanuel: «Ideological "guerrillas" and the quest for technological autonomy: Brazil's domestic computer industry», *International Organization*, vol. 40, núm. 3. 1986.
- Adler Lomnitz, Larissa y Laura Cházar: «Basic, applied and technological research: Computer science and applied mathematics at the National Autonomous University of Mexico», *Social Studies of Science*, vol. 29, núm. 1, 1999.
- Aguirre, Jorge y Raúl Carnota: «Informática: un sueño de capacitación interrumpido», Edición especial conjunta de las revistas *Ciencia Hoy* (ISSN 0327-1218) y *Ciencia Hoje* (ISSN 0101-8515), dic. 2008.
- Almstrum, Vicki, et al.: «Building a Sense of History: Narratives and Pathways of Women Computing Educators», *ACM SIGCSE Bulletin*, vol. 37, núm. 4, 2005.
- Álvarez, Juan: «Antecedentes, creación y primeros años del Departamento de Ciencias de la Computación de la Universidad de Chile», *Revista Bits*, núm. 4, en.-jun. 2010. Disponible en: <http://www.dcc.uchile.cl/revista/2009/Bits_de_Ciencias-04.pdf>.
- Álvarez, Juan: «El primer computador digital en Chile: Aduana de Valparaíso, diciembre de 1961», *Revista Bits*, Santiago, DCC, FCFM, Universidad de Chile, jul.-dic. 2011. Disponible en: <http://dcc.comopapel.com/revista_bits_de_ciencia/6/#/page/20-21>.
- Álvarez, Juan y Claudio Gutiérrez: «History of Computing in Chile, 1961-1982: Early years, Consolidation and Expansion», *IEEE Annals of the History of Computing*, vol. 34, núm. 3. jul.-set. 2012.
- «Orígenes de la disciplina de la computación en Chile 1961-1975», *Revista Bits*, núm. 3, jul.-dic. 2009. Disponible en: <http://www.dcc.uchile.cl/revista/2009/Bits_de_Ciencias-03.pdf>.
- Amador, M. y A. Águila: «La informática en la industria agroazucarera», *CID. Electrónica y proceso de datos en Cuba*, núm. 27, 1992.
- Andrini, L. y C. Reichenbach: «Investigación y difusión de la física a comienzos del siglo XX», *Todo es Historia*, núm. especial, dic. 2002.
- Araoz, Julián y Cristina Zoltan: «Human Resources Education in Computing at Simon Bolivar University, Venezuela. 1972 to 1985», en: Impagliazzo, John (ed.): *History of Computing and Education 2: WCC 2006 Santiago, Chile*, IFIP 19th World Computer Congress, WG 9.7, TC 9: History of Computing, Proceedings of the Second Conference on the History of Computing and Education, Santiago de Chile, agosto 2006.
- Aristizábal, Juanita Cristina: «Del 650 al 360: Los primeros computadores de la Facultad de Ingeniería», *Revista de Ingeniería Uniandes*, núm. 20, nov. 2004. Disponible en Internet: <<https://revistaing.uniandes.edu.co/pdf/rev20art12.pdf>>.
- Arredondo, Dulce: «Los modelos clásicos de universidad pública», *Odiseo, Revista electrónica de pedagogía*, año 8, núm. 16, 2011.
- Arregoitía, S: «Protección contra los recursos informáticos en Cuba», *Giga*, núm. 4, 2002.
- Asociación Colombiana de Ingenieros de sistemas: *Revista Sistemas* [en línea]. Archivo de las ediciones anteriores en la dirección de Internet: <<http://www.acis.org.co/index.php?id=82>>.
- Asociación Nacional de Informática: *Boletín Computing*, enero 1984.
- Asociación Nacional de Informática: *Revista Computing*, setiembre 1983.
- Babini, Nicolás: «Modernización e informática 1955-1966». *Revista Latinoamericana de Historia de las Ciencias y la Tecnología. Quipu*, vol. 9, núm. 1, en.-abr. 1992.

- Baeza-Yates, R. A., et al.: «Computing in Chile: the jaguar of the Pacific rim?», *Communications of the ACM*, vol. 38, núm. 9, 1995.
- Baker, F. Terry: «Chief programming team management of production programming», *IBM Systems Journal*, vol. 11, núm. 1, 1972.
- Barengols, Alberto: «Correo electrónico, Internet. Recuerdos del futuro», *Informática Médica*, núm. 3, 1999.
- Bernstein, Philip A. y Nathan Goodman: «Concurrency Control in Distributed Database Systems», *ACM Computing Surveys*, vol. 13, núm. 2, jul. 1981.
- Bidot, José: «La protección contra los virus informáticos. Experiencia en Cuba», *CID. Electrónica y proceso de datos en Cuba*, núm. 27, 1992.
- Binstock, Andrew: «Will Parallel Code Ever Be Embraced?», *Dr. Dobbs' Magazine*, 18 jul. 2012.
- Blanco, Lázaro J.: «El árbol de decisiones», *CID. Electrónica y proceso de datos en Cuba*, núm. 20-21, 1989.
- «Introducción a la programación estructurada», *Economía y Desarrollo*, núm. 47, 1978.
- Brunet, Miguel: «Las estaciones de cálculo como solución al procesamiento de datos a nivel municipal», *CID. Electrónica y proceso de datos en Cuba*, núm. 1, 1979.
- Cabrera, Ricardo: «Instituto de Cálculo. Ciencia aplicada por aplicados científicos», *Revista EXACTAMENTE*, núm. 12, set. 1998.
- Casas, Rosalba: «Ciencia y tecnología en México. Antecedentes y características actuales», *Revista Mexicana de Sociología*, vol. 45, núm. 4, 1983.
- Castro, Raúl: «Discurso pronunciado ante la Asamblea Nacional», *Granma*, La Habana 14 de diciembre de 2012.
- Centro de Computación de la Universidad de la República: *Boletín Informativo*, Uruguay, núm. 1, nov. 1970.
- Centro de Computación de la Universidad de la República: *Boletín Informativo*, Uruguay, núm. 2, jul. 1971.
- Centro de Computación de la Universidad de la República: *Boletín Informativo*, Uruguay, núm. 3, dic. 1972.
- Chavarría, Silvia: «Matemática sesgada por género», *Revista Ciencias Sociales*, núm. 65, 1994. Disponible en Internet en la dirección: <<http://www.revistacienciasociales.ucr.ac.cr/matematica-sesgada-por-genero/>>. Consulta: 22 de marzo de 2010.
- CID. Electrónica y procesos de datos en Cuba: Editorial: «Hacia el segundo congreso del partido. El procesamiento mecanizado y automatizado de datos como apoyo al Sistema de Dirección y Planificación de la Economía», *CID. Electrónica y proceso de datos en Cuba*, núm. 1, 1979.
- «Entrevista a ingeniero Orlando Ramos», *CID. Electrónica y proceso de datos en Cuba*, núm. 1, 1979.
- Dann, Wanda y Steve Cooper: «Alice 3: de lo Concreto a lo Abstracto», *Communications of the ACM*, vol. 52, núm. 8, 2009.
- Díaz de Guíjarro, E. y Carlos Borches: «Laica o libre? ¿Estatal o privada?», *La Mensula*, núm. 7, Programa de Historia de la FCEN-UBA, Buenos Aires, 2008. Disponible en la Biblioteca Digital de la FCEN-UBA: <http://bldigital.bl.fcen.uba.ar/Download/LaMensula/002_LaMensula_007.pdf>.
- Estrella, Paola: «Ingeniería de sistemas y computación: una utopía en la Universidad de los Andes», *Revista de Ingeniería Uniandes*, núm. 32, jul.-dic., 2010. Disponible en Internet: <<https://revistaing.uniandes.edu.co/pdf/MEMORIA%2032.pdf>>.
- Faria, Edison de: «Tecnología digital y resolución de problemas», *Cuadernos de Investigación y Formación en Educación Matemática*, vol. 2, núm. 3, 2007.
- Febles J., et al.: «El lector de tarjetas Servitec-1, un esfuerzo y un resultado», *CID. Electrónica y proceso de datos en Cuba*, núm. 3, 1980.

- Fernández, Ana María: «Política, informática y educación: el caso ESLAI», *Confines*, vol. 5, núm. 9, en.-my. 2009.
- Fernández, Rodrigo: «Las matemáticas aplicadas y la computación: un reto a los profesionales», *CID. Electrónica y proceso de datos en Cuba*, núm. 1, 1979.
- Finerman, Aaron: «Computing capabilities at Argentine and Chilean universities», *Communications of the ACM*, vol. 12, núm. 8, 1969.
- Fonfría, Miguel, et al.: «Experiencias con el uso del Generador de Análisis Sintáctico (GAS) de la mini-computadora CID 201-B», *CID. Electrónica y proceso de datos en Cuba*, núm. 15, 1987.
- Friedman, Santiago: «La era del computador se inicia en Chile. Consideraciones sobre sus efectos en el ejercicio de la Ingeniería», *Anales del Instituto de Ingenieros*, Año LXXV, núm. 4, ag.-oct. 1962.
- Fuenmayor Toro, Luis: «Autonomía universitaria y reforma constitucional», *Educere*, vol. 12, núm. 40, mzo. 2008. Disponible en Internet: <http://www.scielo.org.ve/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1316-49102008000100015&lng=es&nrm=iso>.
- Galbi, Douglas: «A Short Macroeconomic History of Mexico», *Think! New Ideas, Data and Analysis in Communications Policy*. Disponible en la dirección de Internet: <<http://www.galbithink.org/topics/mex/hist.htm>>. Consulta: abril de 2013.
- García Camarero, Ernesto: «Algunos recuerdos sobre los orígenes del cálculo automático en Argentina». *Revista Brasileira de História da Matemática*, vol. 7, núm. 13, 2007.
- Gólcher, Raquel: «Ingeniera con buena pluma», *La Nación*. San José 12 de setiembre de 1999.
- Gonzales, Carlos: «A computer engineering degree in Mexico», *Papers of the SIGCSE/CSA technical symposium on Computer science education*, vol. 10, núm. 1, New York, USA, ACM Press, febr. 1978.
- Grompone, Juan: «Situación y perspectivas de la ciencia en Uruguay», *Revista Galileo*, núm. 24, oct. 2001.
- Guarga, Rafael: «Hitos: Óscar J. Maggiolo. La ciencia al servicio del desarrollo», *La Diaria*, viernes 26 de agosto de 2011.
- Gürer, Denise: «Women in Computing History», *ACM SIGCSE Bulletin*, vol. 34, núm. 2, 2005.
- Guzmán, Adolfo: «A hierarchical multiprocessor Lisp machine», *Workshop on Computer Architecture for Pattern Analysis and Image Database Management*, IEEE Press, nov.1981.
- Guzmán, Adolfo y Harold V. McIntosh: «Convert», *Communications of the ACM*, vol. 9, núm. 8, 1966.
- Guzmán, A. y L. Lyons: «La computadora AHR: construcción de un procesador con LISP como su lenguaje principal», *Reporte técnico AHR 80 10*, IIMAS, UNAM, 1980. Disponible en Internet: <<http://www.cic.ipn/aguzman/sourcepubli.html>>.
- Hartman, Francisco, et al.: «Avanzando hacia la sociedad de la información», *GIGA*, núm. 1, 2002.
- Helena, Silvia: «A indústria de computadores: evolução das decisões governamentais». *Revista de Administração Pública*, vol. 14, núm. 4, 1980.
- Herrera, René, et al.: «La informática y la educación cubana», *CID. Electrónica y proceso de datos en Cuba*, núm. 27, 1992.
- Hurtado, Diego y Analía Busala: «De la "movilización industrial" a la "Argentina científica": La organización de la ciencia durante el peronismo (1946-1955)», *Revista da SBHC*, vol. 4, núm. 1, en.-jun. 2006. Disponible en: <http://www.mast.br/arquivos_sbhc/189.pdf>.
- Instituto de Cálculo de Buenos Aires: *Boletín del IC*, núm. 7, oct.-nov. 1962. Consulta: <<http://www.elgranerocomun.net/-Matematica-en-Hispanoamerica-.html>>.
- Jacovkis, Pablo: «El Instituto de Cálculo en la actualidad», *Ciencia Hoy*, vol. 5, núm. 29, my.-jun. 1995.
- Johnson, Jim, et al.: «Collaborating on Project Success», *Software Magazine*, *Wiesner Publishing*, febr.-mzo. 2001.

- Kelleher, Caitlin y Randy Pausch: «Utilización de la narración de cuentos para motivar Programación», *Communications of the ACM*, vol. 50, núm. 7, 2007.
- Landa, Orlando: «Los centros de cálculo de uso colectivo», *CID. Electrónica y proceso de datos en Cuba*, núm. 1, 1979.
- Landau, Mariana, Juan Carlos Serra y Mariano Gruschetsky: «Debaten el papel de las nuevas tecnologías en la educación», *Serie Educación en Debate*, núm. 5, 2007.
- Lehman M., Rayna Eshed y Z. Neter: «A Time Sharing, Low-Cost Computer», *Communications ACM*, vol. 6, núm. 8, 1963.
- «The checking of computer logic by simulation on a computer» *The Comp. J*, vol. 6, núm. 2, 1963.
- «SABRAC, A New Generation Serial Computer», *Comp. Sys. Iss. IEEE Trans. on Electr.*, comp. 12, núm. 5, 1963.
- Lemaître, Christian: «50 años de la computadora en México», *Diario La Jornada*. 28 de enero de 2008. Disponible en: <<http://www.lajornadadeoriente.com.mx/2008/01/28/puebla/s1arr09.php>>.
- León, Alejandra: «Silvia... un referente en la historia colectiva», *La Nación*. San José 6 de mayo de 2008.
- Lindig-Bos, Michael: «Antecedentes e historia del Cintec», *Informes técnicos del IPN*, Ciudad de México, México, IPN, dic. 1988.
- «Informe final de actividades», *Informes Técnicos del IPN*, Ciudad de México, México, IPN, ag. 1993.
- Lindig-Bos, Michael, R. Espejo y M. Partida-Tapia: «La microcomputadora IPN E-16», *Informes Técnicos del IPN*, Ciudad de México, México, IPN, jul. 1988.
- López, F.: «La informatización como mina de la eficiencia», *Granma*, La Habana 4 de enero de 2003.
- López, Tomás: «Resultados principales del desarrollo de los medios de computación en Cuba», *CID. Electrónica y proceso de datos en Cuba*, núm. 1, 1979.
- Maggiolo, Óscar: «El fomento oficial de la investigación científica», *Boletín de la Asociación Uruguaya para el Progreso de la Ciencia*, 1954.
- «La ciencia, la técnica y la sociedad actual», *Boletín de la Asociación Uruguaya para el Progreso de la Ciencia*, 1952
- «La enseñanza de la ciencia en el ciclo secundario», *Boletín de la Asociación Uruguaya para el Progreso de la Ciencia*, 1953.
- «Plan de reestructuración de la Universidad», *Polémica Universitaria*, año III, núm. 3, 1967.
- «Recursos y hombres para la investigación científica», *Revista de la Asociación Uruguaya para el Progreso de la Ciencia*, 1955.
- Mantegari, Cristina: «El Instituto de Cálculo de la UBA (1957-1966): la vigencia de un símbolo», *Ciencia Hoy*, vol. 5, núm. 29, my.-jun. 1995.
- Markarian, Vania: «Apogeo y crisis del reformismo universitario. Algunos debates en torno al "plan Maggiolo" en la UDELAR», *Pensamiento Universitario*, núm. 14, 2011.
- Marques, Ivan da Costa: Minicomputadores brasileiros nos anos 1970: uma reserva de mercado democrática em meio ao autoritarismo. *História, Ciências, Saúde Manguinhos*, vol. 10, núm. 2, 2003.
- «Minicomputadores brasileiros nos anos 1970: uma reserva de mercado instrumental-democrata em meio ao autoritarismo-tecnocrático da ditadura». *Revista Brasileira de História*, São Paulo, vol. 19, núm. 38, 1999.
- Computadores: parte de um caso amplo da sobrevivência e da soberania nacional. *Revista de Administração Pública*, vol. 14, núm. 4, 1980.
- Reserva de mercado: um mal entendido caso político-tecnológico de «sucesso» democrático e

- «fracasso» autoritário. *Revista de Economia da Universidade Federal do Paraná*. Vol. 24, núm. 26, 2000.
- Márquez, Norma: «Censai vs. Anticonformismo. Entrevista con Néstor del Prado, Director del CENSAI», *GIGA*, núm. 4, 1998.
- «¿Contante y sonante? Entrevista con Jorge Barreras, Vicepresidente del Banco Central de Cuba», *GIGA*, núm. 5, 2000.
- «De dónde se hace el Cardiocid. Entrevista con Fernando Arrojas, Director del ICID», *GIGA*, núm. 2, 2001.
- «Informática y comunicaciones». *GIGA*, núm. 2, 2000.
- Martínez, María Laura: «La Asociación Uruguaya para el Progreso de la Ciencia», *Revista Galileo*, núm. 23, my. 2001.
- Massera, José Luis: «Los orígenes y el desarrollo de la escuela uruguaya de matemáticas», *Interciencia*, vol. 13, núm. 4, 1988.
- Mejías, Eduardo: «XI Juegos Deportivos Panamericanos Habana 91. El sistema Videotel», *CID. Electrónica y proceso de datos en Cuba*, núm. 27, 1992.
- Mijares, C. Ignacio: «A graduate program in information systems for the Latin American environment», *ACM SIGCSE Bulletin-The papers of the SIGCSE/CSA technical symposium on computer science education*, vol.10, núm. 1, New York, USA, ACM Press, febr. 1978.
- Millar, Renée J: «In memoriam Alberto Oscar Mendelzon», *SIGMOD Record*, vol. 34, núm. 4, 2005.
- Montes, Álvaro: «La máquina que cambió al país», *Revista Semana*, mzo. 1957. Disponible en Internet: <http://www.semana.com/wf_InfoArticulo.aspx?IdArt=79194>.
- Moura, Laércio Dias: «50 anos», *Revista comemorativa dos 50 anos da PUC-Rio*, Rio de Janeiro, 1990.
- Norkin, Kemer y Adolfo Guzmán: «Diseño y construcción de una máquina paralela heterárquica: Reporte final del proyecto AHR», *Reporte técnico AHR 82 21*, IIMAS, UNAM, 1982. Disponible en Internet: <<http://www.cic.ipn.mx/aguzman/sourcepubli.html>>.
- Ortiz, Eduardo L: «Professor Antonio Monteiro and contemporary mathematics in Argentina», *Portugaliae Math*, vol. 39, fasc. 1-4, XIX-XXXII, 1980.
- Otero, Sofía: «Beauchef, la cuna del desarrollo computacional chileno», *Revista FCFM*, núm. 43, pp. 37-39, Primavera 2008.
- Parte, R. de la, et al.: «Robot industrial VC.01», *CID. Electrónica y proceso de datos en Cuba*, núm. 20-2, 1989.
- Pedre, J., et al.: «Planta de cemento "René Arcau". Remodelación de la sala de mando central», *CID. Electrónica y proceso de datos en Cuba*, núm. 27, 1992.
- Penny, J. P. y T. Pearcey: «Use of multiprogramming in the design of low cost digital computers», *Communications ACM*, vol. 5, núm. 9, 1962.
- Pérez, A. et al.: «Modelo económico-matemático para la distribución de recursos materiales», *CID. Electrónica y proceso de datos en Cuba*, núm. 1, 1987.
- Pérez, L. et al.: «Labware: entra en la red de la salud», *GIGA*, núm. 1, 1998.
- Pérez, M.T. y M. Lay: «Sistema de operación DOS-RV para la CID 300/20», *CID. Electrónica y proceso de datos en Cuba*, núm. 15, 1987.
- Paz, Juan Pablo: «Red Académica Nacional (RAN), un proyecto necesario para la ciencia argentina», *Mundo Informático*, nov. 1989.
- Pestre, Dominique: «Pour une histoire sociale et culturelle des sciences. Nouvelles définitions, nouveaux objets, nouvelles pratiques», *Annales. Histoire, Sciences Sociales*, vol. 50, núm. 3, 1995.

- Pino, J. et al.: «Consideraciones sobre el desarrollo y producción de equipos médicos de alta tecnología», *CID. Electrónica y proceso de datos en Cuba*, núm. 1, 1993.
- Piñero, R. et al.: «Desarrollo de algunas líneas de medios de computación en el Instituto de Investigación Digital del INSAC», *CID. Electrónica y proceso de datos en Cuba*, núm. 2, 1980.
- Power, Irene Plaz: «La informática en la sociedad venezolana: breve historia de una tecnología autónoma», *Revista Latinoamericana de Historia de las Ciencias y la Tecnología. Quipu*, vol. 8, núm. 2, my-ag. 1991.
- Prenafeta, Sergio: «La nueva era de los computadores viejos», *Revista Informática*, vol. 1, núm. 3, my.1979.
- Prieto-Díaz, Rubén y Stephen Willson: «The impacts of computers on the Latin American Countries», *ACM SIGCAS Computers and Society*, vol. 11, núm. 2, 1981.
- Puerta, R. y J. de Armas: «La informática en el programa alimentario», *CID. Electrónica y proceso de datos en Cuba*, núm. 27, 1992.
- Quarterman, John: «Networks In Argentina», *Matrix News*, vol. 5, núm. 8, 1991.
- Resnick, Mitchel, et al.: «Scratch: programación para todos», *Communications of the ACM*, vol. 52, núm. 11, 2009.
- Rosales, A: «La informática hospitalaria», *CID. Electrónica y proceso de datos en Cuba*, núm. 1, 1993.
- Rosete, Hilario: «La computación y la enseñanza media en Cuba», *CID. Electrónica y proceso de datos en Cuba*, núm. 19, 1987.
- «Neurocid-M: un logro cubano», *CID. Electrónica y proceso de datos en Cuba*, núm. 20-21, 1989.
- Russel, Andrew: «Rough Consensus and Running Code and the Internet-OSI Standards War», *IEEE Annals of the History of Computing*, vol. 3, vol. 28, núm. 3, 2006.
- Sadosky, Manuel: «Cinco años del Instituto de Cálculo de la Universidad de Buenos Aires», *Ciencia Nueva*, núm. 17, 1972.
- «El Instituto de Cálculo y la enseñanza de la informática», *Ciencia Hoy*, vol. 5, núm. 29, my.-jun. 1995.
- «El Instituto de Cálculo de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales», *Revista de la UBA*, año VII, 1962.
- Sáez, Raúl: «Universidad y Empresa», *Boletín de la Universidad de Chile*, núm. 1, abr. 1959.
- Santiago, Ana, et al.: «Experimental Assessment of the program "One Laptop Per Child" in Peru», *Briefly Notes IDB Education*, núm 5, jul. 2010.
- Santos, Jorge: «Desarrollo de una Unidad Aritmética experimental transistorizada», *Revista Ciencia y Técnica del Centro de Estudiantes de Ingeniería*, vol. 129, núm. 648, 1960.
- «Diseño de un divisor digital rápido», *Ciencia y técnica*, vol. 129, núm. 691, 1960.
- «Diseño lógico de una computadora digital de costo limitado», *Revista Telegráfica Electrónica*, febr. 1961.
- «La computadora y la dependencia», *Computadoras y sistemas*, núm. 18, ag. 1974.
- «Política nacional de Informática», *Computadoras y sistemas*, núm. 12, en. 1974.
- Santos, Jorge, Héctor Arango y Manuel Pascual: «Lógica y electrónica de las memorias de CEUNS», *Revista Telegráfica Electrónica*, set. 1963.
- Schwob, Liliane: «Geração do cérebro eletrônico», *O Globo*. Rio de Janeiro, 24 de agosto de 1992.
- Secretaría Especial de Informática da República Federativa do Brasil (SEI): Boletim Informativo do SEI, vo. 6, núm. 15, abril 1986.
- Secretaria Especial de Informática da República Federativa do Brasil (SEI): *Séries estatística*, vol. 2, núm. 1 agosto 1989.
- Segovia, Raymundo, S. Gursharan y Cistina Loyo: «Redes de computadoras», *Ciencia y Desarrollo*, vol. 26, núm. 5, 1979.

- Silva, Márcia Regina Barros da Silva: Projeto: Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico. CNPq/Brasil, *Revista Latinoamericana de Historia de las Ciencias y la Tecnología*. Quipu, 2013.
- Soberón, Francisco: «El sistema bancario cubano enfrentó con éxito las más duras pruebas en el año 2002», *Granma*, La Habana 30 de diciembre de 2002.
- Sociedad Argentina de Cálculo (SAC): *Boletín número 2*, Buenos Aires, en. 1961.
- Soriano, Miguel M. y Christian Lemaître: «La era digital», *Ciencia y Desarrollo*, núm. 60, 1985.
- Universidad Nacional del Sur: *Gaceta Universitaria*, año 1, núm. 1, mzo. 1963.
- Vainsencher, Anamárcia: «Valor económico especial», *Tecnología & Innovación*, jun.-jul. 2010
- Valle, E. del: «Medicina en línea», *Juventud Rebelde*, La Habana 10 de enero de 2003.
- Vessuri, Hebe: «Aprendizaje científico técnico y cambio cultural en Venezuela: un enfoque microsocio-lógico», *Redes*, vol. IV, núm. 9, abr. 1997.
- Villarnova, M., et al.: «Rodas. Sistema de gestión para centrales de reserva», *GIGA*, núm. 2, 1997.
- Villaseñor, Yolanda F: «Evolution of a program in computing for a Latin American graduate college», *SIGCSE Bulletin*, vol. 14, núm. 2, 1982.
- Widrow, B., R. Hartenstein y R. Hecht-Nielsen: «1917 Karl Steinbuch 2005», *IEEE Computational Intelligence Society*, ag. 2005.
- Wschebor, Mario: «El aniversario de la Universidad de la República visto desde el presente: algunos aspectos políticos y de estructura», *Cuadernos de Marcha*, jul. 1999.

III. ARTÍCULOS DE PRENSA SIN CRÉDITOS PERIODÍSTICOS

- «Asociación Nacional de Informática», *Boletín Computing*, en. 1984.
- «Asociación Nacional de Informática», *Revista Computing*, set. 1983.
- «Ciencia Hoy y la teleinformática académica ante un nuevo desafío», *Ciencia Hoy*, vol. 13, núm. 77, oct.-nov. 2003.
- «Computadores: EMFA explica su posición, en la página 35 con alteración del verbo para justificar», *O Globo*, São Paulo 5 de junio de 1977.
- «Constituida la Asociación Nacional de Informática», *Revista Computing*, set. 1982.
- «Escuela de Computación continúa a la vanguardia», *Semanario Universidad*, 18 de octubre de 1991.
- «Hombres que moldearon la historia de Beauchef», *Revista Comunicaciones FCFM*, núm. 46, Primavera 2009.
- «Realizado simposio internacional sobre informática y computación», *Revista Computing*, nov. 1984.
- «Reunión Seminario Año de las Comunicaciones», *Revista Computing*, my. 1983.

IV. ACTAS, ANUARIOS Y DECRETOS UNIVERSITARIOS

- Asamblea Colegiada Representativa, Universidad de Costa Rica: *Acta N° 31 de la Asamblea Colegiada Representativa*, San Pedro de Montes de Oca, 22 de junio de 1984.
- Asamblea de la Escuela de Ciencias de la Computación e Informática de la Universidad de Costa Rica: *Acta N° 22 de la Asamblea de Escuela de Ciencias de la Computación e Informática*. San Pedro de Montes de Oca, 6 de julio de 1983.
- Asamblea de la Escuela de Ciencias de la Computación e Informática de la Universidad de Costa Rica:

- Acta N° 23 de la Asamblea de Escuela de Ciencias de la Computación e Informática.* San Pedro de Montes de Oca, 14 de setiembre de 1983.
- Asamblea de la Escuela de Ciencias de la Computación e Informática de la Universidad de Costa Rica: *Acta N° 24 de la Asamblea de Escuela de Ciencias de la Computación e Informática.* San Pedro de Montes de Oca, 5 de octubre de 1983.
- Asamblea de la Escuela de Ciencias de la Computación e Informática de la Universidad de Costa Rica: *Acta N° 25 de la Asamblea de Escuela de Ciencias de la Computación e Informática.* San Pedro de Montes de Oca, 30 de noviembre de 1983.
- Consejo Universitario de la Universidad de Costa Rica: *Acta de la sesión N° 2.773 del Consejo Universitario,* San Pedro de Montes de Oca. 6 de abril de 1981.
- Facultad de Ciencias Exactas y Naturales de la Universidad de Buenos Aires (FCEN-UBA): «Acta del Consejo Directivo de la FCEN-UBA del 10.3.1958. Memoria FCEN-UBA 1962», disponible en: archivo de la FCEN-UBA, Biblioteca Central Luis F. Leloir.
- Facultad de Ciencias y Matemáticas de la Universidad de Chile: Acta de la sesiones del Consejo de la Facultad.
- Oficina de Registro e Información de la Universidad de Costa Rica: «Lista de graduados de la ECCI del periodo 1984-2010», Universidad de Costa Rica, 2010.
- PUC-Rio: *Anuário 1959,* Rio de Janeiro: PUC-Rio, 1960.
- *Anuário Comemorativo do jubileu de prata - 1940-1965,* Rio de Janeiro: PUC-Rio, 1965.
- *Anuário da PUC-Rio de 1962,* Rio de Janeiro: PUC-Rio, 1962.
- Sociedad Argentina de Cálculo (SAC): «Acta fundacional Boletín 1», Buenos Aires, agosto de 1960.
- Universidad de Chile: Actas del Consejo Universitario.
- Universidad Nacional del Sur: Acta 111 del Consejo Superior de la UNS.
- Universidad Nacional del Sur: Expediente 616 del ejercicio de 1961, archivo general.
- Universidad Nacional del Sur: Expediente 1.290 del ejercicio de 1962, archivo general.
- Universidad Nacional del Sur: Expediente 2.598 del ejercicio 1957-1958, archivo general.
- Universidad Nacional del Sur: Expediente 3.080 del ejercicio de 1962, archivo general.
- Vicerrectoría de Docencia de la Universidad de Costa Rica: «Resolución VD-1015-81», San Pedro de Montes de Oca, 14 de abril de 1981.
- Resolución VD-1077-81. San Pedro de Montes de Oca. 1 de julio de 1981.

V. CARTAS Y DOCUMENTOS

- Acuña, Armando: «Memorándum DFC-486-80 del decano de la Facultad de Ciencias a la Lic. Mireya Hernández de Jáen, Presidenta del Consejo Universitario», San Pedro de Montes de Oca, 25 de setiembre de 1980.
- Alonso, Arturo. [Carta firmada del rector de la PUC-Rio a la Burroughs.] 30 enero de 1959.
- Arguedas, Vernor: «Memorándum DEM-507-81 del Director de la Escuela de Matemática a la Sra. Mireya Hernández, Presidenta del Consejo Universitario», San Pedro de Montes de Oca, 23 de junio de 1981.
- Burroughs do Brasil Inc. [Carta datilografada da Companhia Burroughs do Brasil para a Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro] 15 outubro de 1958.
- Cabrera, Miguel: «Memorándum del presidente de la Asociación de Estudiantes de Ciencias de la Computación e Informática al Sr. Javier Gaínza, director de la ECCI», San Pedro de Montes de Oca, 17 de agosto de 1983.

- «Carta al personal docente y estudiantes del Centro de Informática de Docentes y Estudiantes de Ciencias de la Computación», San Pedro de Montes de Oca, 22 de abril de 1980.
- Departamento de Computación de la Facultad de Ciencias Exactas, Físicas, Químicas y Naturales de la Universidad Nacional de Río Cuarto: *Memorias de las Escuelas de Verano (1994 a 2012)*, Córdoba, Argentina. Ubicación: archivos del Departamento de Computación de la Facultad de Ciencias Exactas, Físicas, Químicas y Naturales de la Universidad Nacional de Río Cuarto.
- Gaínza, Javier: «Circular ECCI-075-081 a profesores de la ECCI», San Pedro de Montes de Oca. 12 de junio de 1981.
- «Memorándum ECCI-083-84 del director de la ECCI a la Sra. Ana Zúñiga, vicerrectora de Docencia», San Pedro de Montes de Oca, 20 de marzo de 1984.
- «Memorándum ECCI-201-84 del director de la ECCI a la Lic. Janina del Vecchio, vicerrectora de Docencia», San Pedro de Montes de Oca, 19 de junio de 1984.
- «Memorándum ECCI-209-83 del director de la ECCI al Ing. Rodolfo Herrera, decano de la Facultad de Ingeniería», San Pedro de Montes de Oca, 14 de julio de 1983.
- «Memorándum ECCI-232-84 del director de la ECCI a los profesores del curso CI-0203», San Pedro de Montes de Oca, 16 de julio de 1984.
- García, Rolando: Correspondencia de Rolando García, 9 de junio de 1960. Disponible en: archivo de la Biblioteca de la FCEN-UBA.
- Grojsgold, Alexandre L, Paulo A. Rodrigues y Michael A. Stanton: *A Segunda Fase da Rede Regional para o Rio de Janeiro*, Rio de Janeiro, 1990. Ubicación: archivo personal de Michael Stanton.
- Méndez, Lilliana: «Carta a la Lic. Mireya Hernández de Jaén, presidenta del Consejo Universitario», San Pedro de Montes de Oca, 3 de abril de 1981.
- Stanton, Michael A: «Relatório de atividades em redes de investigação e educação no Rio de Janeiro», Rio de Janeiro, 1991. Localização: arquivo pessoal de Michael Stanton.
- Urpí, Jorge: «Memorándum DFC-144-84 del decano de Ciencias al Dr. Fernando Durán A., rector de la UCR», San Pedro de Montes de Oca, 1 de junio de 1984.

VI. BLOGS Y PÁGINAS WEB

- «Acerca de GBSYS», *Página web de la empresa GBSYS, S.A.*, dirección en Internet: <<http://www.gbsys.com/index.php/es/acerca-de-gbsys>>. Consulta: 19 de marzo 2010.
- Asociación de Informáticos del Uruguay (Asiap), dirección en Internet: <<http://www.asiap.org>>. Consulta: abril de 2013.
- «Carreras en sedes y recintos», *Página web de la Universidad de Costa Rica*, dirección en Internet: <http://www.ucr.ac.cr/programas_grado.php>. Consulta: 20 de marzo de 2010.
- «Lo-bailado-nadie-me-lo-quita». *Blog personal de Silvia Chavarría*, dirección en Internet: <<http://lo-bailado-nadie-me-lo-quita.blogspot.com/>>. Consulta: 1 de marzo de 2010.
- «Departamento de Ciencias de la Computación». *Página web de la Universidad Nacional del Sur*, dirección en Internet: <http://cs.uns.edu.ar/home/index.php?option=com_wrapper&Itemid=27>.
- Jornadas de Informática del Uruguay (JIAP), dirección en Internet: <<http://www.JIAP.org.uy>>. Consulta: abril de 2013.
- «¿Quiénes somos?», *Página web del Grupo Softland*, dirección en Internet: <<http://www.softland.cr/quienes-somos>>. Consulta: 19 de marzo de 2010.

«Quiénes somos», *Página web de Soluciones Integrales S.A.*, dirección en Internet: <<http://www.soin.co.cr>>. Consulta: 10 mzo. 2010.

VII. DOCUMENTOS EN LÍNEA

Baumgarten, Nicolás: «La Red Nacional Universitaria». *Página web: Historia de Internet en América Latina y el Caribe*, dirección: <<http://interred.wordpress.com/1986/02/26/la-red-nacional-universitaria/>>. Consulta: febrero de 2013.

Calderón, Enrique: «Desarrollo de la computación en México», Innova: Semana Nacional de Innovación y Calidad de Administración Pública. Disponible en formato pdf en la dirección de Internet: <<http://turing.iimas.unam.mx/~remidec/difusion/textos/Calderon-Alzati-Comput-Mex-2003.pdf>>. Consulta: 27 abr. 2013.

Carvalho, Marcelo Sávio: «A trajetória da Internet no Brasil: do surgimento das redes de computadores à instituição dos mecanismos de governança». Dissertação (Mestrado) Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2006. Disponible en internet no endereço <<http://www.minerva.ufjr.br>>. Consulta: 10 de abril de 2013.

Carvalho, Rodney: «A evolução do mercado de redes locais no Brasil», Río de Janeiro, 2003. Disponible en Internet en la dirección: <<http://www.automax-tec.com/Publics/RedesLoc.doc>>. Consulta: 10 de abril de 2013.

CENAC-IPN: «Antecedentes históricos del centro nacional de cálculo (Cenac)». Disponible en la dirección de Internet: <<http://www.cenac.ipn.mx/Documents/semblanza.pdf>>. Consulta: 27 abril de 2013.

Centro de Comunicación Científica de la Universidad de Buenos Aires: «Historia del CCC». *Página web: Centro de Comunicación Científica de la Universidad de Buenos Aires*, dirección: <<http://www.ccc.uba.ar>>. Consulta: febrero de 2013.

Centro de Estudios de las Finanzas Públicas de la Cámara de Diputados del Congreso de la Unión (México): «Estadísticas históricas indicadores macroeconómicos 1980-2005». Disponible en la dirección de Internet: <http://www.cefp.gob.mx/intr/bancosdeinformacion/historicas/indicadores_macroeconomicos/imhistoricanota.html>. Consulta: 27 abril de 2013.

García Camarero, Ernesto: «El lenguaje absoluto CEUNS». Consulta: <<http://www.elgranerocomun.net/EI-lenguaje-absoluto-CEUNS-1963.html>>.

Gutiérrez, Claudio. Entrevista personal por Rodolfo J. Rodríguez. 1993. *Página web*: <<http://www.claudiogutierrez.com/papers/caminos.html>>. Consulta: 22 de marzo de 2013.

Departamento de Computación de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales de la Universidad de Buenos Aires (FCEN-UBA): «Historia del Departamento de Computación». *Página web: Departamento de Computación de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales de la Universidad de Buenos Aires*, dirección: <<http://www.dc.uba.ar/inst/historia>>. Consulta: febrero de 2013.

Dunayevich, Julián y Nicolás Baumgarten: «Argentina: los primeros cuatro años del CCC». *Página web: Historia de Internet en América Latina y el Caribe*, dirección: <<http://interred.wordpress.com/2007/01/17/argentina-ran-microsemanario-del-18-de-febrero-al-10-de-marzo-de-1991/>>. Consulta: febrero de 2013.

Electrical Engineer Department University of Adelaide: Proyecto Cirrus, Australia. Consulta: <<http://www.acs.org.au/media/docs/mcli/ACSfinal.pdf>>.

Facultad de Ciencias Exactas y Naturales de la Universidad de Buenos Aires (FCEN-UBA): «¿Dónde es-

- tán? Listado de desaparecidos de la FCEyN». Página web: *Facultad de Ciencias Exactas y Naturales de la Universidad de Buenos Aires*, dirección: <<http://www.fcen.uba.ar/prensa/noticias/documentos/desaparecidos.html>>. Consulta: febrero de 2013.
- Federal Networking Council: *FNC Resolution: Definition of Internet*, 1995. Disponible en Internet en la dirección: <http://www.nitr.gov/fnc/Internet_res.html>. Consulta: 10 de abril de 2013.
- Helena, Silvia: *Rastro de Cobra*. 1984. Página web: *Museo de la computación y la informática*, dirección en Internet: <http://www.mci.org.br/biblioteca/rastro_de_cobra.pdf>. Consulta: enero 2010.
- IIMAS-UNAM: «Antecedentes históricos del instituto de investigaciones en matemáticas aplicadas y en sistemas (IIMAS)». Disponible en: <<http://www.iimas.unam.mx/iimas/pagina/es/19/quienes-somos>>. Consulta: 27 abril de 2013.
- Internet Engineering Task Force: «RFC 1120», 1989. Disponible en Internet en la dirección: <<http://www.ietf.org/rfc/rfc1120.txt>>. Consulta: 10 de abril de 2013.
- Internet World Stats: «Argentina, Internet Usage Stats and Market Reports», en: «Usage and Population Statistics, 2012». Página web: *Internet World Stats*, dirección: <<http://www.internetworldstats.com/sa/ar.htm>>. Consulta: febrero de 2013.
- International Reading Association: *Integrating literacy and technology in the curriculum: A position statement*, dirección: <http://www.reading.org/downloads/positions/ps1048_technology.pdf, 2001>.
- Leiner, Barry, et al.: «A Brief History of the Internet», 2003. Disponible en Internet en la dirección: <<http://www.internetsociety.org/internet/what-internet/history-internet/brief-history-internet>>. Consulta: 10 de abril de 2013.
- Méndez, Nelson: «La renovación en la Universidad Central de Venezuela (1968-1969): Érase una vez el futuro». Página web: *Analítica*, dirección en: <http://www.analitica.com/bitblbio/nelson_mendez/renovacion.asp>.
- Mercosur: *Tratado para la Constitución de un mercado común entre las Repúblicas Argentina, Federativa del Brasil, del Paraguay y Oriental del Uruguay*. Asunción, 1991. Disponible en Internet en la dirección: <<http://www.parlamento.gub.uy/htmlstat/pl/tratados/trat16196.htm>>. Consulta: abril de 2013.
- National Institute of Standards and Technology: «Profiles for Open Systems Internetworking Technologies», 1995. Disponible: <<http://www.itl.nist.gov/fipspubs/fip146-2.htm>>. Consulta: 10 de abril de 2013.
- Perea, Rogelio: «History of computing in Mexico», 2000. Disponible en la dirección en Internet: <http://cocomc10.pereanet.com/html/coco_in_mexico.html>. Consulta: abril de 2013.
- Sistema Nacional de Acreditación de la Educación Superior (Sinaes): «Reseña del Sinaes». Página web: *Sistema Nacional de Acreditación de la Educación Superior*. Dirección: <http://www.sinaes.ac.cr/informacion_institucional/resena_sinaes.htm>. Consulta: 10 de febrero de 2013.
- Sociedad Argentina de Cálculo (SAC): «Artículos varios», núm. 1 (ag. 1960) a núm. 7 (nov. 1962). Disponible en: <<http://www.elgranerocomun.net>>. Consulta: abr. 2013.
- Sociedad Argentina de Informática e Investigación Operativa (Sadio). *Boletín de la Sadio*, núm. 8, 2003. Disponible en Internet en la dirección: <<http://sadio.opentierra.com/SADIO-Files/nl8.pdf>>.
- Universidad de Buenos Aires: *Historia del Departamento de Computación*. Dirección: <<http://www.dc.uba.ar/inst/historia>>. Consulta: 13 mayo de 2012.

VIII. CONFERENCIAS

- Boehm, Barry: «A View of 20th and 21st Century Software Engineering», en: *28th International Conference on Software Engineering (ICSE)*, Shanghái, China, 2006.
- Carnota, Raúl y Ricardo Rodríguez: «Antonio Monteiro: pionero de los estudios de computación en Argentina», en: *II Simposio de Historia de la Informática en América Latina y el Caribe (II SHIALC)*, Medellín, 2012.
- Chavarría, Silvia: «Género, ciencia y tecnología, una visión muy personal», en: *I Encuentro Multidisciplinario Mujeres y Ciencia*, San José, Costa Rica, 2002. Disponible en Internet en la dirección: <http://163.178.205.6/documentos/documentos/listadocs/mujeres_ciencia/relatos/Silvia_Chavarría2.htm>. Consulta: 10 de marzo de 2010.
- Cisneros, Gerardo: «La computación en México y la influencia de H. V. McIntosh en su desarrollo», en: *Reunión Nacional de Matemáticos en Homenaje al Dr. José Adem, Medio Siglo de Matemáticas en México: Estado Actual y Perspectivas*, Puebla: Universidad Autónoma de Puebla, 1990. Disponible en internet: <<http://delta.cs.cinvestav.mx/~mcintosh/oldweb/pothers.html>>. Consulta: abril de 2013.
- Dunayevich, Julián y Federico Novick: «Orígenes de Internet en Argentina. Un testimonio de Julián Dunayevich», en: *II SHIALC. Medellín, Colombia: XXXVIII CLEI*, octubre 2012. Disponible en Internet: <http://www.cos.ufrj.br/shialc/content/docs/shialc_2/clei2012_submission_507.pdf>. Consulta: febrero de 2013.
- Fernández Stacco, Edgardo: «Dr. Antonio A. Monteiro. Pionero de la matemática moderna en la Patagonia argentina», Lisboa, *Actas del Coloquio Dr. Antonio Aniceto Monteiro (on the centenary of his birth)*, 2007.
- Lehman, M: «The specification of a cost limited digital computer», en: *Proceedings of the International Conference of Information Processing*, Unesco, Oldenbourg, Butterworth, París, 1960.
- Maathuis, Ivo y Win Smit: «The battle between standards: TCP/IP vs OSI victory through path dependency or by quality?», en: *3rd IEEE Conference on Standardization and Innovation in Information Technology*, Delft, Holanda, oct. 2003.
- Marín, Gabriela, Elena G. Barrantes y Silvia Chavarría: «¿Se estarán extinguiendo las mujeres de la carrera de Computación e Informática», en: *XXXIII Conferencia Latinoamericana de Informática (CLEI)*, San José, Costa Rica, 2007.
- Riesenkonig, Wolfgang: *Presentación*, en: *I Taller de Historia de la Computación en Chile*, Santiago, 2009.
- Todd, Kim, Lori Mardis y Patricia Wyatt: «We've Come a Long Way, Baby! But Where Women and Technology Are Concerned, Have We Really?», *Proceedings of the 2005 SIGUCC Conference*, Monterey, California, 2005.
- Vildosola, Fernando: *Presentación*, en: *I Taller de Historia de la Computación en Chile*, Santiago, 2009.

IX. FOLLETOS

- Centro Latinoamericano de Estudios de Informática. Folletos de desarrollo de las conferencias del período historiado.
- PUC-Rio: *Folheto de divulgação*, Rio de Janeiro: PUC-Rio, 1965.
- PUC Centro de Processamento de Dados – Sistema Computador B – 205, Rio de Janeiro: PUC-Rio, [folheto de divulgação, s.d.].

X. INÉDITOS

- Amodio, Jorge [Historia de Internet en Argentina.] (Manuscrito inédito.)
- Calderón, Marta L. [Marta Calderón: Una historia de extraordinarias oportunidades] (manuscrito inédito.)
- Chavarría, Silvia [Currículum vitae.]
- Porto, Rubens: [Informe mecanografiado, s.tít.], Rio de Janeiro, 22 de octubre de 1958.
- PUC-Rio: *Computador Eletrônico Burroughs 205. Histórico.* [Documento mecanografiado, s.f.].
— *Dados Gerais sobre a aquisição do 'Computador Eletrônico 205' da Companhia Burroughs do Brasil Inc. pela Pontifícia Universidade Católica,* [Documento mecanografiado.] Enero, 1958.

XI. ENTREVISTAS

- Álvarez, Freddy. Entrevista personal por Marta Eunice Calderón. San José, Costa Rica, 9 de abril de 2010.
- Arango, Héctor. Entrevista personal por Raúl Carnota y Ricardo Rodríguez, noviembre de 2009.
- Argolo, Paulo H. S. Entrevista personal por Cássio Adriano Nunes y Maria Fernanda Fernandes, Río de Janeiro, 12 de agosto de 2004.
- Bajar, Victoria. Entrevista personal (por escrito) por Raúl Carnota y Carlos Borches, Buenos Aires, abril de 2009.
- Bajar, Victoria. Entrevista personal por Raúl Carnota y Ricardo Rodríguez, Buenos Aires, abril de 2009.
- Barbabela, Luís G. Entrevista personal por Cássio Adriano Nunes y Maria Fernanda Fernandes, Río de Janeiro, 12 de agosto de 2004.
- Barone, Estela. Entrevista personal por Federico Novick. 2009.
- Calderón, Marta L. Comunicación por correo electrónico con Marta Eunice Calderón. Marzo de 2010.
- Chamero, Juan. Entrevista personal por Raúl Carnota y Carlos Borches, Buenos Aires, 2009.
- Cicleo, Guillermo. Entrevista personal por Federico Novick. Buenos Aires, 2011.
- Cignoli, Roberto. Entrevista personal por Raúl Carnota y Ricardo Rodríguez, Buenos Aires, mayo de 2009.
- Delgado, Wilson P. Entrevista personal por Cássio Adriano Nunes y Maria Fernanda Fernandes, Río de Janeiro, 12 de agosto de 2004.
- Dunayevich, Julián. Entrevista personal por Federico Novick. Buenos Aires, 2010.
- Fernández, Mauricio. Entrevista personal por Federico Novick. 2011.
- Fernández Pernas, José. Entrevista personal por Raúl Carnota y Carlos Borches, Buenos Aires, 2009.
- Gaínza, Javier. Entrevista personal por Marta Eunice Calderón. San Pedro de Montes de Oca. 8 de diciembre de 2009.
- García Camarero, Ernesto. Entrevista personal por Raúl Carnota, Madrid, 2008.
- García Camarero, Ernesto. Entrevista personal por Raúl Carnota y Ricardo Rodríguez, junio de 2010.
- García Monroy, Hugo. Entrevista personal con el diseñador en jefe de AHR, Puebla, México, 20 de junio de 2008.
- Genari, Octávio. Entrevista personal por Jorge Monteiro Fernandes, septiembre 1982.
- Georgoudis, Dianelos. Entrevista personal por Marta Eunice Calderón, San Pedro de Montes de Oca, enero de 2010.
- González Robles, Juan Carlos y E. Rodríguez. Entrevista personal con dos miembros del equipo de diseño de la IPN E-16, Ciudad de México, México, 30 de mayo de 2008.

- Guzmán, Adolfo. Entrevista personal con el diseñador en jefe de AHR, Ciudad de México, México, 20 de junio de 2008.
- Kikut, Sandra. Entrevista personal por Marta Eunice Calderón, San Pedro de Montes de Oca, Enero de 2010.
- Larramendy, Marcelo. Entrevista personal (por escrito) por Raúl Carnota y Carlos Borches, Buenos Aires, 2009.
- Lessa, Eduardo. Entrevista personal por Cássio Adriano Nunes y Maria Fernanda Fernandes, Río de Janeiro, 2 de agosto de 2004.
- Macedo, Lucas Tofoldo de, entrevista personal por Rodney Ferreira de Carvalho.
- Mierelles, Ari Duarte, entrevista personal por Rodney Ferreira de Carvalho.
- Milan, Marília R. Luís. Entrevista personal por Cássio Adriano Nunes y Maria Fernanda Fernandes, Río de Janeiro, 10 de agosto de 2004.
- Milchberg, Mauricio. Entrevista personal por Raúl Carnota y Carlos Borches, Buenos Aires, 2009.
- Monteverde, Héctor. Entrevista personal (por escrito) por Raúl Carnota y Carlos Borches, Buenos Aires, 2009.
- Oliveira, José R. D. Entrevista personal por Cássio Adriano Nunes y Maria Fernanda Fernandes, Río de Janeiro, 12 de agosto de 2004.
- Once, Sergio. Entrevista personal por Raúl Carnota y Carlos Borches, Buenos Aires, 2008.
- Partida-Romo, A. Entrevista personal con un miembro del equipo de diseño de Impetrón, Ciudad de México, 2008.
- Pérez, Alfredo. Entrevista personal por Raúl Carnota y Carlos Borches, Buenos Aires, mayo de 2010.
- Pires, Eugênio V. Entrevista personal por Cássio Adriano Nunes y Maria Fernanda Fernandes, Río de Janeiro, 16 de agosto de 2004.
- Raventós, Gabriela. Entrevista personal por Marta Eunice Calderón, San Pedro de Montes de Oca, enero de 2010.
- Santos, Jorge. Entrevista personal por Raúl Carnota y Ricardo Rodríguez, Bahía Blanca, junio de 2009.
- Santos, Jorge: «La Ingeniería de Computación en la Universidad Nacional del Sur». Entrevista por Nicolás Babini, 2003. Ubicación: Biblioteca de la Sociedad Argentina de Informática e Investigación Operativa (Sadio).
- Scala, Heriberto. Entrevista personal por Raúl Carnota y Carlos Borches, Buenos Aires, 2008.
- Souza, Edelvício Amor Júnior de, entrevista personal por Rodney Ferreira de Carvalho.
- Stallman, Richard. Entrevista personal por Manuel Dávila Sguerra. Diciembre, 2004. Disponible en Internet: <<http://www.acis.org.co/index.php?id=348>>.
- Valverde, Mauricio. Entrevista personal por Marta Eunice Calderón, San Pedro de Montes de Oca, enero de 2010.
- Vargas, Juan J. Entrevista personal por Marta Eunice Calderón, San Pedro de Montes de Oca, enero de 2010.
- Vella, Juan. Entrevista personal por Raúl Carnota y Carlos Borches, Buenos Aires, enero de 2009.
- Vérgara, David. Entrevista personal escrita por Raúl Carnota y Carlos Borches, Buenos Aires, 2010.
- Wanderley, Jorge Luiz César, entrevista personal por Rodney Ferreira de Carvalho.
- Weikersheimer, Deana, entrevista personal por Rodney Ferreira de Carvalho.
- Zomer, Clara. Entrevista personal por Marta Eunice Calderón y Gabriela Marín. San Pedro de Montes de Oca. 12 de abril de 2010.

Perfiles de los autores

Aldo D. Migliaro (Chile) Fundador en 1970 del Centro de Ciencias de Computación e Información, origen de la Escuela de Ingeniería Informática de la Pontificia Universidad Católica de Valparaíso (PUCV). Entre 1974 y 1975 tuvo a su cargo la organización del Panel de Discusión de Tópicos de Computación; certamen denominado actualmente Conferencia Latinoamericana de Informática (CLEI).

Miembro honorario del Centro Latinoamericano de Estudios de Informática (CLEI), fue también su primer secretario ejecutivo. Socio creador de la empresa Informática Ingeniería de *Software* Ltda, ISL. Director y profesor titular de la Escuela de Ingeniería Informática de la PUCV. En la actualidad, se desempeña como gerente de A&F de ISL y como profesor extraordinario de la Escuela de Ingeniería Informática de la PUCV.

Arndt von Staa (Brasil) Licenciado en Ingeniería Mecánica de la Pontificia Universidad Católica de Río de Janeiro (PUC-Río), Departamento del que ha sido uno de los fundadores. Magíster en Informática egresado de la PUC-Río. Doctor en Ciencias de la Computación por la University of Waterloo (Canadá). Actualmente es profesor titular en el Departamento de Informática de la PUC-Río. Socio fundador y miembro de la Sociedad Brasileña de Computación.

Carlos Artemio Coello Coello (México) Doctor en Ciencias de la Computación de la Universidad de Tulane (EE.UU.). Desde el año 2001 investigador titular del Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional en México. Especialista en el desarrollo de metaheurísticas bioinspiradas (principalmente algoritmos evolutivos) para optimización (monoobjetivo y multiobjetivo). Una de sus aficiones es la historia de la computación.

Carlos Beiro (Uruguay) Docente de Informática en institutos privados de enseñanza de tecnología. Posee más de treinta y cinco años de experiencia en tecnologías de información y comunicación. Ha ocupado varios cargos gerenciales en el área de tecnología en el Banco República y ha trabajado como especialista para empresas internacionales de consultoría en informática.

Carlos Borches (Argentina) Miembro fundador del Programa de Historia de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales (UBA) donde trabaja actualmente como investigador y editor de su órgano «La Ménsula». En dicha Casa de Estudios desarrolló una larga trayectoria siendo Consejero Directivo, Subsecretario de Prensa, director de varias publicaciones (*Cable*, *Microsemanario*, *Educyt*) y Coordinador del Programa de Museo e Historia de la Ciencia. Es autor de trabajos de investigaciones originales en el campo de la Historia de la Informática y en el de la matemática. También se dedica a la divulgación científica y es editor de la revista *Q.e.d.*

Carlos Gera (Uruguay) Licenciado en Dirección de Empresas. Magíster en Administración de Negocios egresado de la Universidad Católica del Uruguay. Asesor con veinte años de experiencia en la dirección de proyectos de tecnología. Desde hace doce años se desempeña como gerente general de la Asociación de Informáticos del Uruguay. Docente de *Management* y *Marketing* en escuelas de negocio extranjeras.

Cássio Adriano Nunes Teixeira (Brasil) Graduado en Ciencias de la Computación en la Universidad Federal de Minas Gerais (UFMG), con especialización en Gerencia de Proyectos en la Fundación

Getulio Vargas (FGV). Magíster en Ingeniería de Sistemas y Computación por la Universidad Federal de Río de Janeiro (UFRJ). Funcionario del Banco Nacional de Desarrollo Económico y Social (BNDES). Su experiencia se concentra en el área de Ingeniería de Software y de Informática y Sociedad y se ha desempeñado por más de quince años como gerente de proyectos de *software*.

Claudio Gutiérrez (Chile) Licenciado en Matemáticas, magíster en Lógica Matemática, magíster en Historia y doctor en Ciencias de la Computación. Profesor asociado de la Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas de la Universidad de Chile. Su obra de investigador se concentra en el estudio de los fundamentos de la computación y la historia de la ciencia y la tecnología en Chile, particularmente las matemáticas, la física y la computación. Ha publicado decenas de artículos y dos libros sobre historia de la ciencia.

Daniel Ortiz-Arroyo (México) Doctor en Ingeniería en Computación de la Universidad Estatal de Oregón. Profesor Asociado en la Universidad Aalborg (Dinamarca). Sus áreas de interés son: inteligencia computacional, arquitectura de computadoras, aprendizaje de máquina, recuperación de información, análisis de redes sociales y seguridad.

Federico Novick (Argentina) Licenciado en Ciencias de la Comunicación con Orientación en Políticas y Planificación de la Comunicación egresado de la Facultad de Ciencias Sociales de la Universidad de Buenos Aires. Trabajó como periodista durante una década, para luego dedicarse a la producción cultural en plataformas de comunicación tradicionales y digitales. Autor de una tesina de licenciatura acerca de la historia de Internet en Argentina durante el período 1985-1994. En la actualidad, prepara un libro sobre el tema y trabaja en el primer archivo sobre los inicios de la red en la región.

Francisco Rodríguez Henríquez (México) Miembro de la Academia Mexicana de Ciencias y del Sistema Nacional de Investigadores desde agosto del 2009 y enero del 2003, respectivamente. Actualmente, el Dr. Rodríguez-Henríquez es editor asociado del IEEE *Transactions on Computers* y del *Journal of Cryptographic Engineering*.

Gabriela Marín (Costa Rica) Docente con más de treinta años de experiencia. Directora de la Maestría en Computación en la Universidad de Costa Rica (UCR). Decana del Sistema de Estudios de Posgrado de la UCR. Directora del Centro de Investigaciones en Tecnologías de Información y Comunicación de la UCR. Ha publicado más de treinta y cinco artículos en revistas especializadas y ha organizado conferencias internacionales. En 2012 fue electa presidenta del Centro Latinoamericano de Estudios en Informática (CLEI) y recibió el Premio al Mérito Informático en Educación e Investigación otorgado por el Colegio de Profesionales en Informática y Computación de Costa Rica.

Henrique Cukierman (Brasil) Profesor asociado en la Universidad Federal de Río de Janeiro (UFRJ). Es profesor en el curso de graduación en Ingeniería de Computación e Información y es profesor de posgraduación de los Programas de Ingeniería de Sistemas y Computación del COPPE/UFRJ y de Historia de las Ciencias y de las Técnicas y Epistemología de la UFRJ. Ha sido beneficiario del programa académico de la *Humboldt Foundation*. Su interés principal son los estudios Ciencia-Tecnología-Sociedad, la historia de la informática en Brasil y los abordajes socio-técnicos de la Ingeniería de Software. En 2007 publicó el libro *Yes, nós temos Pasteur. Manguinhos, Oswaldo Cruz e a história da ciência no Brasil*.

Ivan da Costa Marques (Brasil) Ingeniero eléctrico graduado en el Instituto Tecnológico de Aeronáutica (ITA). Magíster y doctor en Ciencias de la Computación por la Universidad de California. Berkeley. Entre 1990 y 1992 se desempeñó como profesor invitado en el New School for Social Research

en Nueva York (EE.UU), concentrándose en los estudios en Ciencia, Tecnología y Sociedad. En la actualidad, es profesor asociado en el Programa de Posgraduación en Historia de las Ciencias y de las Técnicas y Epistemología en la Universidad Federal de Río de Janeiro (UFRJ).

Jorge Aguirre (Argentina) Profesor emérito de la Universidad Nacional de Río Cuarto (UNRC). Se desempeñó como docente titular en la Escuela Superior Latino Americana de Informática (ESLAI), la Universidad de Buenos Aires (UBA) y la UNRC. Investigador principal contratado por el Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (Conicet). Director de la Orientación Computación del Doctorado en Ciencias de la UBA. Autor de un libro y de más de cuarenta textos académicos sobre computación. Últimamente se ha dedicado a la historia de la informática. Ha publicado varios trabajos y compilado, en colaboración, dos libros y cuatro capítulos de libros. También dirige el proyecto «Salvando la Memoria de la Computación Argentina» (Samca).

Jorge Monteiro Fernandes (Brasil) Ingeniero Electrónico egresado del Instituto Tecnológico de Aeronáutica (ITA) en 1972, distinguido con el premio Wallauscheck. Fue autor del proyecto de lanzamiento de la primera carga útil lanzada al espacio aéreo brasileño desde un cohete (la Sonda IV) en 1974. Entre 1984 y 1986 participó en el Programa AM-X (celebrado en Italia) como representante del Departamento de Investigación y Desarrollo del Ministerio de Aeronáutica de la República Federativa de Brasil. En 2003 publicó el libro *Gestión de la tecnología como parte de las estrategias competitivas de las empresas*.

Juan Álvarez (Chile) Ingeniero de Ejecución en Procesamiento de la Información de la Universidad de Chile (la primera carrera de Ingeniería del área de Computación en Chile). Magíster en Matemáticas y Ciencias de la Computación de la University of Waterloo (Canadá). Académico del Departamento de Ciencias de la Computación de la Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas de la Universidad de Chile. En la actualidad desarrolla dos líneas de investigación: la educación superior en computación y la historia de la computación en Chile.

Juan Piaggio (Uruguay) Ingeniero industrial electrónico graduado en la Universidad de la República. Durante treinta años se ha desarrollado en distintas facetas en el contexto de las telecomunicaciones y las tecnologías de información y comunicación: operador, legislador y ejecutante de políticas públicas. Ha representado a Uruguay en múltiples cumbres internacionales relacionadas con las TIC. Es docente en tecnología desde hace más de 30 años con un Diploma de Docencia Universitaria.

Lázaro J. Blanco Encinosa (Cuba) Doctor en Ciencias. Licenciado en Economía. Profesor titular en la Universidad de La Habana. Ha publicado más de cien artículos académicos. Autor de ocho libros y coautor de cuatro más editados en Cuba, Bolivia, México y España. Ha diseñado programas de estudios de sistemas de información en carreras económicas de diversos centros educativos cubanos. Ha sido invitado a universidades de Canadá, España, México, Bolivia, Venezuela y Angola. En 2013 recibió el Premio Anual a la Mejor Tesis de Doctor en Ciencias y obtuvo una Distinción por el Conjunto de la Obra Científica.

Luis Amil (Uruguay) Analista programador graduado en la Universidad de la República. Licenciado en Informática, egresado del Universitario Autónomo del Sur. Cuenta con más de treinta y cinco años de experiencia en el área de las tecnologías de información y comunicación. Exfuncionario del Banco de Previsión Social (BPS). Ha sido Consultor en proyectos de TIC y profesor de informática de la Universidad de la República. En la actualidad, gerencia la Asesoría en Normas y Estándares del BPS. Desde hace doce años se desempeña como presidente de la Asociación de Informáticos del Uruguay.

Manuel Dávila Sguerra (Colombia) Ingeniero de sistemas graduado en la Universidad de los Andes. Magíster en Filosofía. Importador de los primeros microcomputadores llegados a Colombia. Decano de la Facultad de Ingeniería de la Corporación Universitaria Minuto de Dios (Uniminuto). Investigador en el área de *software* desde hace 40 años. Autor de dos libros sobre *software* libre, el libro *Notas y reflexiones sobre un Ecosistema Inteligente* y ha publicado 150 artículos. Es creador de una plataforma llamada «e-Génesis – El generador de sistemas». Miembro fundador de la Asociación Colombiana de Ingenieros de Sistemas (Acis), la Asociación Nacional de Industriales de *Software* (hoy Fedesoft) y la Red de Decanos y Directores de Ingeniería de Sistemas y Afines (Redis).

Marcelo Savio (Brasil) Licenciado en Matemática graduado en la Universidad del Estado de Río de Janeiro (UERJ). Magíster en Ingeniería de Sistemas y Computación de la Universidad Federal de Río de Janeiro (UFRJ). En 1998 inicia su carrera profesional como programador y desarrollador de *software*. A partir de 2005 se desempeña como arquitecto de soluciones de tecnología para el sector industrial en IBM Brasil. También ejerció la docencia como profesor sustituto del Departamento de Informática y Ciencias de la Computación del Instituto de Matemáticas y Estadísticas (IME).

Márcia Regina Barros da Silva (Brasil) Licenciada en Historia egresada de la Universidad de São Paulo (USP). Magíster y doctora por la USP en el área de Historia Social. Docente de grado y postgrado en Historia de la Ciencia en el Departamento de Historia de la Facultad de Filosofía, Letras y Ciencias Humanas de la USP. Desde 2007 también trabaja en el Consejo Nacional de Desarrollo Científico y Tecnológico (CNPq) en calidad de investigadora en el área de productividad.

Margarida de Souza-Neves (Brasil) Licenciada en Historia por la Pontificia Universidad Católica de Río de Janeiro (PUC-Río). Doctora en Historia por la Universidad Complutense. Es Profesora emérita del Departamento de Historia de la PUC-Río y Coordinadora del Núcleo de Memoria de la PUC-Río. Ha sido profesora visitante en las universidades de Lovaina (Bélgica), Toulouse (Francia) e Illinois (USA).

Marta Calderón (Costa Rica) Magíster en Ingeniería de *Software* en el Texas Tech University (EE.UU.). Magíster en Administración de Empresas en el Instituto Centroamericano de Administración de Empresas (Incae). Catedrática en la Escuela de Ciencias de la Computación e Informática de la Universidad de Costa Rica. Su obra como investigadora se ha centrado en áreas como la interacción humano-computador, la seguridad del *software* y la historia de la computación.

Marta Sananes (Venezuela) Inició sus estudios formales de computación en la carrera de Computador Científico de la Universidad de Buenos Aires (UBA). Licenciada en Computación egresada de la Universidad Central de Venezuela (UCV). M. Sc. en Estadística de la Universidad de Los Andes (ULA). Profesora jubilada de la ULA, donde estuvo adscrita al Instituto de Estadística Aplicada y Computación de la Facultad de Ciencias Económicas y Sociales. Sus líneas de investigación están relacionadas con programación, desarrollo de *software* estadístico, base de datos y simulación. Integran del equipo de diseñadores del lenguaje de simulación Glider.

Raúl Carnota (Argentina) Licenciado en Matemática de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales de la Universidad de Buenos Aires (UBA). Magíster en Epistemología e Historia de la Ciencia egresado de la Universidad Nacional de Tres de Febrero. Ha sido Profesor Regular de la UBA e investigador en Inteligencia Artificial y Sistemas Expertos, temática en la que es autor de dos libros y numerosos trabajos. Tiene una extendida trayectoria como consultor en desarrollo de *software*. Actualmente es investigador en Historia de la Informática. En este campo ha publicado varios capítulos en libros y trabajos en *proceedings* y revistas, y es coautor de tres libros.

Ricardo Oscar Rodríguez (Argentina) Doctor en Ciencias de la Computación. Especialista en Lógica e Inteligencia Artificial. Desarrolló su militancia política y académica en la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales de la Universidad de Buenos Aires, donde en la actualidad se desempeña como profesor en el Departamento de Computación. Participó activamente en el proceso de democratización universitaria de 1982 y en la UBA fue representante estudiantil en el Consejo Directivo, secretario académico del Departamento de Computación y director adjunto. Fundador de la Escuela de Ciencias Informáticas y cofundador de la Maestría en Data Mining & KD. Impulsor de la Asociación Argentina de Inteligencia Artificial. En 2011 fue corresponsable de los actos de celebración del cincuentenario de Clementina, la primera computadora universitaria de Argentina.

Rodney Ferreira de Carvalho (Brasil) Ingeniero Electricista (orientación Sistemas), Magíster en Informática y Magíster en Administración de Empresas por la Pontificia Universidad Católica de Río de Janeiro (PUC-RJ). Cuenta con una trayectoria profesional de más de 40 años en Informática y Telecomunicaciones. En la actualidad se desempeña como analista en el Servicio Federal de Procesamiento de Datos (Serpro) y es miembro del Núcleo de Estudios de Ciencia, Tecnología y Sociedad de la Universidad Federal de Río de Janeiro (UFRJ). Pionero brasileño en la implantación de computadores y servicios de redes locales. Autor del libro *Automação de Escritórios* (Río de Janeiro: Editora Livros Técnicos, 1986).

Sergio Nesmachnow (Uruguay) Ingeniero, M. Sc, y doctor en Informática. Profesor Agregado del Centro de Cálculo, Instituto de Computación, Facultad de Ingeniería, Universidad de la República (Uruguay). Investigador en el área de filosofía de la ciencia, especializado en la evolución del pensamiento científico y la historia de la informática en Uruguay. Ha publicado más de cincuenta artículos en revistas académicas y conferencias internacionales. Participa activamente en comités de conferencias regionales y también como revisor y editor de revistas científicas.

Silvia Ilg Byington (Brasil) Licenciada en Historia por la Pontificia Universidad Católica de Río de Janeiro (PUC-Río). Magíster en Historia por la PUC-Río. Su tesis de maestría mereció el Premio Silvio Romero otorgado por el Ministerio de la Cultura de la República Federativa de Brasil. En la actualidad cursa un doctorado en Historia Social de la Cultura y se desempeña como investigadora del Núcleo de Memoria de la PUC-Rio.

Viviana Cotik (Argentina) Licenciada en Ciencias de la Computación de la Universidad de Buenos Aires (UBA). Especialista en Minería de Datos y Descubrimiento del Conocimiento egresada de la UBA. Durante doce años desarrolló una trayectoria en empresas de la industria del *software*, donde lideró variados proyectos de asesoría técnica. En la actualidad, ejerce la docencia y la investigación académica en la UBA.

Fundación Telefónica Venezuela

Presidente

Pedro Cortez

Directores

Emilio Gilolmo

Daniela Laurita

Renán Leal

Luis Benatuil

Isabel Mata

Maribel Meneses

Gerente General

Valentina Ríos

Asesora de Arte y Conocimiento

Ana Vass

