



**UNIVERSIDAD TECVIRTUAL ESCUELA DE
GRADUADOS EN EDUCACIÓN**

Aprendizaje activo en ambientes enriquecidos con tecnología

Disertación que para obtener el grado de:

Doctor en Innovación Educativa

presenta:

Leonardo David Glasserman Morales

Asesora titular:

Dra. María Soledad Ramírez Montoya

Monterrey, Nuevo León, México

Abril, 2013

Esta disertación fue defendida exitosamente por Leonardo David Glasserman Morales el 22 de abril de 2013, como consta en acta firmada por el siguiente comité.

Dra. María Soledad Ramírez Montoya

Tecnológico de Monterrey – Escuela de Graduados en Educación, México

solramirez@tecvirtual.mx

Dr. Juan Manuel Fernández Cárdenas

Tecnológico de Monterrey – Escuela de Graduados en Educación, México

j.m.fernandez@tecvirtual.mx

Dra. Ruth Rodríguez Gallegos

Tecnológico de Monterrey - Escuela de Graduados en Educación, México

ruthrdzg@gmail.com

El acta está puesta en resguardo en el Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey, conforme a las disposiciones legales de México en esta materia.

Resumen

El objetivo de esta investigación educativa consistió en indagar la comprensión de los procesos de enseñanza-aprendizaje mediados por tecnología digital, en la disciplina de las matemáticas a nivel primaria. La pregunta de investigación fue la siguiente: ¿En qué medida se relaciona el nivel de desempeño académico para el cálculo de perímetro de polígonos regulares en alumnos de quinto grado de primaria y la implementación del aprendizaje activo cuando se usan recursos y tabletas digitales? Conforme al paradigma de investigación sociocultural y cognitivo, se realizó un estudio mixto de tipo convergente paralelo donde la parte cuantitativa se abordó mediante un estudio experimental con grupos de control y la parte cualitativa mediante un estudio de casos con orientación etnográfica. Los datos cuantitativos se analizaron mediante pruebas de estadística descriptiva e inferencial. Por su parte, los datos cualitativos se analizaron mediante la matriz de datos informada del paradigma sociocultural donde se identificaron categorías analíticas que emanaron de los participantes las cuáles sirvieron para construir los casos culturales de estudio. Con los datos obtenidos se rechaza la hipótesis alterna, la cual indicaba que el aprendizaje activo y los recursos tecnológicos incidían en un mejor desempeño académico sobre el aprendizaje del cálculo de perímetro. La medida en la que se relaciona el nivel de desempeño académico para el cálculo de perímetro de polígonos regulares en alumnos de quinto grado de primaria cuando se implementa el aprendizaje activo y recursos tecnológicos está en función de: a) cuando se utiliza el modelo de aprendizaje activo junto con recursos tecnológicos los alumnos pueden corroborar la importancia de los lados en la identificación de figuras, b) el uso del modelo de aprendizaje activo junto con recursos tecnológicos sirve para apoyar en el proceso de asociación visual del contorno y superficie de polígonos para identificar y diferenciar las medidas de área y perímetro, c) la experiencia de utilizar un modelo de aprendizaje activo junto con tabletas y recursos tecnológicos permite tener un fundamento para asesorar a docentes en la identificación del potencial de un modelo pedagógico centrado en el alumno, d) cuando se utilizan recursos tecnológicos en el aula en conjunto con el modelo de aprendizaje activo se tienen componentes pedagógicos y tecnológicos adicionales en los alumnos y docentes.

Índice de contenidos

Resumen.....	ii
Introducción.....	xii
Capítulo 1: Planteamiento del problema.....	1
1.1 Marco contextual.....	1
1.2 Antecedentes del problema de investigación.....	2
1.3 Planteamiento del problema y pregunta de investigación.....	14
1.4 Objetivos de la investigación.....	21
1.5 Hipótesis.....	22
1.6 Justificación de la investigación.....	22
1.7 Delimitaciones y limitaciones de la investigación.....	25
1.8 Definición de términos.....	28
Capítulo 2: Marco teórico.....	30
2.1 Aprendizaje activo.....	30
2.2. Procesos de pensamiento matemático.....	79
2.3. Uso de la tecnología en la educación.....	103
Capítulo 3: Método.....	118
3.1 Método de investigación.....	118
3.2 Variables de estudio.....	121
3.3 Fuentes de información.....	123
3.4 Reseña del estudio piloto.....	126

3.5. Fases del estudio.....	131
3.6 Situación educativa para fomentar aprendizaje activo de matemáticas... 143	
3.7 Captura y análisis de datos.....	152
3.8 Procesos éticos.....	154
3.9 Conclusiones preliminares.....	155
Capítulo 4: Análisis y discusión de resultados.....	159
4.1 Presentación de resultados cuantitativos.....	159
4.2 Presentación de resultados cualitativos.....	185
4.3 Análisis de resultados por dominios y categorías.....	210
4.4 Cierre del capítulo.....	216
Capítulo 5: Conclusiones.....	218
5.1 Sobre la pregunta de investigación.....	218
5.2 Sobre las preguntas derivadas de investigación.....	219
5.3 Sobre el objetivo de investigación.....	221
5.4 Sobre las hipótesis de investigación.....	223
5.5 Aporte al campo científico del área de conocimiento.....	225
5.6 Recomendaciones para futuras investigaciones.....	227
Listado de Referencias.....	230
Apéndices.....	249
Apéndice 1. Cuadro de triple entrada.....	249
Apéndice 2. Prueba pre test para alumnos.....	252
Apéndice 3. Prueba post test para alumnos.....	255
Apéndice 4. Protocolo de observación participante.....	258
Apéndice 5. Protocolo de entrevista.....	260

Apéndice 6. Protocolo de análisis de video.....	262
Apéndice 7. Cronograma de actividades del estudio.....	263
Apéndice 8. Carta de invitación para participar en el estudio.....	264
Apéndice 9. Formato de carta de consentimiento de participantes.....	265
Apéndice 10. Formato de autorización para realizar el estudio.....	266
Apéndice 11. Carta de autorización de una institución participante.....	267
Apéndice 12. Cartas de autorización de docentes para prueba piloto.....	268
Apéndice 13. Fotografías de equipo tecnológico en aula piloto.....	270
Apéndice 14. Fotografías de participantes en prueba piloto.....	273
Apéndice 15. Contenido del bloque 1 de matemáticas quinto grado.....	276
Apéndice 16. Calendario del ciclo escolar 2012-2013.....	277
Apéndice 17. Evidencias de trabajo en grupos de tipo experimental.....	278
Apéndice 18. Evidencias de trabajo en grupos de control.....	279
Curriculum Vitae.....	280

Índice de Tablas

Tabla 1. Descripción de las etapas del aprendizaje activo.....	54
Tabla 2. Metas para el aprendizaje significativo de matemáticas en alumnos de primaria.....	56
Tabla 3. Resumen de hallazgos de investigaciones con respecto a las prácticas del aprendizaje activo.....	76
Tabla 4. Resumen de hallazgos de investigaciones con respecto al tema de aprendizaje activo en la enseñanza de matemáticas.....	100
Tabla 5. Resumen de hallazgos de investigaciones con respecto al tema de uso de la tecnología en el área educativa.....	114
Tabla 6. Variables del estudio.....	122
Tabla 7. Datos que proporcionan las fuentes del estudio.....	125
Tabla 8. Medidas de tendencia central del cuestionario para alumnos.....	127
Tabla 9. Cambios realizados al cuestionario para alumnos.....	128
Tabla 10. Respuestas del cuestionario para docentes.....	129
Tabla 11. Técnicas de recolección de datos cuantitativos.....	135
Tabla 12. Técnicas de recolección de datos cualitativos.....	140
Tabla 13. Criterios de validez en el estudio.....	153
Tabla 14. Promedio de calificaciones de prueba pre-test por tipo de grupo.....	161
Tabla 15. Prueba de normalidad K-S para grupos A y B de E1 en pre-test.....	162
Tabla 16. Prueba de normalidad K-S para grupos A y C de E2 en pre-test.....	162
Tabla 17. Prueba de normalidad K-S para grupos B y D de E2 en pre-test.....	162
Tabla 18. Decisión de validación de hipótesis por tipo de grupo del estudio en pre-test.....	163
Tabla 19. Cálculo de prueba Mann-Whitney-Wilcoxon para grupos A y B de E1 en pre-test.....	168

Tabla 20. Cálculo de prueba Mann-Whitney-Wilcoxon para grupos de control y experimental de E2 en pre-test.....	169
Tabla 21. Cálculo de prueba Krustal-Wallis para grupos A, B y D de E2 en pre-test.....	171
Tabla 22. Cálculo de prueba Krustal-Wallis para grupos C, B y D de E2 en pre-test.....	171
Tabla 23. Cálculo de prueba Krustal-Wallis para grupos B, A y C de E2 en pre-test.....	172
Tabla 24. Cálculo de prueba Krustal-Wallis para grupos D, A y C de E2 en pre-test.....	172
Tabla 25. Promedio de calificaciones de prueba post-test por tipo de grupo.....	174
Tabla 26. Prueba de normalidad K-S para grupos A y B de E1 en post-test.....	175
Tabla 27. Prueba de normalidad K-S para grupos A y C de E2 en post-test.....	175
Tabla 28. Prueba de normalidad K-S para grupos B y D de E2 en post-test.....	175
Tabla 29. Decisión de validación de hipótesis por tipo de grupo del estudio en post-test.....	176
Tabla 30. Cálculo de prueba Mann-Whitney-Wilcoxon para los grupos A y B de E1 en post-test.....	180
Tabla 31. Cálculo de prueba Mann-Whitney-Wilcoxon para grupos de control y experimental de E2 en post-test.....	180
Tabla 32. Cálculo de prueba Krustal-Wallis para grupos A, B y D de E2 en post-test.....	182
Tabla 33. Cálculo de prueba Krustal-Wallis para grupos C, B y D de E2 en post-test.....	183
Tabla 34. Cálculo de prueba Krustal-Wallis para grupos B, A y C de E2 en post-test.....	183

Tabla 35. Calculo de prueba Krustal-Wallis para grupos D, A y C de E2 en post-test.....	184
Tabla 36. Matriz de datos informada del paradigma sociocultural	188

Índice de Figuras

Figura 1. Resultado histórico 2006-2012 en prueba de matemáticas.....	10
Figura 2. Resultado 2012 en prueba de matemáticas.....	11
Figura 3. Elementos del tema de aprendizaje activo.....	35
Figura 4. Diferentes niveles de articulación del conocimiento científico del aprendizaje activo.....	53
Figura 5. Ciclo de aprendizaje por experiencias.....	61
Figura 6. Elementos del tema de procesos de pensamiento matemático.....	80
Figura 7. Elementos del tema de tecnología en la educación.....	103
Figura 8. Modelo que representa el continuo de los enfoques de adopción de TIC en las escuelas.....	104
Figura 9. Diseño de investigación mixta de tipo convergente paralela en dos fases..	120
Figura 10. Esquema de Fase I del estudio.....	133
Figura 11. Esquema de Fase II del estudio.....	137
Figura 12. Actividad armado de figuras.....	146
Figura 13. Actividad cambia o se conserva el lugar.....	148
Figura 14. Pantalla de una aplicación digital para la enseñanza del perímetro.....	150
Figura 15. Trazo de diagonales en polígonos.....	152
Figura 16. Distribución normal en pre-test del Grupo de control B en E1.....	164
Figura 17. Distribución normal en pre-test del Grupo experimental A en E1.....	164
Figura 18. Distribución normal en pre-test del Grupo de control B en E2.....	165
Figura 19. Distribución normal en pre-test del Grupo experimental A en E2.....	165
Figura 20. Grupo Distribución normal en pre-test del Grupo de control D en E2....	166
Figura 21. Distribución normal en pre-test del Grupo experimental C en E2.....	166

Figura 22. Distribución normal en pre-test de los Grupos de control de E1 y E2.....	167
Figura 23. Distribución normal en pre-test de los Grupos experimentales en E1 y E2.....	167
Figura 24. Distribución normal en post-test del Grupo de control B en E1.....	176
Figura 25. Distribución normal en post-test del Grupo experimental A en E1.....	177
Figura 26. Distribución normal en post-test del Grupo de control B en E2.....	177
Figura 27. Distribución normal en post-test del Grupo experimental A en E2.....	178
Figura 28. Distribución normal en post-test del Grupo de control D en E2.....	178
Figura 29. Distribución normal en post-test del Grupo experimental C en E2.....	179
Figura 30. Situaciones, eventos y actos comunicativos del aula.....	186
Figura 31. Análisis IRF en el dominio de aprendizaje de contenido de matemáticas.....	199
Figura 32. Evaluación en el aula experimental sobre la comprensión de perímetro..	201
Figura 33. Análisis IRF en el dominio de actividades escolares cognitivas.....	202
Figura 34. Decágono irregular desarrollado por grupo experimental.....	204
Figura 35. Análisis IRF en el dominio de uso de recursos tecnológicos en el aula...	205
Figura 36. Representación de cognición corporeizada mediante tableta iPad.....	207
Figura 37. Trabajo tradicional con aprendizaje pasivo.....	209
Figura 38. Trabajo de aprendizaje activo y recursos en el aula.....	210
Figura 39. Equipamiento del aula.....	270
Figura 40. Equipo Enciclomedia en el aula.....	270
Figura 41. Proyector.....	271
Figura 42. Módulo con computadora.....	271
Figura 43. Bocina e impresora.....	272
Figura 44. Pizarrón.....	272

Figura 45. Alumnos respondiendo instrumento individual.....	273
Figura 46. Alumnos en evaluación.....	273
Figura 47. Alumnos realizando actividad previa a evaluación.....	274
Figura 48. Alumnos atendiendo indicaciones de la profesora.....	274
Figura 49. Resolviendo actividad en parejas.....	275
Figura 50. Alumnos resolviendo prueba piloto	275
Figura 51. Contenido de bloque 1 de matemáticas de quinto grado de primaria.....	276
Figura 52. Calendario académico 2012-2013 de la SEP.....	277
Figura 53. Grupo pequeño trabajando colaborativamente y usando iPad.....	278
Figura 54. Grupo trabajando con la aplicación Drawing en la tableta iPad.....	278
Figura 55. Trabajo didáctico con hojas de colores para formar figuras.....	279
Figura 56. Trabajo individual/grupal en ambiente tradicional.....	279

Introducción

Luis es un niño de 11 años que está por terminar el quinto grado de educación primaria. Recientemente, participó en la prueba nacional de ENLACE (Evaluación Nacional del Logro Académico en Centros Escolares) en la cual sintió que no contaba el conocimiento suficiente para responder a las diferentes cuestiones de la prueba, especialmente en el área de matemáticas. El caso de Luis, es un ejemplo similar al de muchos otros niños en educación escolar primaria que llegan a terminar un grado académico sin tener una clara comprensión de los temas y subtemas estudiados a lo largo del ciclo escolar.

Con base en esa preocupación, se realizó una revisión de la literatura y se identificó un área que no había sido abordada para la construcción de conocimiento en el currículo de matemáticas de nivel primaria. Se identificó que el modelo de aprendizaje activo está informado por conceptos que provienen del paradigma cognitivo como el hecho de que se asume que el conocimiento es asimilado en diferentes estructuras mentales y también es influido por conceptos del paradigma sociocultural como el hecho de que el conocimiento se construye socialmente en una conversación entre pares o entre el alumno y el docente. Asimismo, que los dos paradigmas, el cognitivo y el sociocultural, coinciden en que el aprendizaje es activo. Por una parte, los cognitivos piensan que la actividad por descubrimiento impacta en la asimilación y elaboración de esquemas, mientras que los socioculturales piensan a la actividad mediada por el lenguaje-en-interacción y en un sentido social, como parte de un grupo. Ambos paradigmas indican, con diferente acento, la importancia de lo

activo. Así, ontológicamente el ser es activo y es en este aspecto en el que ambos paradigmas pueden convivir en la práctica educativa.

Cabe mencionar que el modelo de aprendizaje activo está muy presente en los procesos de enseñanza-aprendizaje en el nivel de educación superior para la enseñanza de las ciencias, pero no así en el nivel de educación primaria. Por lo tanto, se decidió indagar al modelo situándolo en el currículo de matemáticas y en ambientes de aprendizaje enriquecidos con tecnología.

La intención de incluir recursos tecnológicos en conjunto con el modelo situado en matemáticas se fundamentó en la posibilidad de crear un mayor interés por parte de los alumnos en el estudio y de esa manera comprendieran las lecciones sin recurrir a prácticas de memorización.

De tal forma, se determinó que la pregunta rectora del estudio fue la siguiente: ¿En qué medida se relaciona el nivel de desempeño académico para el cálculo de perímetro de polígonos regulares en alumnos de quinto grado de primaria y la implementación del aprendizaje activo cuando se usan recursos y tabletas digitales?

De esta pregunta de investigación se deriva el objetivo que guía el estudio: Analizar las relaciones de fomento a la comprensión del cálculo del perímetro de polígonos regulares con respecto al modelo de aprendizaje activo cuando se usan recursos y tabletas digitales, en seis grupos de quinto grado de primaria de la zona metropolitana de Monterrey, con el fin de generar conocimiento para apoyar prácticas pedagógicas innovadoras que hagan uso de la tecnología.

El documento se desarrolla en cinco capítulos: el primero describe el marco contextual del estudio, los antecedentes del problema, el planteamiento del problema,

los objetivos, las hipótesis, la justificación de la investigación, las delimitaciones y limitaciones de la investigación así como la definición de términos importantes.

El segundo capítulo contiene el marco teórico organizado en tres apartados: el primero aborda la parentela del modelo de aprendizaje activo con respecto a los paradigmas y teorías que dan su origen. Posteriormente, se presenta la relación modelo, estrategia y técnica y se describen tres modelos pedagógicos para compararlos con las características del aprendizaje activo. Al final, se incluyen algunas investigaciones sobre el modelo de aprendizaje activo en diferentes niveles educativos. En el segundo apartado se presenta el proceso de construcción de pensamiento matemático y también se presentan algunas investigaciones del área de matemática educativa y su relación con el aprendizaje activo.

Por su parte, en el tercer apartado se indica el tema de uso de la tecnología en la educación y se incluyen investigaciones de aplicación de la tecnología para la enseñanza de matemáticas. Para cada uno de los apartados se presenta una síntesis reflexiva así como las oportunidades identificadas para el estudio.

En el tercer capítulo se explica la metodología general del estudio bajo un enfoque mixto, de tipo convergente paralelo con un diseño de dos fases. De forma general se presenta la definición de las variables del estudio, las fuentes de información, las cuestiones éticas así como la captura y análisis de datos. Por su parte, para cada fase se indican aspectos como población y muestra, las técnicas de recolección de datos y la aplicación de los instrumentos. Asimismo, se incluye una reseña del estudio piloto realizado antes de iniciar con las dos fases del estudio en donde se indagaron cuestiones sobre aprendizajes previos de los alumnos,

identificación de dificultad de reactivos, evaluación de la comprensión del tema de

cálculo de perímetro, evaluación de conocimiento del modelo de aprendizaje activo por parte de los docentes, así como la revisión de la consistencia interna del cuestionario para alumnos.

Los hallazgos obtenidos en el estudio piloto permitieron desarrollar conclusiones preliminares que contribuyeron en las decisiones metodológicas para el estudio. Así, se propuso la impartición de un taller previo al inicio de ciclo escolar para los docentes que participaron en el estudio. El curso se acompañó de un manual donde se indicaron situaciones educativas para fomentar el aprendizaje activo.

Para la primera fase se propuso realizar un estudio experimental con grupos de control. Se consideró una prueba de diagnóstico a los alumnos (pre-test) y una prueba al término de las sesiones de tratamiento donde se aplicaría un cuestionario similar para evaluar el nivel de desempeño académico (post-test). Se desarrolló un cuadro de triple entrada el cual permitió la elaboración de instrumentos, la identificación de los dominios e indicadores así como su relación con el sustento teórico. Los instrumentos que se desarrollaron fueron dos cuestionarios para alumnos (pre-test y post-test). Cabe mencionar que para garantizar la consistencia interna del cuestionario para alumnos del pre-test se obtuvo el estadístico de Alpha de Cronbach con un resultado de 0.735 y la correlación Split-Half odd-even con 0.686, los cuáles indicaron una consistencia interna moderada aceptable. De igual forma, el cuestionario post-test presentó un Alpha de Cronbach de 0.766 con lo cual se indica una consistencia interna aceptable del instrumento. Para el análisis de los datos se propuso el software SPSS y posteriormente se realizó la interpretación de esos datos.

Por su parte, la segunda fase consistió en un análisis cualitativo mediante la matriz de datos informada del paradigma sociocultural donde se identificaron las

categorías que contribuyeron a la construcción de los casos culturales. Asimismo, se realizó un análisis del discurso mediante un modelo denominado I-R-F (*Initiation-Response-Feedback*) donde se revisaron las implicaciones del trabajo activo en el aula.

Se propusieron estrategias de aprendizaje activo en ambientes enriquecidos con tecnología a desarrollarse en seis sesiones en el aula. Así, para el grupo de aplicación se indicaron visitas para documentar detalladamente lo que se percibiera mediante el protocolo de observación, la videograbación y fotografías en tándem y la entrevista etnográfica focal para alumnos e individual para docentes.

Para el grupo de control también se indicó realizar visitas, realizar observaciones y videograbar sesiones. Asimismo, se destacó la importancia de realizar anotaciones en el diario de campo sobre el desarrollo de la enseñanza del subtema de interés del estudio tanto para el grupo de control como en el de aplicación.

El cuarto capítulo corresponde al análisis y discusión de los resultados del estudio, los cuales se presentan en dos apartados, primero los de tipo cuantitativo seguido de los resultados cualitativos. En cada apartado primero se presentan los resultados seguidos de su análisis. Posteriormente, se presenta un apartado donde se realiza el análisis por categorías y dominios del estudio. Al final, se presenta un apartado de cierre del capítulo.

El quinto capítulo es el que incluye las respuestas a la pregunta principal de investigación así como a las preguntas derivadas, se verifica el alcance del objetivo de la investigación, se presenta la prueba de hipótesis del estudio, se incluye el aporte al campo científico de la investigación al área de conocimiento y se incluyen algunas recomendaciones para futuras investigaciones.

Capítulo 1: Planteamiento del problema

En este capítulo se precisa el marco contextual y se presentan los antecedentes del problema de investigación. De igual forma, se indica el planteamiento del problema, los objetivos de investigación, y los supuestos del estudio. Al final, se incluye un apartado con la justificación de la investigación, delimitaciones y limitaciones así como una sección con la definición de términos.

1.1 Marco contextual

En este apartado se presenta el marco contextual del estudio de investigación. Primeramente, se introduce al tema de los modelos innovadores y posteriormente se describen los cuatro escenarios del estudio. En el contexto internacional se mencionan los principales casos de éxito de sistemas académicos en el mundo, seguido del contexto nacional mexicano con la mención de los resultados de pruebas de evaluación de desempeño académico, en tercer lugar se describe el escenario local que comprende la descripción de la zona donde se llevó a cabo el estudio y por último el contexto de las instituciones participantes.

Un modelo innovador es mucho más que la adición de un conjunto de aportes más o menos novedosos. De acuerdo con la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO por sus siglas en inglés) las claves que hacen que una propuesta consiga aportar elementos transformadores de forma exitosa se percibe al mejorar de forma cuantitativa y cualitativa sus procesos y resultados. (UNESCO, 2006).

Desde esa perspectiva se han identificado cinco características globales de los modelos innovadores: la existencia de una cultura innovadora, la contextualización de la propuesta en una institución de pertenencia en su historia y en su entorno, la relación cercana entre los aportes pedagógicos y organizativos, la existencia de un marco teórico que oriente su diseño y aplicación, así como un enfoque de abajo hacia arriba.

Según Brown (2006) la enseñanza innovadora debe incluir la importancia de enseñar a los alumnos a hacer algo, en lugar de solamente enseñarles acerca de algo. Hoy en día, la enseñanza junto con la tecnología de punta, son parte del desarrollo integral de los estudiantes por lo que los docentes deben modificar la manera tradicional de enseñar, para ser efectivos en una enseñanza mediada con tecnología.

De igual forma, el desarrollo de las redes de trabajo y comunidades de práctica (Wenger, 1999) son imprescindibles en la era moderna así como la generación de un enfoque hacia la enseñanza de empuje (Jones, 2010), es decir, donde los alumnos participen en flujos de acciones para aprender.

1.1.1 El contexto internacional. De acuerdo con la firma consultora McKinsey & Company (2006) los modelos exitosos a nivel global resaltan la importancia de tres aspectos principalmente: 1) conseguir a las personas más aptas para ejercer la docencia, 2) desarrollar a los recursos humanos para convertirlos en instructores eficientes y 3) garantizar que el sistema sea capaz de brindar la mejor instrucción posible a todos los alumnos.

Los casos de éxito a nivel internacional se perciben a través de los resultados de diferentes pruebas de evaluación sobre el desempeño académico, siendo la del

Programa Internacional de Evaluación de Estudiantes (PISA por sus siglas en inglés)

la más conocida. Los países líderes por región incluyen a Canadá en América del Norte, Finlandia en Europa y Singapur, Corea y Japón en Asia.

Destaca el caso de Finlandia en donde los alumnos no ingresan a la escuela hasta los siete años y asisten a clase sólo de cuatro a cinco horas diarias durante los dos primeros años de escolaridad. Sin embargo, a los 15 años de edad, los estudiantes finlandeses son los mejores del mundo en pruebas de matemáticas, ciencias, lectura y resolución de problemas con 50 puntos por encima de Noruega que tiene un sistema escolar similar al de Estados Unidos. Otro aspecto importante de Finlandia es la reforma total del sistema educativo donde se le apostó por contar con los recursos humanos mejor preparados en las aulas.

Así, el caso de Finlandia es un ejemplo que permite visualizar cómo su sistema educativo ha tenido un desempeño sobresaliente en comparación con otros países, sin embargo, es importante recalcar el compromiso por parte de todos los actores involucrados en el proceso educativo para lograrlo.

Otra de las pruebas de evaluación corresponde a la de Tendencias en el Estudio Internacional de Matemáticas y Ciencias (TIMSS por sus siglas en inglés) el cual provee datos confiables sobre el desempeño en matemáticas y ciencias de alumnos entre los grados 4° y 8° de Estados Unidos en comparación con alumnos pertenecientes a otros países. De acuerdo con el Centro Nacional de Estadística para la Educación de Estados Unidos (NCES por sus siglas en inglés) los datos de esta prueba se han obtenido en 1995, 1999, 2003, 2007 y 2011 (NCES, 2013). En las últimas evaluaciones ha sido Singapur el país donde los estudiantes obtuvieron el puntaje más alto pese a que el gasto por estudiante primario en Singapur es inferior al de casi cualquier otro país desarrollado.

Por su parte, existe otra prueba que de acuerdo con la Sociedad para Revitalizar la Educación en América se desarrolló para evaluar y comparar el desempeño de estudiantes de entre los grados tercero a sexto en las áreas de matemáticas y lectura así como el desempeño de alumnos en sexto grado para el área de ciencias. La prueba se conoce como Segundo Estudio Comparativo Regional y Explicativo (SERCE por sus siglas en inglés) y en ella participaron 16 países de la región así como el estado mexicano de Nuevo León (PREAL, 2009).

1.1.2 El contexto nacional. La misión principal de cualquier sistema educativo es cambiar lo que sucede en las mentes de millones de niños lo cual no es tarea fácil. Con ese objetivo en común, la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE) diseñó el Programa de Evaluación Internacional de Estudiantes (PISA por sus siglas en inglés) con la intención de comparar directa y regularmente la calidad de los resultados académicos entre los distintos sistemas educativos en el nivel de educación secundaria, el cual aún se considera educación básica.

En el caso de México, la Secretaría de Educación Pública (2009) reconoció la necesidad de un mayor presupuesto para mejorar la educación nacional, sin embargo, el 97.5 % de los recursos monetarios son destinados al pago de nóminas y solamente el 2.5 % es para inversión en infraestructura (OCDE, 2009). Lo anterior no sólo se trata de una tendencia en México sino que se puede evidenciar en el ámbito académico que en toda América Latina el modelo educativo ha tenido una lenta evolución en comparación con otras regiones del mundo (Duryea y Pagés, 2002).

De acuerdo con los resultados de la prueba SERCE, en el año 2006 México obtuvo resultados por encima de la media de los países participantes en la prueba de

Esta obra está sujeta a la licencia Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 3.0 Unported de Creative Commons. Para ver una copia de esta licencia, visite <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/3.0/>.

desempeño en matemáticas en alumnos de tercer grado y por encima de países como Argentina, Brasil y Colombia. Para corroborar que el nivel educativo en Latinoamérica es muy bajo en comparación con otros sistemas educativos de otras regiones, se pueden observar los resultados de las pruebas de evaluación del desempeño académico internacional. Es la prueba PISA la que presenta indicadores de desempeño global y una de las más utilizadas en el mundo. De acuerdo con el Instituto Nacional para la Evaluación de la Educación (INEE, 2010) la prueba PISA fue desarrollada por la OCDE y a partir del año 2000, la prueba se realiza cada tres años para evaluar a estudiantes jóvenes de entre 15 y 16 años, los cuales se encuentran en educación secundaria que forma parte del nivel de educación básica.

El instrumento sirve como indicador sobre el desempeño en materia educativa hacia los gobiernos con la idea de mejorar sus políticas educativas. En general, la prueba se encarga de evaluar las habilidades y aptitudes para analizar y resolver problemas, para manejar información, enfrentar situaciones de la vida cotidiana. Es importante mencionar que la prueba PISA se concentra en tres áreas clave: comprensión lectora, matemáticas y ciencias.

Los resultados se categorizan en seis niveles posibles a obtener. Entre esos resultados, la mayoría de los países se ubica en los niveles 2, 3 y 4. México logró obtener en su última clasificación el nivel 2 (con 410 puntos), nivel 1 (con 406) y nivel 2 (con 410 puntos) en el desempeño de las áreas clave respectivamente.

Los indicadores generales de la prueba PISA dictan que el nivel 2 representa el nivel mínimo satisfactorio mientras que alcanzar niveles 5 y 6 significa que el alumno está preparado para enfrentar actividades cognitivas complejas. De acuerdo con los

resultados de la prueba PISA, México se encuentra por debajo de los promedios de las

áreas evaluadas teniendo que el promedio de la OCDE fue: Ciencias = 500, Matemáticas = 496 y Comprensión Lectora = 492 (PISA, 2009).

Por lo tanto, se perciben áreas de oportunidad en el sistema educativo básico mexicano y según la OCDE, México deberá atender factores tales como mejorar la calidad en la enseñanza, desarrollo de la responsabilidad social, acceso a mejores prácticas y desarrollo profesional de calidad así como buenas prácticas financieras.

Por ello, se han tomado iniciativas para incrementar los estándares ante instituciones de evaluación internacional como la OCDE. De acuerdo con el reporte de competitividad global del Foro Económico Mundial (2010) México se ubica en el lugar 120 de 139 países evaluados a través de la prueba PISA. Es claro que existe un rezago educativo y mientras esté presente en la educación, el país será menos próspero y competitivo (Gurría, 2009; Fernández-Cárdenas, 2013).

Por otra parte, con respecto a la industria clasificada como de servicios educativos en México, ésta sirve al mercado de educación en todos los niveles. Ese mercado está conformado por una matrícula de alumnado, personal docente y planteles educativos.

De esa forma se considera que hasta el año 2010, de acuerdo con el informe de Estadística Histórica del Sistema Educativo Nacional (Secretaría de Educación Pública, 2010a), en México existían un total de 247,673 planteles de educación, de los cuales 222,350 pertenecen a la educación básica. De esa cifra, 187,970 se adscriben a los niveles de preescolar y primaria. De ese total, 98,609 instituciones pertenecen al nivel primaria lo que corresponde aproximadamente al 40% de la oferta de servicios educativos.

A pesar de que la tendencia en la industria educativa en México es estática al tener una inversión muy pequeña en el sector y menor aún en infraestructura, el país es uno de los que más recursos destina a la formación educativa con cifras como 6.3 % de su Producto Interno Bruto (PIB), 5% en el sector público y 1.3 % en el sector privado.

En el sector público, han aparecido iniciativas para combatir el rezago educativo en alumnos de quinto y sexto grado de primaria del país, como el proyecto Enciclomedia, desarrollado por la Secretaría de Educación Pública (SEP), el Instituto Latinoamericano de Comunicación y Educación (ILCE), y el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) así como con el apoyo de instituciones de educación superior como el Instituto Politécnico Nacional (IPN), el Instituto Tecnológico Autónomo de México (ITAM) y la Universidad Pedagógica Nacional (UPN) (CCyTENL, 2005).

El proyecto incluía una base de datos de recursos digitales enfocados a diferentes contenidos curriculares de los libros de texto oficiales utilizados en los últimos grados de primaria (Fernández-Cárdenas y Silveyra-De la Garza, 2010). A las escuelas participantes en el programa se les dotó de una computadora, un proyector, un pizarrón digital interactivo o uno antirreflectante blanco, una impresora y una guía de uso impresa (CCyTENL, 2005).

Al cabo de un periodo de uso se desarrolló un debate nacional para saber si esa tecnología proveía una mejor calidad educativa y se identificaron algunos retos que se debían superar para que el proyecto progresara como el contar con un sistema de asesoría técnica y de mantenimiento de los equipos así como evitar subordinar los

objetivos académicos a los políticos y a los intereses económicos en las adquisiciones y equipamiento (Elizondo-Huerta, Paredes-Ochoa y Prieto-Hernández, 2006).

Por otra parte, se han desarrollado otros programas en el nivel de educación básica como el denominado EMAT – Enseñanza de Matemáticas con Tecnología (Ursini, Sánchez y Ramírez, 2007; Trigueros y Sacristán, 2007) y el proyecto piloto Habilidades Digitales para Todos (HDT), con la misma premisa de dotar con tecnología educativa a las aulas (Secretaría de Educación Pública, 2010b).

1.1.3 El contexto local. La investigación se desarrolló en el norte de México, específicamente en la zona metropolitana de la ciudad de Monterrey en el estado de Nuevo León. Monterrey es considerada la capital industrial del país; por su situación geográfica, es punto de encuentro entre las culturas del Norte y las culturas del Sur y es motor esencial en la relación económica entre México y los mercados de América. Monterrey es el centro de un área metropolitana que integra el trabajo de ocho municipios conurbados, con una población que rebasa los tres millones y medio de personas (Blanco, 2007).

El Sistema Educativo de Nuevo León provee de educación básica (primaria y secundaria) a todos los municipios del estado con más de 5 mil escuelas; cuenta con 395 instituciones de educación media y 183 instituciones de educación superior públicas y privadas. Con esta infraestructura se atiende a más de un millón de alumnos en los tres niveles de escolaridad.

De acuerdo con Blanco (2007) en el estado se cuenta con 858 aulas de educación primaria públicas equipadas con Enciclomedia, el cual se refiere a un

proyecto nacional de desarrollo que incluye dispositivos tecnológicos como

computadora y pizarrón digital así como software multimedia con los contenidos de 5° y 6° grados de primaria.

Nuevo León representa un caso particular en cuanto al sistema educativo nacional ya que fue el único estado que se comparó en la prueba SERCE con otros países latinoamericanos y los resultados obtenidos en su edición 2006 lo ubicaron por encima de la media de países como el propio México, Uruguay, Colombia y Argentina (PREAL, 2009).

Asimismo, existe una prueba nacional conocida como ENLACE la cual evalúa el desempeño de alumnos entre tercero y sexto grado en las áreas de matemáticas, comprensión lectora y ciencias. Con respecto al desempeño del estado en la prueba nacional de ENLACE (2012), específicamente en el nivel primaria y en la prueba de matemáticas se ha tenido un retroceso de acuerdo con los datos históricos del 2006 al 2012 aunque en los resultados del año 2012, la entidad superó la media nacional. En la última aplicación de la prueba del año 2012 se evaluaron 379,438 alumnos de los 397,859 registrados lo cual representó un alcance del 95.4%. Asimismo, se evaluaron 2,794 centros escolares en la entidad alcanzando el 100% de lo que se tenía programado.

De acuerdo con los últimos resultados de la prueba ENLACE en la prueba de matemáticas de tercero a sexto de primaria, la media nacional histórica del 2006 al 2012 fue de 26.7 puntos porcentuales y Nuevo León obtuvo 23.3 puntos porcentuales, lo cual se traduce en 3.4 puntos porcentuales por debajo de la media. (ENLACE, 2012). En la siguiente figura se presentan los resultados históricos del 2006 al 2012, obtenidos en la prueba de matemáticas por entidad federativa:

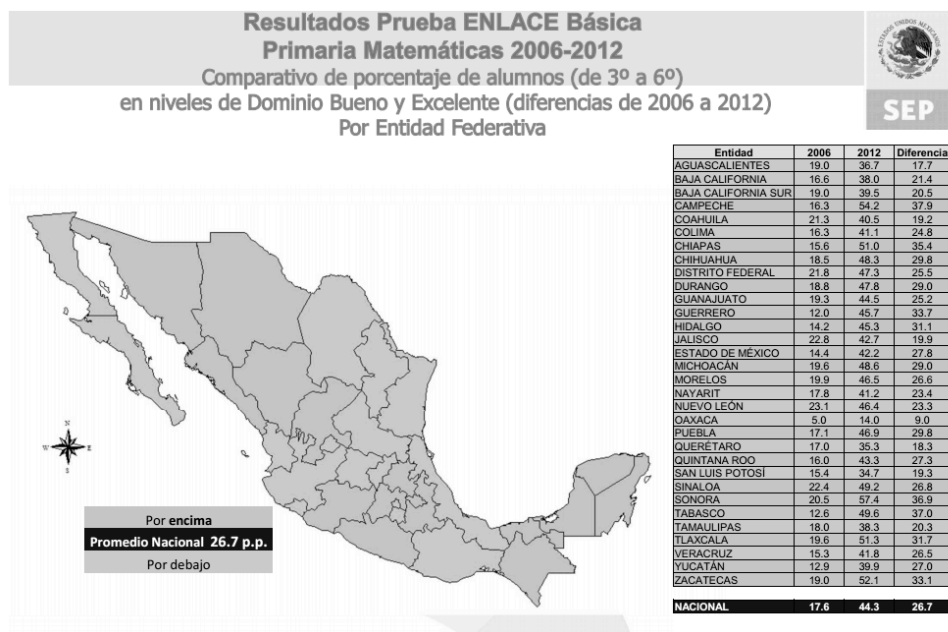


Figura 1. Resultado histórico 2006-2012 en prueba de matemáticas (ENLACE, 2012)

Por su parte, para el año 2012 Nuevo León registró un resultado de 46.4 puntos porcentuales en la prueba de matemáticas mientras que la media nacional fue de 44.3 puntos porcentuales. La diferencia fue de 2.1 puntos porcentuales por encima de la media. Así, la entidad ocupa el lugar número 13º a nivel nacional. Si bien la entidad superó la media nacional, hay otras entidades federativas que están aumentando sus resultados históricos y que obtuvieron mejores resultados en la última evaluación de matemáticas (ENLACE, 2012). Los resultados del año 2012 para la prueba de matemáticas se presentan en la siguiente figura:



Figura 2. Resultado 2012 en prueba de matemáticas (ENLACE, 2012)

Otros resultados que obtuvo Nuevo León en la prueba en el nivel de educación básica se indican a continuación. En secundaria, para la prueba de matemáticas el resultado fue de 15.7 puntos mientras que la media fue de 16.1, lo cual indica 0.4 puntos por debajo y en español del mismo nivel secundaria, los alumnos se colocaron arriba del promedio del incremento nacional, que fue de 6.0. Nuevo León aumentó su población en excelencia de esta materia en 9.4 puntos.

1.1.4 El contexto de instituciones participantes. El criterio de selección de las instituciones participantes en el estudio de investigación consistió en el tipo de equipamiento de las aulas con al menos los siguientes recursos tecnológicos: computadora, pizarrón y proyector.

Con base en ese criterio se ubicaron diferentes instituciones primarias en la zona metropolitana de Monterrey y se procedió a la recolección de datos de contacto. Inicialmente, se envió una invitación para participar en el estudio vía correo electrónico y posteriormente mediante llamadas telefónicas y consulta de datos en directorios de las instituciones de la región.

De tal forma que el número de instituciones dónde se llevó a cabo el estudio comprendió dos escuelas primarias públicas, localizadas una en el municipio de Monterrey y otra en el municipio de Guadalupe perteneciente a la zona metropolitana de Monterrey. Para su identificación en el estudio, se indica como E1 y E2 a cada tipo de institución. Así, para E1 se contó con un grupo de control y un grupo experimental, mientras que en E2 se contó con dos grupos de control y dos grupos experimentales, por lo tanto, se tuvieron seis grupos en total en el estudio. La muestra entonces comprendió seis grupos con un promedio de 28 alumnos cada uno, aproximadamente 170 alumnos.

1.2 Antecedentes del problema de investigación

En el contexto latinoamericano, incluido el caso de México, aún se conserva el esquema de enseñanza tradicional, donde el docente expone frente al grupo y los alumnos mantienen una actividad pasiva atendiendo a lo que el educador expone.

Si bien es cierto que el modelo tradicional ha tenido buenos resultados en cuanto al aprendizaje, este podría incrementarse en los alumnos si se consideraran otros paradigmas y teorías de enseñanza-aprendizaje, ya que de acuerdo con la pirámide del aprendizaje de Cohen, Manion y Morrison (2000), el nivel de desempeño

académico se incrementa mientras mayor sea la interacción entre los alumnos debido a que se incentiva la motivación y por ende la participación.

Fue así que a partir de la revisión de la literatura se identificaron oportunidades de estudio sobre el tema del aprendizaje activo como un modelo educativo dentro de la teoría de los conceptos matemáticos de Piaget (1962) y a su vez dentro del paradigma sociocultural (Vygotsky, 1962) y del paradigma cognitivo (Piaget, 1962; Ausubel, 1968 ; Bruner 1987), que presenta estrategias y técnicas para ser usada en nuevos ambientes de enseñanza-aprendizaje enriquecidos con tecnología, para el área de matemáticas en el nivel de educación primaria. En la revisión de literatura se identificó que existen estudios enfocados al nivel de educación superior pero no así en un nivel de educación primaria.

Por tanto, las oportunidades de estudio se enfocaron en aspectos como la identificación de estrategias en grupos de estudiantes de nivel primaria para el aprendizaje de conceptos matemáticos y estrategias de los docentes para motivar a los alumnos respecto a la resolución de problemas del área de matemáticas. De igual forma, la identificación de técnicas como los tipos de orientaciones y de trabajo colaborativo útiles en la enseñanza de matemáticas. Asimismo, elementos importantes fueron la identificación de las técnicas didácticas que se utilizan en ambientes enriquecidos con tecnología para el aprendizaje activo, la identificación de los principales mediadores tecnológicos que se utilizan en combinación con estrategias de aprendizaje activo y documentación acerca del aprendizaje real de contenido, tras hacer uso de un modelo de aprendizaje activo en la enseñanza de matemáticas en el nivel de educación primaria.

1.3 Planteamiento del problema y pregunta de investigación

En este apartado se describe el planteamiento del problema de investigación. Del mismo modo, se formula la pregunta de investigación general y se indican las preguntas derivadas. Con respecto al planteamiento de problema, la conversación se aborda desde tres escenarios: las tradiciones en la educación, la matemática educativa y la instrumentación en la construcción del conocimiento.

1.3.1 Tradiciones en la educación. El aumento en la población de las escuelas y el tratar de integrar las diferencias sociales, culturales, económicas y ecológicas de los alumnos ha requerido que las autoridades educativas consideren al aprendizaje colaborativo para aprovechar mejor el aprendizaje en el aula (Guess, Gillen y Woitaszewski, 2006; Miller, 2002).

De acuerdo con Johnson, Johnson y Smith (1991) el modelo tradicional tiene como características la no interdependencia, miembros homogéneos, un solo líder, responsabilidad propia del alumno, énfasis en las tareas, habilidades sociales que se asumen o se ignoran, el profesor ignora los grupos, no existe procesamiento de grupo.

Por su parte, Friend y Cook (2003) definen a la colaboración como la interacción directa entre al menos dos partes iguales que de común acuerdo comparten la toma de decisiones mientras trabajan hacia una meta en común. Así, el aprendizaje colaborativo puede definirse como las relaciones que caracterizan a un grupo de estudiantes que requieren interdependencia positiva, habilidades interpersonales, responsabilidad por los demás, liderazgo compartido, interacción cara a cara, miembros heterogéneos, facilitador de información que observa e interviene y

procesamiento de grupo (Johnson, Johnson y Holubec, 1994; Johnson y Johnson,

2009). Al comparar los dos escenarios, el aprendizaje tradicional y el aprendizaje colaborativo se muestra que el objetivo del aprendizaje colaborativo es desplazar al aprendizaje de un modelo centrado en el profesor a un modelo centrado en el alumno (Johnson, Johnson y Smith, 1991).

Por lo anterior, es objeto de este estudio indagar sobre el aprendizaje colaborativo en la escuela primaria (Dillenbourg, 1999) y determinar si éste puede tener una mayor incidencia en la comprensión y aplicación de conceptos matemáticos en comparación a si se abordara bajo un enfoque tradicional.

1.3.2 Matemática educativa. La investigación de la psicología contemporánea ha hecho que los postulados teóricos de Vygotsy (1962, 1978), Piaget (1962), Bruner (1987) y Dewey (1991) sean considerados como referencia obligatorios para teorizar y comprender el desarrollo humano. A continuación se indican sus postulados para comprender cómo se aplican en el desarrollo del aprendizaje matemático.

De acuerdo con Vygotsky (1978) el profesor debe proveer experiencias de aprendizaje directas al niño conforme se requieran mientras que Dewey (1991) indica que los profesores no deberían imponer un currículo a los estudiantes y en su lugar deberían actuar como asistentes en el proceso de aprendizaje. Fue Piaget (1962) quien indica cómo los niños desarrollan el conocimiento de su propio mundo y la biología humana juega un papel importante en ese desarrollo.

Por su parte, Bruner (1987) intenta sintetizar las recomendaciones de las teorías constructivistas y sugiere que además de revisar la disponibilidad y la interacción social, los profesores deberían requerir a sus estudiantes que vayan más allá del contenido de la información que se les provee y así llenen las lagunas en su

conocimiento mediante la exploración y la indagación. Es el mismo Bruner (1987) quién propone el currículo en espiral donde los mismos tópicos se estudien en diferentes niveles y que aumenten su nivel de complejidad paulatinamente.

Por otra parte, uno de los principales propósitos para la educación primaria se refiere a conocer las propiedades básicas de las figuras como triángulos, cuadriláteros, polígonos regulares, prismas y pirámides, todos dentro del currículo de matemáticas. En tanto, el contenido matemático que se estudia en educación primaria se organiza en tres ejes temáticos: sentido numérico y pensamiento algebraico; forma, espacio y medida y manejo de la información.

El eje temático de forma, espacio y medida se enfoca al estudio de la geometría y la medición en el nivel de educación básica. Algunos de los objetivos que se buscan con este eje corresponden a: explorar las características y propiedades de las figuras geométricas, generar condiciones para que los alumnos realicen trabajos con características deductivas, conocer los principios básicos de ubicación espacial y cálculo geométrico.

En el presente estudio, el aprendizaje fue situado en el eje de forma, espacio y medida con respecto al subtema de conceptualización y cálculo del perímetro de polígonos. De acuerdo con Greeno (1989) el pensamiento situado es el resultado de la interacción del individuo y el ambiente, por lo cual resulta interesante indagar sobre cómo se desempeña el alumno en el aula con respecto al aprendizaje de conceptos matemáticos.

A continuación se presentan algunas investigaciones que dan cuenta de las dificultades en la comprensión del tema sobre la conceptualización y cálculo del perímetro de polígonos.

De acuerdo con D'Amore y Fandiño (2007) las investigaciones sobre el problema del aprendizaje de los conceptos de perímetro y área de las figuras planas ostentan el título de haber sido las primeras en ser estudiadas y que, desde los años treinta, Piaget (1962) se ocupó del estudio de las construcciones conceptuales relacionadas con el área de geometría en donde identificó dificultades para su aprendizaje.

Por su parte, Rogalski (1979) indicó que existe un gran problema del aprendizaje de las superficies ya que están presentes obstáculos conceptuales que se refuerzan los unos en los otros. En tanto, Outhred y Mitchelmore (1992) presentaron un estudio donde se indican las dificultades específicas de la conceptualización del área y perímetro por parte de los alumnos en el nivel de primaria.

Así también, Moreira y Comiti (1993) y Moreira (1996) indicaron las dificultades que tienen los estudiantes en los últimos años de primaria para reconocer las medidas de una figura como uno de los elementos que la determinan, especialmente en separar las medidas de área y perímetro. Es Marchini (1999) quién habla del conflicto frecuente entre los dos conceptos y la forma didáctica en la que se podría afrontar el argumento con la intención de alcanzar resultados positivos.

Algunos estudios del área de matemática educativa donde se abordan problemas en el currículo de matemáticas y que a la vez están relacionados con teorías cognitivas del aprendizaje de matemáticas como la de Piaget (1962) se presentan a continuación. Fueron Manotas-Mercado y Rojas-Álvarez (2008) quienes desarrollaron un estudio cuyo objetivo fue analizar la conceptualización que tienen tres alumnos acerca del perímetro, área y volumen para determinar en qué estado del desarrollo de

la comprensión del proceso de medida se encuentra cada uno de los estudiantes que

participaron. Se encontró que los sujetos estudiados no se encuentran en el estado superior de desarrollo de comprensión de la medida, lo cual es un obstáculo para la solución de problemas de cálculo, relacionados con perímetro, área y volumen.

Fue Hungtington (1970) quien desarrolló un estudio donde presenta una discusión sobre el problema relacionado a la investigación del desarrollo intelectual de niños con respecto a la construcción del currículo de matemáticas. El trabajo desarrollado por Piaget (1962) en donde investigó conceptos difíciles en el aprendizaje escolar fue relevante para el problema del estudio. Se desarrolló una comparación entre las descripciones de desarrollo de Piaget y la secuencia de instrucción de grupos escolares de estudio matemático (MSG por sus siglas en inglés) donde se indicaron discrepancias y cambios en las implicaciones educativas.

Otro estudio es el que desarrolló Cobb (1998) donde buscó ahondar el debate sobre la discusión de diferentes perspectivas en cuanto a los antecedentes que conciernen a los profesores que se involucran en la investigación del aula y el diseño instruccional de colaboración con docentes para áreas como la de matemáticas. En el estudio se contrastaron las dos perspectivas bajo un enfoque cognitivo. Se identificó el potencial de las dos perspectivas a las prácticas instruccionales al contrastar sus formulaciones diferentes de relaciones entre teoría y práctica.

Por lo tanto, se identificó la necesidad de apoyo al currículo de matemáticas de educación primaria con la intención de alcanzar los objetivos establecidos en el eje temático de forma, espacio y medida, en relación con la conceptualización del término de perímetro, situando la discusión en los paradigmas socioculturales y cognitivos.

1.3.3 Instrumentación en la construcción del conocimiento. El presente estudio está enfocado al aprendizaje situado en el área de matemáticas, sobre el tema de cálculo de perímetro a nivel primaria, pero también se busca integrar el papel de los objetos físicos en la construcción de conocimientos. Es Lerman (1998) quien afirma que las teorías socioculturales ofrecen un mejor acercamiento para describir los procesos por los cuales el medio ambiente forma a los individuos y viceversa. Bajo esa postura se puede retomar las ideas de Vygotsky (1978) con respecto a su enfoque sociocultural. Por su parte, Gibson (1991) lidera la teoría del desarrollo de la percepción. Ambas teorías proponen aspectos importantes de desarrollo y ofrecen soluciones sólidas a los problemas de educación primaria.

En el enfoque sociocultural, el desarrollo del conocimiento se da de forma natural tanto de forma cualitativa como cuantitativa y proviene de adentrarse en el análisis de las interacciones intermentales y las herramientas culturales que median el funcionamiento intelectual. Cabe mencionar que Vigostky (1962) se anticipó a su tiempo ya que identificó que la educación está mediada por artefactos, aunque en su época introdujo el uso de sistemas numéricos y de lenguaje. Ahora bien, bajo el enfoque de percepción, los sentidos se utilizan para extraer información del ambiente, el desarrollo se conceptualiza como la diferenciación de la percepción y el crecimiento se da tanto en el incremento de la diferenciación así como en el descubrimiento de significado en el ambiente.

De acuerdo con Fernández-Cárdenas (2009) el aprendizaje se construye a través de la interacción social del individuo y mediante herramientas culturales. Otro acercamiento se da mediante la teoría de la cognición corporeizada (Fernández-

conocimiento va más allá de la mente y se puede traducir a una extensión del cuerpo, en donde a la vez, se le da sentido a las interacciones realizadas (Núñez, 2004). La corporización del conocimiento puede entenderse al conocer cómo utilizar pantallas digitales en dispositivos móviles, tales como tabletas digitales, teléfonos inteligentes o pizarrones electrónicos.

1.3.4 Pregunta de investigación. Para contribuir al campo científico educativo se formuló la siguiente pregunta de investigación: ¿En qué medida se relaciona el nivel de desempeño académico para el cálculo de perímetro de polígonos regulares en alumnos de quinto grado de primaria y la implementación del aprendizaje activo cuando se usan recursos y tabletas digitales?

De esta pregunta general se desprenden dos interrogantes más específicas:

1. ¿Qué elementos del aprendizaje de conceptos del cálculo de perímetro de polígonos regulares desarrollan o fortalecen los alumnos de quinto grado de primaria al trabajar con un modelo de aprendizaje activo cuando se usan tecnologías?
2. ¿Cuáles son los componentes pedagógicos y tecnológicos que inciden en los alumnos al trabajar bajo un modelo de aprendizaje activo y con recursos tecnológicos para el aprendizaje del cálculo de perímetro de polígonos regulares?

La pregunta principal y sus preguntas derivadas son relevantes porque responden a paradigmas educativos actuales en el contexto nacional e internacional:

- a) El paradigma sociocultural: Porque propone revisar la interacción social en el aula, entre alumnos-alumnos, alumnos-profesores y alumnos-tecnología para la construcción de conocimiento matemático.
- b) El paradigma cognitivo: Porque involucra a los alumnos de forma activa en la adquisición de conocimientos mentales sobre el currículo de matemáticas, específicamente sobre el cálculo de perímetro a nivel primaria.

1.4 Objetivos de la investigación

Partiendo de la pregunta general de investigación, el propósito principal de este estudio fue analizar las relaciones de fomento a la comprensión del cálculo del perímetro de polígonos regulares con respecto al modelo de aprendizaje activo cuando se usan recursos y tabletas digitales, en seis grupos de quinto grado de primaria de la zona metropolitana de Monterrey, con el fin de generar conocimiento para apoyar prácticas pedagógicas innovadoras que hagan uso de la tecnología.

A partir del objetivo general de la investigación se desprenden dos objetivos específicos:

- 1 Documentar la evaluación formal del modelo de aprendizaje activo donde se indiquen sus fortalezas y las mejoras para abonar en resolver problemas dentro de nuevos escenarios de aprendizaje.
- 2 Identificar los elementos clave del aprendizaje activo que pueden ser útiles en los procesos de enseñanza-aprendizaje para la conceptualización y cálculo del perímetro de polígonos regulares el nivel primaria.

1.5 Hipótesis

De acuerdo con el objetivo de investigación se infieren las hipótesis siguientes:

$$H_0: p = 0$$

Hipótesis nula: El uso de una instrucción pedagógica de aprendizaje activo con el uso de tecnología no genera efecto alguno en el nivel de desempeño académico de los alumnos de quinto grado respecto al cálculo del perímetro de polígonos regulares.

$$H_1: p > 0$$

Hipótesis alterna: El uso de una instrucción pedagógica de aprendizaje activo con el uso de tecnología si genera un efecto en el nivel de desempeño académico de los alumnos de quinto grado respecto al cálculo del perímetro de polígonos regulares.

1.6 Justificación de la investigación

De acuerdo con la Secretaría de Educación Pública (2011b) la escuela debe ser la encargada de brindar las condiciones que garanticen una actividad matemática autónoma y flexible, donde se deberá propiciar un ambiente en el que los alumnos formulen conjeturas, realicen preguntas, utilicen procedimientos propios y adquieran conocimientos y herramientas matemáticas socialmente establecidas. Asimismo, se espera que los alumnos puedan comunicar, analizar e interpretar ideas y procedimientos de solución a problemas.

Con base en las condiciones anteriores, la SEP ha indicado que los avances logrados en la didáctica del área de matemáticas en los últimos años señalan como papel determinante el medio, esto es, la situación o situaciones problemáticas que hacen pertinente el uso de herramientas matemáticas, así como los procesos que siguen

los alumnos para construir nuevos conocimientos y poder superar los retos en el proceso de aprendizaje.

Cabe mencionar que es razonable que toda situación problemática presente dificultades pero no debe ser tan difícil que parezca imposible de resolver, por lo que se debe primero, identificar las posibles soluciones al problema y posteriormente seleccionar una de ellas. Así, el alumno puede emplear conocimientos previos para conocer la situación y pasar al desafío real donde debe reestructurar el conocimiento de lo que sabe para poder transformarlo, ampliarlo, rechazarlo o volver a utilizarlo en otra situación.

A pesar de los esfuerzos por mejorar la enseñanza de la geometría en el nivel de educación básica no parece que los resultados de enseñanza y aprendizaje hayan representado un avance significativo. Por tanto, se está produciendo un estancamiento en las concepciones y el dominio de los alumnos con respecto a esta materia (Vecino, 2001). De acuerdo con Martínez-Silva (2006) la forma en la que se presentan los programas de matemáticas en las escuelas sigue siendo muy tradicional desde el punto de vista psicopedagógico y didáctico y se centra en la mecanización de conceptos y procedimientos matemáticos.

Han aparecido algunas propuestas basadas en el paradigma cognitivo que pretenden retomar la discusión de los procesos de enseñanza-aprendizaje de la geometría en educación primaria (Brousseau, 1988; D'Amore y Chamorro, 1991; Vecino, 1996).

Los resultados de este estudio son relevantes para destacar las fortalezas del aprendizaje activo tras su inclusión en la enseñanza de matemáticas de nivel primaria

dentro del paradigma sociocultural y el paradigma cognitivo y a su vez tomando en

cuenta la teoría del desarrollo de conceptos matemáticos de Piaget (1962). Se espera que los resultados de la investigación contribuyan al campo científico de la educación, mediante la identificación de la relación del aprendizaje activo situado en el área de matemáticas, específicamente sobre el tema del perímetro y los instrumentos mediadores para su aprendizaje.

La discusión del problema de investigación se aborda desde tres vertientes. Por una parte se encuentran las tradiciones en el sistema educativo donde aún se prioriza el trabajo individual de Piaget (1962) sobre el trabajo social que propone Vygotsky (1962). En otros contextos distintos al de México se denotó el trabajo colaborativo con publicaciones en los años 80s, 90s, y principios del 2000 tal y como lo comprueba Dillenbourg (1999) y más recientemente ha sido el modelo de aprendizaje activo el que ha contribuido a esa colaboración en la educación superior (Beichner, Saul, Allain, Deardorff y Abbott, 2000). Después, se encuentra la revisión del área de matemática educativa y los paradigmas cognitivos (Piaget, 1962) que han tratado de presentar teorías para la revisión formal de la enseñanza de contenido matemático, incluido el cálculo del perímetro. Por último, la instrumentación desde los paradigmas sociocultural (Vygotsky, 1962, 1978) y cognitivo (Piaget, 1962; Bruner 1987) para llegar a lo que se conoce como cognición corporeizada (Fernández-Cárdenas y Silveyra-De la Garza, 2010) con la intención de documentar las posibilidades de construcción de conocimiento matemático a través de la gestualidad y el tocar objetos en pantallas.

Asimismo, el conocimiento obtenido del estudio puede promover la reflexión entre los docentes para comprender los requerimientos de actualización en las teorías

de enseñanza utilizadas y a su vez, seleccionar los modelos, estrategias y técnicas

adecuadas. De esa forma, se puede dar seguimiento a uno de los objetivos que dispone la Secretaría de Educación Pública (2011b) con respecto a su planificación curricular donde se espera que las matemáticas en la educación básica desarrollen formas de pensamiento que le permita a los niños interpretar y comunicar matemáticamente situaciones que se presenten en entornos socioculturales.

En el estudio lo que estuvo en juego fue la enseñanza tradicional pasiva frente a la posibilidad de transformar esa cultura escolar en una forma de aprendizaje activo mediante el uso de tecnologías emergentes como tabletas. Asimismo, el restar autoridad al docente para decir lo que es el conocimiento válido para distribuirlo entre otros compañeros. Es ahí donde se percibe la transformación cultural de lo pasivo a lo activo. El estudio entonces pretendió demostrar que esa transformación cultural es posible. Asimismo, se indicaron los retos y dificultades para lograr esa transformación. En relación a los paradigmas, lo pasivo podría ser más cognitivo (transmisión de mente a mente) y lo activo más sociocultural (el conocimiento está distribuido entre la maestra, niños, tabletas, mediación tecnológica).

1.7 Delimitaciones y limitaciones de la investigación

Esta investigación tuvo delimitaciones respecto al área de conocimiento donde la metodología en la que se sustentó la investigación estuvo situada al área de matemáticas. Los contenidos de matemáticas en el nivel primaria se organizan en tres ejes temáticos por bloque y la investigación estuvo enfocada al eje de forma, espacio y medida.

De igual forma, dentro del eje temático existen diferentes objetos de estudio

como lo es la geometría y la medición. Para efectos de la investigación, el estudio

estuvo enfocado en ambos con relación a la conceptualización y cálculo del perímetro de polígonos regulares.

Asimismo, otra delimitación estuvo en función de los sujetos de estudio ya que la investigación contempló alumnos de quinto grado de primaria con edades de entre 10 y 11 años. Otra delimitación fue con respecto al tipo de institución ya que existió el requisito de contar con equipos tecnológicos en las aulas con al menos una computadora, un pizarrón y un proyector.

De igual forma, otra delimitación se presentó al proyectar un estudio con una metodología mixta de tipo QUAN +QUAL, en donde la parte cuantitativa se abordó mediante un diseño experimental, por lo que fue necesario tratar de controlar la mayor cantidad de variables, mediante la identificación de instituciones que tuvieran características similares con respecto al tipo de institución, turnos escolares, las docentes, sus edades y formación académica.

También se identifica una delimitación en el contexto del lugar del estudio ya que las instituciones participantes se encuentran en la zona metropolitana de Monterrey entre los municipios de Guadalupe y Monterrey, México.

De igual manera, existe una delimitación con el tiempo por sesión de trabajo ya que se dispuso de una hora por sesión del contenido de matemáticas previsto, donde los docentes tenían una planificación por cada eje temático y debían cubrir con los avances del plan de estudios de la Secretaría de Educación Pública en relación con las otras materias.

Asimismo, otra delimitación fue el período dispuesto para el trabajo de campo ya que las directoras de las instituciones participantes marcaron como fecha límite hasta 15 días transcurridos del mes de noviembre de 2012 para completar la obtención

de datos. Lo anterior debido a que ellos tenían que cumplir una programación escolar y las profesoras no podrían retrasarse en su planeación.

Por otra parte, las limitaciones estuvieron en función de la selección de las instituciones dispuestas a participar en el estudio. Por una parte, poder contactar a los directivos mediante teléfono o correo electrónico, enfrentarse a la frustración de desinterés o de falta de seguimiento a la invitación. De igual forma, considerar los días de asueto, los compromisos académicos, estar dispuesto a reprogramar reuniones o bien, asistir cuando así lo indicaran las directoras y profesoras.

También, otra limitante fue la distancia entre las instituciones que aceptaron participar ya que las instituciones estuvieron ubicadas a 40 minutos de distancia del lugar de trabajo del investigador. Una vez que se contó con la aceptación de las instituciones otra limitante estuvo en función de obtener las cartas de aceptación y poder iniciar observaciones de clases.

En algunos casos, las instituciones perdieron el interés y se limitó la comunicación con lo cual el número de instituciones participantes se redujo. La cuestión de tiempo también jugó un papel importante ya que una limitante fue el compromiso de directivos y personal docente interesados en apoyar al proyecto de investigación y por tanto, ceder su tiempo para responder instrumentos, preparar clases, ser observados, entre otros.

Otro aspecto a considerar como limitante se refiere al ciclo escolar en México ya que este corre de agosto a diciembre y de enero a julio, por lo que se tuvo que adaptar el contenido para realizar el estudio piloto cuando los grupos se encontraban en el tercer bimestre escolar y también revisar el plan de estudios desde un semestre

anterior para poder planificar las visitas del trabajo de campo en el siguiente ciclo escolar.

Asimismo, existió una limitante con respecto a la rotación de docentes en cada ciclo escolar y por tanto, no se tenía certeza si los docentes que participaron en el estudio piloto, seguirán en los mismos grados en el siguiente ciclo escolar.

De igual manera, una limitante estuvo en función del esfuerzo y conocimientos en la manera adecuada de estudiar el fenómeno bajo dos enfoques, el cualitativo y el cuantitativo. La comparación de resultados de dos análisis, bajo dos paradigmas de investigación, resulta laboriosa.

1.8 Definición de términos

La investigación contempla los siguientes términos que se identificaron como fundamentales para comprender el tema de estudio:

Matemática educativa – Es Davis (1984) quien la identifica como una disciplina que puede considerarse reciente, a principios de 1900, particularmente con los trabajos de Smith y Young. Aunque existe una paradoja ya que el estudio de las matemáticas por sí mismas datan de varios miles de años, sin embargo, el estudio formal sobre cómo se enseña y aprende matemáticas es muy reciente.

Mediación tecnológica – De acuerdo con Vivas (1999) un mediador en el área pedagógica es toda operación o mecanismo instrumental que deliberadamente o no, interviene facilitando la construcción de esquemas de conocimiento en un circuito

formal o no formal de enseñanza. Por su parte, Sharples, Taylor y Vovoula (2005)

indican que existen dos perspectivas cuando se habla de actividades mediadas por tecnología, por una parte el enfoque semiótico y por la otra, el enfoque tecnológico.

Metacognición – De acuerdo con Silva (2006) se refiere a la indagación de cómo los seres humanos piensan y controlan sus propios procesos humanos. Se le puede relacionar con otros conceptos como metamemoria, metaaprendizaje, metacomprensión, metaatención, metarrepresentación, entre otros. Sus principales componentes son el conocimiento, los procesos cognitivos y la regulación de los propios procesos cognitivos. Las posibilidades de trabajo se fundamentan en el saber qué hacer y saber cómo hacerlo.

Ambiente de aprendizaje – De acuerdo con Husen y Postlethwaite (1989) se refieren a los elementos de corte físico-sensorial como la luz, color, sonido, espacio, mobiliario, entre otros que caracterizan un lugar donde se desarrolla el proceso de enseñanza-aprendizaje.

Tecnología – De acuerdo con Banta (2007) el concepto se refiere al uso y conocimiento de herramientas y aparatos y cómo su uso afecta la habilidad para controlar y adaptarse al ambiente social y físico. Por tanto, la tecnología se puede referir a objetos materiales de uso humano, tales como máquinas, hardware o utensilios pero también puede incluir otros temas como sistemas, métodos de organización o técnicas.

Capítulo 2: Marco teórico

Este capítulo contempla el marco teórico organizado en tres ejes temáticos principales: el aprendizaje activo, los procesos de pensamiento matemático y uso de la tecnología en la educación.

En el primer tema, se describen los paradigmas y teorías que dan origen al modelo de aprendizaje activo y posteriormente se aborda la relación de modelo educativo, estrategia educativa y técnica didáctica. Asimismo, se describen tres modelos de aprendizaje para compararlos con el modelo de aprendizaje activo y al final se presentan estudios sobre el uso del modelo de aprendizaje activo dentro de los paradigmas sociocultural y cognitivo. En el segundo tema se presentan los elementos del proceso de pensamiento matemático así como algunas investigaciones del área de matemática educativa y en el tercer apartado se describen los elementos tecnológicos que se utilizan en el área educativa y de igual forma se incluyen investigaciones sobre el uso de tecnología para la enseñanza de matemáticas.

2.1 Aprendizaje activo

Para comprender qué se entiende por aprendizaje activo, se describe el origen de los paradigmas y una de las teorías que le dan forma. De acuerdo con Kuhn (1962) y otros sociólogos de la ciencia como Lakatos (1976) la ciencia progresa con base en la pugna y convivencia que se da entre diferentes paradigmas científicos, los cuales buscan explicar la realidad desde sus marcos de referencia y metodologías asociadas.

Un paradigma es el conjunto de métodos, problemas y normas de resolución aceptados por una comunidad científica madura. Por su parte, la revolución científica

se refiere a un episodio no acumulativo en el que un antiguo paradigma es reemplazado, en su totalidad o en parte, por otro nuevo e incompatible (Kuhn, 1962).

Es importante considerar que ningún paradigma resuelve todos los problemas que se propone y por tanto, en el área educativa, hay diversos paradigmas que tratan de resolver problemas en particular. Así, los paradigmas que dan origen al aprendizaje activo son el sociocultural y el cognitivo.

El paradigma sociocultural, también llamado paradigma histórico-social o histórico-cultural, fue desarrollado por Vigotsky a partir de la década de 1920. Este paradigma indica que el proceso de desarrollo cognitivo individual no es independiente o autónomo de los procesos socioculturales ni de los procesos educacionales. Así, todos los procesos mentales surgen a partir de la interacción con personas y el lenguaje es una herramienta cultural.

La premisa del paradigma fue desarrollada por Vygotsky (1978) al indicar el concepto de Zona de Desarrollo Próximo (ZDP) la cual se refiere a la distancia entre el nivel real de desarrollo, la capacidad para resolver un problema de forma independiente y el nivel de desarrollo potencial, determinado bajo la guía de un adulto o en colaboración de otro compañero que participa como apoyo.

Por lo tanto, se precisa una actividad conjunta entre estudiantes y profesores, y de estudiantes con otros estudiantes donde convergen lo cognitivo con lo afectivo. Otras características presentes son el respeto a la individualidad, desarrollando conocimientos, habilidades, intereses, afectos y comportamientos deseados.

Por su parte, Piaget (1962) propone el paradigma cognitivo de tipo psicogenético que mantiene preferencia por la investigación focalizada en el desarrollo

humano, sólo entendible como síntesis producida por la confluencia de la maduración orgánica y la historia individual.

En este paradigma, el desarrollo está regido por la consolidación de estructuras mentales representativas del conocimiento, reguladas por los fundamentos biológicos del desarrollo, así como por el impacto de los factores de maduración.

Fue Piaget (1962) quien demostró con su metodología genética desarrollada para estudiar al niño, que el desarrollo se mueve desde lo individual a lo social, de ahí la razón por la que tomó al individuo como la unidad de análisis, considerando la influencia social como sobrepuesta a la actividad individual, una vez que el sujeto es capaz de adoptar la perspectiva de otra persona (Vielma y Salas, 2000).

El mayor aporte de las teorías Piagetianas es el de haber fortalecido el concepto del desarrollo intelectual en forma gradual y de acuerdo con las diferentes etapas evolutivas (Piaget, 1962, 1976) y haber establecido un marco de referencia epistemológico para abordar el estudio de la psicología evolutiva.

A partir de las bases del paradigma cognitivo se desarrollaron muchas líneas de investigación como Piaget (1962) y su teoría psicogénica, Ausubel (1968) y el aprendizaje significativo, Bruner (1987) y el aprendizaje por descubrimiento. A continuación se describe la teoría Piagetiana que permite identificar cómo se da la construcción del conocimiento matemático.

Las etapas de Piaget (1962) del desarrollo cognitivo siguen el crecimiento desde el nacimiento hasta la adolescencia. La organización de las etapas son: la etapa sensoriomotora (desde el nacimiento a los dos años), la etapa preoperacional (aproximadamente desde los dos hasta los siete años), la etapa concreta (desde los siete

hasta la pre-adolescencia) y la etapa formal operacional (adolescencia). Entonces la

teoría del desarrollo requiere identificar cada etapa para crear estrategias según la edad para enseñar matemáticas.

La etapa concreta operacional es la que integra a niños de entre los siete años a la pre-adolescencia. Esta es la etapa que se desea abordar en el contexto de educación primaria de este estudio. Fue Piaget (1962) quien identificó que en esta etapa los niños pueden considerar múltiples dimensiones o aspectos de un objeto, entender la seriación y pueden clasificarlos. Asimismo, se indicó que los ejemplos y prácticas son importantes para aprender durante esta etapa de desarrollo.

Dentro de las recomendaciones para crear lecciones basadas en la teoría piagetiana se deben desarrollar objetivos o metas de aprendizaje acompañado de un listado de los materiales necesarios para ello. En esta etapa se demanda el uso de materiales concretos como bloques o plaquetas de matemáticas.

Una indicación bajo la teoría es organizar exploraciones prácticas de matemáticas para acompañar las lecciones. Es importante dejar que los estudiantes trabajen en sus propias soluciones y solo apoyarlos cuando sea necesario.

Cabe destacar que aunque las etapas de desarrollo fueron documentadas y evaluadas existe un factor importante a considerar y corresponde a que no todos los estudiantes son iguales, aunque el nivel de desarrollo biológico los ubique en cierta etapa existen otras cuestiones como las habilidades individuales que los podrían colocar en otras categorías superiores o inferiores.

Una vez que se identificaron los paradigmas que dan origen al aprendizaje activo se puede referir a lo que se entiende como modelo. Una aproximación a su definición la indica Willet (1992) como “una descripción y una representación

esquemática, sistemática y conscientemente simplificada de una parte de la realidad,

realizada, mediante signos, símbolos, formas geométricas o gráficas y palabras” (p.33).

Por su parte, Ramírez (2010) indica que un modelo proporciona una representación simplificada de un tipo de fenómeno en particular, con miras a facilitar su comprensión. El modelo se acompaña de cuatro componentes esenciales: el componente filosófico, el componente teórico, el componente político y el proceso educativo.

De acuerdo con Almaguer (2010) la educación se concibe como un sistema de relaciones en las que se identifican necesidades de aprendizaje básicas del individuo y desde esa perspectiva se demuestra la función que desempeña la teoría educativa en el modelo. Son Eggen y Kauchak (1999) quienes establecen que los modelos de enseñanza son estrategias encaminadas a cumplir metas de enseñanza particulares.

Del mismo modo, la técnica didáctica suele también aplicarse mediante términos como estrategia didáctica o método de enseñanza (Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey, 2010). Por tanto se entiende que la técnica didáctica es el recurso particular del que se vale el docente para llevar a efecto los propósitos planeados desde la estrategia. A continuación se presenta una figura que engloba los elementos presentes en este apartado.

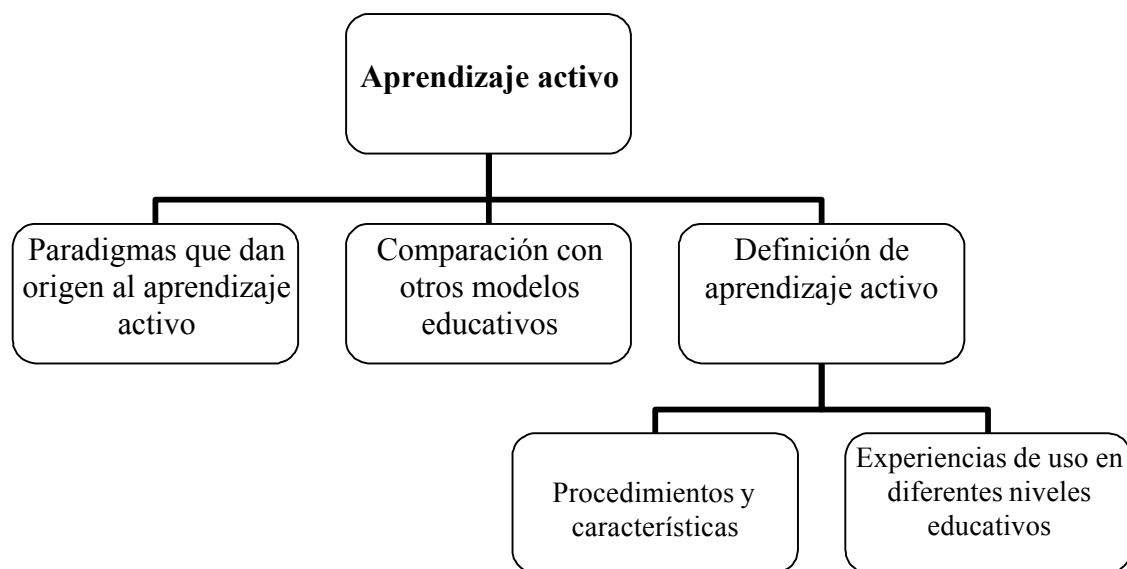


Figura 3. Elementos del tema de aprendizaje activo

En la revisión de literatura se identificaron tres modelos los cuales sirven para compararse con el modelo de aprendizaje activo: el aprendizaje basado en problemas (PBL por sus siglas en inglés), aprendizaje basado en proyectos (POL por sus siglas en inglés) y aprendizaje con casos. Al final de la sección, se presenta un apartado que incluye los elementos del modelo de aprendizaje activo con respecto a su definición y procedimiento, espacios e infraestructura, roles de los involucrados, contenidos, estrategias, técnicas y recursos, evaluación y comunicación, visión innovadora en el diseño y mirada de impacto así como artículos empíricos sobre la aplicación del aprendizaje activo.

2.1.1 Aprendizaje basado en problemas. A continuación se presenta la definición del modelo, el procedimiento, los espacios requeridos, infraestructura, roles de los participantes y material de apoyo, contenidos, estrategias, técnicas y recursos,

evaluación, comunicación, visión innovadora en el diseño y evidencias de aplicación del modelo de aprendizaje basado en problemas.

2.1.1.1 Definición y procedimiento. De acuerdo con Sola (2005) el aprendizaje basado en problemas se refiere a un enfoque integrador de actividades que fomentan la reflexión, el pensamiento complejo, la cooperación y la toma de decisiones que giran en torno a problemas auténticos y significativos. El modelo se centra en el aprendizaje del alumno, donde a través del planteamiento de un problema se busca que el participante use su experiencia para resolver una situación. Dentro de sus características se encuentra el trabajo en grupos pequeños, apertura en el aprendizaje, el reto en la resolución del problema como elemento de motivación. Cabe destacar que el docente toma el rol de facilitador de la información y ya no es el centro del modelo educativo.

Existen tres características del modelo, las cuales se conocen como las tres C's. A continuación se presentan las características:

- ³⁵₁₇ **Construcción del conocimiento.** Se refiere a que el alumno no solo se enfoque en resolver un problema sino que aprenda del problema. En este proceso el aprendizaje es un proceso activo.
- ³⁵₁₇ **Contexto.** Se refiere a los temas que forman parte del problema a resolver y generalmente son situaciones de la vida real.
- ³⁵₁₇ **Colaboración.** Se refiere a la actividad que se debe percibir en el proceso de resolución de un problema. Se espera que exista interacción y sinergia entre grupos de trabajo.

Por su parte, el procedimiento para realizar los procesos de aprendizaje se da a través de:

- ³⁵/₁₇ Proporcionar un problema que generalmente se enfoque a una situación real aunque también puede ser una situación ficticia la cual debe ser interesante para motivar en su resolución.
- ³⁵/₁₇ Crear grupos pequeños de trabajo para que los integrantes participen mediante el proceso de discusión.
- ³⁵/₁₇ Realizar primeramente una lectura individual del problema para, posteriormente, compartir los descubrimientos individuales al grupo.
- ³⁵/₁₇ Desarrollo de habilidades de comunicación mediante el fomento a la participación dentro de los grupos pequeños.
- ³⁵/₁₇ Participar con la resolución del problema frente al grupo y ante los demás grupos pequeños.

2.1.1.2 Espacios e infraestructura. El aprendizaje basado en problemas se puede usar en ambientes presenciales, de aprendizaje mixto, a distancia y móvil. Se espera que los espacios fomenten un aprendizaje colaborativo y, al mismo tiempo, se fomente el auto-aprendizaje.

Los recursos que se requieren en el modelo presencial son la distribución del mobiliario en grupos pequeños, cuadernos para realizar anotaciones y el documento con el problema en formato físico o electrónico. Por otra parte, en las modalidades mixtas, a distancia y móvil se requiere del uso de una plataforma electrónica que permita la participación mediante foros de discusión así como acceso a Internet.

2.1.1.3 Roles de estudiantes, facilitadores y equipo de apoyo multidisciplinar.

El rol del alumno es activo y debe tomar responsabilidad dentro de su equipo de trabajo, ser participativo, desarrollar habilidades para resolver problemas, así como de aprendizaje auto-dirigido para la búsqueda de información que le ayude a la resolución del problema.

El rol del facilitador ya no es el centro del proceso de enseñanza y debe apoyar al alumno en el desarrollo de habilidades de auto-aprendizaje. Se entiende entonces, que el instructor toma un rol de facilitador de información, quien busca diseñar la instrucción con problemas interesantes y significativos para el contexto del estudiante. Por tanto, ya no es el proveedor de la información e instrucción, sino es como un constructor de la experiencia y director del proceso hacia el aprendizaje (Ramírez, 2012).

En el ambiente presencial se requiere de un instructor que participe como facilitador de la información. En ambientes donde se incluye tecnología como el aprendizaje mixto, el aprendizaje móvil o el aprendizaje a distancia se requiere de un equipo de trabajo que incluye a diseñadores instruccionales, diseñadores gráficos y programadores web.

2.1.1.4 Contenidos, estrategias, técnicas y recursos. Los contenidos que pueden ser trabajados bajo el aprendizaje activo son los de tipo declarativo, procedurales y actitudinales. Con respecto a los términos declarativos se analizan problemas de corte profesional así como cuestiones éticas. En cuanto a los procesos procedurales se enlistan procesos de acuerdo a las habilidades del participante tales como autoaprendizaje, responsabilidad, trabajo colaborativo, ejercer pensamiento

crítico, resolución de problemas y toma de decisiones. Respecto a los contenidos actitudinales se manejan posturas y actitudes de acuerdo a la experiencia del participante.

Las estrategias que pueden usarse son diseñar ambientes constructivistas, de aprendizaje colaborativo y análisis de problemas. Son siete los pasos que se deben atender mediante el aprendizaje basado en problemas los cuáles se enlistan a continuación:

1. Clarificar términos
2. Definir el problema
3. Realizar una lluvia de ideas
4. Clasificar las aportaciones del análisis
5. Definir las metas de aprendizaje
6. Realizar un estudio independiente
7. Reportar hallazgos

De acuerdo con Ramírez (2012) las técnicas que pueden emplearse consisten en búsqueda de información, análisis de recursos digitales, comunicación con el equipo, exposición oral, lluvia de ideas, análisis de las soluciones al problema en el conocimiento o procesamiento de soluciones en su aplicación, generalización para inferir nuevas miradas y principios de información a partir de las conocidas para solucionar el problema y, especificación para hacer y defender predicciones acerca de lo que quizá suceda o, lo que sucederá necesariamente en una situación dada si se da determinada solución al problema.

Asimismo, los recursos que pueden apoyar al modelo en un ambiente presencial son documentos impresos y un pizarrón. Para ambientes mixtos, a distancia y móviles es necesario considerar recursos adicionales como una plataforma electrónica, recursos digitales, procesador de textos y recursos multimedia como audio y video para presentar la situación del problema.

2.1.1.5 Evaluación y comunicación. La evaluación comprende tanto el proceso seguido para la resolución del problema, como la solución que se brinda a ese problema. El trabajo individual y grupal se puede evaluar mediante autoevaluaciones y coevaluaciones. La resolución del problema se presenta mediante una sesión plenaria frente al grupo, lo cual en cierta forma también actúa como una evaluación.

Por su parte, la comunicación se requiere de forma verbal, fluida y horizontal para fomentar la participación de todos los miembros del equipo. Asimismo, es importante considerar el ambiente de aprendizaje ya que una distribución física más cercana fomenta una mejor integración de los integrantes del equipo. Con respecto a este último criterio, cuando se trata de ambientes virtuales, la comunicación puede ser asincrónica mediante herramientas como el correo electrónico, plataforma educativa, entre otros o bien, de forma sincrónica mediante mensajeros en tiempo real o videoconferencias.

2.1.1.6 Visión innovadora en el diseño y mirada de impacto. Mediante el aprendizaje basado en problemas se puede fomentar el desarrollo de la comunicación, habilidades para resolver problemas, trabajo en equipo, el desarrollo de un aprendizaje

auto-dirigido y la asertividad; estas habilidades y actitudes ayudan al alumno a hacer transferencia de lo aprendido en una situación diferente (Ramírez, 2012).

2.1.1.7 Evidencias de aplicación del aprendizaje basado en problemas. En general, el aprendizaje basado en problemas involucra el trabajo colaborativo y el aprendizaje auto-dirigido. En un estudio de Barell (1999) se presenta un documento dirigido a los docentes para enfrentar el reto de transformar la manera en que se enseña en las aulas. La propuesta del aprendizaje basado en problemas se despliega en tres etapas. El documento comienza con un enfoque centrado en el docente, quien plantea a los alumnos un problema a resolver. En la etapa siguiente, cuando los alumnos tienen más experiencia, ellos y el docente planifican la investigación en forma conjunta, dando lugar a que el alumno comience a dirigir su propio aprendizaje. En la etapa final, la investigación es dirigida de forma más independiente por los alumnos.

Otro estudio comprende el de Delisle (1997) sobre información para crear y reflejar una clase activa en las aulas. Se menciona que mientras los alumnos exploran y resuelven tareas se les enseña contenido requerido para resolver problemas.

Asimismo, Schaber (2005) describe un método de enseñanza para el curso de dinámica de grupos. La clase de 24 estudiantes se dividió en grupos pequeños entre cinco y siete alumnos. Cada grupo participó en seis horas de aprendizaje basado en problemas y seis horas de observación. El modelo sirvió efectivamente como metodología instruccional para estimular la dinámica de grupos debido a que requirió que los estudiantes se acoplaran en el proceso de grupo al crear una estructura abierta para la discusión, negociación de metas, y creación del consenso del equipo.

2.1.2 Aprendizaje basado en proyectos. A continuación se presenta la definición del modelo, el procedimiento, los espacios requeridos, infraestructura, roles de los participantes y material de apoyo, contenidos, estrategias, técnicas y recursos, evaluación, comunicación, visión innovadora en el diseño y evidencias de aplicación del modelo de aprendizaje basado en proyectos.

2.1.2.1 Definición y procedimiento. De acuerdo con Navarro, Pertegal, Gil, González y Jimeno (2011) el aprendizaje basado en proyectos se refiere a un modelo de enseñanza que involucra a los estudiantes en la indagación para resolver problemas interesantes, que presenten un producto real. Cabe mencionar que los proyectos surgen de preguntas que no se pueden responder a través de la memorización y por tanto, sitúan al estudiante en una posición de agente activo en cuanto a la resolución de problemas y la toma de decisiones. Las actividades propuestas bajo este modelo se enfocan en las de tipo individual y en equipo y se relacionan con la premisa de aprender en conjunto.

Un proyecto es un esfuerzo que se lleva a cabo en un tiempo determinado para lograr el objetivo específico de crear un servicio o producto único. En términos generales, implica la realización de un proyecto a gran escala a lo largo de un período de tiempo bien definido y, admite que el proyecto pueda ser abordado en forma individual o en equipos (Ramírez, 2012).

El procedimiento para facilitar procesos de aprendizaje es a través de:

1. Diseño del proyecto donde se analice la situación, se discuta, se realicen entrevistas y lecturas para generar una propuesta.

2. Implementación/realización del proyecto, donde se planee, presente un prototipo y se implemente.
3. Presentación de los resultados, a través de un reporte con el fin de fundamentar y defender el proyecto.

2.1.2.2 Espacios e infraestructura. El modelo se puede usar en ambientes presenciales, mixtos, a distancia y móviles con espacios flexibles y basados en el trabajo colaborativo. En ambientes presenciales y mixtos se requieren instalaciones y mobiliario que permita una distribución variada además de equipo de cómputo y acceso a Internet. Por su parte, en ambientes a distancia y móviles es necesario contar con acceso a Internet y dispositivos de comunicación que permitan la comunicación a distancia y móvil.

2.1.2.3 Roles de estudiantes, facilitadores y equipo de apoyo multidisciplinar. El rol del alumno es activo, participativo, creativo, emprendedor y comprometido con su propio aprendizaje y el de sus pares. Se requieren competencias para la búsqueda y evaluación de información, así como para el trabajo colaborativo. El alumno desempeña diferentes roles como planeador, monitor, evaluador, colaborador, tomador de decisiones, comunicador, investigador e innovador.

Por su parte, el facilitador toma el rol de promotor de un ambiente colaborativo y motivador. Éste debe ofrecer información previa sobre el tema del proyecto y ser guía durante el proceso. El rol del asesor será el de un facilitador del proceso en donde su actividad será preguntar y guiar a los participantes a través del proceso. En este rol,

el asesor será el que determina o establece el ejercicio, se cerciora que las condiciones

de trabajo del equipo son las apropiadas y busca un buen proyecto. Asimismo, también es motivador ya que muestra interés y pone atención al trabajo del grupo, escucha y se convierte en un opositor que reta a través de preguntas, reta las decisiones y pregunta por qué se tomaron dichas decisiones; ayuda también al grupo a que encuentre su propia solución sobre situaciones difíciles que puedan originarse u ocurrir entre los miembros del equipo; será monitor del proceso de aprendizaje, experto o especialista y evaluador (Governs, 2001).

2.1.2.4 Contenidos, estrategias, técnicas y recursos. De acuerdo con Ramírez (2012) al tratarse de una estrategia cuyo fin es integrar la teoría con la práctica, los aprendices están en contacto con contenidos de las diversas disciplinas, al tiempo de aplicar estos contenidos en procedimientos específicos para desarrollar un proyecto, cuyo resultado deberá ser un producto académico concreto. Las estrategias que pueden usarse son sesiones con preguntas y respuestas, trabajo colaborativo, uso de tecnologías, casos, investigación, contextos, evaluación del proceso y del producto.

Las técnicas que pueden emplearse son exposición oral con apoyo de medios electrónicos trabajo en equipo, análisis, reflexión, analogía y comparación de conocimientos y experiencias previas con actuales, búsqueda y evaluación de información, debate y exposición oral con apoyo de medios electrónicos y multimedia (texto, video, audio). Por otra parte, los recursos materiales que se pueden usar son materiales impresos como periódicos y revistas, así como medios electrónicos, video y audio, al igual que recursos digitales.

2.1.2.5 Evaluación y comunicación. La evaluación puede realizarse mediante exámenes, rúbricas, bitácoras, auto-evaluación y co-evaluación, tanto del proceso como del producto. En el proceso se evaluaría a través del plan de trabajo, reportes escritos sobre avances, reflexiones individuales y de equipo, participación en juntas. En el producto se evaluaría la presentación oral individual, la organización del equipo, el material de apoyo y el producto desarrollado.

La comunicación varía dependiendo del tipo de ambiente de aprendizaje. En el ambiente presencial permite la interacción constante entre profesores y alumnos, así como entre alumnos y alumnos. En el ambiente mixto la comunicación puede ser personal o mediada por tecnología, de forma sincrónica o asincrónica. En el aprendizaje a distancia y móvil se requerirá de diferentes herramientas de comunicación a distancia como el correo electrónico y el acceso a una plataforma educativa.

2.1.2.6 Visión innovadora en el diseño y mirada de impacto. El aprendizaje basado en proyectos puede fomentar la integración de teoría y práctica, del saber y del hacer, a través de un producto concreto, el proyecto. Puede impactar en desarrollar las competencias para el aprendizaje para toda la vida, la capacidad de toma de decisiones y la propuesta de soluciones a problemas concretos y significativos.

2.1.2.7 Evidencias de aplicación del aprendizaje basado en proyectos. Un estudio es el que proponen Fernandez y Williamson (2003) quienes describen el uso del aprendizaje basado en proyectos en una secuencia de dos cursos sobre análisis de sistemas, diseño e implantación y e discuten las lecciones aprendidas de las

experiencias al enseñar estos cursos por un lapso de cinco años. Los autores indican que el aprendizaje orientado a proyectos es un enfoque centrado en el alumno en donde se trabaja en equipos para completar un proyecto abierto. Es ideal para la enseñanza, el análisis, diseño e implementación, especialmente cuando se combinan el análisis orientado a objetos y diseño de métodos.

Por su parte, Moursund (1999) inspira a los docentes con su visión de alta calidad en la educación y posteriormente muestra cómo integrar esa visión en el qué hacer de cada día dentro del salón de clases. Estas actividades son las que fomentan el desarrollo de la mente y motiva a los alumnos a una necesidad de aprendizaje para toda la vida. En tanto que Pfeifer (2002) presenta un artículo en el que demuestra los resultados positivos del aprendizaje por proyectos como método de enseñanza. Se describe también la utilidad de este modelo didáctico para que sus alumnos pudieran emular la forma en la que profesionales utilizan la tecnología. Adicionalmente, encontró que se requiere de cierta cantidad de tiempo para que se complete el proceso de aprendizaje por proyectos. Asimismo, apoyó a que los alumnos buscaran sus propios medios de contacto y colaboración.

2.1.3 Aprendizaje con casos. A continuación se presenta la definición del modelo, el procedimiento, los espacios requeridos, infraestructura, roles de los participantes y material de apoyo, contenidos, estrategias, técnicas y recursos, evaluación, comunicación, visión innovadora en el diseño y evidencias de aplicación del modelo de aprendizaje con casos.

2.1.3.1 Definición y procedimiento. El método de casos permite a los estudiantes desarrollar la habilidad de narración descriptiva basada en una situación o evento de la vida real. Los casos utilizados tienen tres elementos esenciales: están basados en la realidad, fomentan la investigación y desarrollan múltiples perspectivas por quienes los usan (Merseth, 1996).

De acuerdo con Ramírez (2010) este modelo provee oportunidades para conocer con profundidad los casos y decisiones en una situación real para opinar, para sentir la presión y reconocer riesgos y, para exponer nuestras ideas a los otros. Los casos también son una buena herramienta para probar lo comprendido de la teoría y desarrollar comprensión.

El procedimiento para facilitar procesos de aprendizaje es a través de:

1. Seleccionar o redactar un caso para usar en un ambiente de aprendizaje.
2. Solicitar la lectura completa del caso.
3. Identificar los elementos importantes a considerar en la discusión: los personajes, los hechos, las situaciones problemáticas y posibles alternativas de solución.
4. Discutir en grupo pequeño.
5. Realizar preguntas en sesión plenaria ¿Qué ocurre?, ¿Cuándo?, ¿Dónde?, ¿Por qué?, ¿Quién participó en la toma de decisiones?, ¿Cuáles son las consecuencias de las decisiones? y ¿Qué decisiones sugieren y se deben tomar?
6. Valorar la participación en el caso y el nivel de análisis para la toma de decisiones.

2.1.3.2 Espacios e infraestructura. Se puede usar en ambientes presenciales, de aprendizaje mixto, a distancia y móvil, con espacios flexibles. Para ambientes presenciales se propone que el mobiliario del lugar pueda moverse a fin de formar grupos de trabajo de forma circular así como semicírculos al momento de realizar sesiones plenarias. En cambio para ambientes mixtos, a distancia y móviles se requiere de una plataforma educativa que permita interacciones a través de foros de discusión.

2.1.3.3 Roles de estudiantes, facilitadores y equipo de apoyo multidisciplinar. El rol del alumno es activo y requiere ciertas competencias como escuchar, trabajar colaborativamente, asertividad y manejo de tecnologías de información y de las comunicaciones. El rol del facilitador es flexible para diseñar contenidos y ambientes para fomentar este tipo de aprendizajes.

2.1.3.4 Contenidos, estrategias, técnicas y recursos. Los contenidos que pueden ser trabajados son temas de cualquier área disciplinar, así como contenidos de habilidades y actitudes para la resolución de problemas, comunicación, asertividad, búsqueda de soluciones, argumentación y creatividad. Las estrategias que pueden usarse son evaluación, investigación, análisis, metacognición y aprendizaje colaborativo (Ramírez, 2012).

Las técnicas que pueden emplearse son foro de debate, panel, exposición, entrevistas, discusión de problemas en pares, ejercicios, escritura de conceptos previos, búsqueda de información y comparación de conceptos. Los recursos que pueden apoyar son los recursos presentes en el ambiente como el pizarrón, lecturas, videos y

en el caso del ambiente mixto, a distancia y móvil la plataforma educativa y recursos multimedia.

2.1.3.5 Evaluación y comunicación. La evaluación puede realizarse mediante la autoevaluación, co-evaluación, evaluación de pares y rúbricas. De acuerdo con Wassermann (2006) una propuesta de estrategias para evaluar el trabajo con casos se agrupan en tres categorías:

³⁵/₁₇ Participación en clase. La participación en clase da la oportunidad de conocer, a través del análisis de las intervenciones, cómo procesan los datos los alumnos y cómo razonan al interpretarlos.

³⁵/₁₇ Actividades generativas. Se refiere a las tareas de evaluación donde los alumnos aplican lo que aprendieron de un modo nuevo y creativo, por ejemplo, a través de proyectos escolares o presentaciones de los alumnos.

³⁵/₁₇ Actividades analíticas. Sirven para valorar la capacidad de recordar análisis inteligentes de los datos, éste es un aspecto del pensamiento crítico.

La comunicación puede darse sincrónica o asincrónica, dependiendo del ambiente de aprendizaje y con diferentes medios de comunicación cuando así lo amerite como correo electrónico, chat, foro de discusión en plataforma educativa.

2.1.3.6 Visión innovadora en el diseño y mirada de impacto. Mediante el aprendizaje con casos se puede fomentar la discusión basada en los hechos problemáticos que deben ser encarados en situaciones de la vida real. Se posibilita la

expresión de actitudes de diversas formas de pensar a través de la discusión o intercambio de participaciones. Puede impactar como un elemento que fomenta la toma de decisiones o resolución de problemas en contextos de la vida real.

2.1.3.7 Evidencias de aplicación del uso de casos. Son Austin y Packard (2009) quienes presentan un artículo que describe la importancia que ha tomado en los últimos años, el uso de casos de estudio en los programas de educación profesional. El análisis del aprendizaje basado en casos está dividido en los siguientes componentes: 1) la búsqueda para practicar la sabiduría emergente a analizar casos en el contexto de herramientas administrativas, 2) discusión de casos en el salón, incluyendo preparación tanto del instructor como del alumno. Así también selección de casos e integración en el curso, análisis de cada apartado del caso, casos designados para ciertos perfiles de alumnos, entre otros. 3) Conclusión que identifique los alcances y limitaciones del aprendizaje basado en casos.

En tanto, Apaydin (2008) presenta un estudio donde comenta los beneficios y limitaciones del método de casos, una de las técnicas de aprendizaje participativas y lo relaciona con la cultura de Turquía. Por su parte Chen, Shang y Harris (2006) presentan un estudio describe el método de casos como un medio de instrucción que puede mejorar el proceso cognitivo de aprendizaje. Se comenta que este método es utilizado principalmente en clases frente a frente. Sin embargo, se menciona que cuando se aplica en una clase a distancia, el aprendizaje puede variar. Por lo tanto, es en este documento donde se reporta un estudio que compara el uso del método de casos en la enseñanza cara a cara y los ambiente asincrónicos a distancia.

2.1.4 Modelo de aprendizaje activo. En este apartado se presenta la definición del modelo, el procedimiento, los espacios requeridos, infraestructura, roles de los participantes y material de apoyo, contenidos, estrategias, técnicas y recursos, evaluación, comunicación, visión innovadora en el diseño y evidencias de aplicación del modelo de aprendizaje activo.

2.1.4.1 Definición y procedimiento. El aprendizaje activo de acuerdo con Szczerbacki, Duserick, Rummel, Howard, y Viggiani (2000) se basa en teorías cognitivas y socioculturales donde el aprendizaje es dinámico y de construcción social. Se popularizó a principios de los años noventa como técnicas que buscaban integrar a los alumnos en los procesos de aprendizaje en las aulas (Schweitzer, Gibon y Collins, 2009).

El aprendizaje activo es el modelo que pretende alcanzar el desarrollo de las capacidades del pensamiento crítico y del pensamiento creativo, en donde la actividad de aprendizaje está centrada en el educando. Asimismo, en el proceso de implantación del aprendizaje activo, se requiere seguir el flujo natural del proceso de aprendizaje de cada persona, en vez de imponer la secuencia de enseñanza que quiere el educador (Chirino, 2007).

Los elementos que se pueden observar en este proceso de aprendizaje son:

- ³⁵₁₇ Aprender en colaboración.
- ³⁵₁₇ Organizarse.
- ³⁵₁₇ Trabajar en forma grupal.
- ³⁵₁₇ Fomentar el debate y la crítica.

- ³⁵/₁₇ Responsabilizarse de tareas.
- ³⁵/₁₇ Aprender a partir del juego.
- ³⁵/₁₇ Desarrollar la confianza, la autonomía, y la experiencia directa.
- ³⁵/₁₇ Utilizar la potencialidad de representación activa del conocimiento.
- ³⁵/₁₇ La representación activa y audiovisual del conocimiento se da a través de la interpretación de mapas conceptuales, diagramas y gráficos, actividades interactivas, presentaciones en computadoras.

Para efectos del estudio que aquí se presenta, el aprendizaje activo se conceptualiza como un modelo basado en el paradigma sociocultural y cognitivo. Está informado por el paradigma sociocultural por el hecho de que el conocimiento se construye socialmente en una conversación entre alumno-alumno y el alumno-docente. Asimismo, se nutre del paradigma cognitivo al indicar que el conocimiento es asimilado en diferentes estructuras mentales de acuerdo con la teoría de desarrollo psicogénico de Piaget (1962). En el modelo se utilizan estrategias y técnicas, como el aprendizaje por descubrimiento y el reforzamiento positivo respectivamente. El ambiente de aprendizaje juega un papel importante y busca fomentar un rol colaborativo de acuerdo con la propuesta de Dillenbourg (1999). Con el aprendizaje activo se busca potencializar el aprendizaje autorregulado y la responsabilidad de tareas. En la siguiente figura se presenta la estructura del modelo de aprendizaje activo con relación a los paradigmas que le dan origen y las estrategias y técnicas que parten del mismo.

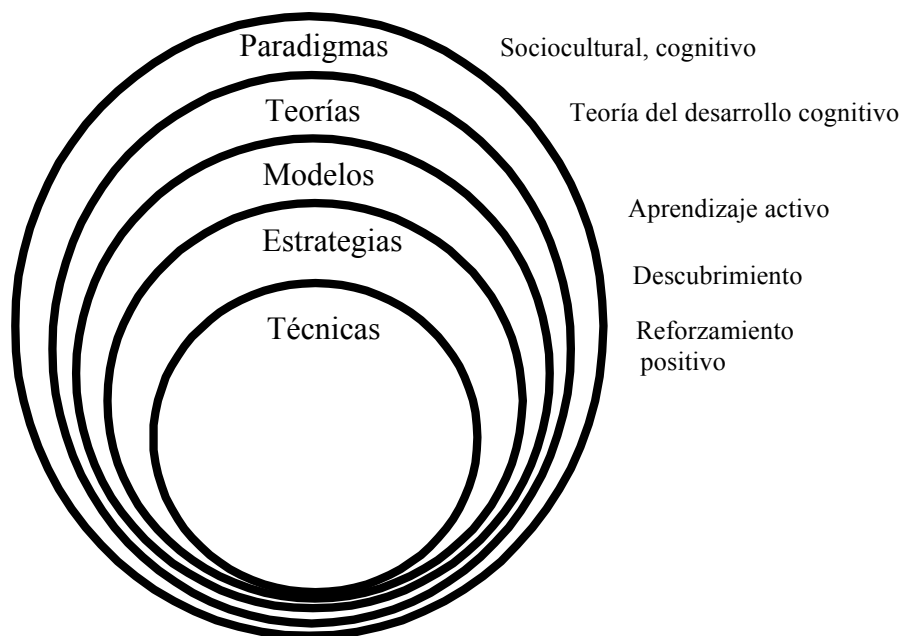


Figura 4. Diferentes niveles de articulación del conocimiento científico del aprendizaje activo.

2.1.4.2 Espacios e infraestructura. Se caracteriza por utilizarse en ambientes de aprendizaje presenciales ya que se requiere de la adecuación del mobiliario para integrar el trabajo en grupos pequeños, de esa forma se promueve un aprendizaje colaborativo y al mismo tiempo de auto-aprendizaje. Los recursos que se requieren en el modelo presencial son la distribución del mobiliario en grupos pequeños, mesas, sillas, así como los recursos del aula para resolver problemas (pizarrón, presentaciones, libro, cuaderno, computadora y equipo multimedia).

2.1.4.3 Roles de estudiantes, facilitadores y equipo de apoyo multidisciplinar.

De acuerdo con Koopmann (2002) los estudiantes deben de atravesar las siguientes cuatro etapas en el proceso de aprendizaje activo:

- a) Observación y reflexión: Revisar, cuestionar e integrar la información producto de la experiencia.

- b) Formación de conceptos y reflexiones: Aprender creando teorías lógicas.
- c) Experimentación activa: Aplicar los conceptos en nuevas situaciones o toma de decisiones.
- d) Experiencia concreta: Involucrarse en nuevas experiencias.

En la siguiente tabla se presenta en qué consiste cada etapa de acuerdo con la propuesta de Watkins (2003).

Tabla 1
Descripción de las etapas del aprendizaje activo.

Etapas	En qué consiste	Responsabilidad de los estudiantes	Aprender sobre el aprendizaje activo
Hacer	Las tareas estimulan la actividad de los estudiantes (discusión de casos, proyectos comunitarios, análisis y resolución de problemas sociales, simulaciones, juegos y dinámicas)	Los estudiantes eligen y planean sus estrategias de trabajo.	Se anima a los estudiantes a observar aspectos de su aprendizaje mientras están involucrados en las tareas.
Revisar	Los estudiantes se detienen para tomar conciencia de lo que ocurrió en el proceso, qué fue importante, cómo se sintieron.	Los estudiantes monitorean su progreso y revisan su plan.	Los estudiantes describen lo que observaron y revisan su aprendizaje (objetivos, estrategias, sentimientos, productos, contexto)
Aprender	Se explicitan las nuevas ideas y perspectivas que la actividad permitió generar.	Los estudiantes pueden identificar por ellos mismos qué es lo que aprendieron.	Se identifican los elementos que afectan el progreso y proponen nuevas estrategias.
Aplicar	Se planean acciones futuras a la luz de los nuevos hallazgos o conocimientos. Se examina la posibilidad de transferir lo aprendido a otras situaciones	Los estudiantes revisan sus planes tomando en cuenta sus aprendizajes recientes.	Los estudiantes planean cómo continuar observando y experimentando sus estrategias de aprendizaje.

De acuerdo con Chirino (2007) el docente en el aprendizaje activo es quien asume el rol de mediador en los procesos de enseñanza-aprendizaje, y no sólo

instructor de contenidos conceptuales, debe poseer un perfil de orientador de procesos de formación integral del alumnado.

Dos aspectos básicos que debe presentar el perfil de un buen profesional de la educación, que aspire a una formación global de todo el alumnado, son:

³⁵/₁₇ Mediador: atiende al concepto de diversidad

³⁵/₁₇ Orientador: el eje vertebrador de la acción educativa es el individuo y no los contenidos.

Es importante también que los docentes se concienticen sobre la relevancia de apoyar a los alumnos en el proceso de estudio de las diferentes temáticas educativas. Es necesario que los docentes lo intenten y que abran el camino para experimentar nuevas técnicas en el salón de clase para que los alumnos piensen, comenten, discutan con interés, aprendan y así el maestro revalore su trabajo docente (Secretaría de Educación Pública, 2011a).

2.1.4.4 Contenidos, estrategias, técnicas y recursos. Para lograr el funcionamiento del aprendizaje activo se requiere la integración de clases expositivas apoyadas por estrategias de aprendizaje. A su vez, las estrategias pueden ser de dos tipos: pedagógicas o tecnológicas. Las estrategias pedagógicas contemplan diferentes metodologías y técnicas de enseñanza (descubrimiento, reforzamiento positivo). Mientras que las estrategias tecnológicas están en función de aspectos mediáticos e informáticos.

El aprendizaje por descubrimiento está fundamentado en la Teoría de Piaget (1962) y de la cual Novak (1982) la retoma y la indica como una estrategia de

participación activa de los alumnos en los procesos de ciencias. Así se entiende como una alternativa a los métodos tradicionales pasivos donde está presente la memorización. Se indica que las actividades de clase se deben basar en el planteamiento, análisis y resolución de situaciones abiertas en donde el propio sujeto construye sus principios. Mediante esta estrategia se fomenta la adquisición de pensamiento formal que permite al alumno resolver cualquier problema en cualquier dominio de conocimiento. De esta forma, el alumno encuentra sus propias soluciones a los problemas y aprende haciendo. Asimismo, la actividad de tipo activa de la estrategia, mediante el contacto directo con el problema, implica una mayor motivación en los estudiantes.

Por su parte, Bados y García-Grau (2011) indican que el reforzamiento positivo es un procedimiento o técnica que consiste en presentar un supuesto reforzador a favor de presentar una conducta con la intención de incrementarla o mantenerla. Es una técnica operante de la conducta, la cual puede ser un procedimiento o un proceso en sí misma en donde se busca incrementar o mantener una conducta como resultado de un evento (reforzador positivo) en una conducta percibida.

2.1.4.5 Evaluación y comunicación. En la siguiente tabla se pueden identificar las principales metas que el docente debe trabajar para lograr una evaluación del aprendizaje significativo del contenido presentado a sus alumnos:

Tabla 2
Metas para el aprendizaje significativo de matemáticas en alumnos de primaria (Chirino, 2007).

Metas	Resultados esperados
-------	----------------------

a) Que los alumnos se interesen por buscar por su cuenta la manera de resolver los problemas que se les plantean.	Poder afrontar el desconcierto del principio para que los alumnos encuentren las soluciones a los problemas. El ambiente en el aula cambiará porque los alumnos compartirán sus ideas, habrá acuerdos, se expresarán con libertad y se percibirá una reflexión real en torno al problema que se desea resolver.
b) Acostumbrarlos a leer cuidadosamente la información que acompaña a los problemas.	Se debe investigar la forma en la que los alumnos analizan la información que reciben tanto de forma oral como escrita.
c) Que muestren una actitud adecuada para trabajar en equipos.	Se debe procurar la integración del trabajo en equipo ya que ofrece la posibilidad de expresar ideas y enriquecerlas con las opiniones de los demás, favorece una actitud de colaboración y habilidad para argumentar.
d) El manejo adecuado del tiempo para concluir las actividades.	Se debe insistir en que es más provechoso dedicar el tiempo necesario para que los alumnos adquieran conocimientos con significado, desarrollen habilidades para resolver los problemas y seguir aprendiendo en vez de llenarlos con información sin sentido para cubrir los planes de estudio.
e) La búsqueda de espacios para compartir experiencias de docentes.	Se deben buscar espacios (foros, congresos, simposios) para un intercambio experiencias exitosas o no para perfeccionar el trabajo docente.

La comunicación se da de forma sincrónica en el aula entre los compañeros de grupos pequeños.

2.1.4.6 Visión innovadora del diseño y mirada de impacto. De acuerdo con Wu (2002) el aprendizaje activo es un proceso o actividad impulsada por la motivación intrínseca con metas de aprendizaje, contenido de aprendizaje, plan de aprendizaje y programa de aprendizaje donde los alumnos pueden tener control efectivo de sus actividades y progreso de aprendizaje a través del auto-monitoreo, auto-realimentación y auto-regulación. Por tanto, se entiende que el crecimiento del conocimiento ocurre cuando un punto de vista es enfrentado en un ambiente donde se liga la teoría, la acción y la reflexión.

2.1.4.7 Evidencias de aplicación del modelo de aprendizaje activo. En el sector de educación universitaria se cuenta con experiencia documentada sobre el aprendizaje activo en diferentes programas y proyectos académicos tales como el proyecto para promover el aprendizaje activo en un curso de problemas sociales a nivel universitario (Fuller, 1998). En el estudio se analizan datos reales para descubrir algunas de las tendencias y patrones de los principales cambios sociales y diferencias que contempla la sociedad de Estados Unidos.

Se evidencia que si los propios estudiantes analizan sus datos y tratan de interpretar los patrones estadísticos mediante programas computacionales, los resultados son más significativos a diferencia que si solamente se les presentan datos para ser leídos. El experimento se desarrolla principalmente con estudiantes de segundo año universitario y se evalúa a una población de 50 alumnos.

Se representan 26 áreas académicas de concentración tales como sociología, ingeniería, inglés, química e historia y destacó que la mayoría de las demás áreas correspondía a ciencias sociales. Se utiliza el libro de texto de Frey titulado *Investigating Change in American Society* y el programa computacional *StudentChip* para proveer el contexto teórico y conceptual para interpretar el análisis de datos.

De acuerdo con Fuller (1998) algunas ventajas pedagógicas potenciales tras incorporar ejercicios de computadoras en el aula como el que los estudiantes pueden aprender y retener más como resultado de su participación activa. Se menciona también que al trabajar en actividades diseñadas para grupos pequeños se fomenta al proceso de aprendizaje (McKeachie, 1994) ya que de esa forma se estimula la participación de los estudiantes, se alienta hacia una participación significativa y se ofrecen oportunidades a los alumnos al aprendizaje a través de la revisión de pares.

De igual forma, se menciona que al trabajar con ejercicios en la computadora se incrementan las habilidades de razonamiento cuantitativo de los estudiantes tales como la identificación de cómo se pueden utilizar datos cuantitativos, el abordar preguntas significativas, formulación y prueba de hipótesis, obtención de conclusiones de datos empíricos y en general, la evaluación de evidencia referente a la propuesta empírica.

Destaca el hecho que de acuerdo con Fuller (1998) las habilidades desarrolladas son aplicables a diferentes cursos y carreras así como en la vida de las personas. Asimismo, se presentan algunas dificultades en el estudio ya que se requiere que los estudiantes tengan acceso a equipos de alta tecnología y en el aula donde se monta el experimento se debe tener la capacidad para ofrecer una computadora a cada alumno. Además, existen problemas relacionados con la gran inversión del tiempo del profesor para preparar y diseñar la clase antes de implementarla.

De igual modo, Freeman, O'Connor, Parks, Cunningham, Hurley, Haak, Dirks y Wenderoth (2007) indican cinco diseños de cursos que varían en la estructura de ejercicios de aprendizaje activo, en formato diario y semanal, con la intención de disminuir la tasa de reprobación en los cursos de biología de nivel superior. A los estudiantes se les asignan preguntas de opción múltiple diariamente y se contestan mediante dispositivos de respuesta electrónica. Las respuestas pueden ser de acuerdo con dos formatos de pregunta: 1) correcto /incorrecto y 2) solo participación.

Los resultados demuestran que al comparar con las versiones anteriores del curso dictado por el mismo profesor, el desempeño de los estudiantes en el curso con el nuevo diseño es mejor. Se percibe una menor tasa de fracaso, puntajes más altos en los exámenes, y notas finales más altas.

Asimismo la asistencia se incrementa en las sesiones donde se utilizan dispositivos electrónicos, los estudiantes resultan mejor evaluados en las preguntas del tipo correcta/incorrecta en comparación con las de participación. Por lo tanto, se comprueba que el desempeño de los estudiantes se incrementa cuando se prescriben ejercicios regulares de aprendizaje activo haciendo uso de dispositivos tecnológicos.

La experiencia obtenida en la Escuela de Negocios de la Universidad Alfred (AU por sus siglas en inglés) tras haber implementado una cultura de aprendizaje activo por más de dos décadas se fundamenta en académicos de todas las disciplinas quienes han transformado gradualmente sus estilos pedagógicos para incluir módulos que integren conceptos teóricos con aplicaciones vivenciales (Szczerbacki et al., 2000).

Se indica que no todos los miembros de la facultad están familiarizados con el enfoque pedagógico del aprendizaje activo, sin embargo, poco a poco ha ganado aceptación ya que los docentes se han dado cuenta que los alumnos están más comprometidos con el proceso de aprendizaje cuando se utiliza un enfoque de aprendizaje activo en una clase.

Dentro de los aspectos actuales que impactan el compromiso de la universidad para el desarrollo de una política de aprendizaje activo se encuentra el poder realizar una evaluación pertinente en todos sus grados sobre el avance en los cursos que utilicen el aprendizaje activo como un modelo didáctico, la integración del currículo con estrategias de aprendizaje activo y la mejora continua de la oferta académica al revisar planes de estudio y formación de docentes.

De acuerdo con Szczerbacki et al. (2000) el aprendizaje activo, visto como una filosofía educativa, ofrece a los estudiantes la oportunidad de tomar responsabilidad

personal de su aprendizaje y es por ello uno de los pilares en el currículo de la universidad donde se llevó a cabo el estudio.

Al hablar del uso del aprendizaje activo en el aula para pasar de una transmisión unilateral de conocimientos por parte del profesor hacia un ambiente en donde se fomente la autoformación de los estudiantes destaca el proyecto desarrollado por la Universidad Politécnica de Valencia (Rebollo, 2001). La base del estudio consiste en utilizar el ciclo de aprendizaje por experiencias en el curso de Introducción a la Informática, el cual es descrito en la Figura 2.

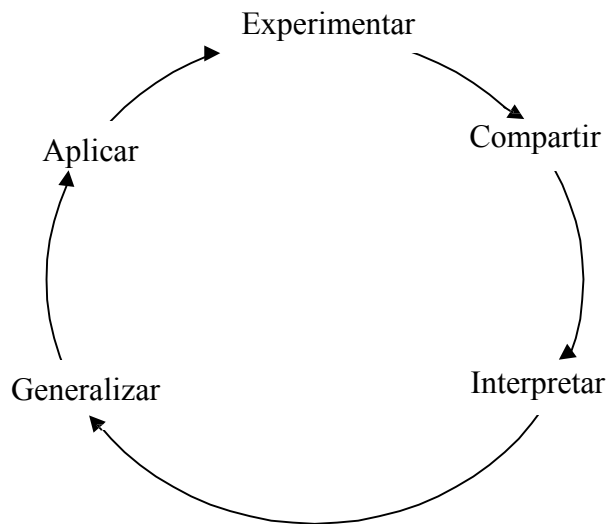


Figura 5. Ciclo de aprendizaje por experiencias. Rebollo (2001)

En el estudio se demuestra que el ciclo de aprendizaje por experiencias es un método que incentiva en el alumno el desarrollo del aprendizaje autónomo con la característica de que el modelo se ajusta a los perfiles de los alumnos de enseñanza superior así como a los distintos estilos de aprendizaje analizados en el caso (activistas, reflexivos, teóricos, pragmáticos).

De acuerdo con Rebollo (2001) el método permite explicar conceptos teóricos partiendo de observaciones y experiencias. Existen algunas condiciones percibidas tales como el tiempo requerido para llevar a cabo las sesiones lo suficientemente largas para trabajar los conceptos sin limitaciones así como el tamaño de los grupos ya que el método es más práctico con grupos de trabajo medianos o pequeños.

A todo esto, a principios del año 2000 las instituciones de educación superior de Estados Unidos inician con el diseño de proyectos que involucran metodologías pedagógicas combinadas con ambientes enriquecidos con tecnología. Beichner y Saul (2003) así como Gaffney, Richards, Kustusch, Ding y Beichner (2008) analizan el proyecto SCALE-UP (*Student-Centered Active Learning Environment for Undergraduate Programs*) desarrollado por la Universidad Estatal de Carolina del Norte (NSCU por sus siglas en inglés) e indican que el concepto se refiere a un lugar donde se propicia el trabajo colaborativo y que la distribución física y del ambiente juegan un papel importante en la instrucción pedagógica.

Se menciona la forma de trabajar a través de equipos, por ejemplo, se realiza una asignación de tres grupos (nombrados A, B y C) quienes se sientan alrededor de una mesa circular y en las paredes del aula pueden encontrar pizarrones electrónicos además, cada grupo dispone de una laptop para navegar en la red.

En el caso de la Universidad Estatal de Carolina del Norte, el sitio original de SCALE-UP, el proyecto consiste en una distribución de once mesas con nueve estudiantes cada una. Cabe mencionar que la mayoría de las clases duran de 10 a 15 minutos en actividades tangibles y ponderables como simulaciones o resolución a preguntas interesantes y problemas.

De acuerdo con Beichner, Saul, Allain, Deardorff y Abbott (2000) las interacciones sociales entre estudiantes y con los docentes parecen demostrar que son el ingrediente activo que hace que el modelo funcione en áreas como física, química, matemáticas, biología, astronomía, ingeniería y hasta en cursos de literatura.

Otro modelo que ha tomado importancia en las universidades de Estados Unidos, es conocido como TEAL (*Technology Enabled Active Learning*) diseñado por el Instituto Tecnológico de Massachusetts (MIT por sus siglas en inglés) y que de acuerdo con Dori y Belcher (2005) la estrategia de enseñanza es muy útil para el área de ingeniería. Dentro de los resultados que se han evidenciado destaca que existe una construcción social del conocimiento, se mejora la participación y motivación de los alumnos.

De acuerdo con Pundak y Rozner (2007) existe un consenso entre las instituciones de educación superior acerca de que la evaluación de la instrucción tradicional en los cursos de ciencia básica no están teniendo los mejores resultados y que la mayoría de los estudiantes que completan esos cursos no obtienen conocimiento acerca de los conceptos básicos y desarrollan un enfoque negativo hacia las ciencias.

Por ello, se han propuesto una serie de métodos en los últimos años enfocados al aprendizaje activo en la participación de los estudiantes. Los métodos desarrollados en el MIT y en la NSCU son confiables y por tanto se adopta su enfoque en otras universidades (Beichner y Saul, 2003; Dori y Belcher, 2005).

En el estudio descrito por Pundak y Rozner (2007) se menciona que se adopta el modelo Rogers (1995) el cual se utiliza para evaluar el grado de adopción de una innovación pedagógica en siete miembros del cuerpo académico. Mediante el análisis

de entrevistas y datos de las observaciones se identifican cuatro factores que influyen

en la adopción de la innovación: que los docentes estén preparados realmente para aprender el estado del arte del aprendizaje activo, el desarrollo de un modelo local y adaptado a las creencias de los docentes, el dominio de las TIC del docente y el diseño del docente para dar soluciones creativas a los problemas que emerjan durante las clases.

Por su parte, Penwell, Elswa y Pitzer (2004) presentan el caso del programa de laboratorio de enseñanza de Ciencias Biológicas en la Universidad Internacional de Florida (FIU por sus siglas en inglés). Durante el estudio, se identifica que las mejoras en la calidad y cantidad de conocimiento aprendido y retenido por los estudiantes no son significativos por lo que es necesario incorporar un cambio de enfoque que tenga sustento para ser adoptado como modelo pedagógico de enseñanza.

Se indica que mientras se realizan los cambios, se hace aparente la necesidad de reestructurar el entrenamiento y desarrollo de los asistentes de enseñanza, que involucre al instructor en un nivel más cognitivo e interactivo con los estudiantes. Es así como la Universidad Internacional de Florida prepara a los asistentes de enseñanza con un constructo pedagógico general que requiere un nivel alto de entrenamiento instruccional y colaborativo para ayudar a mejorar el aprendizaje y retención de los estudiantes en el programa de enseñanza del laboratorio.

Por lo tanto, el modelo a seleccionar es el aprendizaje cooperativo y se utiliza uno de los cinco constructos básicos que lo componen. De acuerdo con Felder y Brent (1994) los cinco constructos básicos que son importantes cuando se desarrolla una pedagogía de aprendizaje cooperativo son: interdependencia positiva, promover la interacción cara a cara de los estudiantes, reconocimiento de trabajo individual y

grupal, habilidades interpersonales y de grupo pequeño y procesamiento de grupo. Los

resultados del estudio indican que el modelo pedagógico es benéfico tanto para los asistentes de enseñanza como para los estudiantes en sus clases (Penwell, Elswa y Pitzer, 2004).

Respecto a la factibilidad del aprendizaje activo a nivel universitario en el área de ingeniería destaca el estudio de Prince (2004) quién argumenta que el aprendizaje activo ha llamado la atención de algunos miembros de la facultad como una alternativa a los métodos tradicionales de enseñanza mientras que otro grupo de profesionales de la educación considera que el método es una moda del área.

Para ejemplificar el modelo se presenta la aplicación en el área de ingeniería y se discute primeramente en qué consiste el aprendizaje activo y en qué se diferencia del modelo tradicional, puesto que existe la confusión si un modelo tradicional es considerado activo per sé, al realizar actividades en el aula y en laboratorios. Por ello, Prince (2004) presenta los diferentes tipos de aprendizaje activo que más se discuten en la literatura de la ingeniería e identifica al aprendizaje colaborativo, al aprendizaje cooperativo y aprendizaje basado en problemas.

Dentro de los resultados obtenidos del estudio se encuentra que los estudiantes recuerdan más el contenido si se introducen actividades breves a la lectura. Así también, se identifica que los docentes deben diseñar sus cursos para promover ambientes de colaboración y cooperación. Se sugiere que los docentes consideren a los modelos no tradicionales para promover el desempeño académico y actitudes positivas en los alumnos.

Una de las conclusiones del estudio de Prince (2004, p. 229) indica que: “la enseñanza no puede reducirse a métodos con fórmulas y el aprendizaje activo no es la cura a los problemas educativos...” , sin embargo, el autor sugiere que los docentes

adopten nuevos modelos de enseñanza, como el aprendizaje activo, a fin de conocer las ventajas que pudieran brindarles en su práctica y una vez que se tuvo la experiencia, poder discernir entre modelos tradicionales y no tradicionales de enseñanza.

Por otra parte, a nivel internacional destaca el estudio de De Graaff (2005) quién menciona que los modelos de aprendizaje activo son una tendencia notable en la educación del área de ingeniería. Se indica que la mayoría de las Universidades Tecnológicas de Europa actualmente aplican uno o varios métodos de aprendizaje activo en su currículo. En el reporte del autor se presentan algunas prácticas del aprendizaje activo en el área de ingeniería y se destacan en algunas aplicaciones en instituciones como la Universidad Tecnológica de Delf en Holanda, La Escuela de Mines en Francia, el Franklin W. Olin College en Estados Unidos y el Tecnológico de Monterrey en México.

En los casos presentados, se analizan los ejemplos sobre los beneficios tras haber introducido diferentes modelos de corte activo (aprendizaje basado en problemas, aprendizaje colaborativo, aprendizaje basado en proyectos) en su currículo.

Otras experiencias del contexto internacional sobre el uso del aprendizaje activo son descritas en el proyecto PRACTICA entre el gobierno holandés y las instituciones de Ghana, la Universidad de Cape Coast y la Universidad de Educación Winebba (Stoffelsma y Monney, 2007).

Se indica que las dos universidades involucradas en el desarrollo de la enseñanza de ciencias y matemáticas en Ghana son asesoradas para adoptar las tendencias globales para mejorar su capacidad de entrenamiento en cuanto a la

formación de mejores docentes calificados en las áreas de ciencias y matemáticas. En Esta obra está sujeta a la licencia Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 3.0 Unported de Creative Commons. Para ver una copia de esta licencia, visite <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/3.0/>. 66

el proyecto se implementan acciones puntuales respecto a cambiar la forma de enseñanza hacia una del tipo centrada en el estudiante y se desarrollan libros y manuales para los cursos.

Por su parte, Neto, Williams y Carvalho (2010) presentan un estudio sobre el aprendizaje activo en dos cursos universitarios del sistema educativo portugués. Además de los beneficios relacionados con un mayor involucramiento de los alumnos en lo que se les enseña al incorporar el aprendizaje activo en el aula se identifica que se promueve el trabajo autónomo afuera de las clases al extender el modelo activo más allá del período de clase.

En el estudio se presenta información sobre diferentes herramientas utilizadas para incentivar el aprendizaje activo tales como: Matriz de Monitoreo del Aprendizaje de Actividades (LAMM por sus siglas en inglés) utilizada para monitorear las actividades del alumno en el aula, Sistemas de Administración del Aprendizaje en Línea (LMS por sus siglas en inglés) el cual es una plataforma que les facilita a los estudiantes la votación de pares y el Kit de Evaluación Personal y Grupal de Recursos (SPARK por sus siglas en inglés) el cual provee apoyo en línea que permite a los alumnos desarrollar el trabajo colaborativo para la realización de revisión de pares y autoevaluaciones.

Al hablar de evaluación de pares resalta importante mencionar el estudio de Odom, Glenn, Sanner y Cannella (2009) quienes presentan a la evaluación de pares como estrategia del aprendizaje activo. En el estudio se indica que los docentes de un curso de investigación a nivel universitario reconocen que a muchos alumnos se les dificulta el concepto de cómo criticar un artículo de investigación ya que el método tradicional no maximiza los aprendizajes de los alumnos.

La estrategia de aprendizaje activo de revisión de pares se utiliza para mejorar el entendimiento y compromiso de los estudiantes en el proceso de crítica. Para la estrategia de aprendizaje activo se involucran grupos de cinco de estudiantes quienes trabajan juntos como un equipo para evaluar el trabajo de otros grupos de estudiantes haciendo uso de una rúbrica de evaluación.

Los resultados demuestran que la estrategia de revisión de pares mediante el aprendizaje activo es una experiencia positiva tanto para los alumnos como para los docentes ya que la estrategia les permite a los alumnos utilizar habilidades de alto nivel de pensamiento, trabajar colaborativamente y evaluar el trabajo escolar desarrollado por sus pares. Asimismo, les permite observar cómo otros estudiantes desarrollan sus propias críticas y aprenden de sus errores y se benefician de sus logros. Como resultado, los estudiantes pueden usar a futuro lo que aprenden a través de la actividad de evaluación de pares para revisar y desarrollar sus propias críticas antes de ser enviadas a los docentes (Odom, Glenn, Sanner y Cannella, 2009).

En tanto, Hackbert (2006) indica que el aprendizaje activo contribuye en la educación del área de emprendimiento en acciones como la participación y elaboración de experiencias memorables y facilitando el aprendizaje efectivo y durable. Se presenta un estudio desarrollado en cursos de emprendimiento en el currículo de una escuela de artes de nivel universitario en donde por mucho tiempo se habían utilizado los modelos de Dale (1946), Bloom (1956) y Kolb (1984).

Se determina que el reto para mejorar los procesos de enseñanza-aprendizaje del área consiste en diseñar actividades donde se incentive el aprendizaje activo para que de esa forma los estudiantes se motiven y expandan sus esfuerzos para colaborar en experiencias del mundo real.

Un detalle importante a considerar es el análisis de aceptación o rechazo de los docentes hacia la inclusión de un modelo de aprendizaje activo en el currículo universitario. Por ello, en la Universidad de Zaragoza se evalúa qué estaba ocurriendo tras incluir modelos de enseñanza activos.

De acuerdo con Vicente-Oliva y Tirapo (2006) el primer paso es determinar los tres tiempos de la Metodología P.E.R: preparación, ejecución y reflexión. Mientras que Selmes (1988) indica que en cada uno de los tiempos deben considerarse las preguntas ¿qué? relacionado con el resultado esperado y ¿cómo? con el proceso que se sigue.

Si se aplica el concepto hacia el área de la metacognición se tiene que un estudiante metacognitivamente maduro es el que sabe comprender y cómo debe de trabajar mentalmente para comprender. Así, se tienen dos dimensiones de la metacognición, la metacognición como conocimiento y la autorregulación de operaciones mentales (Burón, 1993). Después de llevar a cabo el estudio, se identifican aspectos positivos por parte de los alumnos como la valoración del método didáctico de enseñanza ya que la mayoría considera satisfactorio cursar asignaturas donde se empleen metodologías activas de aprendizaje aunque se encuentra un porcentaje de alumnos resistentes al cambio.

De acuerdo con Vicente-Oliva y Tirapo (2006) se puede identificar el papel del docente y del alumno cuando se incluye una metodología activa, por un lado el docente debe: formular el objetivo de la actividad, organizar el trabajo por grupo o de forma individual, aportar material, proporcionar información esencial, formular ejemplos específicos, planear problemas y estimular hacia la intuición. Por parte de los alumnos corresponde: analizar las instrucciones, planificar el trabajo, consultar el

material, explorar, intercambiar experiencias con el grupo de trabajo, rectificar errores y confirmar aciertos.

Por su parte, Kim (2009) propone un estudio en el que investiga los efectos de incorporar estrategias de aprendizaje activo en grupos pequeños con actividades auténticas y reportes individuales que se utilizan para mejorar el aprendizaje de los alumnos y el pensamiento crítico en un curso de ciencia general a nivel universitario.

La población que participa es de 115 estudiantes inscritos en el curso. Se utilizan dos módulos de aprendizaje activo con contenidos de desastres naturales durante el semestre y se utilizan pruebas iniciales y posteriores para examinar los efectos del aprendizaje activo en los aprendizajes de los conceptos de geociencias así como con habilidades de razonamiento. De igual forma, se analizan dos grupos de reportes individuales para investigar los niveles de pensamiento crítico exhibidos en los reportes de los estudiantes a lo largo del semestre.

Los resultados dan cuenta que las estrategias de aprendizaje activo tienen un efecto positivo y significativo en el aprendizaje de conceptos de geociencias de los estudiantes así como en el pensamiento crítico demostrado (identificación de problemas al considerar el contexto social, desarrollo de una perspectiva justificada en decisiones propias, presentación de datos y evidencias) en los reportes escritos que sugieren que el uso de estrategias de aprendizaje activo en clases numerosas son útiles para incrementar el aprendizaje de los alumnos.

Asimismo, Diederich (2010) realiza una investigación sobre el aprendizaje activo en Concordia College. El estudio se centra en la falta de interés de los estudiantes en las áreas de ciencias, tecnología, ingeniería y matemáticas (STEM por sus siglas en inglés).

La investigación se sitúa en el curso de Biología 121 y se utilizan grupos de control y grupos experimentales donde se hace uso de las técnicas de aprendizaje basado en problemas y aprendizaje por casos a través de una metodología de investigación-acción. Los resultados demuestran que las clases que se apoyan en modelos activos incrementan la retención de los estudiantes, siendo el modelo de aprendizaje basado en problemas el que mejores resultados evidencía.

El aprendizaje activo también se ha utilizado en otros contextos como lo es la Academia de la Fuerza Armada de Estados Unidos, tal y como lo mencionan Schweitzer, Gibon y Collins (2009). En la academia se imparten diferentes cursos de seguridad y se han utilizado diferentes enfoques para hacer el material interesante y significativo hacia los estudiantes.

Se indica que uno de los enfoques que prueba ser efectivo es la aplicación de técnicas de aprendizaje activo por lo que se utilizan herramientas de visualización interactiva para el aula, laboratorios de última tecnología, desarrollo de una competencia de actividades dentro de la institución y desarrollo de actividades activas dentro del aula. Las actividades son diseñadas para integrar a los estudiantes en el proceso de aprendizaje, desarrollar un aprendizaje más profundo sobre conceptos de seguridad y actuar como herramientas de motivación.

Para el nivel de educación primaria, así como en el nivel medio superior, la búsqueda de datos empíricos determina que se cuenta con menor documentación de proyectos donde se utilice el aprendizaje activo, en comparación con el nivel superior.

Cabe mencionar que para el nivel de preescolar y secundaria no se identifican investigaciones aplicadas de aprendizaje activo. Para el nivel de primaria, se encuentra

el estudio de Wallace (1989) sobre el aprendizaje activo y su aplicación para la enseñanza. El estudio contempla alumnos de segundo a sexto grado e incluye a 20 profesores experimentales y 12 de control. Se incluyen 538 alumnos experimentales y 517 de control.

En el estudio se menciona que las teorías que se utilizan en el nivel primaria se clasifican en dos áreas: las de estímulo-respuesta (asociación) y las teorías del campo cognitivo. Las teorías difieren en sus premisas filosóficas y en las concepciones de la naturaleza del hombre. Se indica que las teorías de estímulo-respuesta proponen un aprendizaje pasivo donde el comportamiento es controlado por fuerzas internas y externas. En consecuencia, las teorías del campo cognitivo indican que los propósitos, motivos, percepciones y cogniciones del aprendiz influyen y son influenciadas por las interacciones del ambiente psicológico (Wallace, 1989).

Destaca el hecho del aprendizaje acelerado de Lozanov (1956) citado por Wallace (1989) el cual se caracteriza por acelerar el aprendizaje del aula a través del uso de juegos, drama, mnemotécnicas y canciones. La premisa se fundamenta en la combinación de ejercicios de relajación, imágenes de relajación, concentración mental y principios sugestivos para incentivar el ego y expandir la capacidad memorística. Al final, se demuestra que el aprendizaje activo en forma de aprendizaje acelerado resulta en el deseo natural del cerebro para demostrar que el aprendizaje puede ser divertido.

Un caso internacional, es el de las escuelas de Filipinas que utilizan aprendizaje activo (Chesterfield, Enge, Newman y Simpson, 2005). El estudio apoyado por el Fondo de Naciones Unidas para la Infancia (UNICEF por sus siglas en inglés) se enfoca en los elementos y procesos del programa innovador ya que está relacionado

con el éxito de niñas en escuelas primarias rurales. Se utiliza el enfoque etnográfico

para la investigación de la escuela y aulas para recolectar datos de una muestra de nueve instituciones.

El estudio de tipo cualitativo se apoya en la recolección de datos mediante mapas, inventarios, observaciones estructuradas y entrevistas a profundidad a docentes, estudiantes y directivos. Dentro de los resultados del estudio se encuentran la identificación de cómo el trabajo de las niñas tiene un mejor desempeño cuando se encuentran en grupos pequeños, se percibe un incremento en la participación de los niños (hombres y mujeres), se desarrolla el liderazgo y se incrementa la confianza.

Por otra parte, con respecto a los estudios que fomenten la instrucción de pares se encuentra el de Chen, Liu, Yu, Chang, Lu y Chan (2005) quienes indican que la instrucción de pares involucra a los estudiantes en el aprendizaje activo al lograr la interacción continua entre el alumno e instructor en una clase de física. Sin embargo, se indica que las metodologías para implementar la instrucción de pares en estudiantes de educación primaria no han sido clarificadas.

El estudio explora la posibilidad de adoptar la instrucción de pares en un aula de ciencias de educación primaria con una muestra de 39 estudiantes. De igual forma, se propone una forma para mejorar la experiencia de aprendizaje en la instrucción de pares al agregar experimentos y observaciones durante la discusión de pares para explicar conceptos y fenómenos de física.

Los resultados del estudio de Chen et al. (2005) indican que el desempeño de los estudiantes en los exámenes se incrementa cuando se discuten los conceptos, se observan los fenómenos y se enseñan a otros estudiantes al convencerlos.

Por su parte, Yerigan (2008) propone un estudio donde se presenta un modelo de aprendizaje activo y cómo la implementación de estrategias de instrucción dinámica

puede transformar el aula de educación primaria. Se diseña un estudio multiparte para determinar tanto el nivel conocimiento de aprendizaje activo entre los participantes y la aplicabilidad de enfoques recientemente adquiridos dentro de las aulas de los participantes.

La estructura que se sigue primeramente es entrevistar a los docentes sobre el conocimiento hacia el aprendizaje activo, después educarlos en el concepto y entrenarlos con modelos aprendizaje activo. El tercer paso consiste en que los docentes que participen en el estudio implementen las técnicas de aprendizaje activo para después ser entrevistados nuevamente respecto a su experiencia al realizar actividades de aprendizaje activo por seis semanas.

De acuerdo con Yerigan (2008) los datos recolectados muestran un fuerte apoyo a la implementación de estrategias de aprendizaje activo en las aulas de educación primaria. Los resultados indican que no son afectados por índices demográficos o niveles de estudio. Asimismo, se entiende que las estrategias de aprendizaje activo incrementan las interacciones con sus pares y promueven altos niveles de pensamiento en todos los grados de educación primaria.

Según el estudio de Sirinterlikci, Zane y Sirinterlikci (2009) se presenta una iniciativa basada en la pedagogía del aprendizaje activo al unir estudiantes de nivel primaria con estudiantes de nivel medio superior, para el diseño de juguetes. Se indica que en el modelo tradicional educativo, los estudiantes aprenden de manera didáctica o bien tomando notas dentro de un aula, sin embargo, la investigación de la educación contemporánea indica que esos ambientes pasivos no son efectivos.

En el estudio de caso se representan las experiencias de los estudiantes durante su participación en el reto de la Competencia Nacional de Diseño de Juguetes. Los

estudiantes siguen una estrategia para desarrollar el proceso de diseño y armado de juguetes. Primero, inician haciendo encuestas de mercado y después se hacen prototipos de acuerdo con los diseños sugeridos a partir de las encuestas. La experiencia genera un ambiente de aprendizaje atractivo y divertido el cual promueve procesos de pensamientos altos, divergentes y creativos.

Se destaca que en el estudio se documentan dos años de trabajos de estudiantes así como sus experiencias respecto al trabajo de construcción de juguetes. De acuerdo con Sirinterlikci, Zane y Sirinterlikci (2009) un modelo de aprendizaje activo debe incluir alguno de los siguientes conceptos: diálogos consigo mismo, diálogo con otros, observación y hacer.

Para el caso de educación media superior se tiene la propuesta de Deeter (2008) quien presenta un estudio sobre el efecto de los exámenes en línea en relación con el desempeño de los alumnos del área de química. Se les proporciona a los estudiantes tres tipos diferentes de exámenes en línea durante un capítulo del curso de química. Se identifica que al completar los exámenes en línea se crea un mayor compromiso por parte de los estudiantes el cual resulta en un ambiente más activo para ellos (Deeter, 2008).

De acuerdo con Bowen (2005) el compromiso de los estudiantes puede considerarse como un concepto de cuatro etapas. Inicialmente, los docentes deben promover que los estudiantes se involucren activamente con el proceso de aprendizaje. Una vez que los estudiantes son activos, deben ser guiados a experimentar algo nuevo. La tercera etapa requiere que los estudiantes se comprometan con la experiencia de aprendizaje para que los estudiantes vean la importancia de lo que están aprendiendo.

En la última etapa, el estudiante debe conectar lo que aprendió con su entorno.

Se sugiere que los docentes usen estrategias de aprendizaje para con sus alumnos como el aprendizaje cooperativo y retroalimentación continua. De igual forma, se sugiere que los docentes tomen acciones para fomentar a los alumnos para examinar, analizar y evaluar su propio aprendizaje.

En la tabla 3 se presenta un resumen de los hallazgos más relevantes de las investigaciones sobre la aplicación del aprendizaje activo.

Tabla 3

Resumen de hallazgos de investigaciones con respecto a las prácticas del aprendizaje activo.

El aprendizaje activo en diferentes contextos y niveles educativos	
Autores	Hallazgos resumidos de investigaciones
Fuller (1998)	Se indicaron algunas ventajas pedagógicas potenciales tras incorporar ejercicios de computadoras en el aula como el que los estudiantes pueden aprender y retener más como resultado de su participación activa.
Freeman, O'Connor, Parks, Cunningham, Hurley, Haak, Dirks y Wenderoth (2007)	Se presentó un estudio donde se probaron cinco diseños de cursos que variaban en la estructura de ejercicios de aprendizaje activo con la intención de disminuir la tasa de fracaso en los cursos de biología de nivel superior.
Szczerbacki, Duserick, Rummel, Howard, y Viggiani (2000)	Se presentó la experiencia obtenida en la Escuela de Negocios de la Universidad Alfred tras haber implementado una cultura de aprendizaje activo por más de dos décadas. Se fundamentó en docentes de todas las disciplinas quienes han transformado gradualmente sus estilos pedagógicos para incluir módulos que integren conceptos teóricos con aplicaciones vivenciales.
Rebollo (2001)	Se desarrolló un estudio para revisar el uso del ciclo de aprendizaje por experiencias en el curso de Introducción a la Informática en la Universidad Politécnica de Valencia.
Beichner y Saul (2003)	Se presenta el proyecto SCALE-UP (<i>Student Centered Active Learning for Undergraduated Programs</i>) donde se describe el trabajo en grupo a nivel universitario.
Dori y Belcher (2005)	Se comparan las técnicas de aprendizaje activo, aprendizaje colaborativo, aprendizaje cooperativo, aprendizaje basado en problemas.
Pundak y Rozner (2007)	En el estudio se describió cómo una institución de educación superior se organizó para introducir cambios significativos en sus cursos básicos de ciencias así como las etapas que atravesaron sus docentes mientras se adaptaban a métodos innovadores de enseñanza.
Penwell, Elsawa, y Pitzer (2004)	Se diseñó un estudio en la Universidad Internacional de Florida donde se identificó que las mejoras en la cantidad de conocimiento aprendido y retenido por los estudiantes no eran significativos por lo que fue necesario incorporar un cambio de enfoque que tuviera sustento para ser adoptado como modelo pedagógico de enseñanza.
Prince (2004)	En el estudio se examinó la evidencia para la efectividad del aprendizaje activo.

De Graaff (2005)	Se presentan ejemplos prácticas del aprendizaje activo en el área de ingeniería y se indicaron ejemplos los ejemplos de la Universidad Tecnológica de Delf en Holanda, la Escuela de Mines en Francia, el Franklin W. Olin College en Estados Unidos y el Tecnológico de Monterrey en México.
Stoffelsma y Monney (2007)	Se describió el proyecto PRACTICA entre el gobierno holandés y las instituciones de Ghana, la Universidad de Cape Coast y la Universidad de Educación de Winneba.
Neto, Williams y Carvalho (2010)	Se presentó un estudio sobre el aprendizaje activo en dos cursos universitarios del sistema educativo portugués.
Odom, Glenn, Sanner y Cannella (2009)	En el estudio se indicó que los docentes de un curso de investigación a nivel universitario reconocen que muchos alumnos batallan con el concepto de cómo criticar un artículo de investigación ya que el método tradicional no maximizaba los aprendizajes de los alumnos. Se presentó entonces a la evaluación de pares como estrategia de aprendizaje activo.
Vicente Oliva y Tirapo (2006)	Se presentó un estudio para conocer cuáles son las principales resistencias hacia el aprendizaje activo. En el caso de estudio se indicó que los alumnos están acostumbrados a cierta metodología de aprendizaje y se lanza la pregunta sobre cómo reciben los alumnos una nueva innovación docente basada en el aprendizaje activo.
Kim (2009)	Se diseñó un estudio en el que se investigó los efectos de incorporar estrategias de aprendizaje activo en grupos pequeños con actividades auténticas y reportes individuales que se utilizaron para mejorar el aprendizaje de los alumnos y el pensamiento crítico en un curso de ciencia general a nivel universitario.
Diederich (2010)	Se realizó una investigación sobre el aprendizaje activo en Concordia College. El estudio se centró en la falta de interés de los estudiantes en áreas de ciencias, tecnología, ingeniería y matemáticas (STEM por sus siglas en inglés).
Schweitzer, Gibon y Collins (2009)	Se describió el caso de la Academia de la Fuerza Armada de Estados Unidos como ejemplo de uso del aprendizaje activo en la enseñanza.
Wallace (1989)	Se presentó un estudio sobre al aprendizaje activo y su aplicación para la enseñanza. En el estudio se mencionó que la teorías que se utilizan en el nivel primaria se clasifican en dos áreas: las de estímulo-respuesta (asociación) y las teorías del campo cognitivo. Las teorías difieren en sus premisas filosóficas y en las concepciones de la naturaleza del hombre.
Chesterfield, Enge, Newman y Simpson (2005)	El estudio estuvo apoyado por la UNICEF y se enfocó en los elementos y procesos del programa innovador ya que estuvo relacionado con el éxito de niñas en escuelas primarias rurales de Filipinas.
Chen, Liu, Yu, Chang, Lu y Chan (2005)	Se presentó un estudio que exploró la posibilidad de adoptar la instrucción de pares en un aula de ciencias de educación básica con una muestra de 39 estudiantes. De igual forma, se propuso una forma para mejorar la experiencia de aprendizaje en la instrucción de pares al agregar experimentos y observaciones durante la discusión de pares para explicar conceptos y fenómenos de física.
Yerigan (2008)	En el estudio se presenta un modelo de aprendizaje activo y se indica cómo la implementación de estrategias dinámicas puede transformar el aula de educación primaria.
Sirinterlikci, Zane y Sirinterlikci (2009)	Se diseñó un estudio donde se presentó una iniciativa basada en la pedagogía del aprendizaje activo al unir estudiantes de nivel básico y medio en el diseño de juguetes. Se indicó que en el modelo tradicional educativo, los estudiantes aprenden de manera didáctica o bien a tomando notas dentro de un aula, sin embargo, la investigación de la educación contemporánea indica que esos ambientes pasivos no son efectivos.
Deeter (2008)	Se presentó un estudio sobre el efecto de los exámenes en línea en relación

con el desempeño de los alumnos del área de química. Se les proporcionó a los estudiantes tres tipos diferentes de exámenes en línea durante un capítulo del curso de química. Se identificó que al completar los exámenes en línea se creó un mayor compromiso por parte de los estudiantes el cual resultó en un ambiente más activo para ellos.

2.1.5 Síntesis reflexiva. De acuerdo con Kuhn (1962) el mejor paradigma es aquél que resuelve mejor un fenómeno y su premisa radica en que el progreso es unidireccional e irreversible. A partir de ello, se identificaron como paradigmas que dan origen al aprendizaje activo, el paradigma sociocultural y el paradigma cognitivo. Tomando en cuenta los elementos de la teoría de Piaget (1962, 1976) sobre la construcción de conocimientos matemáticos se identificó al modelo activo como el que puede aportar al currículo de matemáticas en educación primaria.

Así, se conceptualizó al aprendizaje activo como un modelo donde se promueve el aprendizaje centrado en la persona en donde se utilizan estrategias y técnicas, como el aprendizaje por descubrimiento y el reforzamiento positivo respectivamente. El ambiente de aprendizaje juega un papel importante y busca fomentar un rol colaborativo de acuerdo con la propuesta de Dillenbourg (1999). Se identificaron sus elementos estructurales desde su procedimiento, los actores involucrados, los medios de evaluación y comunicación, los ambientes para desarrollarlo, técnicas y estrategias, visión en la innovación así como experiencias prácticas de uso.

Con base en la revisión de la literatura se pudo identificar que existe una gran aceptación del modelo de aprendizaje activo en el nivel universitario dentro del paradigma cognitivo. Con respecto a la adopción del modelo en diferentes contextos, los ejemplos de SCALE-UP y TEAL han sido un parteaguas en diferentes

universidades en Estados Unidos y en el mundo (Beichner y Saul, 2003; Dori y Belcher, 2005; Pundak y Rozner, 2007). De igual forma, se ha utilizado el modelo de aprendizaje activo para instrucción no solo en la educación superior sino en el nivel básico, medio superior así como en centros de formación como el de la Armada de Estados Unidos (Schweitzer, Gibon y Collins, 2009).

Destaca el hecho de los cuatro elementos identificados para poder utilizar efectivamente al aprendizaje activo como la aceptación del profesor para utilizar el modelo, la adaptación con respecto a las prácticas docentes, las competencias en el manejo de las TIC y la habilidad de docentes para resolver problemas con sus prácticas docentes (Pundak y Rozner, 2007).

2.1.6 Oportunidades de estudio. De acuerdo con Pundak y Rozner (2007) para una implantación exitosa del aprendizaje activo deben alinearse ciertas características como la disposición del docente para usar el modelo, el uso adecuado de las TIC, el nivel de metacognición del estudiante hacia el aprendizaje (Burón, 1993). Por su parte, Vicente Oliva y Tirapo (2006) presentan las principales resistencias al uso del aprendizaje activo por lo que se pueden revisar para enfrentarlas en el contexto del nivel de educación primaria.

2.2 Procesos de pensamiento matemático

En este apartado se presenta el proceso secuencial de adquisición de conocimientos del área de matemáticas así como su relación con las habilidades del pensamiento dentro del paradigma cognitivo. De igual forma, se analizan diferentes casos de estudio que vinculan la inclusión del modelo de aprendizaje activo para la

enseñanza de matemáticas en diferentes niveles educativos. En la siguiente figura se identifican los elementos que comprenden este apartado:

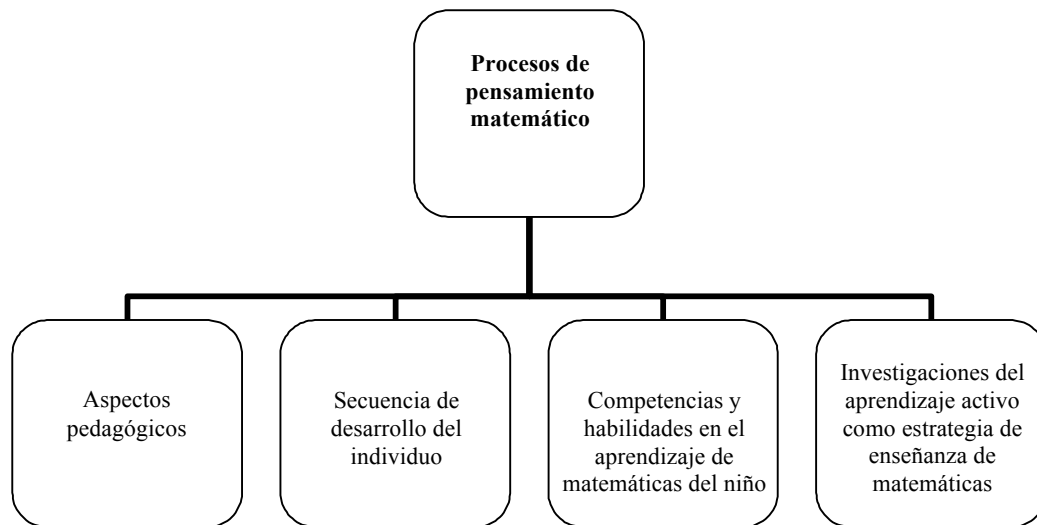


Figura 6. Elementos del tema de procesos de pensamiento matemático

2.2.1 Aspectos pedagógicos. En los últimos años, las investigaciones acerca de la enseñanza de la matemática han incorporado de manera predominante la visión cognitiva como enfoque que promueve el aprendizaje activo por parte del alumno (Lave, 1988). Bajo este paradigma, el aprendizaje no consiste en un proceso sencillo de transmisión y acumulación del conocimiento matemático sino que es producto de un esfuerzo del estudiante por construir conocimientos y estructuras a través de la interacción con el medio y de esta manera aprende cómo puede organizar la información que le facilitará su aprendizaje futuro (Chadwick, 1998).

Una de esas teorías, la teoría de Piaget (1976), indica un proceso secuencial de adquisición de conocimientos, en el cual el sujeto asimila los elementos novedosos de su ambiente y los incorpora a su estructura cognoscitiva, lo que produce un estado de desequilibrio temporal, luego sus esquemas cognoscitivos y con ellos la estructura, se

acomoda alcanzando un nuevo estado de equilibrio inestable, superior al que presentaba antes de construir el nuevo conocimiento.

Esta concepción lleva al docente de matemática a considerar el aprendizaje como un proceso continuo e individual de conocimientos y en consecuencia su rol pedagógico es el de facilitador de las condiciones que inducen al proceso de maduración mental y a la manifestación eficaz de competencias cuantitativas.

Es importante señalar que la noción de reequilibrio no necesariamente se produce en el mismo tiempo y circunstancia para todos los individuos, por ello es vital que la ayuda pedagógica, en matemática, esté presente de manera efectiva y eficaz para que el aprendiz logre comprender y explicar su percepción individual y social de mundo matemáticamente.

Es por ello que existe una necesidad para que el docente de matemática se dote de recursos, conocimientos y habilidades de enseñanza y así lograr la presencia de la relación asimilación-acomodación de saberes matemáticos en diferentes niveles según la edad y por consiguiente acelerar, en la medida que lo permitan las individualidades, la evolución intelectual hacia la etapa de las operaciones formales (De Guzmán, 2007; Martínez-Silva, 2006).

Por su parte, Cantoral y Farfán (2003) indican que la enseñanza en general y en particular de las matemáticas son asuntos importantes de la sociedad. Los autores argumentan que a lo largo del tiempo ha existido un proceso social de culturización científica y éste no ha ayudado a reconocer la necesidad de implementar modificaciones en el campo de las matemáticas. De igual forma, los autores mencionan que en la línea de matemática educativa se deben buscar hallazgos que

favorezcan la discusión y elaboración de propuestas de enseñanza que traten sobre el qué enseñar y no solamente sobre el cómo enseñar.

El Consejo Nacional de Docentes de Matemáticas (NCTM por sus siglas en inglés) (2000) indica que la necesidad de entender y ser capaz de usar las matemáticas en la vida diaria y en el trabajo nunca ha sido más grande y continuará aumentando en ámbitos como matemáticas para la vida, matemáticas como herencia cultural, matemáticas para el trabajo, matemáticas para la comunidad científica.

2.2.2 Secuencia de desarrollo del individuo. Por su parte, Hall (1970) citado en Zerpa (2011) considera como un período crítico la secuencia del desarrollo del individuo entre 11 y 18 años, época en la cual las personas comienzan a asumir conductas y responsabilidades de la edad adulta. Es decir, la preparación para la vida académica, laboral o cotidiana en un periodo crucial para el desarrollo de competencias de largo alcance, entre ellas las habilidades propias del pensamiento lógico-matemático. Por ello, el fenómeno de la adolescencia debe ser considerado en función de la formación del pensamiento e identidad del sujeto, ya que no todos los individuos alcanzan iguales formas de comportamientos ni semejantes niveles de desarrollo mental a una misma edad cronológica.

Debido a esta consideración, el pensamiento matemático ha venido siendo usado como uno de los indicadores de mayor precisión en referencia a la examinación del desarrollo mental de los adolescentes y se asume que el pensamiento lógico-deductivo es un hito en el paso de la niñez a la adolescencia mental (Piaget, 1962).

El conocimiento lógico matemático se constituye en el niño al relacionar las experiencias obtenidas en la manipulación de los objetos, generando hipótesis. Por

ejemplo, cuando el niño compara un cuadrado con un triángulo, observa lados, ángulos y patrones de regularidad para establecer por qué son diferentes. Luego, generaliza el proceso de análisis para la comparación de y con otras figuras geométricas regulares y no regulares (Zerpa, 2011).

Partiendo de la teoría del desarrollo cognitivo de Piaget (1962) otros modelos han integrado conceptos de la propia teoría con conceptos de la psicología cognitiva y diferencial. A este grupo de teorías se les conoce como neo-piagetianas (Pascual-Leone, 1978; Case, 1985; Halford, 1993; Fisher, 1980). La postura de esas teorías radica en que Piaget (1962) no explicó el por qué el desarrollo de una etapa biológica a otra ocurre. Además, la teoría es criticada porque ignora las diferencias individuales en el desarrollo cognitivo por lo que ésta no toma en cuenta el hecho de que algunas personas se mueven de una etapa a otra más rápido que otros individuos.

Asimismo, otra de las principales críticas radica con la naturaleza de las propias etapas ya que los estudios demuestran que el funcionamiento de una persona en cierta edad puede variar de un dominio a otro como la comprensión social, matemática y de conceptos espaciales, por lo que no es posible colocar a una persona en una sola etapa.

En las teorías actuales se unen las dos vías de investigación sobre el desarrollo matemático que han competido durante mucho tiempo, la conductista centrada en las habilidades de ejecución y que considera el progreso en pensamiento matemático como el aumento de sucesivos procedimientos y la cognitiva, que ha focalizado su estudio en el conocimiento básico del número, olvidando a menudo la relación entre el mismo y la realización de tareas aritméticas (Resnick, 1983).

2.2.3 Competencias y habilidades en el aprendizaje de matemáticas del

niño. El conocimiento matemático se clasifica en dos tipos: conocimiento conceptual y conocimiento procedimental. El primero se relaciona con la reflexión y se caracteriza por ser un conocimiento teórico, producto de la actividad cognitiva y rico entre componentes y otros conocimientos. Asimismo, se encuentra asociado con las cuestiones del saber qué y el saber por qué. En tanto que, el conocimiento procedimental está vinculado con la acción y se relaciona con las técnicas y las estrategias para representar conceptos y para transformar dichas representaciones, con las habilidades para elaborar, comparar y ejercitar algoritmos y para argumentar convincentemente, por lo que está asociado con la cuestión del saber cómo (García, 2003).

El aplicar los procesos específicos que llevan un orden secuencial en el desarrollo de contenidos matemáticos escolares, conlleva a la resolución de ejercicios de una forma dinámica, lógica y esquematizada, para luego llegar a un aprendizaje más perdurable, significativo y de mayor aplicabilidad en la toma de decisiones.

De acuerdo con Zerpa (2011) es importante que en los proyectos de aprendizajes matemático diseñados para el alumno de educación básica, el docente incluya actividades donde estén implícitas las habilidades básicas del pensamiento, porque el desarrollo de éstas ayuda al estudiante a tener mejor dominio en la ejecución de sus tareas y él va aprender a tomar conciencia de lo que debe hacer y cómo lo debe hacer.

El desarrollo de estos procesos básicos en los contenidos de matemáticas ofrece un conjunto de referencias pedagógicas que son esenciales para generar estructuras

cognitivas, estimular y desarrollar la capacidad para organizar y relacionar las ideas y

generar capacidades mentales cada vez más complejos, que permitan al estudiante entender y explicar los eventos de su entorno matemáticamente.

Fue Piaget (1962) quien indicó que el desarrollo del niño ocurría en una transformación continua de procesos de pensamiento. Una etapa de desarrollo consiste de un periodo de meses o años en donde cierto desarrollo toma lugar (Ojose, 2008). Por su parte Weinert y Helmke (1998) indican que aunque los alumnos están agrupados cronológicamente por edades, sus niveles de desarrollo pueden ser diferentes así como la frecuencia de tiempo en la que cada niño pasa de una etapa a otra. Las diferencias pueden estar en función de la madurez, experiencia, cultura y la habilidad del niño (Papila y Olds, 1996).

Así también, Piaget (1962) identificó cuatro etapas primarias del desarrollo del individuo: sensomotora, preoperacional, operaciones concretas y operaciones formales. De acuerdo con Ojose (2008) conforme los niños se desarrollan lo hacen progresando a través de etapas caracterizadas por diferentes formas de comprender el mundo. De tal forma que en la etapa sensomotora, los niños pequeños desarrollan la coordinación ojo-mano y la manipulación de objetos. Asimismo, se desarrolla la habilidad para mantener una imagen mental del objeto sin percibirlo.

La siguiente etapa conocida como preoperacional consiste el crecimiento de la comprensión simbólica, evidenciada por el incremento en el uso del lenguaje. En esta etapa aparece la conservación o capacidad para entender que la cantidad no cambia cuando la forma cambia. Por ejemplo, al verter agua en un vaso corto y ancho así como en la misma cantidad de agua en un vaso alto y delgado, los niños creen que el vaso más alto tiene más agua debido solamente a la percepción de altura sin considerar otras variables.

Por su parte, en la etapa de operaciones concretas los niños pueden realizar operaciones básicas como clasificación y ordenamiento serial de objetos concretos. De acuerdo con Piaget (1976) las operaciones lógicas que se desarrollan en esta etapa son esenciales para comprender los conceptos numéricos. La seriación como habilidad para ordenar objetos se de acuerdo al incremento o disminución de su longitud, peso o volumen. Mientras tanto, la clasificación involucra el agrupamiento de objetos con base en una característica en común.

En la etapa de operaciones formales, los estudiantes desarrollan la habilidad para pensar de forma abstracta y metacognitiva, así como la capacidad de formular hipótesis y ponerlas a prueba. De acuerdo con Anderson (1990) las habilidades de razonamiento de esta etapa se refieren a procesos mentales involucrados con la generalización y evaluación de argumentos lógicos y son: clarificación, inferencia, evaluación y aplicación.

Por su parte, con base en las teorías neo-piagetianas de Pascual-Leone (1978), Case (1985), Halford (1993) y Fisher (1980) se ha identificado que los niños aprenden matemáticas mediante una variedad de métodos y algunos de estos métodos convergen mientras otros son independientes. A partir de las críticas a la teoría del desarrollo cognitivo de Piaget (1962) por las teorías neo piagetianas se identificó que no todos los métodos se adaptan a cada niño en particular y para que se aprendan matemáticas con todo su potencial deben experimentar el método más adecuado para cada persona.

De acuerdo con Bobis, Milligan y Lowrie (2009) así como Booker, Bond, Sparrow y Swan (2010) los métodos incluyen exploración o experimentación, visualización a través de ayudas visuales, el aprendizaje memorístico de las normas a

través de la práctica y la repetición, el modelado y la manipulación física de los materiales de aprendizaje.

Por su parte Eggen y Kaucack (2010) identificaron que los niños aprenden a través de la construcción de conocimiento y uso del conocimiento existente para vincular las nuevas ideas y formas de pensar. Por lo tanto, los niños deben participar en la construcción de nuevas ideas y nuevas formas de pensamiento con el fin de dar sentido a todas ellas y aplicarlas en otras áreas. Se puede lograr al permitir que los niños desarrollen sus propios algoritmos mentales cuando se está resolviendo problemas que son nuevos para ellos y no para imponerles aprender las fórmulas o reglas escritas en un método memorístico (Anghileri, 2006).

De esa forma, cuando el niño desarrolla sus propios métodos también desarrolla un mayor comprensión de las matemáticas y el sentido numérico, lo cual se refleja en el uso diario de los números y el paso de realizar operaciones concretas a operaciones formales.

2.2.4 Investigaciones que vinculan al aprendizaje activo como estrategia de enseñanza de matemáticas. Se han identificado diversos estudios sobre el uso del aprendizaje activo para la enseñanza de matemáticas en diferentes contextos y niveles educativos. De acuerdo con Fuenlabrada y Block (2009) el objetivo central de la enseñanza de matemáticas es que se vaya reconociendo que la matemática es un objeto de conocimiento y una herramienta útil que permite resolver problemas.

Es Sfard (2006) quien indica que los enfoques tradicionales de la investigación del pensamiento matemático, como el estudio de modelos tácitos, ha traído

información relevante sobre la enseñanza y aprendizaje de las matemáticas pero

también han dejado diferentes problemas sin resolver. La autora presenta un estudio donde propuso basar la investigación en una metáfora de pensar cómo comunicarse.

Se indica que el discurso matemático está hecho por dos factores: la relación simbólica con artefactos como sus herramientas de mediación-comunicación y por las reglas que regulan este tipo de comunicación. Se indica que las reglas son construidas por el observador y se mantienen de forma tácita para los participantes del discurso.

Una vez comprendido lo anterior, que el lenguaje juega un papel importante en el desarrollo de conocimiento matemático, se identifica la relación con el paradigma sociocultural. A continuación se indican algunas investigaciones vinculadas hacia otro paradigma, el cognitivo, el cual también tiene relación con el modelo de aprendizaje activo. Rabut (2007) fundamenta que el aprendizaje activo puede ser útil para cualquier materia. En el estudio se presenta una situación de aprendizaje activo enfocada para materias académicas abstractas, específicamente para el área de matemáticas aplicadas, sin embargo, de acuerdo con Rabut (2007) la estrategia de aprendizaje activo puede ser utilizada para otras asignaturas, abstractas o aplicadas, científicas o no científicas.

El método consiste principalmente en trabajar en grupos pequeños de tres o cuatro estudiantes para poder debatir en una lección que previamente fue estudiada de manera individual. Se trabaja en grupos para una lluvia de ideas y ejercicios que se resuelven dentro del equipo, y el método demuestra ser eficiente, motivando a los estudiantes y adaptable fácilmente a cualquier materia, incluyendo a las que generalmente se les considera difícil para ser estudiadas a través del aprendizaje activo basado en problemas, como el caso de matemáticas.

Con el modelo de aprendizaje activo se identifica que los estudiantes no aprenden a buscar información requerida sino que aprenden a localizar y expresar sus dificultades así como a explicar a otros alumnos lo que comprendieron. Por consiguiente, se entiende que el hecho que los estudiantes hablen entre ellos sobre temas concretos de matemáticas es muy importante para entender y memorizar aspectos de la materia.

A nivel universitario se encuentra el estudio de Gregory y Read (2000) quienes presentan los resultados de una investigación sobre el uso del aprendizaje activo para mejorar la motivación de los alumnos de la Universidad Central de Lancashire en Reino Unido (UCLAN por sus siglas en inglés).

El estudio se centra en la identificación de problemas que ocurren en un proyecto colaborativo de un curso donde los alumnos desarrollan páginas web para apoyar la práctica y el aprendizaje de las habilidades fundamentales de matemáticas. El objetivo principal es el de alejar a los estudiantes de un rol pasivo en el aprendizaje de matemáticas. Los resultados indican que muchos estudiantes que se perciben a sí mismos como débiles en habilidades matemáticas son renuentes a dedicar el tiempo necesario para mejorar y consecuentemente los resultados son pobres al revisar los exámenes al final del año.

Por su parte, Katsap (2003) propone en su estudio el uso de aprendizaje activo para la enseñanza de matemáticas a nivel universitario. Se indica sobre el desarrollo de guías que conciernen al comportamiento del docente y de los estudiantes en actividades de enseñanza y actividades de evaluación mediante el aprendizaje activo:

a) el docente se dirige a los estudiantes, b) los estudiantes participan en definir las

metas, c) el ambiente de la clase es colegiado, de apoyo, espontáneo, impulsado por

estudiantes y centrado en problemas, d) la evaluación es continua y ofrece apoyo, e) la enseñanza se enfoca en el desarrollo en lugar de direcciones o presentar expectativas. Además, el implementar una estrategia de aprendizaje activo requiere de experiencia, experimentación y cambio en las percepciones de los docentes en un contexto educativo y profesional.

Se indica que para poder cambiar los paradigmas de los docentes en matemáticas, éstos deben comprender la necesidad de un cambio en el modelo educativo y de incorporar la nueva propuesta en la práctica. Algunos de los cambios requeridos son la atmósfera de aprendizaje, que puede inspirar a un cambio durante el proceso educativo y el modo de aprender, el cual puede llevar al alumno a adquirir experiencia y a desarrollar un pensamiento crítico.

De igual forma, Yevdokimov (2004) propone el uso de aprendizaje activo en matemáticas a través del contexto histórico y constructivista. Se indica que en años recientes se ha comprendido que los alumnos deben aprender a través de la investigación y de la construcción de sus propios conceptos de matemáticas. Se menciona que la actitud del estudiante cambia de ser un recipiente pasivo de conocimiento a la de un constructor activo del conocimiento.

De acuerdo con Anthony (1996) las perspectivas del aprendizaje incorporan tres aspectos: 1) el aprendizaje es un proceso de construcción de conocimiento no de recordar o absorber conocimiento, 2) el aprendizaje es dependiente del conocimiento ya que las personas utilizan conocimiento para construir nuevo conocimiento, 3) el aprendiz está consciente del proceso de cognición y puede controlarlo o regularlo.

Por su parte, Yevdokimov (2004) indica que el objetivo de su estudio es

demostrar que los estudiantes pueden aprender de forma efectiva a través del análisis

de una revisión histórica de la bibliografía seleccionada apropiadamente. Se indica que para el estudio no se apoya ni se restringe el uso de TIC para evaluar el aprendizaje de los estudiantes, sin embargo, para la evaluación de datos no se toman en cuenta a aquellos que hacen uso de herramientas tecnológicas.

El enfoque es hacer uso del contexto histórico del contenido de matemáticas. Asimismo, se busca desarrollar las habilidades de los alumnos para analizar contenido de matemáticas desde el punto de vista actual y percibir el desarrollo de los conceptos del área de matemáticas a través del tiempo. Se propone una estructura flexible de unidades para el aprendizaje activo de geometría apoyada por materiales diseñados con base en la historia de matemáticas. Cada unidad consiste de tres partes: preliminares, básicas y avanzadas.

Los resultados dan cuenta que el contexto histórico en el aprendizaje activo de matemáticas tiene una importancia invaluable. Se determina que el método es efectivo para enseñar y aprender contenido nuevo de matemáticas a través del contexto histórico. Así también, se encuentra que el aprendizaje activo en matemáticas enriquece el entendimiento de definiciones y propiedades de algunos objetos matemáticos, conocido también como Fondo Activo del Conocimiento de un Estudiante (AFKS por sus siglas en inglés), además de contribuir al desarrollo del pensamiento creativo de los estudiantes.

Por su parte, Swan (2005) presenta un estudio desarrollado en la Universidad de Nottingham (UNOT por sus siglas en inglés) sobre los medios más efectivos de enseñar y aprender conceptos y estrategias de matemáticas. En el artículo se presentan otros proyectos de aprendizaje activo del propio autor. Se describen los objetivos del

estudio siendo el primero el apoyar a los estudiantes a adoptar más enfoques activos para el aprendizaje.

El estudio muestra que muchos estudiantes ven a las matemáticas como una serie de procedimientos y técnicas no relacionadas que deben estar vinculados con la memorización. En lugar de ello, se desea que los alumnos participen en discusiones y expliquen ideas, reten y enseñen a otros, crean y resuelvan preguntas de cada uno de los compañeros y trabajen colaborativamente para compartir métodos y resultados. El segundo objetivo es desarrollar mayor número de orientaciones retadoras, conectivas y colaborativas hacia la enseñanza de matemáticas.

De igual forma, Janilionis y Valantinas (2008) presentan un estudio sobre el uso de aprendizaje activo en el curso de matemáticas para ingeniería en la Universidad Tecnológica de Kaunas de Lituania (KUT por sus siglas en inglés). Se indica que las técnicas de aprendizaje activo en la enseñanza de matemáticas en la universidad se empezaron a utilizar desde hace algunos años y con base en esa experiencia fueron adoptados once salones equipados con dispositivos tecnológicos para la enseñanza. A cada salón se le asignan 25 computadoras con conexión a Internet, software de matemáticas y dispositivos de audio y video para que el ambiente esté basado en un aprendizaje interactivo centrado en el estudiante.

La idea principal del estudio es identificar los elementos necesarios para migrar de escuchas pasivos a practicantes activos en las clases de ingeniería seleccionadas. El ambiente de aprendizaje juega un papel importante y se caracteriza por la demostración de desempeño activo por parte de los alumnos mediante la obtención de experiencias no solo de los libros o fuentes que se les indica y los

problemas que se discuten deben ser de la vida real para comprender que el aprendizaje de matemáticas es importante y puede ser de beneficio fuera del aula.

Los resultados dan cuenta que al utilizar el ambiente de aprendizaje activo en estudiantes de nivel universitario, los alumnos se involucran en su proceso de aprendizaje y sus aprendizajes resaltan evidentes. Algunas de las ventajas son: apoyo y mejora de la comprensión de conceptos básicos por parte de los estudiantes a través del uso de nuevos materiales instruccionales, proporciona un medio de aprendizaje flexible a los alumnos, provee a los estudiantes con realimentación individualizada y una interface común (plataforma), ofrece apoyo a los docentes y estudiantes para desarrollar y expandir recursos de matemáticas, apoya en el monitoreo del progreso del estudiante, genera una actitud positiva hacia el aprendizaje de matemáticas.

También se identifican algunas debilidades las cuales son: los docentes de matemáticas requieren desarrollar materiales orientados a problemas adicionales para el aprendizaje activo de los alumnos. Lo anterior demanda una actualización constante del material y de igual manera, implica que los docentes de matemáticas desarrollen conocimiento y habilidades en el manejo de las TIC. De igual forma, se requiere de más tiempo para escribir expresiones matemáticas utilizando el software computacional en comparación con el método tradicional de escritura a mano.

Por su parte, Nunes, Schliemann y Carraher (1993) desarrollaron un estudio en Brasil sobre las matemáticas en adultos y su uso en diferentes tipos de trabajo. Se construyeron problemas basados en las prácticas de trabajo de los participantes, intercambios de mercado, cálculo de precios, cálculo de pesca y el precio al menudeo de pescado, cálculo de medidas en construcciones, conocimiento de medidas para

requerimientos de piezas de madera y cálculo de número de plantas para cierto tipo de terreno con tamaños particulares.

Dentro de los principales descubrimientos se encuentra que los trabajadores obtuvieron un mejor desempeño en comparación con estudiantes con un nivel similar o superior educativo. Los métodos de cálculo utilizados por los trabajadores fueron totalmente diferentes de los que utilizaron los estudiantes. Los trabajadores utilizaron principalmente métodos orales teniendo el contexto de los cálculos en la mente.

Mientras que los alumnos se apoyaron en operaciones y desarrollando cálculos numéricos para después aplicarlos en los contextos. Se identificó que en las escuelas se hace énfasis en escribir los algoritmos y cuando los alumnos trataban de utilizarlos no los recordaban bien. Asimismo, se encontró que los trabajadores eran menos propensos a cometer errores en las situaciones de trabajo donde se hacían los cálculos que eran significativos para ellos, en contraste con los alumnos que simulaban situaciones y cometían errores.

De igual forma, se identificó que los participantes menos educados o mínimamente educados, podían calcular correctamente medidas que no eran parte de las situaciones de su trabajo.

Por otra parte, Rosenthal (1995) presenta un estudio para mejorar y promover la enseñanza de matemáticas a nivel universitario. El estudio se desarrolla en cursos de grupos reducidos (aproximadamente 15 alumnos) de teoría de probabilidad en la Universidad de Minnesota en Estados Unidos, una institución reconocida en el tema de investigación.

En el estudio se indica que generalmente las matemáticas avanzadas y otras ciencias teóricas son enseñadas principalmente utilizando el formato de cátedra, en

donde se promueve la pasividad y aislamiento de los estudiantes. El objetivo del estudio es identificar los elementos que funcionan en las clases para hacer que los estudiantes participen más, interactúen entre ellos y amplíen sus perspectivas.

Se identifica que existe una serie de estrategias de enseñanza como la resolución de ejercicios en grupos pequeños, la escritura para el aprendizaje, la revisión de pares de diversas actividades, la retroalimentación del alumno acerca de un curso, la aplicación de ensayos de un minuto al final de cada clase con los aprendizajes principales y la estimulación de ejercicios metacognitivos donde se haga reflexionar a los alumnos sobre cómo resolver ciertos problemas antes de realmente hacerlo, para hacer las clases de matemáticas universitarias menos aisladas y más participativas y llamativas.

Los resultados de la experiencia indican que las estrategias pueden ser implementadas en clases de matemáticas sin requerir un entrenamiento especial hacia los docentes. Asimismo, pueden ser utilizados para la resolución de cualquier problema del curso en casi cualquier nivel universitario. El autor enfatiza que las estrategias utilizadas pueden conducir a un aprendizaje más profundo y a una mejor retención del conocimiento por parte de los alumnos.

Igualmente, Obarakpo (2009) propone un estudio para medir el efecto del aprendizaje activo en el desempeño de alumnos universitarios en el tema de medición. El estudio comprende 100 estudiantes asignados en dos grupos, uno de control y uno experimental. Ambos grupos reciben lecciones del tema de medición por cuatro semanas utilizando el método convencional para el grupo de control y la técnica de aprendizaje activo para el grupo experimental.

Al final de las cuatro semanas, se aplica una prueba de 20 elementos que cubre el área de medición que se había enseñado. Los resultados revelan que el grupo experimental obtiene mejores resultados en el contenido de medición que el grupo de control. Por lo tanto, se sugiere que los docentes de matemáticas consideren actualizar sus técnicas de enseñanza por unas de tipo activas.

Por su parte, Majoka, Dad y Mahmood (2010) proponen un estudio sobre la División de Rendimiento del Equipo de Estudiantes (STAD por sus siglas en inglés) como una estrategia de aprendizaje activo para la enseñanza de matemáticas. Se define al STAD como una estrategia de aprendizaje cooperativo en donde grupos pequeños de estudiantes con diferentes niveles de habilidades de trabajo se reúnen para trabajar juntos y alcanzar una meta de aprendizaje común.

El estudio se lleva a cabo para obtener evidencia empírica acerca de la efectividad de la estrategia STAD en el aula de matemáticas a nivel secundaria. Una clase de segundo grado se divide en dos secciones iguales aproximadamente, un grupo de control con 25 alumnos y un grupo experimental con 28 alumnos. Se aplican pruebas pre-test y se encuentra que tanto el grupo de control como el experimental poseen el mismo nivel de conocimiento de matemáticas básicas al inicio del experimento. La observación del aula indica que los estudiantes del grupo experimental muestran un mayor nivel de desempeño académico comparado con los estudiantes del grupo de control.

Los resultados de las pruebas post-test indican que el grupo experimental tiene resultados significativos en comparación con el grupo de control demostrando que el aprendizaje cooperativo tiene mejores resultados sobre un método de enseñanza

tradicional. En una prueba más, la de retención, el grupo experimental obtiene por

Esta obra está sujeta a la licencia Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 3.0 Unported de Creative Commons. Para ver una copia de esta licencia, visite <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/3.0/>. 96

poco, mejores desempeño aunque no existe diferencia significativa entre las medias. El estudio demuestra que el STAD es un paradigma instruccional más efectivo en comparación con el método tradicional de enseñanza.

Dentro de las recomendaciones finales se indica que la estrategia STAD puede ser investigada al considerar diferentes períodos de tiempo y situaciones donde los estudiantes tengan conocimiento de las fechas de las pruebas. Asimismo, que los resultados de algunos estudios son insuficientes para decidir la cantidad máxima a utilizar de STAD por lo que podrían desarrollarse estudios de investigación-acción utilizando diferentes estrategias de aprendizaje cooperativo y en diferentes contextos.

De igual forma, Røj-Linderberg (2002) presenta a través de su estudio una serie de controversias en torno al enfoque tradicional de enseñanza de matemáticas que se ha utilizado por décadas y propone un enfoque de enseñanza-aprendizaje para el área de matemáticas.

El estudio indica que durante las décadas pasadas, la investigación ha identificado controversias respecto a la instrucción pasiva de enseñanza y aprendizaje de las matemáticas, algunas de estas controversias son el hecho de que los docentes acostumbrados al modelo tradicional no han requerido mayor conocimiento sobre la forma en que los niños aprenden matemáticas, el enfoque de enseñanza ha sido más en el desempeño de matemáticas que en el desarrollo de la competencia y el entendimiento de matemáticas, los docentes solamente han requerido explicar secuencias y procedimientos descritos en los libros de texto.

Se discuten algunas de las controversias mencionadas anteriormente y se introduce el enfoque del aprendizaje activo para enseñar y aprender matemáticas. Se

indica que el enfoque de aprendizaje activo se utiliza en un taller de la reunión del año

Esta obra está sujeta a la licencia Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 3.0 Unported de Creative Commons. Para ver una copia de esta licencia, visite <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/3.0/>. 97

2000 del Congreso Internacional de Aprendizaje Experimental (ICEL por sus siglas en inglés) y se le conoce como aprendizaje activo en matemáticas.

Finalmente, comparte sus experiencias como docente de educación básica e investigador en Finlandia y determina que los docentes de matemáticas que están acostumbrados a trabajar de forma tradicional no han requerido conocer de qué forma aprenden realmente los niños temas de matemáticas. Se indica que el enfoque de la enseñanza ha sido más hacia el desempeño en lugar del entendimiento de matemáticas.

Los profesores se enfocan en explicar a los estudiantes secuencias y procedimientos descritos en los libros. Battista (1994) indica que los docentes que enseñan el currículo de matemáticas de forma tradicional carecen de conocimiento acerca del aprendizaje del área y de técnicas de enseñanza que son esenciales para implementar cambios importantes en la cultura de aprendizaje de un aula.

Por otro lado, en el nivel de primaria, Salman (2009) presenta un estudio sobre la instrucción de profesores de ese nivel en la técnica de aprendizaje activo en Nigeria. En el estudio se examinan las evaluaciones de los profesores del sistema de educación primaria de Nigeria sobre la técnica de aprendizaje activo. Un total de 120 profesores se proponen como muestra para el estudio. La muestra de participantes pertenece a la zona norcentral de Nigeria. Se diseñan dos cuestionarios, uno previo y otro al término del taller.

El primer cuestionario se enfoca en obtener información sobre la forma en la que los participantes enseñan matemáticas en sus instituciones y los temas del área de matemáticas que son más difíciles enseñar. El cuestionario posterior al taller es para conocer la evaluación de los participantes sobre su desempeño en la técnica de

aprendizaje activo. Los datos colectados son analizados utilizando conteo de

frecuencias y porcentajes. Los reportes analíticos indican que los participantes encuentran al modelo de aprendizaje activo interactivo, interesante, motivante, participativo y muy innovador.

Con base en los resultados, se recomienda que la metodología de enseñanza se actualice a través de talleres sobre técnicas de aprendizaje activo y que la enseñanza de matemáticas a nivel primaria sea instruida por profesores de matemáticas entrenados en la técnica.

Otro estudio en nivel primaria en México es el que presentan Block y Dávila (1993) quienes indican que el conocimiento informal representa para los alumnos una vía importante para aprender y crear procedimientos originales de solución a problemas y a la vez, forma parte del proceso que permite acceder a los conocimientos formales de matemáticas, de tal forma que tengan más sentido para ellos.

En este mismo nivel educativo Block, Moscoso, Ramírez y Solares (2007) presentan un estudio donde se analizan los procesos de apropiación por maestros de la propuesta para la enseñanza de matemáticas sobre la reforma curricular de 1993 del sistema educativo mexicano. Se identificaron algunos logros y dificultades y se da cuenta de los procesos en los cambios de la práctica de enseñanza de matemáticas así como de los factores favorables y desfavorables.

La firma de Inspección en Educación HM (HMIE por sus siglas en inglés) (2009) indica que como resultado de las experiencias escolares y las demandas en matemáticas de Escocia para que el contenido sea más relevante a contextos de la vida real, los niños de quinto y sexto grado, toman la mayoría de las lecciones de matemáticas a través de actividades que vinculan el currículo cuando es apropiado. Se

indica que el objetivo principal de enseñar matemáticas de esa forma es poder asegurar

Esta obra está sujeta a la licencia Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 3.0 Unported de Creative Commons. Para ver una copia de esta licencia, visite <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/3.0/>. 99

que los niños disfruten, expliquen, investiguen y apliquen conceptos matemáticos para comprender y resolver problemas.

Se menciona que existe un énfasis en el aprendizaje colaborativo para motivar a los niños a razonar de forma lógica y creativa a través de la discusión. Los alumnos trabajan en grupos pequeños y comparten sus resultados a través de la revisión de pares. Se ha obtenido evidencia de los alumnos acerca del enfoque sobre la forma en la que ha impactado su aprendizaje y el gusto por el tema.

En la siguiente tabla se presenta el resumen de las investigaciones mencionadas en el apartado.

Tabla 4

Resumen de hallazgos de investigaciones con respecto al tema de aprendizaje activo para la enseñanza de matemáticas.

Aprendizaje activo como estrategia de enseñanza de matemáticas	
Autores	Hallazgos resumidos de investigaciones
Sfard (2006)	Se indica que el discurso matemático está hecho por dos factores: la relación simbólica con artefactos como sus herramientas de mediación-comunicación y por las reglas que regulan este tipo de comunicación. Se indica que las reglas son construidas por el observador y se mantienen de forma tácita para los participantes del discurso.
Rabut (2007)	Se presenta un estudio de investigación para derivar una situación de aprendizaje activo que esté enfocada para materias académicas abstractas.
Gregory y Read (2000)	Se presentaron los resultados de una investigación sobre el uso del aprendizaje activo para mejorar la motivación de los alumnos de la Universidad Central de Lancashire en Reino Unido.
Katsap (2003)	Se propuso un estudio sobre el uso de aprendizaje activo para la enseñanza de matemáticas a nivel universitario. Se indicó sobre el desarrollo de guías que conciernen al comportamiento del docente y de los estudiantes en actividades de enseñanza y actividades de evaluación mediante el aprendizaje activo.
Yevdokimov (2004)	Se propuso el uso de aprendizaje activo en matemáticas a través del contexto histórico y constructivista. Se indicó que en años recientes se ha comprendido que los alumnos deberían aprender a través de la investigación y de la construcción de sus propios conceptos de matemáticas.
Swan (2005)	Se presentan proyectos de aprendizaje activo del autor. Se describen los objetivos siendo el primero el apoyar a los estudiantes a adoptar más enfoques activos para el aprendizaje. El segundo objetivo es desarrollar mayor número de orientaciones retadoras, conectivas y colaborativas hacia la enseñanza de matemáticas.
Janilionis y Valantinas (2008)	Se presentó un estudio sobre el uso de aprendizaje activo en el curso de matemáticas para ingeniería en la Universidad Tecnológica de Kaunas de

	Lituania. Se indicó que las técnicas de aprendizaje activo en la enseñanza de matemáticas en la universidad se empezaron a utilizar desde años atrás y con base en esa experiencia se pudieron adaptar once salones equipados con dispositivos tecnológicos para la enseñanza.
Rosenthal (1995)	Se presentó un estudio para mejorar y promover la enseñanza de matemáticas. El estudio se llevó a cabo en cursos de teoría de probabilidad en la Universidad de Minnesota en Estados Unidos. En el estudio se indicó que generalmente las matemáticas avanzadas y otras ciencias teóricas son enseñadas principalmente utilizando el formato de cátedra, en donde se promueve la pasividad y aislamiento de los estudiantes.
Nunes, Schliemann y Carraher (1993)	Desarrollaron un estudio en Brasil sobre las matemáticas en adultos y su uso en diferentes tipos de trabajo. Dentro de los principales descubrimientos se encuentra que los trabajadores obtuvieron un mejor desempeño en comparación con estudiantes con un nivel similar o superior educativo.
Obarakpo (2009)	Se propuso un estudio para medir el efecto del aprendizaje activo en el desempeño de alumnos universitarios en el área de medición. El estudio comprendió 100 estudiantes asignados en dos grupos, uno de control y uno experimental.
Majoka, Dad y Mahmood (2010)	Se propuso un estudio sobre la División de Rendimiento del Equipo de Estudiantes (STAD por sus siglas en inglés) como una estrategia de aprendizaje activo para la enseñanza de matemáticas.
Røj-Linderberg (2002)	En el artículo el autor discute algunas de las controversias e introduce un enfoque diferente para enseñar y aprender matemáticas, el enfoque de aprendizaje activo.
Salman (2009)	En el estudio se examinaron las evaluaciones de los profesores del sistema de educación primaria de Nigeria sobre la técnica de aprendizaje activo.
Block y Dávila (1993)	En el artículo se indica que el conocimiento informal representa para los alumnos una vía importante para aprender y crear procedimientos originales de solución a problemas.
Block, Moscoso, Ramírez y Solares (2007)	Se presenta un estudio donde se analizan los procesos de apropiación por maestros de la propuesta para la enseñanza de matemáticas sobre la reforma curricular de 1993 del sistema educativo mexicano. Se identificaron algunos logros y dificultades y se da cuenta de los procesos en los cambios de la práctica de enseñanza de matemáticas así como de los factores favorables y desfavorables.
HMIE (2009)	Se indicó que el objetivo principal del estudio fue presentar una evaluación de la enseñanza de matemáticas en Escocia y de esa forma poder asegurar elementos para que los niños disfruten, expliquen, investiguen y apliquen conceptos matemáticos para comprender y resolver problemas.

2.2.5 Síntesis reflexiva. La enseñanza de matemáticas se inclina por estrategias de corte cognitivas y ello conlleva a que el docente adecúe su rol pedagógico como un facilitador de las condiciones para propiciar el aprendizaje. Destaca la propuesta de Zerpa (2011) quien considera fundamental el cuidado de la enseñanza de matemáticas en personas de entre ocho y dieciocho años por los

constantes cambios psicológicos de las personas. Se indica que para educación básica el docente debe incluir actividades que contengan de forma implícita las habilidades básicas del pensamiento. Asimismo, existen estudios fundamentados en el paradigma sociocultural como el que desarrolló Sfard (2006) permite considerar a las herramientas de mediación-comunicación y las reglas de comunicación para comprender el aprendizaje de las matemáticas. .

La identificación de los procesos de pensamiento matemático permitió el análisis y el desarrollo de actividades para la construcción de los instrumentos de evaluación del presente estudio con respecto al aprendizaje de contenido matemático, específicamente sobre el cálculo del perímetro en el nivel de educación primaria.

2.2.6 Oportunidades de estudio. De acuerdo con Rabut (2007), dentro del paradigma cognitivo, el modelo de aprendizaje activo puede ser utilizado en cualquier materia ya sea aplicada o abstracta. Por lo tanto, se identifica que teóricamente para la currícula de matemáticas de educación primaria se puede adaptar un modelo de aprendizaje activo para la enseñanza del tema de cálculo de perímetro. Cabe mencionar que el rol del docente debe ser tomado en cuenta a la hora de apropiar el modelo activo situado en el currículo de matemáticas (Block, Moscoso, Ramírez y Solares, 2007) así como el rol del aprendizaje informal como soporte del conocimiento formal del área (Block y Dávila, 1993).

De igual forma, es importante tomar en cuenta las competencias de los docentes para poder hacer aplicar el modelo de aprendizaje activo tal y como lo mencionan Røj-Linderberg (2002) y Salman (2009) y determinar las estrategia y

técnicas para motivar a los alumnos hacia la comprensión, explicación y aplicación de

conceptos matemáticos para la resolución de problemas del área de matemáticas. Así mismo, es importante evaluar las herramientas mediáticas y de comunicación tal y como lo indica Sfard (2006) para considerar respuestas que los estudios tradicionales no pueden resolver.

2.3 Uso de la tecnología en la educación

En este apartado se presentan los elementos que integran el tema de las tecnologías aplicadas al área de la educación. Primero, se describen los conceptos relacionados con las tecnologías de información y comunicación (TIC) para posteriormente analizar los elementos mediadores como dispositivos tecnológicos y recursos digitales. Al final, se presenta un apartado que vincula el uso de las TIC para la enseñanza de matemáticas. La siguiente figura describe gráficamente los elementos de este apartado:

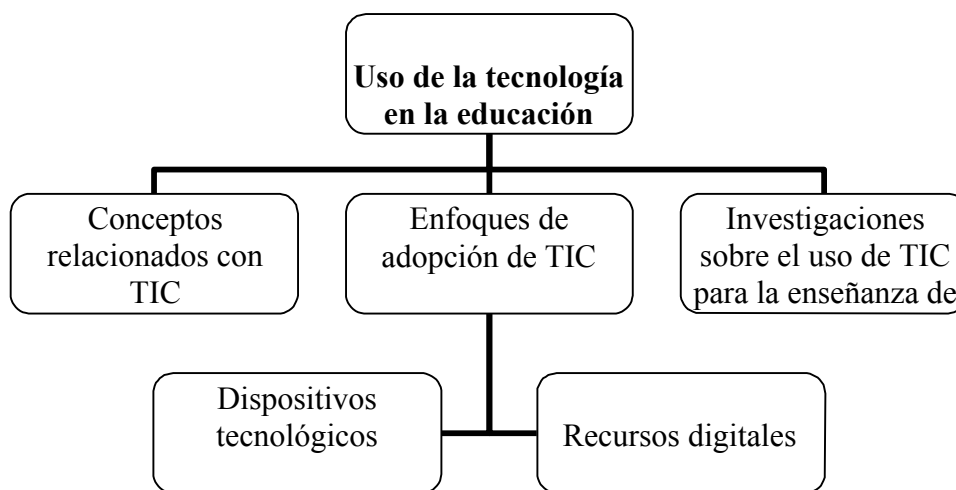


Figura 7. Elementos del tema de tecnología en la educación

2.3.1 Conceptos relacionados a las tecnologías de información y de las

comunicaciones. De acuerdo con la UNESCO (2002) se define a la informática como la ciencia que se enfrenta al diseño, realización, evaluación, uso y mantenimiento del procesamiento de sistemas de información, incluyendo hardware, software, aspectos organizacionales y humanos así como las implicaciones industriales, comerciales, gubernamentales y políticas.

Por su parte, la tecnología informática se define como las aplicaciones tecnológicas o artefactos de la informática en la sociedad. En tanto que, la tecnología de información y comunicación o TIC, se define como la combinación de tecnología informática con otras tecnologías relacionadas, especialmente con la tecnología de la comunicación.

2.3.2 Enfoques de adopción de TIC.

Es la misma UNESCO (2002) que indica que estudios del desarrollo de TIC tanto en países desarrollados como en vías de desarrollo que se identifican al menos cuatro tipos de enfoques mediante los cuales proceden los sistemas educativos y las personas en la adopción del uso de TIC. Los cuatro enfoques son: emergente, aplicación, infusión y transformación. En la siguiente figura se puede identificar el continuo de avance:

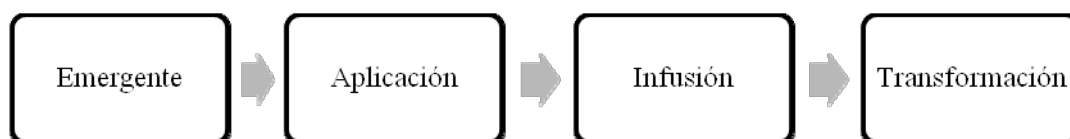


Figura 8. Modelo que representa el continuo de los enfoques de adopción de TIC en las escuelas (UNESCO, 2002)

2.3.3 Dispositivos tecnológicos. Un dispositivo móvil es un procesador con memoria que tiene muchas formas de entrada (teclado, pantalla, botones.), también formas de salida (texto, gráficas, pantalla, vibración, audio, cable) y medios para conectividad (Wifi, 3G, Bluetooth). Algunos dispositivos móviles ligados al aprendizaje son las laptops, teléfonos celulares, teléfonos inteligentes, asistentes personales digitales, reproductores de audio portátil, relojes con conexión, plataforma de juegos, tabletas electrónicas (Ramírez, 2009).

2.3.4 Recursos digitales con aplicaciones comerciales. El recurso digital con licencia comercial que se presenta corresponde a la aplicación móvil, específicamente las aplicaciones para dispositivos iOS de la compañía Apple y su gama de dispositivos en tabletas, dispositivos multimedia y teléfonos inteligentes. La razón de presentar a esta compañía estuvo en función del criterio de selección del departamento de apoyo en tecnología de la Cátedra de Investigación de Innovación en Tecnología y Educación (CIITE), de donde se desprende el estudio, el cual fue quién identificó a la tableta como el recurso idóneo por sus fortalezas para este estudio así como para los siguientes estudios que se pudieran realizar.

De acuerdo con Apple (2012) las aplicaciones son programas que se ejecutan en su sistema operativo móvil conocido como iOS en sus diferentes dispositivos móviles como iPad, iPhone así como iPod touch. Las aplicaciones son desarrolladas por compañías y por usuarios que se registran como desarrolladores en la tienda en línea que almacena estas aplicaciones conocida como la App Store.

2.3.5 Uso de tecnología para incentivar el aprendizaje activo en

matemáticas. De acuerdo con Pea (1987) en el área de matemáticas se han utilizado por varios siglos diferentes tipos de tecnologías y herramientas. Se piensa en herramientas para medir, realizar cálculos, recordar nociones matemáticas, ejecutar sistemas de símbolos y lenguaje escrito como tecnologías cognitivas que ayudan a trascender las limitaciones de la mente. A continuación se presentan algunas investigaciones sobre cómo se ha utilizado la tecnología para la enseñanza de matemáticas.

Fue Papert (1980) quién inició los estudios sobre cómo la tecnología puede ofrecer nuevas formas para aprender. Papert desarrolló el lenguaje de programación Logo mientras trabajaba en el Instituto Tecnológico de Massachusetts (MIT) basado en el trabajo de Piaget (1962) con la intención de que el programa fuera una herramienta para mejorar la forma en la que los niños piensan y resuelven problemas. Con base en su trabajo se desarrolló un robot pequeño llamado *Logo Turtle* y los niños lo utilizaron para resolver problemas. También se formó un grupo de investigación bajo el nombre de *Logo Foundation* que busco fortalecer la habilidad para aprender. La idea de Papert se fundamentó en decir que un lenguaje simple o programa como Logo puede hacer que los niños aprendan pero también puede tener funciones avanzadas para usuarios expertos.

Asimismo, Papert (1980) propuso un ambiente de aprendizaje basado en la computadora llamado *Microworld*. Se creía que el diseño de *Microworld* complementaba el conocimiento natural al formar mecanismos en los niños, conocido como un enfoque constructivista para el conocimiento y el aprendizaje. Sus

implicaciones principales fueron que el aprendizaje de *Microworld* afectaría

profundamente la calidad del conocimiento obtenido. Su trabajo fue uno de los primeros a gran escala que buscó mediar la tecnología educacional basada en computadoras con las teorías basadas en los trabajos de Piaget (1962) sobre el aprendizaje y conocimiento.

Además de contar con teorías constructivistas para desarrollar un conocimiento mediado con tecnología es necesario desarrollar ciertas competencias en la denominada Sociedad del Conocimiento, que de acuerdo con Valenzuela y Ramírez (2010), son ejercer pensamiento crítico, saber comunicarse, gestionar información, buscar información, manejar el idioma inglés y hacer uso de las TIC.

Esta última competencia es la que da origen a la inclusión de la tecnología en el área educativa y de acuerdo con Grabinger y Dunlap (1995) la aparición de los ambientes enriquecidos conocidos como Ambientes Reales para el Aprendizaje Activo (REAL por sus siglas en inglés) cuya definición se refiere a sistemas constructivos comprensivos que se desprenden y son consistentes con teorías y filosofías constructivistas. Grabinger y Dunlap (1995, p.2) mencionan las características principales de los REAL:

Proveen actividades de aprendizaje que permiten a los alumnos integrarse en un proceso de aprendizaje continuo para la construcción y modelación del entendimiento como una consecuencia natural de sus experiencias e interacciones con ambientes de aprendizaje que reflejen auténticamente el mundo que los rodea. De esta forma, los REAL son responsables de las prácticas educativas que promueven el desarrollo del conocimiento inerte, tales como las actividades de transferencia de conocimiento convencionales de alumno-maestro.

Dentro de los estudios identificados sobre el uso de tecnología para incentivar la enseñanza de matemáticas se encuentra la experiencia de Reba (2007) sobre un

proyecto financiado por Hewlett Packard para el uso de tabletas digitales e interacción basada en Web para su uso en las clases de matemáticas a nivel universitario.

El estudio se desarrolla en la Universidad de Clemson en Estados Unidos (CU por sus siglas en inglés) en donde a través de tabletas electrónicas, plumas digitales y proyectores, los alumnos pueden enviar soluciones de forma anónima vía web a través de interacciones con el software *MessageGrid* y *Ubiquitous Presenter*. Para realizar una actividad el instructor proyecta, anota y salva los envíos.

De acuerdo con Reba (2007) en la actualidad la mayoría de los docentes del área de matemáticas adoptan al aprendizaje activo como un estilo pedagógico deseable en el aula en donde el instructor minimiza el tiempo de clase y compromete a los estudiantes en la resolución de problemas. Lo anterior debido a que el aprendizaje activo demanda que los estudiantes tomen el control de su propio aprendizaje, identifiquen lo que no se comprende en su totalidad, busquen alternativas de solución e interactúen de ello con el instructor.

Como dato interesante, se identifica que los estudiantes se benefician del modelo de estrategias de resolución de problemas alternativos y la revisión de conceptos y que ambos ocurren cuando se discuten los envíos de los alumnos.

En cuanto a la experiencia de los docentes se indica que tardan más tiempo en diseñar actividades, en conocer el software y el uso de las tabletas, en compartir sus impresiones con otros docentes y en apoyar a estudiantes fuera de clases, sin embargo, los docentes deciden continuar con el proyecto para maximizar su conocimiento y poder ofrecer clases para la enseñanza de matemáticas de forma más activa y haciendo uso de dispositivos como la tableta electrónica (Reba y Weaver, 2007).

Las conclusiones del estudio señalan que el uso de la tecnología (plumas digitales, tabletas, proyectores y software basado en web) en conjunto con nuevos modelos instruccionales puede proporcionar una comunicación frecuente, efectiva y detallada entre estudiantes y sus profesores en espacios de aprendizaje numerosos.

Además, se indica que otro tipo de tecnología conocida como sistemas de administración de clases y talleres permite que diferentes cursos sean coordinados para que el aprendizaje activo pueda ser promovido y desarrollado aún en secciones dirigidas por docentes ocupados y por asistentes de docencia. Por último, se indica que los podcast y los sistemas de tarea en línea le permiten a los alumnos recibir instrucciones fuera del aula lo cual complementan la experiencia activa del aprendizaje (Reba y Biggers, 2008).

Por otra parte, González (2008) presenta la experiencia de un proyecto en el curso de Modelación perteneciente al segundo curso de ciencias matemáticas en la Universidad Autónoma de Madrid en España sobre el uso de una estrategia pedagógica adaptada del modelo de aprendizaje activo del MIT. Se indica que una de las ideas fundamentales consiste en que los estudiantes utilizan unos dispositivos inalámbricos, a los que se les conoce como *clickers*, para responder en clase a las preguntas del profesor.

La experiencia consiste en un aula con 50 estudiantes, adaptada con 10 mesas circulares y dos computadoras por mesa, además de una mesa para el docente al centro del espacio. De igual forma, se cuenta con pantallas y pizarrones alrededor del aula. Cada estudiante dispone de un *clicker* con un número de serie y cada mesa tiene un receptor de frecuencia para recoger las señales de los dispositivos. La duración de

cada clase es de una hora con 40 minutos. Así, el profesor puede explicar un tema y hacer preguntas sobre el mismo esperando respuestas a través de los pulsadores.

Los resultados indican que el modelo incentiva la participación y la responsabilidad individual ya que cada estudiante está consciente de su propia participación y a la vez de la del grupo al que pertenece. También, se identifica que el ambiente de aprendizaje se vuelve más dinámico con la participación de los estudiantes y se promueve la interacción entre docente-estudiante y cooperación entre los estudiantes.

En el caso de México, la Secretaría de Educación Pública (2006a) propone un documento para el uso de los docentes de nivel primaria que contiene reflexiones, orientaciones y sugerencias para aprovechar los recursos del proyecto Enciclomedia para la enseñanza de Matemáticas en la escuela primaria, específicamente para los grados de quinto y sexto.

El proyecto de Enciclomedia se integra por el uso de dispositivos tecnológicos en el aula como equipo de cómputo y pizarrón electrónico. Se espera que los docentes que atiendan los grados antes indicados conozcan los recursos que tienen a su disposición, la intención didáctica y la forma de emplearlos en sus clases para hacerlas más dinámicas e interesantes y de la misma forma, se motive a los alumnos y se despierte su curiosidad por el conocimiento de las matemáticas.

De igual forma, la Subsecretaria de Educación Básica de la Secretaría de Educación Pública de México (2006b) desarrolla el curso denominado “La incorporación de las TIC en la enseñanza de matemáticas de la escuela primaria” enfocado a los docentes de educación primaria. En el curso se recuperan recursos

utilizados en otros procesos de formación como audios, videos, programas

computacionales educativos y materiales de apoyo del programa denominado Enciclomedia. La intención del curso es permitir a los docentes desarrollar habilidades indispensables para el anejo de recursos tecnológicos y así garantizar su utilización en el aula.

En tanto que para el caso de las matemáticas se busca promover el uso de las tecnologías con base en el análisis y reflexión para utilizar a las tecnologías como una herramienta para la resolución de problemas, argumentar respuestas y buscar alternativas de solución a los problemas que se identifiquen. El curso se organiza en tres módulos con una duración de 30 horas.

A todo esto, el del uso del pizarrón electrónico a las aulas de educación primaria de México, específicamente en los grados de quinto y sexto y de acuerdo con la Secretaría de Educación Pública (2006c) permite al maestro compartir con sus alumnos datos, imágenes y recursos multimedia. El pizarrón interactivo se convierte en una herramienta pedagógica a medida que promueve el aprendizaje en grupo, fortalece los espacios de discusión y análisis de la información, coadyuva el diseño de materiales didácticos, favorece el trabajo colaborativo y permite generar ideas para almacenarlas y utilizarlas posteriormente.

Un estudio de investigación sobre el uso de pizarrones digitales es el de Fernández-Cárdenas y Silveyra-De la Garza (2010) el cual indaga la construcción del conocimiento a través del uso de pizarrones digitales y los compara con grupos que trabajan con pizarrones tradicionales. Dentro de las asignaturas revisadas se encuentra la de matemáticas y los autores encontraron que, los docentes se comunican con los estudiantes a través del lenguaje y gestos para mostrar en una secuencia su

comprensión y el uso de objetos multimodales. Asimismo, se promueve la

socialización de los estudiantes mediante el conocimiento disciplinar el cual es apropiado por las prácticas comunicativas. Las implicaciones incluyen la resolución de problemas de forma creativa al promover la construcción del conocimiento a través de la interacción.

Por su parte, el Departamento de Investigaciones Educativas (DIE) del Centro de Investigación y Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional de México (CINVESTAV) analiza problemas del aprendizaje de los alumnos en educación básica relacionados con el álgebra y su enseñanza en ambientes tradicionales y en nuevos ambientes de aprendizaje con uso de plataformas y objetos digitales. (CINVESTAV, 2012).

Son diversas las investigaciones que han abordado el aprendizaje y el desarrollo de pensamiento matemático, especialmente el algebraico, como el proyecto de investigación EDUMAT-Maestros en España (Godino, Recio, Roa, Ruiz y Pareja, 2005). El proyecto consistió en evaluar procesos de enseñanza y aprendizaje de matemáticas basados en el uso de recursos tecnológicos en donde se aplicó el análisis de un recurso virtual con orientación al estudio de nociones algebraicas. Los resultados dan cuenta que el papel del profesor es esencial para el progreso de la actividad cognitiva de los alumnos y que el saber específico del maestro es determinante para lograr el éxito del aprendizaje al conducir adecuadamente al alumno en el desarrollo de sus actividades.

En otro estudio de investigación de Murillo y Marcos (2009) se indica que las TIC permiten la comunicación efectiva y mejoran las estrategias de quienes las utilizan. Asimismo, se percibe que los alumnos desarrollan autonomía en la

apropiación de aprendizaje matemático y cambian la actitud hacia el área. Se

observaron algunos comportamientos como asistencia puntual a clases, predisposición al trabajo y una actitud más participativa.

De acuerdo con Ursini, Sánchez y Ramírez (2007) en los últimos años en México se ha realizado una implementación gradual de tecnología digital en las aulas de matemáticas para apoyar el currículo tradicional de matemáticas. En su estudio indicaron los resultados de un estudio comparativo y longitudinal donde se investigó el desempeño de los alumnos en matemáticas y cómo se afectan sus actitudes hacia las matemáticas.

El estudio contempló una muestra de 679 estudiantes de entre 12 y 14 años, de los cuáles 458 usaron tecnología (Hojas de cálculo) una vez por semana como apoyo para la clase de matemáticas y 221 alumnos no usaron tecnología. Su desempeño se siguió por dos años. Su actitud se midió utilizando una escala de Likert de cinco puntos mientras que el conocimiento de matemáticas se evaluó utilizando pruebas matemáticas oficiales de opción múltiple.

Los resultados del estudio demuestran que el porcentaje de alumnos con una actitud positiva hacia las matemáticas era apenas superior entre los que usaron computadoras. Asimismo, el porcentaje de alumnos con resultados más altos en las pruebas de conocimiento fue de los alumnos que utilizaron tecnología. Se identificó que no había diferencias en autoestima para trabajar con matemáticas en ninguno de los dos grupos. Los resultados sugieren que un pequeño porcentaje de la muestra evaluada se benefició con el uso de tecnología y principalmente fueron mujeres. En tanto que los temas que se aprendieron mejor con el apoyo de tecnología fueron: radio y proporción, cálculo de perímetro y áreas, cálculo de porcentaje simple, pre-álgebra y ecuaciones lineares y gráficas lineares.

Otro proyecto en México es el que indican Trigueros y Sacristán (2007) sobre el programa de Enseñanza con Matemáticas (EMAT). El proyecto inició en 1997 enfocado a niños de entre 12 y 15 años para ser utilizado en aulas de educación secundaria para la enseñanza de matemáticas.

El programa introdujo un modelo pedagógico para acelerar el aprendizaje exploratorio y colaborativo a través del uso de herramientas computacionales. En los resultados que los investigadores obtuvieron del estudio de evaluación se identificó que la capacitación a los docentes es ineficiente y que los profesores enfrentan dificultades al cambiar sus prácticas como se solicita en el programa EMAT. El uso de herramientas tecnológicas en la escuela es muy inconsistente. Por parte de los estudiantes, el beneficio de actividades basadas en tecnología se mantiene difícil de alcanzar y no existe un impacto visible de aprendizaje como lo demuestran las pruebas realizadas. Sin embargo, si se identifica una correlación entre las herramientas utilizadas y el aprendizaje de diferentes temas matemáticos.

En la tabla 5 se resumen los hallazgos de investigaciones las cuales se indican en el tema de uso de la tecnología para la enseñanza de matemáticas.

Tabla 5
Resumen de hallazgos de investigaciones con respecto al tema de uso de la tecnología en el área educativa de las matemáticas.

Uso de tecnología para incentivar la enseñanza	
Autores	Hallazgos resumidos de investigaciones
Papert (1980)	Su trabajo fue uno de los primeros a gran escala que buscó mediar la tecnología educacional con computadoras y apoyándose en los trabajos de Piaget (1962) sobre el aprendizaje y conocimiento. Desarrolló un lenguaje de programación que denominó Logo, el cual identificó como apoyo para la resolución de problemas de niños. A su vez, diseñó un ambiente de aprendizaje basado en la computadora llamado <i>Microworld</i> . Se creía que el diseño de <i>Microworld</i> complementaba el conocimiento natural al formar mecanismos en los niños, conocido como un enfoque

	constructivista para el conocimiento y el aprendizaje.
Reba (2007)	Se presentó un proyecto financiado por Hewlett Packard sobre el uso de tabletas electrónicas e interacción basada en Web para su uso en las clases de matemáticas a nivel universitario. El estudio se desarrolló en la Universidad de Clemson y se indicó que se proporcionaron tabletas electrónicas, plumas digitales y proyectores en dos cursos, uno de cálculo y otro de artes liberales de matemáticas.
González (2008)	Se presenta el uso de un formato parecido al que se utiliza en el MIT, llamado formato de Aprendizaje Activo utilizando Tecnología, para el curso de Modelación I (Segundo Curso de Ciencias de Matemáticas) en la Universidad Autónoma de Madrid.
Fernández-Cárdenas y Silveyra-De la Garza (2010)	Se presentó el resultado sobre el uso de pizarrones interactivos en México. Durante 20 sesiones se comparó el uso de pizarrones tradicionales con pizarrones interactivos en diferentes áreas del currículo de educación primaria, incluida el área de matemáticas. Se identificó que las ideologías pedagógicas son aspectos importantes de la socialización de los alumnos en el conocimiento disciplinar el cual está embebido en las prácticas comunicativas. Se identificaron competencias comunicativas de los participantes así como la resolución de problemas y la construcción de conocimiento a través de la interacción.
CINVESTAV (2012)	Se indicó el desarrollo de estudios de investigación sobre el aprendizaje de los alumnos en educación básica relacionados con el álgebra y su enseñanza en ambientes tradicionales y en nuevos ambientes de aprendizaje con uso de plataformas y objetos digitales.
Secretaría de Educación Pública (2006a)	Se desarrolló un documento para el uso de los docentes de nivel primaria que contiene reflexiones, orientaciones y sugerencias para aprovechar los recursos del proyecto Enciclomedia para la enseñanza de Matemáticas en la escuela primaria, específicamente para los grados de quinto y sexto.
Secretaría de Educación Pública (2006b)	Se desarrolló un curso denominado “La incorporación de las TIC en la enseñanza de matemáticas de la escuela primaria” enfocado a los docentes de educación primaria. En el curso se recuperan recursos utilizados en otros procesos de formación como audios, videos, programas computacionales educativos y materiales de apoyo del programa denominado Enciclomedia. La intención del curso fue permitir a los docentes desarrollar habilidades indispensables para el manejo de recursos tecnológicos y así garantizar su utilización en el aula.
Secretaría de Educación Pública (2006c)	Se presenta información sobre los pizarrones electrónicos como herramientas pedagógicas a medida que promueve el aprendizaje en grupo. Con su uso se fortalecen los espacios de discusión y análisis de la información, coadyuva el diseño de materiales didácticos, favorece el trabajo colaborativo y permite generar ideas para almacenarlas y utilizarlas posteriormente.
Godino, Recio, Roa, Ruiz y Pareja, (2005)	Se desarrolló un proyecto sobre procesos de enseñanza y aprendizaje de matemáticas basados en el uso de recursos tecnológicos, denominado EDUMAT – Maestros, en donde se aplicó el análisis de un recurso virtual con orientación al estudio de nociones algebraicas. Los resultados indicaron la importancia del papel del profesor para el progreso de la actividad cognitiva de los alumnos y que el saber específico del maestro es determinante para lograr el éxito del aprendizaje al conducir adecuadamente al alumno en el desarrollo de sus actividades.
Murillo y Marcos (2009)	Se propone un estudio donde se identifica que las TIC permiten la comunicación efectiva y mejoran las estrategias de quienes las utilizan. Asimismo, se percibe que los alumnos desarrollan autonomía en la apropiación de aprendizaje matemático y cambian la actitud hacia el área. Se observaron algunos comportamientos resultantes como asistencia puntual a clases, predisposición al trabajo y una actitud más participativa.

Ursini, Sánchez y Ramírez (2007)	Desarrollaron un estudio donde demostraron el uso de tecnología para el aprendizaje de matemáticas. Los resultados indican que el porcentaje de alumnos con una actitud positiva hacia las matemáticas era apenas superior entre los que usaron computadoras. Asimismo, el porcentaje de alumnos con resultados más altos en las pruebas de conocimiento fue de los alumnos que utilizaron tecnología. De igual forma, un pequeño porcentaje de la muestra evaluada se benefició con el uso de tecnología y principalmente fueron mujeres. En tanto que los temas que se aprendieron mejor con el apoyo de tecnología fueron: radio y proporción, cálculo de perímetro y áreas, cálculo de porcentaje simple, pre-álgebra y ecuaciones lineales y gráficas lineales.
Triguerras y Sacristán (2007)	Presentan un artículo sobre el programa EMAT en México. En su estudio se indican los resultados de un estudio de evaluación que se enfocó en la práctica docente con el uso de herramientas y su asimilación del modelo pedagógico, así como el uso del programa en el aprendizaje de alumnos de nivel secundaria en el currículo de matemáticas.

2.3.6 Síntesis reflexiva. La tecnología en el área educativa cada vez tiene más aplicaciones. De acuerdo con Papert (1980) en las aulas saturadas con tecnología existe mayor socialización y la tecnología contribuye a una mayor interacción entre estudiantes y entre estudiantes y docentes. En México se han desarrollado proyectos encaminados a incluir el uso de tecnología en el aula para la enseñanza de contenido de matemáticas (Secretaría de Educación Pública, 2006^a; Secretaría de Educación Pública, 2006b; Secretaría de Educación Pública, 2006c; CINVESTAV, 2012). Para el estudio, se identificaron diversas investigaciones que incluyeron la mediación a través de dispositivos tecnológicos que junto con recursos digitales, permitieron la enseñanza de contenido de matemáticas a nivel de educación básica (Reba, 2007; González, 2008, Fernández-Cárdenas y Silveyra-De la Garza, 2010; Godino, Recio, Roa, Ruíz y Pareja, 2005; Murillo y Marcos, 2005; Ursini, Sánchez y Ramírez, 2006; Triguerras y Sacristán, 2007).

2.3.7 Oportunidades de estudio. De acuerdo con la revisión de literatura

resulta interesante considerar a los dispositivos táctiles, como pizarrones o tabletas

digitales, como mediadores que sirven de apoyo en la construcción de conocimiento en el aula. La experiencia de Reba (2007) crea un marco de referencia para considerar de qué forma se pueden aprovechar las tabletas digitales para situarlas en la enseñanza del cálculo de perímetro en alumnos de primaria. El trabajo de Fernández-Cárdenas y Silveyra-De la Garza (2010) da pie para considerar cómo las herramientas digitales pueden generar mayor socialización y conocimiento mediante la cognición corporeizada. Esa cognición corporeizada toma sentido de acuerdo con el objeto, evento y forma con la que una persona pueda hacer con el propio objeto (Glenberg, 1997). Por su parte, el estudio de Triguerras y Sacristán (2007) puede orientar sobre cómo se implantó un modelo en compañía del uso de recursos tecnológicos para la enseñanza de matemáticas.

Capítulo 3: Método

En este capítulo se presenta el diseño metodológico que orientó la investigación sobre el tema: Aprendizaje activo en ambientes enriquecidos con tecnología. El estudio consistió en un diseño de dos fases bajo una metodología mixta de tipo convergente paralela. Se presenta el método de investigación, las variables de estudio, las fuentes de información, las cuestiones éticas, así como la captura y análisis de datos. La primera fase comprendió el estudio de corte cuantitativo mientras que la segunda fase consistió en un estudio cualitativo. Para cada etapa se presenta la población y muestra, las técnicas de recolección de datos y la aplicación de instrumentos. Cabe mencionar que también se incluye la reseña del estudio piloto así como una propuesta de estrategias didácticas para fomentar el aprendizaje activo utilizando recursos tecnológicos hacia la enseñanza del perímetro. Al final se encuentran las conclusiones preliminares de este capítulo.

3.1 Método de investigación

La elección del método para abordar la pregunta de investigación contempla una revisión sobre el que contribuya en dar una respuesta más completa. En el caso del estudio, la pregunta de investigación fue: ¿En qué medida se relaciona el nivel de desempeño académico para el cálculo de perímetro de polígonos regulares en alumnos de quinto grado de primaria y la implementación del aprendizaje activo cuando se usan recursos y tabletas digitales?

Así, se optó por una metodología de investigación mixta ya que ésta permite una perspectiva de un fenómeno integral, complejo y holístico para ayudar a clarificar

la investigación. Entonces, mediante este tipo de metodología se entrelaza la lógica inductiva (cualitativa) con la lógica deductiva (cuantitativa) (Johnson y Onwuegbuzie, 2004).

De acuerdo con Tashakkori y Teddlie (2003) las ventajas de los métodos mixtos sobre un enfoque singular, ya sea el cualitativo o el cuantitativo, son: 1) la investigación con métodos mixtos puede responder preguntas de investigación que otras metodologías no pueden por sí mismas, 2) la investigación con métodos mixtos proporciona inferencias más poderosas y 3) los métodos mixtos brindan oportunidades para presentar una gran diversidad de puntos divergentes.

Por su parte, Morse (1991) citado por Tashakkori y Teddlie (2003), propuso la nomenclatura que hasta el día de hoy se sigue utilizando en los estudios de metodología mixta. Para este estudio, la nomenclatura corresponde a una de tipo: QUAN + QUAL lo cual indica que se obtienen datos cuantitativos (QUAN) simultáneamente (+) con los datos cualitativos (QUAL).

Cabe mencionar que ambos paradigmas fueron imprescindibles para el estudio, los cuáles en conjunto contribuyen en dar respuesta a la pregunta principal, preguntas derivadas, a verificar el objetivo o bien aceptar o rechazar las hipótesis.

De acuerdo con Creswell y Plano-Clark (2007) son cuatro los principales tipos de diseños de los métodos mixtos desde una perspectiva de intenciones, procedimientos, variantes comunes, fortalezas y los retos inherentes. Los cuatro diseños son: a) el diseño de triangulación convergente; b) el diseño imbricado; c) el diseño explicativo y d) el diseño exploratorio.

Para este estudio el diseño más adecuado correspondió al de tipo convergente

donde se identificó que no eran suficientes un conjunto de datos exclusivamente de

una u otra metodología ya que se planteaban distintos elementos como las preguntas de investigación. De acuerdo con Creswell (2008) el diseño convergente puede utilizar una o dos etapas de un enfoque en donde los datos cuantitativos y cualitativos se utilizan para responder diferentes preguntas de investigación en un estudio.

En el presente estudio se decidió que para la parte cuantitativa el método correspondía a un estudio experimental con grupos de control (Campbell y Stanley, 1966) mientras que para la parte cualitativa, un estudio de casos múltiples con orientación etnográfica (Spradley, 1979, 1980), que de acuerdo con Creswell (2008) también se conocen como estudios de casos culturales. En la siguiente figura se representa gráficamente el diseño de investigación de tipo convergente paralelo:

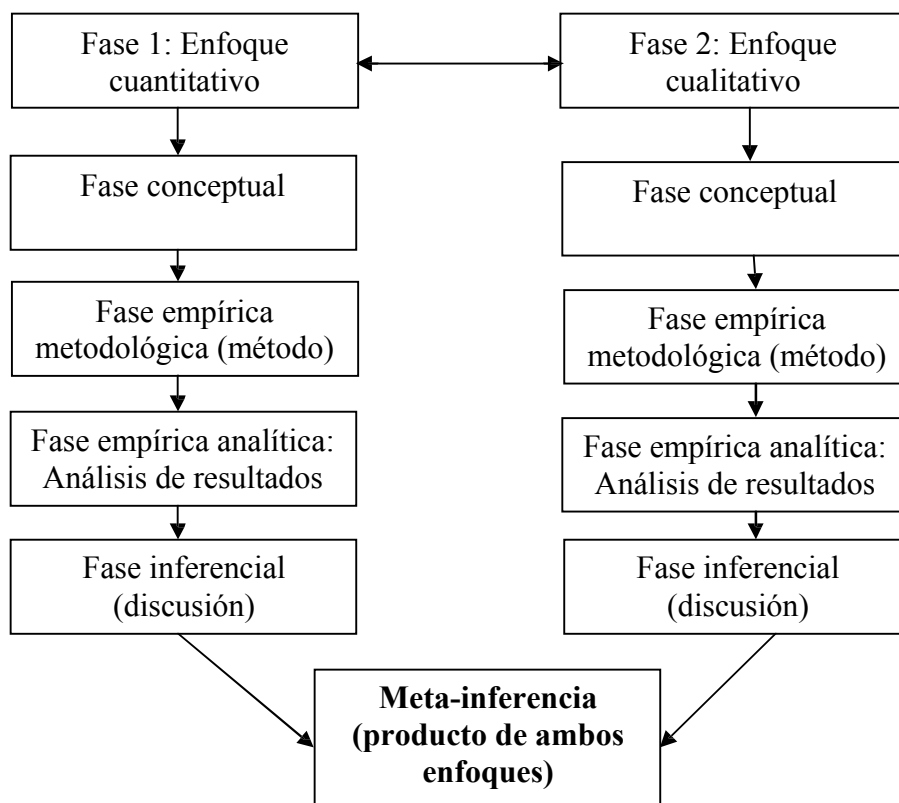


Figura 9. Diseño de investigación mixta de tipo convergente paralela en dos fases

(Creswell y Plano-Clark, 2007)

3.2 Variables de estudio

En este apartado se menciona el área temática que orienta el estudio y se definen sus variables. Para apoyar en la identificación del tema, dominios e indicadores se preparó un cuadro de triple entrada (Ramírez, 2008) el cual puede encontrarse en el Apéndice 1 al final del documento. La identificación de los temas, los dominios y los indicadores del estudio emanaron de la revisión de la literatura, la identificación del planteamiento del problema y los objetivos que buscaba la investigación.

Los temas que se identificaron fueron: 1) construcción de pensamiento matemático, 2) aprendizaje activo y 3) tecnología en la educación. Los dominios correspondieron al nivel de aprendizaje de contenido matemático, actividades escolares cognitivas y el uso de recursos tecnológicos en el aula. Por su parte, los indicadores se seleccionaron tomando en cuenta aspectos como relevancia y capacidad de análisis y fueron la competencia para el cálculo de perímetro de polígonos, el aprendizaje individual vs. el aprendizaje colaborativo en el aula, los componentes pedagógicos, componentes tecnológicos y tipos de recursos tecnológicos. A continuación se describen los dominios e indicadores del estudio:

Nivel de aprendizaje de contenido matemático: Se refiere a la forma en la que los participantes del estudio indican conocer el concepto y cálculo de operaciones del eje de forma, espacio y medida, en particular del cálculo de perímetro. Los indicadores fueron la conceptualización de las figuras geométricas conocidas como polígonos (se revisará que el alumno identifique el cálculo del perímetro de otras medidas como el cálculo del área) así como la identificación y el cálculo de perímetro de polígonos a

partir del conocimiento previo (identificación de los lados de las figuras y su relación con el contorno de las mismas) sobre los conceptos del cálculo de perímetro de figuras, incluidos los polígonos regulares.

Actividades escolares cognitivas: Se refiere al tipo de trabajo que se prioriza en el aula, individual o colaborativo, con la finalidad de buscar un modelo centrado en el alumno. Se revisan situaciones donde el docente procura el interés de los alumnos para buscar información por su cuenta, la manera de resolver los problemas que se le plantean, acostumbrarlos a leer cuidadosamente la información que acompaña a los problemas, mostrar una actitud adecuada para el trabajo en equipos, manejo adecuado del tiempo para concluir las actividades .

Uso de recursos tecnológicos en el aula: Se refiere a los tipos de recursos tecnológicos, como dispositivos y recursos digitales, más utilizados como mediadores del aprendizaje del cálculo de perímetro de polígonos regulares. También se buscó identificar los componentes pedagógicos y componentes tecnológicos que incidían en los alumnos y los docentes al utilizar dichos recursos tecnológicos en el salón de clase.

En la siguiente tabla se presentan los dominios e indicadores identificados para el estudio:

Tabla 6
Variables del estudio.

Dominios	Definición del dominio	Indicadores	Técnica de recolección de datos
Nivel de aprendizaje de contenido matemático	El dominio se refiere a la forma en la que los participantes del estudio indicaron conocer el concepto y cálculo de operaciones del eje de forma, espacio y medida, específicamente del cálculo de perímetro.	Los indicadores son la conceptualización del tema del perímetro de los polígonos (que el alumno identifique el cálculo del perímetro de otras medidas como el área) y el cálculo de perímetro de polígonos a partir del conocimiento previo (identificación de los lados de las figuras y su relación con el	La evaluación se obtiene mediante una prueba de conocimientos con una escala del 0 al 10 en donde cada pregunta corresponde a conocimiento conceptual o procedimental de acuerdo a como lo indica García (2003).

		contorno de las mismas) sobre los conceptos en torno al cálculo de perímetro de figuras, incluidos los polígonos regulares.	
Actividades escolares cognitivas	El dominio se refiere a la identificación del tipo de trabajo que se prioriza en el aula, individual o colaborativo.	Los indicadores son la manera en que el docente guía al alumno para resolver los problemas, acostumbrarlos a leer cuidadosamente la información que acompaña a los problemas, mostrar una actitud adecuada para el trabajo en equipos, manejo adecuado del tiempo para concluir las actividades.	La operacionalización se da mediante la observación participante, entrevistas etnográficas, entrevistas focales, análisis del discurso.
Uso de recursos tecnológicos en el aula	Este dominio se refiere al uso de dispositivos y recursos digitales como mediadores del proceso de enseñanza-aprendizaje.	Los indicadores son la identificación de los componentes pedagógicos, componentes tecnológicos y los tipos de recursos tecnológicos utilizados. Se indagó acerca de los tipos de recursos más utilizados como mediadores del aprendizaje del cálculo del perímetro de polígonos regulares. También se buscó identificar los componentes pedagógicos y componentes tecnológicos que incidían en los alumnos y los docentes al utilizar recursos tecnológicos en el salón de clase.	La operacionalización se realiza mediante la observación participante, entrevistas etnográficas y focales así como análisis del discurso.

3.3 Fuentes de información

En el estudio se contemplaron las siguientes fuentes de información para la recopilación de datos:

Estudiantes: Son la parte medular de la investigación ya que el problema de investigación estaba relacionado directamente con su aprendizaje sobre ciertos temas del currículo de matemáticas, como la conceptualización y el cálculo del perímetro de polígonos regulares. Proporcionó datos con respecto al conocimiento de polígonos

regulares y el cálculo del perímetro de dichas figuras. Asimismo, contribuyeron en los

datos sobre el tipo de trabajo que más se prioriza en el aula, individual o colaborativo. Así también, proporcionaron datos con respecto a los componentes pedagógicos y tecnológicos que resultan tras utilizar recursos tecnológicos en el aula.

Docentes: Son los encargados de guiar al estudiante en el proceso de aprendizaje además de que aportan información sobre las estrategias que utilizan para la enseñanza del subtema de interés del estudio. Ofrecieron datos sobre las prácticas que existen en el aula, lo cual contribuyó en la identificación de modelos tradicionales o bien en otros más activos donde el alumno es el centro del modelo.

Directivos: Son el primer contacto en cada institución educativa que participa en el estudio. Ofrecen acceso a documentos diversos así como la vinculación con los profesores a su cargo. Su participación en el estudio fue como porteros (*gatekeepers*) porque son quienes aceptaron la solicitud de abrir las puertas para la investigación (Sánchez, 2001).

Documentos: De acuerdo con Yin (2003) la revisión de documentos permite ampliar la información obtenida por otros medios por lo que para el estudio la revisión comprendió documentos oficiales de la Secretaría de Educación Pública (libros, planes de estudio, manuales de apoyo al docente). Ofrecieron datos sobre el contenido del área de matemáticas que se enseña a los alumnos de quinto grado de primaria durante el primer bimestre académico con la intención de acotar problemas y ejercicios que se ven en clase (Ver Apéndice 15 para identificar el contenido de primer bloque del

currículo de matemáticas de quinto grado de primaria y Apéndice 16 para calendario del ciclo escolar 2012-2013).

Objetos: Los objetos permiten obtener información complementaria. Para este estudio los objetos comprendieron el registro fotográfico así como las videograbaciones. Cabe mencionar que las videograbaciones se transcribieron y éstas contribuyeron en la comprensión de los dominios e indicadores del estudio. Por su parte, las fotografías contribuyeron como elementos probatorios del estudio realizado.

En la siguiente tabla se indican los datos que proporcionó cada fuente de información para el estudio y con qué tipo de instrumento se apoyó para ello.

Tabla 7
Datos que proporcionan las fuentes del estudio.

Fuente	Datos que proporciona	Técnica de recolección de datos
Estudiantes	Información cuantitativa y cualitativa sobre el conocimiento que tienen los alumnos sobre conceptos matemáticos de interés del estudio como identificación de polígonos y el cálculo del perímetro de éstos.	Cuestionarios, entrevista grupal, diario de investigador
Docentes	Conocimiento sobre su práctica docente y el modelo pedagógico que utiliza para la enseñanza del cálculo de perímetro.	Entrevista etnográfica, diario de investigador
Directivos	Facilidad de acceso a la institución para participar en el estudio.	Diario de investigador
Documentos	Información relevante para el desarrollo de la situación educativa propuesta. Se garantiza que los ejercicios están basados en el plan de la SEP. Asimismo, se revisa documentación oficial de la SEP, en físico y en formato digital.	Diario de investigador
Objetos	El análisis y transcripción de videograbaciones contribuye con información de notas de campo para el diario de investigador. Por su parte, las fotografías sirven como prueba del trabajo realizado en campo.	Diario de investigador

3.4 Reseña del estudio piloto

En este apartado se describe la forma en que se llevó a cabo el estudio piloto. El objetivo fue probar si los instrumentos presentaban alguna dificultad en su aplicación o si requerían un ajuste. Asimismo, se buscaba obtener resultados previos a la aplicación del modelo de aprendizaje activo así como evaluar los aprendizajes con respecto al tema de conceptualización y cálculo de perímetro. A continuación se describen los pasos desarrollados en esta etapa:

Elección de la institución para prueba piloto: El proceso inició tras contactar a instituciones de la región para tener su aceptación en el proyecto de investigación. El criterio utilizado para seleccionar a las instituciones que participarían en la prueba piloto de los instrumentos fue el de accesibilidad y disponibilidad.

Presentación de cuestionarios a docentes: Se les presentó el instrumento a los docentes y les tomó cerca de 10 minutos para responderlo (Ver Apéndice 12 para las cartas de participación de docentes).

Presentación de cuestionario a los alumnos: Fueron dos grupos de 30 y 20 alumnos respectivamente los que respondieron el instrumento para alumnos. Dado que el contenido que abarcaba el instrumento correspondía a lo que se revisó en el primer bimestre escolar, no fue necesaria la impartición de una clase de preparación para repasar los conocimientos sobre conceptualización y cálculo del perímetro de polígonos regulares. El instrumento tuvo un límite de 30 minutos para responderse en el salón de clases.

3.4.1 Resultados de prueba piloto. Con base en los dominios identificados para el estudio se presentan los resultados obtenidos:

Nivel de aprendizaje de contenido matemático: Con respecto al cuestionario para alumnos, los resultados generales de medidas de tendencia central de las calificaciones obtenidas por los 50 alumnos se presentan en la siguiente tabla.

Tabla 8
Medidas de tendencia central del cuestionario para alumnos.

Participantes	Media	Desviación estándar
50	6.1400	2.53152

En la tabla anterior se identifica que la media de calificaciones fue 6.14 en una escala del 0 al 10, lo cual indica que la comprensión de contenidos matemáticos y sobre el cálculo de perímetro de polígonos fue regular. La desviación estándar fue de 2.53 la cual indica la diferencia de puntaje entre la media y el resto de las demás calificaciones.

Para la validación de la redacción de preguntas del cuestionario para alumnos se consultó con la revisión de expertos, en este caso de docentes frente a grupo, quienes indicaron algunas recomendaciones por lo que se pudo identificar que algunas de ellas presentaron dificultades en su redacción, lo cual se tradujo en preguntas sin respuesta y confusión en los resultados.

Por lo tanto, se rediseñaron algunos reactivos del cuestionario para alumnos (Ver Apéndice 2). En la siguiente tabla se presentan los cambios realizados al cuestionario para alumnos:

Tabla 9
Cambios realizados al cuestionario para alumnos.

Pregunta	Cambio realizado
1	Se cambió la redacción para indicar: ¿Qué se debe medir... Se indicó la pregunta en formato de opción múltiple.
2	Se cambió la redacción para indicar: ¿Qué se debe medir... Se indicó la pregunta en formato de opción múltiple.
4	Se cambió la redacción de la pregunta: Determina si las tiras de 50 cm de papel alcanzan para pagarlas en el contorno del papalote con forma de cuadrado. Se agregó una pregunta cualitativa para explicar ¿Por qué? Se cambió en formato dicotómica y con un espacio para argumentar la respuesta
5	Se agregó la pregunta ¿Por qué? Para que el alumno pueda argumentar su decisión de su respuesta. Se cambió en formato dicotómica y con un espacio para argumentar la respuesta
6 - 10	Se eliminaron columnas repetidas donde se solicitaba el mismo contenido, se adecuaron espacios para indicar figuras en algunos casos y en otros, fórmulas o el nombre de la figura en cuestión.

Actividades escolares cognitivas: Mediante el análisis del instrumento para docentes se identificó que éstos consideran que posiblemente implantan un proceso de aprendizaje donde incorporan actividades que promuevan el aprendizaje activo. Consideraron que definitivamente asesoran y guían al estudiante en el contexto del proceso de enseñanza-aprendizaje.

Una de las docentes indicó que definitivamente logra los aprendizajes de la planeación mientras que otra docente indica que probablemente lo logra. En cuanto a crear un clima de confianza durante el proceso de enseñanza-aprendizaje ambas docentes mencionaron que definitivamente están de acuerdo en que lo logran.

En cuanto a la administración de forma eficiente el espacio y tiempo para realizar las actividades del curso, respondieron que, una está segura de hacerlo mientras que otra de las docentes indica que probablemente lo hace.

Con respecto a utilizar los recursos y medios educativos que se plantean en el diseño del curso una docente indicó que definitivamente los utiliza mientras que otra

docente mencionó que probablemente lo hace. Por último, en cuanto a documentar situaciones o incidentes significativos de la práctica docente ambas profesoras indicaron que probablemente lo hacen.

Tabla 10
Respuestas del cuestionario para docentes.

Pregunta	Respuesta	Interpretación
1	Docente 1: b Docente 2: b	El total de los docentes indicaron que posiblemente implantan un proceso de aprendizaje donde incorporan actividades que promuevan el aprendizaje activo.
2	Docente 1:a Docente 2:a	Uno de los docentes indicó que definitivamente si asesora y guía al estudiante mientras que el otro docente indicó que probablemente lo hace.
3	Docente 1:b Docente 2:a	Uno de los docentes indicó que probablemente logra aprendizajes previstos en la planeación del proceso de enseñanza mientras que el otro docente indicó que definitivamente lo hace.
4	Docente 1:a Docente 2:a	El total de los docentes indicaron que crean un clima de confianza durante el proceso de enseñanza-aprendizaje.
5	Docente 1:a Docente 2:b	Uno de los docentes indicó que definitivamente administra eficientemente el espacio y tiempo mientras que el otro docente indicó que probablemente lo hace.
6	Docente 1:a Docente 2:b	Uno de los docentes indicó que definitivamente utiliza recursos y medios educativos mientras que el otro docente indicó que probablemente lo hace
7	Docente 1:b Docente 2:b	El total de los docentes indicaron que probablemente documentan situaciones o incidentes significativos de su práctica.

Uso de recursos tecnológicos en el aula. Mediante la observación se identificó el uso intermedio de recursos en el aula. Ambas docentes incluyen el uso de la computadora, proyector, pizarrón digital y recursos multimedia para reforzar el contenido de sus clases. De acuerdo con el enfoque de adopción de tecnologías que propone la UNESCO (2002) se puede decir que las docentes que participaron en la prueba piloto se encuentran en el nivel denominado de aplicación, la cual se encuentra en la segunda etapa del continuo de las cuatro fases en las que se clasifica el conocimiento de TIC.

3.4.2 Análisis de resultados de la prueba piloto. El análisis de los resultados permitió identificar áreas de oportunidad en uno de los instrumentos, el cuestionario individual para alumnos. Cabe mencionar que la validación de consistencia interna del instrumento se obtuvo mediante el coeficiente de alpha de Cronbach y la correlación de Split-Half (odd-even).

Dentro de los aprendizajes se identificó que los alumnos no tienen las bases suficientes para diferenciar el concepto de área y perímetro lo cual se pudo corroborar con los resultados de la media del examen con una calificación apenas aprobatoria ($M= 6.14$, $n=50$). Asimismo, se identificó que los docentes tienen conocimientos básicos de las técnicas que comprenden al aprendizaje activo, sin embargo, se requiere mayor capacitación para dominar las siete áreas propuestas por Chirino (2007) sobre la administración y práctica de un curso con un modelo de aprendizaje activo. Por lo tanto, se tomó la decisión de crear un curso taller para docentes, antes de iniciar con el estudio, donde se les instruyera en el modelo de aprendizaje activo apoyado por

recursos tecnológicos para la enseñanza del subtema de conceptualización y cálculo del perímetro de polígonos regulares.

3.4.3 Decisiones metodológicas para el estudio. El análisis de los resultados de la prueba piloto permitió demostrar cómo abordar el problema de investigación mediante el enfoque cuantitativo para indagar relaciones entre variables con grupos de aplicación y con grupos de control. Los hallazgos indicaron que existe una confusión por parte de los alumnos para comprender el término de perímetro y lo asociaban con el concepto y cálculo del área. Asimismo, se propuso desarrollar un segundo cuestionario para contar con dos versiones complementarias de reactivos debido a que es recomendable presentar un instrumento antes y otro diferente tras la intervención, por la posibilidad de atribuir efectos de aprendizaje al conocimiento previo de la prueba.

Con respecto a las cuestiones metodológicas, se propuso abordar los paradigmas en dos fases, la primera correspondiente al paradigma cuantitativo bajo un estudio experimental con grupos de control mientras que para la segunda fase un estudio de casos con orientación etnográfica. Cabe mencionar que se propusieron estrategias educativas para fomentar el aprendizaje activo de matemáticas, específicamente para reforzar la comprensión del cálculo de perímetro de polígonos regulares así como el uso de recursos tecnológicos como apoyo en las sesiones.

3.5. Fases del estudio

3.5.1 Fase I del estudio. A continuación se presenta el diseño de investigación de la primera fase, la población y muestra, las técnicas de recolección de datos y la aplicación de instrumentos.

3.5.1.1 Diseño de investigación fase 1. Primeramente, se retomaron las decisiones metodológicas derivadas del análisis de resultados de la prueba piloto y así se identificó que antes de iniciar el ciclo escolar era necesario capacitar a los docentes en cuanto a la técnica de aprendizaje activo para poder incluir estrategias en el currículo de matemáticas correspondiente al primer bimestre del ciclo escolar de quinto grado de primaria. Desde este punto de vista, un estudio experimental (pre test y post test) con grupos de control fue el identificado para dar respuesta a las cuestiones de índole cuantitativa y se desarrolló en la primera fase. De acuerdo con Campbell y Stanley (1966) las variables de control bajo un diseño experimental tipo IV, como el que se propone en este estudio, están controladas tanto en madurez e historia, madurez y prueba, instrumentación, regresión, selección, mortandad. De esa forma se precisa la validez interna, sin embargo, los criterios de validez externa o efectos de interacción, pueden correr riesgo a la hora de tratar de generalizar los datos. Por lo tanto, los resultados corresponden solamente a los sujetos que participaron en el experimento.

En la siguiente figura se presenta un esquema que engloba las actividades que forman parte de la primera fase del estudio:

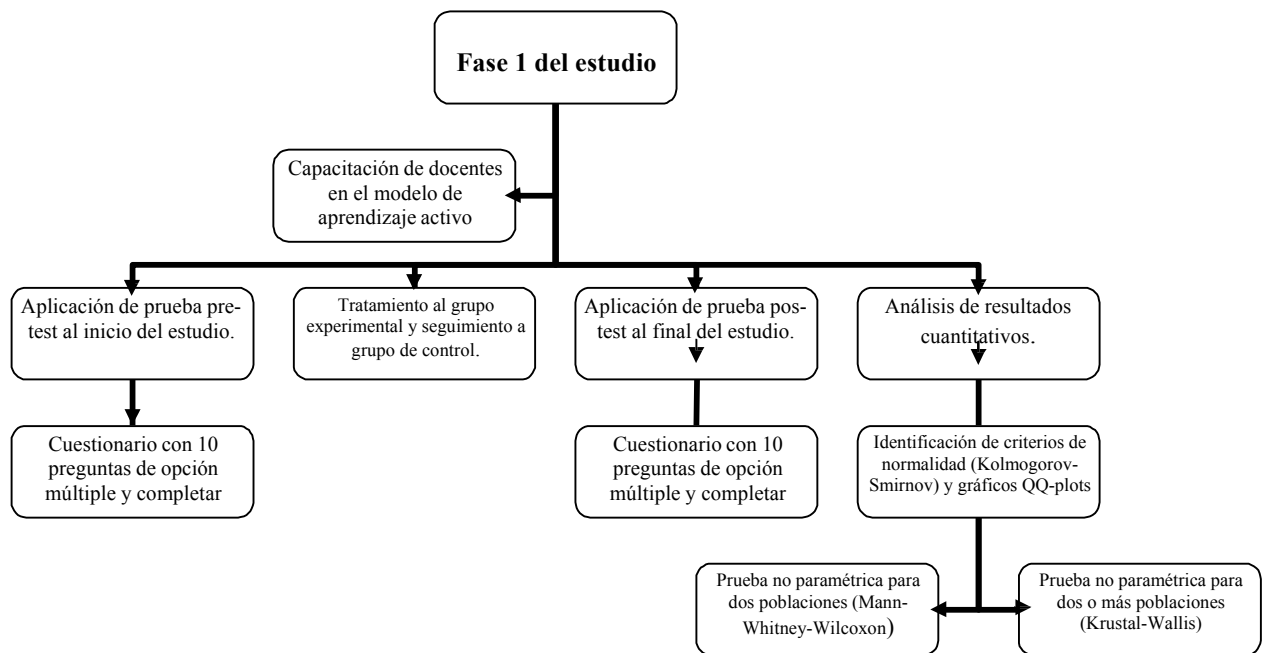


Figura 10. Esquema de Fase I del estudio

El procedimiento que se describe en el gráfico de la fase I contempla que antes de iniciar en esta fase se ofrece una capacitación a los docentes que participan en los grupos de tipo experimental con respecto al modelo de aprendizaje activo y al uso de las tabletas y recursos digitales. Posteriormente, se inicia con las cuestiones conceptuales y metodológicas del método cuantitativo por lo que primero se aplican las pruebas del pre-test para conocer el estado de situación de los participantes. El siguiente paso contempla las sesiones de tratamiento y después la aplicación de las pruebas del post-test. Finalmente, se tiene el análisis de los resultados y la discusión de los mismos.

3.5.1.2 Población y muestra. Según Kerlinger y Lee (2001) dentro del

muestreo no probabilístico se encuentra el muestreo propositivo, el cual consiste en la

selección de la muestra sobre el propio conocimiento por parte del investigador. Por tanto, el tipo de muestreo no probabilístico y de tipo propositivo fue el que se siguió en la segunda fase del estudio. Así, se tuvo repuesta de dos instituciones educativas de la zona metropolitana de Monterrey, las cuales se indican a continuación:

E1 es una institución primaria, pública y del turno vespertino que atiende a dos grupos por cada grado y contempla los seis grados de nivel primaria. En promedio se tienen 28 niños por grupo con lo cual hay una población total de 336 alumnos.

E2 es una institución primaria, pública y del turno vespertino que atiende a cuatro grupos por cada grado y contempla los seis grados del nivel de educación primaria. Así, se tiene que en promedio por cada grupo hay 30 alumnos y en total existen 720 alumnos.

Por lo tanto, la población de las dos instituciones ascendía a 1056 alumnos. Para efectos de este estudio, la elección de los elementos para integrar la muestra no dependió de la probabilidad sino de las características de la investigación al considerar a la muestra como propositiva (Creswell, 2007). La muestra entonces contempló a seis grupos de aproximadamente 28 alumnos por grupo, dos grupos en E1 y cuatro grupos en E2. Así se tuvo una muestra aproximada de 170 alumnos. Cabe mencionar que se determinó trabajar con un grupo de control y un grupo experimental en E1 y con dos grupos de control y dos grupos experimentales en E2.

3.5.1.3 Técnicas de recolección de datos cuantitativos. De acuerdo con Yin (2003) se recomiendan seis tipos de información para recolectar en un estudio los cuales son: a) documentos, b) registro de archivos, c) entrevistas, d) observaciones

directas, e) observación participante y f) artefactos físicos. A continuación, se presenta

la descripción del instrumento propuesto para la recolección de los datos para la etapa cuantitativa del estudio.

Cuestionarios: De acuerdo con Fraenkel y Wallen (1993) el cuestionario tiene la finalidad de recopilar la opinión o las características de un grupo de personas acerca de un tópico o tema específico con la intención de estudiar el hecho propuesto en la investigación o verificar hipótesis formuladas. En la elaboración de las preguntas se deben respetar dos requisitos: su validez y confiabilidad (Ander-Egg, 1994). Se propuso retomar el cuestionario de la prueba piloto para ser utilizado como pre-test y desarrollar un segundo cuestionario que se utilizaría como post test, una vez que los alumnos hubieran trabajado durante seis sesiones bajo un modelo de aprendizaje activo y haciendo uso de recursos tecnológicos en el aula. Así, se tuvieron dos cuestionarios similares para ser aplicados uno antes de iniciar con el tratamiento y otro después del tratamiento (Ver Apéndice 2 y 3). Los cuestionarios incluían 10 preguntas de las cuales, cinco eran de opción múltiple y cinco para completar. El tiempo estimado para responderlos era de 30 minutos. Ambos cuestionarios indagan el dominio de nivel de aprendizaje de contenido matemático y los indicadores de conceptualización del tema de perímetro de polígonos así como el cálculo de polígonos regulares.

En la siguiente tabla se ejemplifican las técnicas de recolección de datos utilizados en la etapa cuantitativa del estudio.

Tabla 11
Técnicas de recolección de datos cuantitativos.

Técnica	Fuente	Contenido que indaga	Descripción del dominio	Indicadores
Cuestionarios	171 alumnos de quinto grado de	Dominio: Nivel de aprendizaje de	Se refiere a la forma en la que	Los aspectos que se buscó indagar

primaria	contenido matemático.	los participantes del estudio indicaron conocer el concepto y cálculo de operaciones del eje de forma, espacio y medida, específicamente el cálculo de perímetro.	fueron la conceptualización del tema del perímetro de los polígonos y el cálculo de perímetro de polígonos a partir del conocimiento previo sobre los conceptos en torno al cálculo de perímetro de figuras, incluidos los polígonos regulares.
----------	-----------------------	---	---

3.5.1.4 Aplicación de instrumentos cuantitativos. En este apartado se describen los pasos que se siguieron en la aplicación de cada uno de los instrumentos para la recolección de datos para la etapa cualitativa del estudio:

Con la anuencia de las directivas y docentes de las dos instituciones participantes se aplicó una prueba pre test para alumnos, durante el mes de septiembre de 2012, justo antes de iniciar con el tema de conceptualización y cálculo del perímetro. La aplicación del instrumento se dio en las condiciones naturales de los participantes del estudio, esto fue en las propias instalaciones académicas. Por su parte, a principios del mes de noviembre de 2012 se aplicó un cuestionario post test para los alumnos en las instalaciones académicas de cada grupo participante.

3.5.2 Fase II del estudio. En los siguientes apartados se presenta el diseño de investigación de la segunda fase, la población y muestra, las técnicas de recolección de datos y la aplicación de instrumentos.

3.5.2.1 Diseño de investigación fase II. Un estudio de casos con orientación etnográfica se identificó como el enfoque de apoyo idóneo para indagar las cuestiones cualitativas de la segunda fase del estudio. La triangulación metodológica se lleva a cabo al analizar datos mediante la observación y el registro de notas de campo, análisis de transcripciones de videograbaciones y entrevistas así como la interpretación de los resultados de los cuestionarios pre-test y post-test.

A continuación se presenta un esquema que muestra las actividades que forman parte de la segunda fase del estudio:

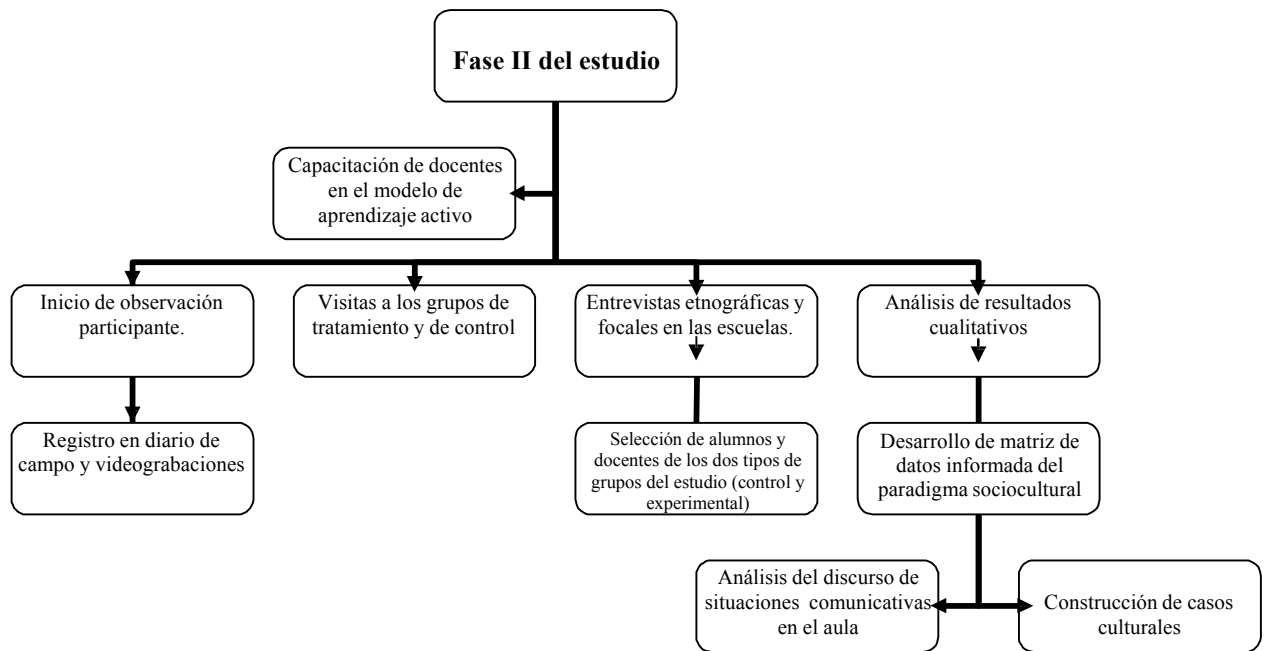


Figura 11. Esquema de Fase II del estudio

El procedimiento que se describe en el gráfico de la fase II contempla que antes de iniciar la segunda fase, al igual que ocurre con la primera fase que se desarrolla en paralelo, se ofrece una capacitación a los docentes que participan en los grupos de tipo experimental con respecto al modelo de aprendizaje activo y al uso de las tabletas y

recursos digitales. Posteriormente, se inicia con las cuestiones conceptuales y metodológicas del método cualitativo. Se inicia con la observación participante y con el registro de notas de campo para el diario de investigación. Posteriormente, se tienen las sesiones de tratamiento y seguimiento según los grupos participantes. Después, se contemplan entrevistas etnográficas a los docentes participantes y entrevistas grupales a algunos niños. Por último, se presenta el análisis de los resultados y la discusión de los mismos.

3.5.2.2 Población y muestra. Para la parte cualitativa se siguió la propuesta sobre el desarrollo de estudio de casos con una orientación cultural (Creswell, 2008). Por su parte, la identificación de cada grupo de control y cada grupo de aplicación en cada institución, E1 y E2, contribuyó en el diseño del experimento cuantitativo. Se tuvieron los mismos participantes que en la etapa cuantitativa, aproximadamente 170 niños y se incluyeron a los docentes de cada grupo por lo que también se contemplaron a seis docentes.

3.5.2.3 Técnicas de recolección de datos cualitativos. Los instrumentos propuestos para la recolección de los datos cualitativos se indican a continuación:

Observación participante: Esta técnica de recolección de datos consiste en introducirse en una cultura con la intención de observar los comportamientos e interacciones de los participantes de una investigación (Spradley, 1979). Mediante este tipo de observación la responsabilidad de interpretar lo que se observa corresponde al propio investigador. Para este estudio se indicó un protocolo de observación (Ver

Apéndice 5) donde se registraron situaciones detalladas mediante notas de campo.

Asimismo, se utilizó un protocolo de análisis de transcripciones de video en tándem con la intención de complementar el diario del investigador (Ver Apéndice 7). El investigador actuó como un miembro periférico ya que se analizó a los informantes sin participar en las actividades esenciales de cada grupo que se estudió. La observación se registró desde la impartición del taller de capacitación a los docentes, las seis sesiones de tratamiento en todos los grupos de aplicación y en las sesiones de enseñanza del tema en todos los grupos de control. Se indagaron dos dominios en particular, actividades escolares cognitivas y uso de recursos tecnológicos en el aula, así como los indicadores de etapas del aprendizaje activo, tipos de recursos utilizados, componentes pedagógicos y componentes tecnológicos.

Entrevista etnográfica: De acuerdo con Spradley (1980) se refiere a una conversación amistosa con el informante. Con este tipo de instrumento se busca ampliar la experiencia adquirida en la etapa de observación participante. Para este estudio, se utilizó un protocolo de entrevista etnográfica (Ver Apéndice 6). Las preguntas fueron de tipo: descriptivas, estructurales y de contraste. Éstas emanaron de lo identificado en la observación participante y de la ruta que la conversación fue tomando. La entrevista se realizó tanto para alumnos como para docentes. Cuando se trató de alumnos se adaptó una entrevista focal para realizar conversaciones con los participantes. Se seleccionaron al azar tres participantes de un grupo de control de una las instituciones participantes y tres participantes de un grupo de aplicación para indagar sobre la experiencia del aprendizaje del subtema de perímetro de polígonos en los grupos experimentales (uso de estrategias de aprendizaje activo y recursos tecnológicos) o en los grupos de control. Asimismo, se entrevistó a una docente que

impartió el tema en un grupo de control y a una docente que lo impartió en un grupo de aplicación. Se indagaron dos dominios en particular: Actividades escolares cognitivas y uso de recursos tecnológicos en el aula. Asimismo, los indicadores de: Etapas del aprendizaje activo, tipos de recursos utilizados, componentes pedagógicos y componentes tecnológicos. La duración de las entrevistas focales a los estudiantes fue de 10 minutos y las entrevistas individuales a docentes fueron de 15 minutos.

En la siguiente tabla se ejemplifican las técnicas de recolección de datos utilizados en la etapa cualitativa del estudio.

Tabla 12
Técnicas de recolección de datos cualitativos.

Técnica	Fuente	Contenido que indaga	Descripción del dominio	Indicadores
Observación participante (narrativo y audiovisual)	171 alumnos de quinto grado de primaria y seis docentes pertenecientes a tres grupos de control y tres grupos de tipo experimental.	Dominio: Actividades escolares cognitivas	El dominio se refiere a la identificación del tipo de trabajo que se prioriza en el aula, individual o colaborativo.	Los indicadores son la manera en que el docente guía al alumno para resolver los problemas, acostumbrarlos a leer cuidadosamente la información que acompaña a los problemas, mostrar una actitud adecuada para el trabajo en equipos, manejo adecuado del tiempo para concluir las actividades.

		Dominio: Uso de los recursos tecnológicos en el aula.	Se refiere al uso de dispositivos y recursos digitales como mediadores del proceso de enseñanza-aprendizaje para el cálculo de perímetro.	Se indagó acerca de los tipos de recursos más utilizados como mediadores del aprendizaje de conceptos matemáticos, específicamente para el cálculo de perímetro de polígonos regulares. También se buscó identificar los componentes pedagógicos y componentes tecnológicos que incidían en los alumnos y los docentes al utilizar recursos tecnológicos en el salón de clase.
Entrevista etnográfica	3 alumnos de uno de los grupos de control y 3 alumnos de uno de los grupos de aplicación. 2 docentes de cada grupo, control y experimental	Dominio: Actividades escolares cognitivas.	El dominio se refiere a la identificación del tipo de trabajo que se prioriza en el aula, individual o colaborativo.	Los indicadores son la manera en que el docente guía al alumno para resolver los problemas, acostumbrarlos a leer cuidadosamente la información que acompaña a los problemas, mostrar una actitud adecuada para el trabajo en equipos, manejo adecuado del tiempo para concluir las actividades.
		Dominio: Uso de los recursos tecnológicos en el aula.	Se refiere al uso de dispositivos y recursos digitales como mediadores del proceso de	Se indagó acerca de los tipos de recursos más utilizados como mediadores del

enseñanza- aprendizaje del cálculo de perímetro.	aprendizaje de conceptos matemáticos, específicamente para el cálculo de perímetro de polígonos regulares. También se buscó identificar los componentes pedagógicos y componentes tecnológicos que incidían en los alumnos y los docentes al utilizar recursos tecnológicos en el salón de clase.
---	--

3.5.2.4 Aplicación de instrumentos cualitativos. En este apartado se describen los pasos que se siguieron en la aplicación de cada uno de los instrumentos para la recolección de datos para la etapa cualitativa del estudio:

Esta etapa inició con la impartición de un taller de capacitación para los docentes que participaron en el estudio con respecto al aprendizaje activo y uso de recursos tecnológicos para la enseñanza de contenido del área de matemáticas, específicamente sobre el cálculo del perímetro. A partir de esa fecha se llevó un diario del investigador donde se registró la mayor cantidad de detalles percibidos. Asimismo, se tuvo apoyo de videograbaciones y fotografías hasta finales del mes de octubre de 2012 cuando terminaron las seis sesiones y las entrevistas de los informantes.

Durante el mes de septiembre y octubre de 2012 se observaron en promedio seis sesiones, donde se llevó a cabo un tratamiento a tres grupos de aplicación y por otra parte, la enseñanza del mismo tema bajo un modelo de enseñanza tradicional en

otros tres grupos. Para ambos tratamientos (de control y de aplicación) se llevó una observación participante de acuerdo con la propuesta de Sánchez (2001).

Durante los meses de octubre y noviembre de 2012, se realizó la observación participante del proceso y se contó con el registro de notas de campo y apoyo de transcripción de videograbaciones y fotografías como evidencia. Con respecto a la entrevista, se llevó a cabo en cuatro momentos a finales del mes de octubre de 2012.

Primeramente, se seleccionó al azar a tres estudiantes de un grupo de aplicación y se les invitó a participar en una entrevista de tipo focal con la intención de identificar dominios que emanaran de los propios participantes. Un segundo momento contempló una plática con la docente de ese grupo para que, de igual forma mediante una entrevista no estructurada de orientación etnográfica, se identificaran posibles dominios que emanarán de ella misma. El tercer momento correspondió a la selección de alumnos de un grupo de control y la invitación a participar en una entrevista de tipo focal. Posteriormente, la invitación de la docente del grupo a participar en una plática a manera de entrevista etnográfica contempló el cuarto momento.

3.6 Situación educativa para fomentar aprendizaje activo de matemáticas

A continuación se presenta una propuesta pedagógica que incluye estrategias didácticas para el docente en el aula con la intención de fomentar un aprendizaje activo en el alumno y potencializar los aprendizajes del contenido de matemáticas de nivel primaria.

Mediante el estudio de las Matemáticas en la Educación Básica se pretende que los niños y adolescentes:

³⁵/₁₇ Desarrollen formas de pensar que les permitan formular conjeturas y procedimientos para resolver problemas, así como elaborar explicaciones para ciertos hechos numéricos o geométricos.

³⁵/₁₇ Utilicen diferentes técnicas o recursos para hacer más eficientes los procedimientos de resolución.

³⁵/₁₇ Muestren disposición hacia el estudio de la matemática, así como al trabajo autónomo y colaborativo.

Objetivo del estudio: Que los alumnos de quinto grado de primaria expresen e interpreten medidas con distintos tipos de unidad, para calcular perímetros de triángulos, cuadriláteros y polígonos regulares e irregulares con la intención de generar un conocimiento real y no de tipo memorístico.

Estándares del eje temático: Forma, espacio y medida a través del uso de fórmulas para calcular perímetros y áreas de triángulos y cuadriláteros.

Procesos que se refuerzan: Buscar por cuenta propia, leer y analizar los enunciados de los problemas, trabajar de manera colaborativa, aprovechar el tiempo en clase.

Competencias a desarrollar:

³⁵/₁₇ Resolver problemas de manera autónoma

³⁵/₁₇ Comunicar información matemática

³⁵/₁₇ Validar procedimientos y resultados

³⁵/₁₇ Manejar técnicas eficientemente

Recursos

Los recursos generales que se requieren para las cinco sesiones propuestas son:

- ³⁵/₁₇ Pizarrón
- ³⁵/₁₇ Libro de texto
- ³⁵/₁₇ Cuaderno de trabajo
- ³⁵/₁₇ Tableta electrónica (iPad ®)
- ³⁵/₁₇ Aplicaciones de Apple Store ®: iPolygons, Geopad, Geometry Pad, Drawing, Tangram y Sketch Up Hd.
- ³⁵/₁₇ Cable VGA Apple ® (opcional)
- ³⁵/₁₇ Mobiliario en el aula (Siguiendo la propuesta de aprendizaje activo donde el trabajo se da en grupos pequeños, se requiere mover las silla de tal forma que se formen grupos de trabajo circulares.)

Duración: Una hora máximo por sesión.

a) Primera sesión: Introducción al tema

Para esta primera parte, se sugiere presentar la clase de acuerdo con el plan de trabajo del docente. La intención es lograr una sensibilización inicial de los alumnos con respecto al tema del perímetro.

Recursos: Pizarrón, libro de texto, cuadernos.

Forma de trabajo: Individual

Evaluación: Sin evaluación

Actividad de aprendizaje activo que desarrolla el alumno: Revisar, aprender

b) Segunda sesión

Intenciones didácticas: Que los alumnos identifiquen la variación de los perímetros de varias figuras y las que pueden componerse con todas ellas.

Consideraciones previas: Es importante dejar que los alumnos experimenten con cuáles figuras pueden armar otra que se les da previamente y que observen que no son únicas las formas en que se puede descomponer una figura. Por ejemplo, el pentágono que aquí aparece se puede formar con un cuadrado y un triángulo o con dos triángulos rectángulos y uno isósceles. También se les debe inducir a que reflexionen acerca de por qué el perímetro de la figura cambia cuando se descompone en otras figuras pero su área se mantiene igual.

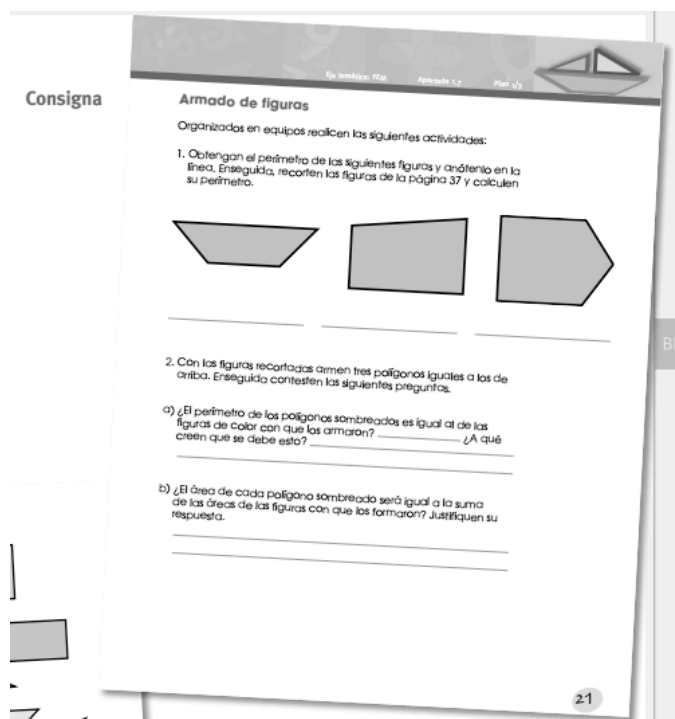


Figura 12. Actividad armado de figuras (Secretaría de Educación Pública, 2011a)

Recursos: Pizarrón, libro de texto, cuadernos

Forma de trabajo: Individual

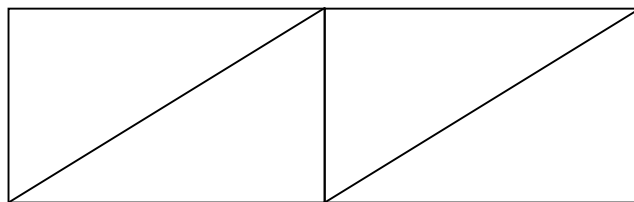
Evaluación: Sin evaluación

Actividad de aprendizaje activo que desarrollar el alumno: Hacer, revisar, aprender

c) Tercera sesión

Intenciones didácticas: Que los alumnos identifiquen la variación de los perímetros al descomponer una figura y armar otras con las mismas piezas.

Consideraciones previas: Para la puesta en común se sugiere que el docente lleve un juego de figuras previamente recortadas y coloreadas para que los alumnos puedan pasar a comentar sus trabajos ante todo el grupo. Si los alumnos no están familiarizados con el concepto de diagonal, el maestro puede explicárselos. Se espera que los alumnos concluyan que al hacer el primer corte sobre cualquiera de sus diagonales se obtienen dos triángulos isósceles congruentes, ya que en el rombo los cuatro lados tienen la misma medida y los triángulos que se forman tendrán dos lados que pertenecen a los lados del rombo; y podrán comprobar la congruencia superponiendo un triángulo sobre el otro. Al hacer el corte sobre las dos diagonales se obtienen cuatro triángulos rectángulos congruentes; una posibilidad de armar el rectángulo es la siguiente:



Recursos: Pizarrón, cuaderno, libro de texto

Forma de trabajo: Individual

Evaluación: Sin evaluación cuantitativa. La evaluación será de forma cualitativa observando el trabajo de los alumnos.

Actividad de aprendizaje activo que desarrolla el alumno: Hacer, revisar, aprender, aplicar.

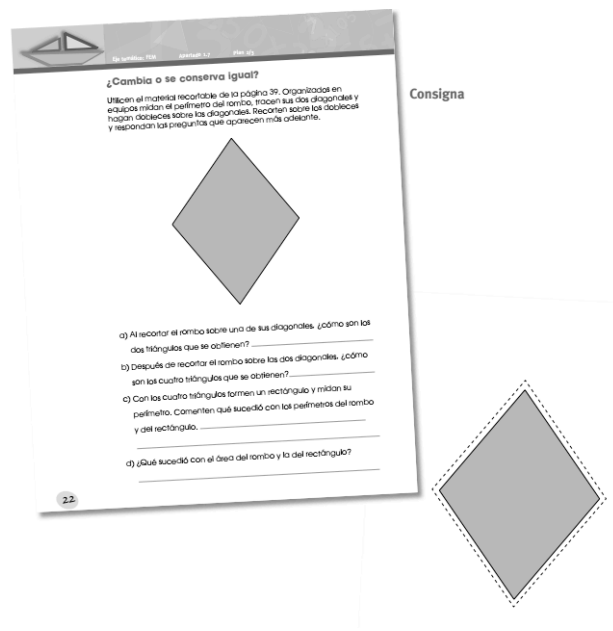


Figura 13. Actividad cambia o se conserva el lugar (Secretaría de Educación Pública, 2011a)

d) Cuarta sesión

Intenciones educativas: Que el alumno sea capaz de trabajar con recursos tecnológicos y en grupos pequeños con la intención de diferenciar los tipos de figuras que se presentan así como conocer las fórmulas para calcular el perímetro y poder resolver el cálculo del perímetro de un polígono regular.

Consideraciones previas: Se utilizarán aplicaciones de la Apple Store ® relacionadas con la enseñanza del perímetro de polígonos regulares y reforzar así el aprendizaje del

bloque. Se entregará una tableta electrónica iPad ® por turnos a cada equipo y se dedicarán algunos minutos para practicar con la misma cuidado en todo momento que no se torne un ambiente de ocio. Se hará uso de seis aplicaciones de la Apple Store ® para reforzar los aprendizajes sobre los polígonos regulares y el cálculo de perímetro las cuales deberán estar instaladas previamente en la tableta iPad ®. Las aplicaciones son: iPolygons, Geopad, Geometry Pad, Drawing, Tangram y Sketch Up Hd, las cuales tienen la ventaja de ser gratuitas. La elección de las aplicaciones estuvo en función de la propuesta de Gee (2003) sobre los principios que hacen de los videojuegos elementos atractivos.

Actividad propuesta: El docente indicará la formación de grupos de trabajo pequeños y se procederá a adecuar el mobiliario del aula para formar un ambiente de trabajo activo. Se utilizará una tableta digital iPad ® para ser manipulada por los alumnos y realizar dos actividades por equipo:

³⁵₁₇ El docente indicará en el pizarrón el nombre de una figura o polígono regular mientras que, por turnos, cada equipo deberá abrir una aplicación de dibujo en la tableta y proceder a dibujar la figura.

³⁵₁₇ La segunda actividad consistirá en que el docente dibujará en el pizarrón una figura con las medidas de cada lado de la misma para que en grupos traten de resolver e indicar en la aplicación de dibujo la fórmula requerida para llegar a ese resultado. Asimismo, se pedirá indicar el perímetro obtenido.

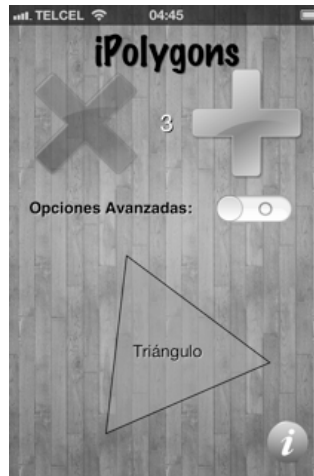


Figura 14. Pantalla de una aplicación digital para la enseñanza del perímetro

Recursos: Tableta electrónica iPad ®, aplicaciones de la Apple Store ®, cable VGA Apple ® (opcional)

Forma de trabajo: En Equipo

Evaluación: Sin evaluación numérica pero el docente debe apoyar a que se logren las etapas de aprendizaje activo según corresponda: Hacer, revisar, aprender, aplicar.

Actividad de aprendizaje activo que desarrolla el alumno: Hacer, revisar, aprender, aplicar.

e) Quinta sesión

Intenciones educativas: Que los alumnos descubran la regularidad entre la menor cantidad de triángulos en que se puede descomponer un polígono y el número de lados de éste.

Consideraciones previas: En los casos del rombo y del trapecio se espera que los alumnos no tengan dificultad para definir que únicamente se pueden descomponer en dos triángulos, ya que todos ellos son cuadriláteros. Respecto a los demás polígonos,

es probable que algunos equipos omitan alguna diagonal. No es pertinente señalarles la

omisión. La confrontación es el momento indicado para que el mismo grupo sea el que defina las omisiones que se hayan dado; para ello, es necesario tener disponibles las figuras en un tamaño visible para todo el grupo.

En la tabla se incluyen algunos polígonos, que no están dibujados, con la intención de que los estudiantes puedan identificar y aplicar la relación existente en los otros casos.

Se pretende que los alumnos lleguen a la conclusión de que la menor cantidad de triángulos en que se puede descomponer un polígono, trazando todas las diagonales desde un mismo vértice, es igual al número de lados del polígono menos dos ($n-2$).

Cabe señalar que se presentan polígonos regulares e irregulares para que no quede la idea en los alumnos de que lo que se señala se cumple sólo en las figuras regulares.

Actividad propuesta: Desarrollar la actividad indicada en el libro de texto. Con el apoyo del iPad ® cada grupo puede ir dibujando una figura y descomponiéndola en la menor cantidad posible de triángulos. Se pretende que sea una actividad grupal para que los demás grupos evalúen si se hizo correctamente. Para complementar la actividad se puede colocar el nombre de la figura, el número de lados que tiene y el número de triángulos que posee. Todo lo anterior en la aplicación de dibujo en la tableta.

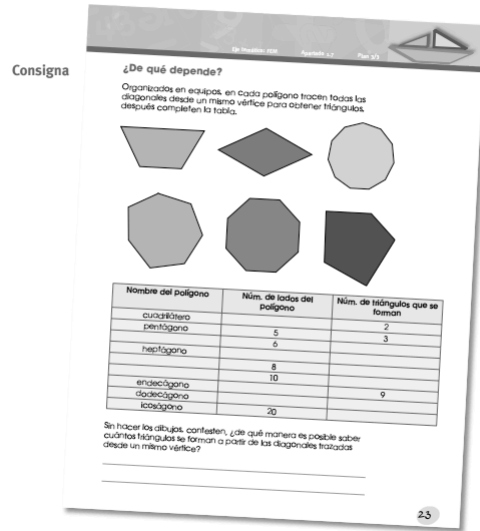


Figura 15. Trazo de diagonales en polígonos (Secretaría de Educación Pública, 2011a)

Recursos: Pizarrón, tableta electrónica iPad ®.

Forma de trabajo: En equipo

Evaluación: Instrumento para alumnos post-test (Ver Apéndice 3).

Actividad de aprendizaje activo que desarrolla el alumno: Hacer, revisar, aprender, aplicar.

3.7 Captura y análisis de datos

3.7.1 Análisis e interpretación. De acuerdo con Creswell y Plano-Clark (2007) para el análisis de datos bajo un diseño convergente paralelo de la metodología mixta se mantienen dos conjuntos de resultados por separado, por una parte los de tipo cuantitativo y por el otro los de tipo cualitativo.

Con respecto a la interpretación de los datos, para la parte cuantitativa se hizo uso del programa computacional SPSS para el cálculo de los estadísticos correspondientes mientras que para la parte cualitativa, existió una matriz resultados informada del paradigma sociocultural (Fernández-Cárdenas, 2011) así como la herramienta web Dedoose. La interpretación de resultados se presentó bajo el diseño de estudios de casos culturales (Creswell, 2008) considerando como caso I al trabajo pasivo en el aula y como caso II al trabajo activo en el aula.

3.7.2 Validez y confiabilidad. De acuerdo con Fraenkel y Wallen (1993) un instrumento es válido si las inferencias que se obtienen de su aplicación son convenientes, significativas y útiles. Por su parte Yin (2003) indica los criterios de validez que deben estar en un estudio y son la validez de modelo o de constructo, la validez interna, la validez externa, la fiabilidad y la triangulación. En la siguiente tabla se indican los criterios de validez que estuvieron presentes en la investigación.

Tabla 13
Criterios de validez en el estudio.

Validez	Presencia en el estudio
De constructo	Los dominios emergieron a partir de la revisión de literatura.
Validez interna	Se utiliza la triangulación, construcción de explicaciones.
Validez externa	Los resultados pueden generalizarse y servir para la realización de otros estudios.
Fiabilidad	Se logró asegurar la fiabilidad mediante estadísticos tras la realización de pruebas piloto de los instrumentos. Así mismo mediante la vinculación con contenido curricular de la SEP para matemáticas de quinto grado y con la validación de expertos.
Triangulación	La investigación está sustentada en el análisis de varios instrumentos como cuestionario, observación y análisis de documentos.

Para el presente estudio, se aseguró la consistencia interna del instrumento pre-test de los alumnos mediante el alpha de Cronbach donde se obtuvo un coeficiente de 0.735 (n=50 pruebas evaluadas) y para el cuestionario post-test un alpha de Cronbach de 0.763(n=50 pruebas evaluadas) por lo que se puede afirmar que la consistencia interna de los resultados obtenidos con esta prueba es moderada. De acuerdo con Oviedo y Campos (2005) los valores de alfa de Cronbach entre 0.70 y 0.90 indican una buena consistencia interna. Asimismo, se utilizó la correlación de Split-Half (odd-even) para identificar la consistencia interna de la prueba con un valor de 0.686 lo cual indica un nivel medio.

Para el instrumento de docentes, la confiabilidad del instrumento recae en las pruebas realizadas por Chirino (2007) quien propone el cuestionario para identificar prácticas de aprendizaje activo en un curso.

3.8 Procesos éticos

De acuerdo con Lincoln y Guba (1985), la ética es uno de los elementos principales para la formación de un paradigma, ya sea postpositivista-cuantitativo o constructivista-cualitativo. Existen diversas posturas respecto a la importancia del elemento ético en el proceso de investigación (House citado por Guba, 1990; May, 1980), sin embargo, es Smith (1990) quien destaca que lo relativo a los valores que intervienen en una investigación son tan importantes como lo epistemológico y recomienda evitar aspectos como omitir el trato de los valores, el no incluir la perspectiva de los actores presentes en el contexto de investigación, el no respetar de los derechos humanos.

En el estudio de investigación se puso énfasis en la participación informada y la confidencialidad de los participantes. Se indicó a las autoridades de las instituciones educativas participantes sobre los propósitos generales del estudio y los procedimientos que se tenían planteados (Ver Apéndice 8). Asimismo, se platicó con las docentes participantes y se les indicó cuál sería el trato de los datos recabados (Ver Apéndices 9 y 10).

Para asegurar que los datos recabados serían utilizados únicamente con fines académicos, se contó con cartas de autorización de las directoras y cartas de aceptación para participar de parte de los docentes (Ver Apéndices 11 y 12). La participación de los alumnos fue anónima por lo cual no se indicaron los nombres reales para el reporte final de investigación.

3.9 Conclusiones preliminares

A continuación se presentan las primeras conclusiones respecto a la investigación.

Datos previos: Mediante el cuestionario para alumnos y docentes desarrollado en la prueba piloto se pudo indagar que los alumnos contaban con un conocimiento regular con respecto al dominio de conceptualización del tema de cálculo de perímetro y cálculo del perímetro de polígonos regulares ya que obtuvieron un desempeño bajo ($M=6.14$). Asimismo, con respecto al dominio de actividades escolares cognitivas, se identificó que los docentes tenían nociones básicas con respecto a cómo desarrollar la técnica de aprendizaje activo pero requerían conocer los elementos que están presentes en la misma para lograr una aplicación correcta.

Implicaciones: El análisis de los resultados de la prueba piloto tuvo implicaciones en modificaciones del cuestionario individual para alumnos. Asimismo, se tomó la decisión de construir un segundo cuestionario para ser utilizado como post-test. La identificación de los datos contribuyó en seleccionar el tipo de enfoque para abordar los paradigmas cuantitativos y cualitativos del diseño de metodología mixta convergente paralela.

En instrumentos: Se determinó que el cuestionario para alumnos contaba con una consistencia interna aceptable al haber obtenido coeficientes que así lo indicaron, como el alpha de Cronbach (0.735) y la correlación Split-Half odd-even (0.686). El instrumento para docentes utilizado en la prueba piloto sirvió para explorar su conocimiento con respecto al modelo de aprendizaje activo y su inclusión en el aula, sin embargo, se descartó para el estudio ya que se deseaba realizar una observación participante y entrevistas etnográficas para identificar datos que emanaran de los propios docentes.

El análisis de los documentos fue un factor clave ya que con base en ellos, se pudo revisar el plan de estudios y así determinar qué se debía incluir en el cuestionario para alumnos. Asimismo, la revisión de los manuales de uso de Enciclomedia para el aula permitió comprender cómo los docentes operan los recursos tecnológicos del salón de clase.

Modificaciones realizadas a instrumentos: Con base en el análisis del cuestionario para alumnos se modificó el instrumento para lograr una mejor comprensión sobre el dominio de conceptualización del tema de cálculo de perímetro y cálculo del perímetro de polígonos regulares. Asimismo, se cambió la redacción de algunas preguntas y se determinó hacer un cuestionario con preguntas de opción

múltiple y de completar espacios. Cabe mencionar que el instrumento se validó por una docente de grupo.

Decisiones para el estudio: La primera decisión que se tomó, con base en los resultados de un instrumento que se aplicó a los docentes en la prueba piloto, fue capacitarlos en el tema de aprendizaje activo y proponerles estrategias específicas para utilizarse con recursos tecnológicos para la enseñanza del tema de cálculo de perímetro. Por su parte, una vez que se conocieron los resultados del cuestionario para alumnos de la prueba piloto, se decidió abordar el estudio en dos fases, la primera de corte cuantitativo para dar respuesta a las preguntas de investigación y las hipótesis, específicamente mediante un estudio experimental con grupos de control. Asimismo, se propuso el diseño de otro cuestionario similar para ser aplicado al final del tratamiento (post test), el cual fue evaluado mediante el estadístico de alpha de Cronbach (0.763). Se identificó la necesidad de contar con dos tipos de grupos en cada una de las instituciones participantes, grupos de control y grupos experimentales. La segunda fase se desarrolló para complementar la pregunta principal y para dar respuesta a otra pregunta derivada así como a los objetivos por lo que se propuso un análisis cualitativo mediante la observación participante a través del registro de notas de campo y transcripciones de video, entrevistas etnográficas (individuales y focales) para algunos alumnos invitados al azar, pertenecientes a un grupo de control y a otro grupo de alumnos seleccionados al azar, pertenecientes a un grupo de aplicación. De igual forma, las entrevistas individuales estuvieron dirigidas hacia las docentes de los grupos seleccionados y las entrevistas grupales a los alumnos seleccionados al azar en ambos tipos de grupos, control y experimental.

La fase de análisis de resultados se realizó bajo las características de cada paradigma metodológico, cuantitativo o cualitativo, de acuerdo a como lo indica el diseño de la metodología mixta de tipo convergente paralelo.

Capítulo 4. Análisis y discusión de resultados

En este capítulo se presentan los resultados obtenidos después de aplicar los diferentes instrumentos de investigación que se definieron en el capítulo de Método, así como el análisis de los mismos. De acuerdo con el diseño de investigación mixta de tipo convergente paralelo, los resultados se presentan y se analizan en dos apartados, primero los de corte cuantitativo y posteriormente los de tipo cualitativo debido a que así se declaró la taxonomía de investigación: QUAN + QUAL (Creswell y Plano-Clark, 2011). Para la parte cuantitativa se desarrolló un estudio experimental con grupos de control, mientras que para la parte cualitativa se realizó un estudio de casos culturales (Creswell, 2004) con el apoyo de análisis del discurso (Sinclair y Coulthard, 1975). Al final se presenta un apartado de cierre del capítulo.

4.1 Presentación de resultados cuantitativos

En concordancia con la pregunta de investigación planteada para este estudio: ¿En qué medida se relaciona el nivel de desempeño académico para el cálculo de perímetro de polígonos regulares en alumnos de quinto grado de primaria y la implementación del aprendizaje activo cuando se usan recursos y tabletas digitales?, se diseñó un experimento con seis grupos de alumnos de quinto grado de primaria pertenecientes a dos instituciones de la zona metropolitana de Monterrey, Nuevo León, México. Debido a que en un estudio de esta naturaleza se requiere el mayor control posible de las variables en juego, se procuró una selección lo más parecida posible de participantes en cuanto a contexto, docentes, horarios, programas (Campbell y Stanley, 1966).

De acuerdo con Morales (2012a) la obtención de una diferencia entre tratamientos puede estar contaminada por la diferencia en otras variables relacionadas con el resultado final. Las variables que pueden inferir son las que pueden estar relacionadas con la variable dependiente, la cual fue la que se midió y se comparó entre grupos. Así, las variables que se tuvieron que controlar se denominan covariables.

Para la institución E1 se tuvo un grupo de control y un grupo experimental mientras que para la institución E2 se tuvieron dos grupos de control y dos grupos experimentales. Los dos tipos de grupos del estudio, control y experimental, revisaron el mismo contenido del tema del perímetro con base en una serie de estrategias propuestas para atenderse durante seis sesiones con una duración de 1 hora cada una.

Sin embargo, los grupos de control trabajaron de acuerdo con la planeación que cada docente diseñó mientras que los grupos de aplicación se apoyaron en un modelo activo a la par que utilizaban tabletas digitales de tipo iPad. Se propuso la aplicación de una prueba pre-test para discriminar conocimientos previos de los participantes para que después, durante un mes y medio, se trabajara con el tema del perímetro en grupos con y sin tratamiento. Una vez finalizadas las sesiones se aplicó una prueba post-test con la intención de evitar la posibilidad de que se atribuyeran los efectos del aprendizaje del conocimiento a la primera prueba (pre-test). A continuación se presentan los resultados del pre-test y posteriormente los del post-test.

4.1.1 resultados de prueba pre-test. Se utilizó un cuestionario para los alumnos (Ver Apéndice 2) el cual sirvió como prueba pre-test. La escala de

calificaciones fue del 0 al 10. El promedio de calificaciones por tipo de grupo se encuentra en la siguiente tabla:

Tabla 14

Promedio de calificaciones de prueba pre-test por tipo de grupo.

Escuela	Asignación de grupos	Control	Experimental
E1	1	5.78	7.15
E2	2	5.63	6.53
	3	5.75	8.39

Por su parte, una vez que se obtuvo la media de calificaciones de todos los grupos en el pre-test, se analizaron los criterios de la situación para determinar el estadístico a utilizar. Los criterios estuvieron en función del nivel de medida, el tipo de prueba estadística, el número de grupos y la condición de las muestras. De acuerdo con Morales (2012b) se recomienda pensar primero en utilizar pruebas paramétricas para un análisis estadístico, sin embargo, éstas deben cumplir ciertos requisitos para poder llevarse a cabo: los datos deben seguir una distribución normal, debe existir homogeneidad de varianzas (homocedasticidad) e independencia de los datos. En caso de que no se cumplan al menos uno de los criterios se debe optar por pruebas no paramétricas. Por tal motivo, a continuación se presenta el análisis para identificar el primer criterio de normalidad de datos y poder decidir si se cumple el criterio para continuar con los demás requisitos para pruebas paramétricas.

4.1.1.1 Normalidad de los datos. Se utilizó la prueba de Kolmogorov-Smirnov (K-S) para confirmar la normalidad de la distribución de los datos en la variable dependiente en los dos tipos de grupo, control y experimental en cada institución del

estudio. A continuación se presentan unas tablas donde se demuestra la prueba KS para todos los grupos del estudio.

Tabla 15

Prueba de normalidad K-S para grupos A y B de E1 en pre-test.

	Grupo del alumno	Kolmogorov-Smirnov ^a		
		Estadístico	df	Sig.
Calificación de los Estudiantes en el examen Pretest	Grupo B Escuela 1 Control	.137	26	.200*
	Grupo A Escuela 1 Experimental	.174	28	.029

Tabla 16

Prueba de normalidad K-S para grupos A y C de E2 en pre-test.

	Grupo de los Estudiantes	Kolmogorov-Smirnov ^a		
		Estadístico	df	Sig.
Calificación de los Estudiantes en el examen Pretest	Grupo A Escuela 2 Experimental	.183	28	.017
	Grupo C Escuela 2 Experimental	.227	29	.001

Tabla 17

Prueba de normalidad K-S para grupos B y D de E2 en pre-test.

	Grupo de los Estudiantes	Kolmogorov-Smirnov ^a		
		Estadístico	df	Sig.
Calificación de los estudiantes en el examen Pretest	Grupo B Escuela 2 Control	.225	29	.001
	Grupo D Escuela 2 Control	.132	31	.180

Para cada uno de los seis grupos se precisan dos hipótesis para refutar o no la distribución normal de sus datos. De acuerdo con el sistema de significancia estadística

(0.05) y con el nivel de significancia obtenido por la prueba KS para cada caso se determinaron dos hipótesis:

H_0 = La distribución de la variable del estudio no difiere de la distribución normal.

H_1 = La distribución de la variable del estudio difiere de la distribución normal.

En la siguiente tabla se presenta cuál fue la hipótesis que se acepta para cada grupo del estudio de acuerdo con la interpretación de su p-valor.

Tabla 18

Decisión de validación de hipótesis por tipo de grupo del estudio en pre-test.

Escuela	Grupo	Tipo de hipótesis validada
1	1-C	H0
1	1-E	H1
2	2-C	H1
2	2-E	H1
2	3-C	H1
2	3-E	H0

Como apoyo a la identificación de la normalidad de los datos, se realizó un gráfico tipo Q-Q plot para cada uno de los grupos analizados en las dos instituciones (E1 y E2).

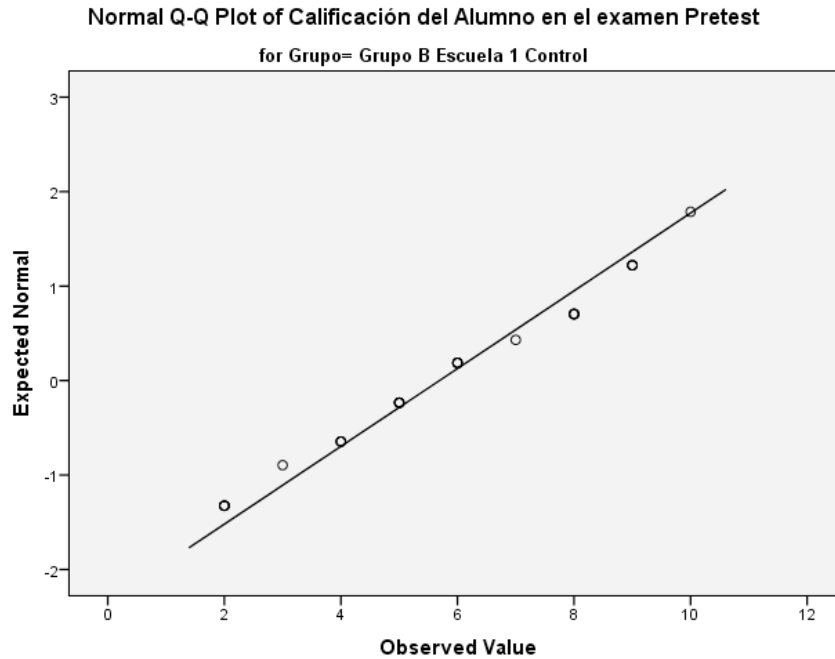


Figura 16. Distribución normal en pre-test del Grupo de control B de E1

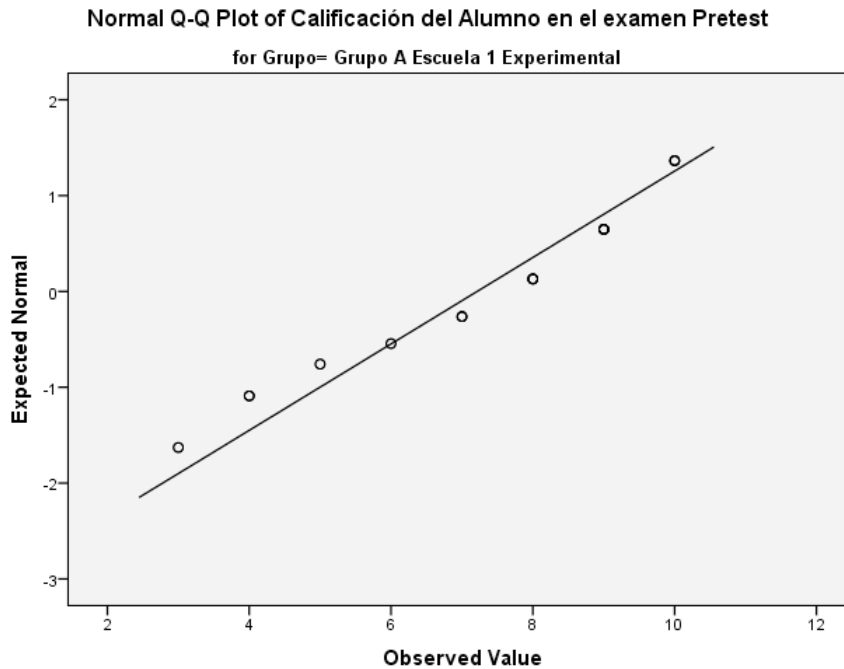


Figura 17. Distribución normal en pre-test del Grupo experimental A de E1

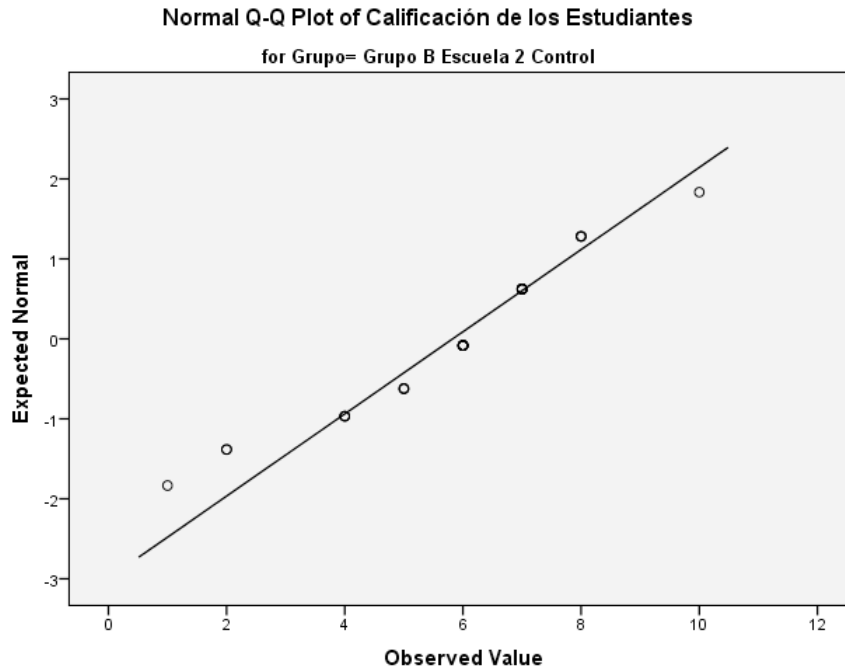


Figura 18. Distribución normal en pre-test del Grupo de control B de E2

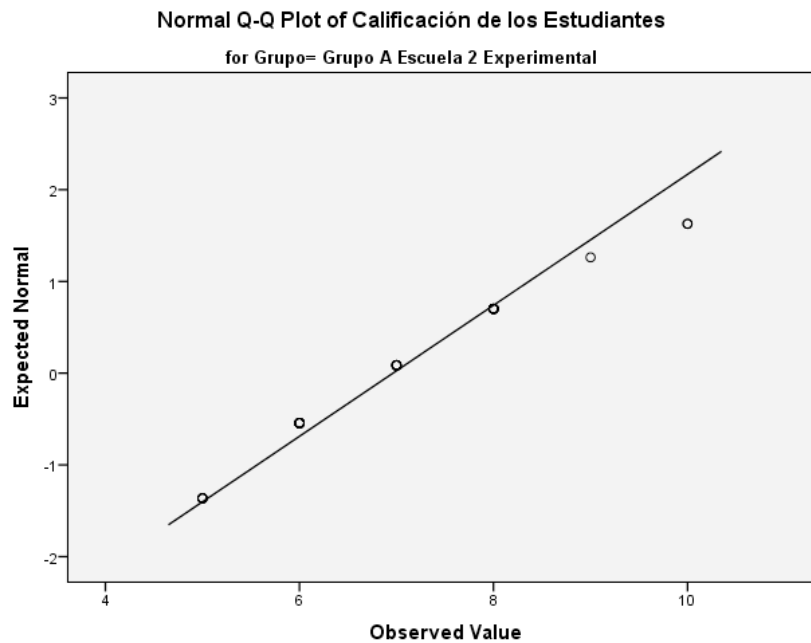


Figura 19. Distribución normal en pre-test del Grupo experimental A de E2

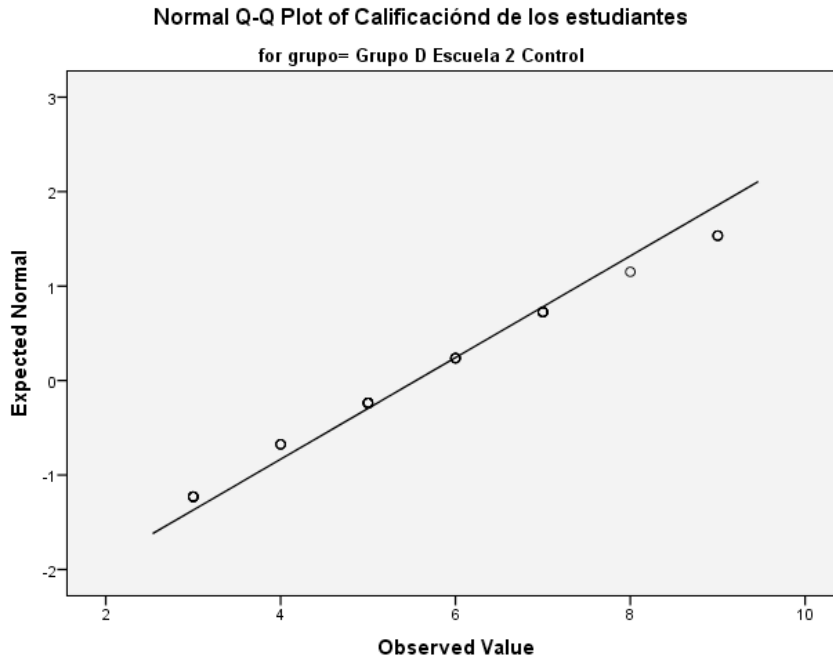


Figura 20. Grupo Distribución normal en pre-test del Grupo de control D de E2

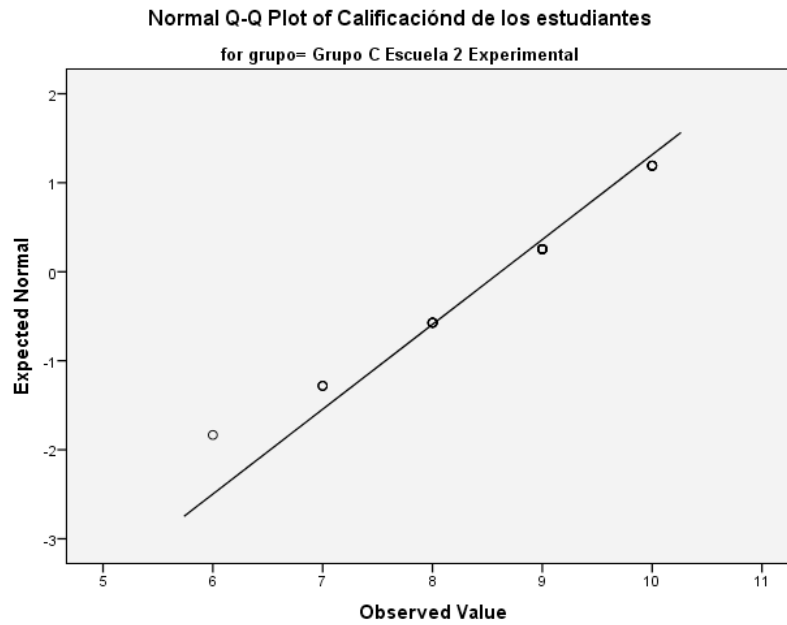


Figura 21. Distribución normal en pre-test del Grupo experimental C de E2

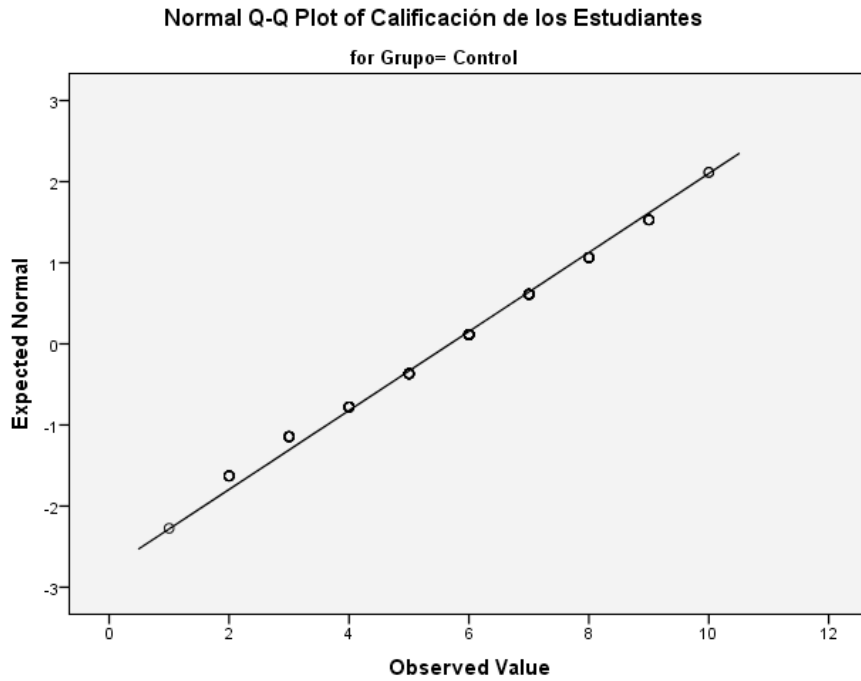


Figura 22. Distribución normal en pre-test de los Grupos de control de E1 y E2

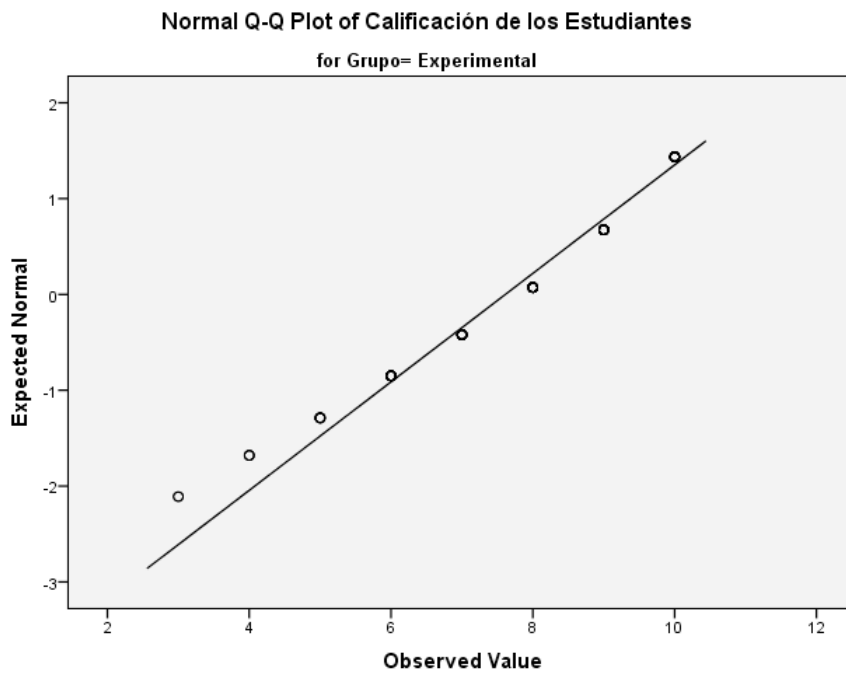


Figura 23. Distribución normal en pre-test de los Grupos experimentales de E1 y E2

En los ocho gráficos presentados se observa una tendencia donde los puntos se acercan a la recta, lo cual parece indicar una distribución normal para los seis grupos del estudio. Por su parte, en los gráficos donde se agrupan a todos los grupos de control y a todos los grupos experimentales la condición también se cumple. Sin embargo, mediante el análisis de la prueba KS se aprobaron varias hipótesis alternas con lo cual se comprueba que no se cumple con el criterio de normalidad de datos y por tanto, no tiene caso continuar con el análisis de los demás criterios para pruebas paramétricas (homocedasticidad y verificar aleatoriedad). De tal forma que se toma la decisión de continuar con pruebas no paramétricas, de las cuáles se seleccionaron la de Mann-Whitney-Wilcoxon para dos poblaciones y Krustal-Wallis para más de tres poblaciones.

4.1.1.4 Pruebas no paramétricas en pre-test: Mann-Whitney-Wilcoxon. La primera prueba no paramétrica que se utilizó fue la denominada Mann-Whitney-Wilcoxon. Dicha prueba determina si dos poblaciones son idénticas y los supuestos de prueba son:

H_0 =Las dos poblaciones son idénticas.

H_1 = Las dos poblaciones no son idénticas.

A continuación se presenta la prueba de Mann –Whitney-Wilcoxon (MWW) para la Escuela 1 y Escuela 2 realizado mediante el apoyo del software SPSS.

Tabla 19
Cálculo de prueba Mann-Whitney-Wilcoxon para grupos A y B de E1 en pre-test.

Rangos			
Grupo de los Alumnos	N	Rango promedio	Suma de rangos

	Grupo B Escuela 1 Control	28	32.54	911.00
Calificación Obtenida por los alumnos	Grupo A Escuela 1 Experimental	27	23.30	629.00
	Total	55		

Estadísticos de contraste^a

	Calificación Obtenida por los alumnos
U de Mann-Whitney	251.000
W de Wilcoxon	629.000
Z	-2.156
Sig. asintót. (bilateral)	.031

a. Variable de agrupación: Grupo de los Alumnos

Tabla 20

Cálculo de prueba Mann-Whitney-Wilcoxon para grupos de control y experimental de E2 en pre-test.

Rangos

	Grupo al que pertenecen los estudiantes	N	Rango promedio	Suma de rangos
Calificación de los estudiantes	Experimental	63	78.05	4917.00
	Control	62	47.71	2958.00
	Total	125		

Estadísticos de contraste^a

	Calificación de los estudiantes
U de Mann-Whitney	1005.000
W de Wilcoxon	2958.000
Z	-4.731
Sig. asintót. (bilateral)	.000

a. Variable de agrupación: Grupo al que pertenecen los estudiantes

Para la comparación de los grupos A y B de E1, las medias de calificaciones fueron 7.15 y 5.78 respectivamente y el análisis del estadístico no paramétrico de la prueba Mann-Whitney-Wilcoxon indicó que el rango promedio más alto correspondiente a las calificaciones obtenidas por los alumnos se dio en el grupo B, el cual era un grupo de control. A partir de los datos obtenidos se puede concluir que sí existen diferencias estadísticamente significativas entre el grupo de control y el grupo experimental con respecto a las calificaciones obtenidas por los alumnos antes de iniciar el experimento ($U=251$, $n_{1e}=28$, $n_{2e}=27$, $p=0.031$, $p<0.05$). Por lo tanto, se rechaza H_0 y se acepta H_1 donde se puede inferir que existen diferencias en las calificaciones del pre-test de los alumnos debido al grupo al que pertenecen.

Por su parte, la agrupación de toda la población de los grupos de control y la agrupación de todos los grupos experimentales de E2, cuyas medias de calificaciones fueron para los grupos A, B, C y D las notas de 6.53, 5.63, 8.49, 5.75 respectivamente, se analizaron mediante la prueba no paramétrica de Mann-Whitney-Wilcoxon y se identificó que el rango promedio más alto de calificaciones obtenidas por los alumnos se presentó en los grupos de tipo experimental ($U=10005$, $n_{1e}=63$, $n_{2e}=62$, $P=0.000$, $p<0.05$). Con base en los datos obtenidos, se concluye que sí existen diferencias estadísticamente significativas entre los grupos de control y de tipo experimental en la prueba inicial de pre-test, por lo que se rechaza H_0 y se aprueba H_1 donde se identifica que no todas las poblaciones son idénticas. A continuación se presenta otro tipo de prueba no paramétrica para comparar tres poblaciones con las siguientes configuraciones: un grupo de control y dos grupos experimentales o bien un grupo experimental y dos grupos de control.

4.1.1.5 Pruebas no paramétricas en pre-test: Krustal-Wallis. De acuerdo con

Anderson, Sweeney y Williams (1999) la prueba se utiliza para ver si tres o más poblaciones son idénticas. Sus supuestos son los siguientes:

H_0 = Todas las poblaciones son idénticas.

H_1 = No todas las poblaciones son idénticas.

A continuación se presentan los análisis para los grupos de la Escuela 2.

Tabla 21

Cálculo de prueba Krustal-Wallis para grupos A, B y D de E2 en pre-test.

Rangos			
	Grupo al que pertenecen los alumnos	N	Rango promedio
Calificación de los Alumnos	Grupo A Escuela 2	32	55.06
	Grupo B Escuela 2	30	44.35
	Grupo D Escuela 2	32	42.89
	Total	94	

Estadísticos de contraste^{a,b}	
	Calificación de los Alumnos
Chi-cuadrado	3.885
gl	2
Sig. asintót.	.143

- a. Prueba de Kruskal-Wallis
- b. Variable de agrupación: Grupo al que pertenecen los alumnos

Tabla 22

Cálculo de prueba Krustal-Wallis para grupos C, B y D de E2 en pre-test.

Rangos			
	Grupo al que pertenecen los alumnos	N	Rango promedio
Calificación de los alumnos	Grupo C Escuela 2	29	42.40

Grupo B Escuela 2	29	43.38
Grupo D Escuela 2	31	48.95
Total	89	

Estadísticos de contraste^{a,b}

Calificación de los alumnos	
Chi-cuadrado	1.170
gl	2
Sig. asintót.	.557

a. Prueba de Kruskal-Wallis

b. Variable de agrupación: Grupo al que pertenecen los alumnos

Tabla 23

Cálculo de prueba Kruskal-Wallis para grupos B, A y C de E2 en pre-test.

Rangos			
	Grupo al que pertenecen los alumnos	N	Rango promedio
Calificación de los alumnos	Grupo B Escuela 2	36	32.67
	Grupo A Escuela 2	26	41.65
	Grupo C Escuela 2	31	68.13
	Total	93	

Estadísticos de contraste^{a,b}

Calificación de los alumnos	
Chi-cuadrado	30.934
gl	2
Sig. asintót.	.000

a. Prueba de Kruskal-Wallis

b. Variable de agrupación: Grupo al que pertenecen los alumnos

Tabla 24

Cálculo de prueba Kruskal-Wallis para grupos D, A y C de E2 en pre-test.

Rangos			
	Grupo al que pertenecen los estudiantes	N	Rango promedio
Calificación de los estudiantes	Grupo D Escuela 2	32	32.84
	Grupo A Escuela 2	32	42.72
	Grupo C Escuela 2	31	69.10
	Total	95	

Estadísticos de contraste^{a,b}	
	Calificación de los estudiantes
Chi-cuadrado	29.610
gl	2
Sig. asintót.	.000

a. Prueba de Kruskal-Wallis

b. Variable de agrupación: Grupo al que pertenecen los estudiantes

Para la comparación de grupos A (experimental), B (control) y D (control) no se reporta un diferencia estadísticamente significativa entre los diferentes grupos ($H(2) = 3.885, p = 0.143$) con una media de rangos de 55.06 para el grupo A, 44.35 para el grupo B y 42.89 para el grupo D.

Para la comparación de grupos C (experimental), B (control) y D (control) no se reporta un diferencia estadísticamente significativa entre los diferentes grupos ($H(2) = 1.170, p = 0.557$) con una media de rangos de 42.40 para el grupo C, 43.38 para el grupo B y 48.95 para el grupo D.

Para la comparación de grupos B (control), A (experimental) y C (experimental) sí se reporta un diferencia estadísticamente significativa entre los diferentes grupos ($H(2) = 30.934, p = 0.000$) con una media de rangos de 32.67 para el grupo B, 41.65 para el grupo A y 68.13 para el grupo C.

Para la comparación de grupos D (control), A (experimental) y C (experimental) sí se reporta una diferencia estadísticamente significativa entre los diferentes grupos ($H(2) = 29.610, p = 0.000$) con una media de rangos de 32.84 para el grupo D, 42.72 para el grupo A y 69.10 para el grupo C.

4.1.2 Resultados de prueba post-test. Se utilizó un cuestionario para los alumnos (Ver Apéndice 3) el cual sirvió como prueba post-test. La escala de calificaciones fue del 0 al 10. El promedio de calificaciones por tipo de grupo se encuentra en la siguiente tabla:

Tabla 25

Promedio de calificaciones de prueba post-test por tipo de grupo.

Escuela	Asignación de grupos	Control	Experimental
E1	1	6.18	8.03
E2	2	7.5	7.18
	3	7.97	7.69

La intención de esta prueba fue la de verificar si las diferencias entre los grupos de tipo experimental y de control, se debieron al tratamiento específico en los grupos. Cabe mencionar que las discrepancias pudieron verse influenciadas por diferencias interindividuales en el cuestionario de post-test u otras que no pudieron ser controladas. Así, elementos como la habilidad de cada participante o los conocimientos previos manifestados en el pre-test pudieron haber influido en el post-test y explicar, la diferencia final entre grupos de control y experimental.

4.1.2.1 Normalidad de los datos. Al igual que con el pre-test, en el post-test se debe demostrar el criterio de normalidad de los datos si se desea trabajar con pruebas paramétricas. A continuación se presenta el análisis mediante la prueba de Kolmogorov Smirnov (K-S) para cada grupo del estudio.

Tabla 26

Prueba de normalidad K-S para grupos A y B de E1 en post-test.

		Kolmogorov-Smirnov ^a		
		Estadístico	gl	Sig.
Calificación de los				
Estudiantes en el examen	Grupo A y B en Escuela 1	.167	54	.001
Postest				

Tabla 27

Prueba de normalidad K-S para grupos A y C de E2 en post-test.

		Kolmogorov-Smirnov ^a		
		Estadístico	gl	Sig.
Calificación de los				
Estudiantes en el examen	Grupo A y C en Escuela 2	.133	57	.013
Postest				

Tabla 28

Prueba de normalidad K-S para grupos B y D de E2 en post-test.

		Kolmogorov-Smirnov ^a		
		Estadístico	gl	Sig.
Calificación de los				
Estudiantes en el examen	Grupos B y D en Escuela 2	.160	60	.001
Postest				

De acuerdo con el sistema de significancia estadística (0.05) y con el nivel de significancia obtenido por la prueba KS para cada caso se determinaron dos hipótesis:

H_0 = La distribución de la variable del estudio no difiere de la distribución normal.

H_1 = La distribución de la variable del estudio difiere de la distribución normal.

En la siguiente tabla se presenta cuál fue la hipótesis que se acepta para cada grupo del estudio de acuerdo con la interpretación de su p-valor.

Tabla 29

Decisión de validación de hipótesis por tipo de grupo del estudio en post-test.

Escuela	Grupo	Tipo de hipótesis validada
1	1-CE	H1
2	2-E	H1
2	3-C	H1

Cabe mencionar que también se contó con el apoyo de gráficos de tipo Q-Q plot para cada uno de los grupos analizados en las dos instituciones (E1 y E2).

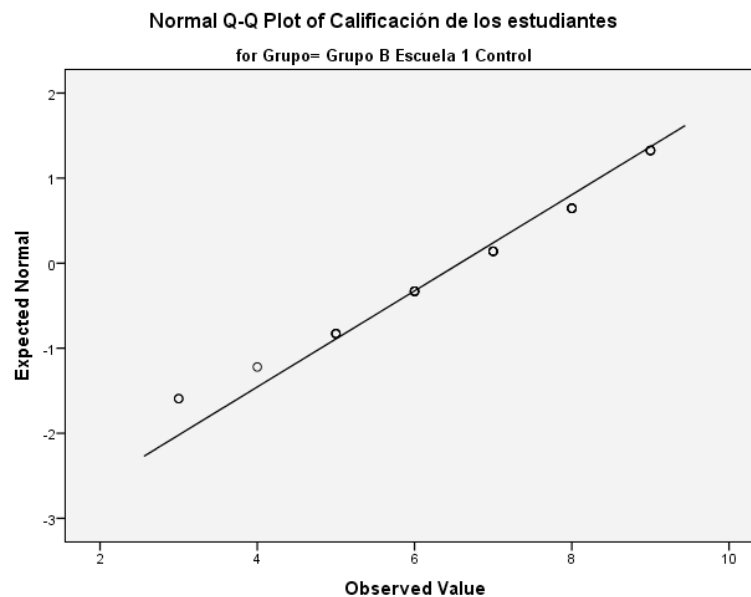


Figura 24. Distribución normal en post-test del Grupo de control B de E1

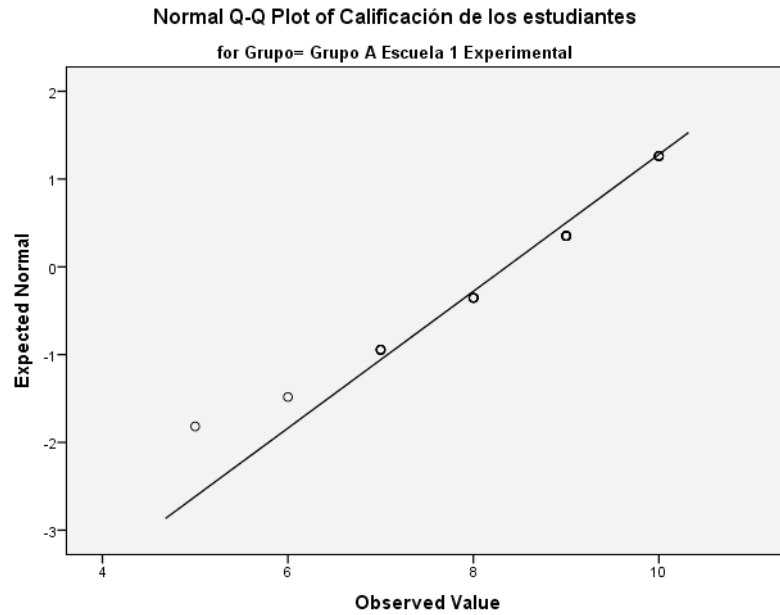


Figura 25. Distribución normal en post-test del Grupo experimental A de E1

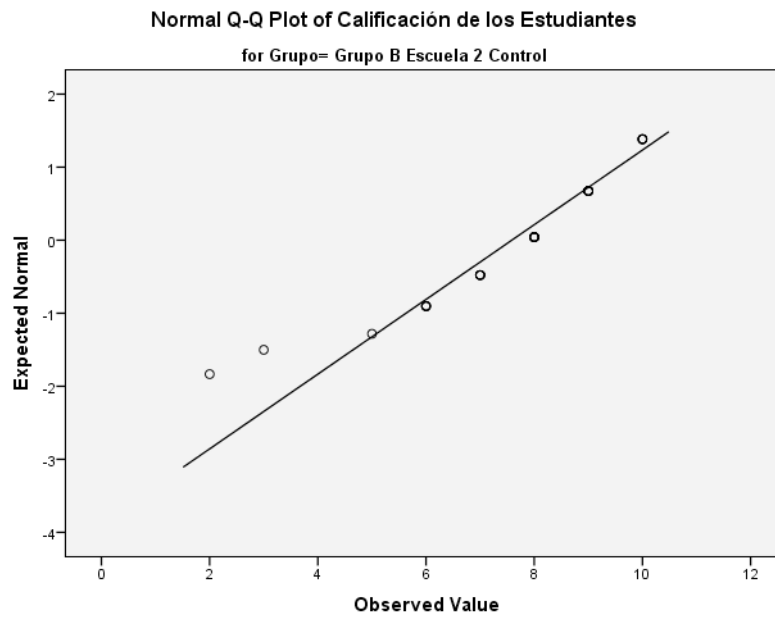


Figura 26. Distribución normal en post-test del Grupo de control B de E2

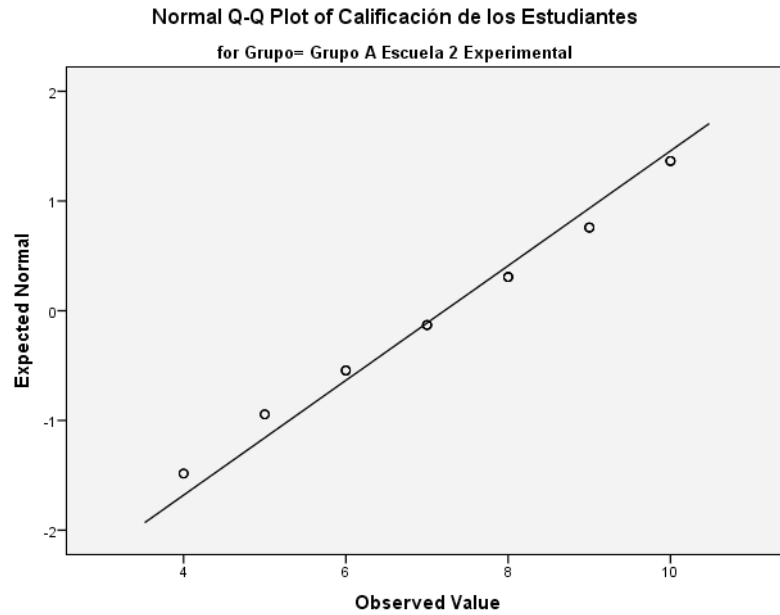


Figura 27. Distribución normal en post-test del Grupo experimental A de E2

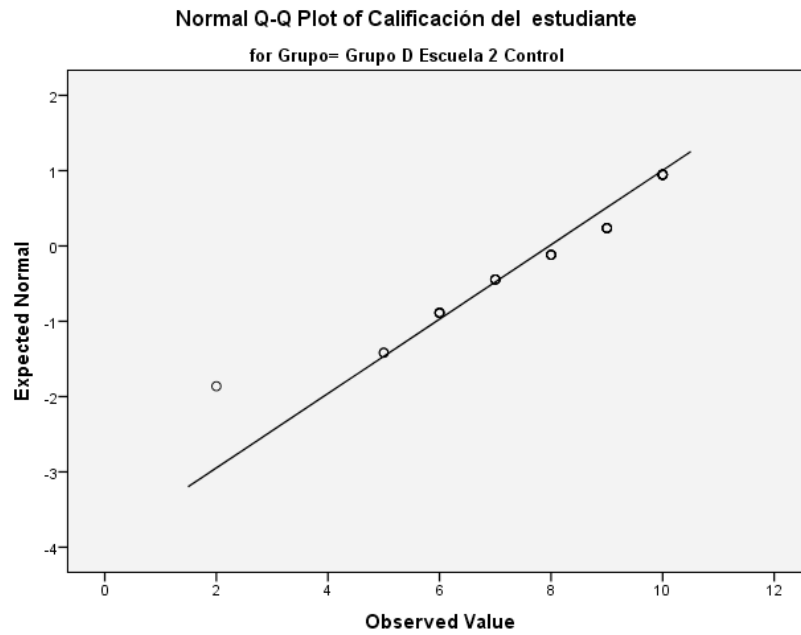


Figura 28. Distribución normal en post-test del Grupo de control D de E2

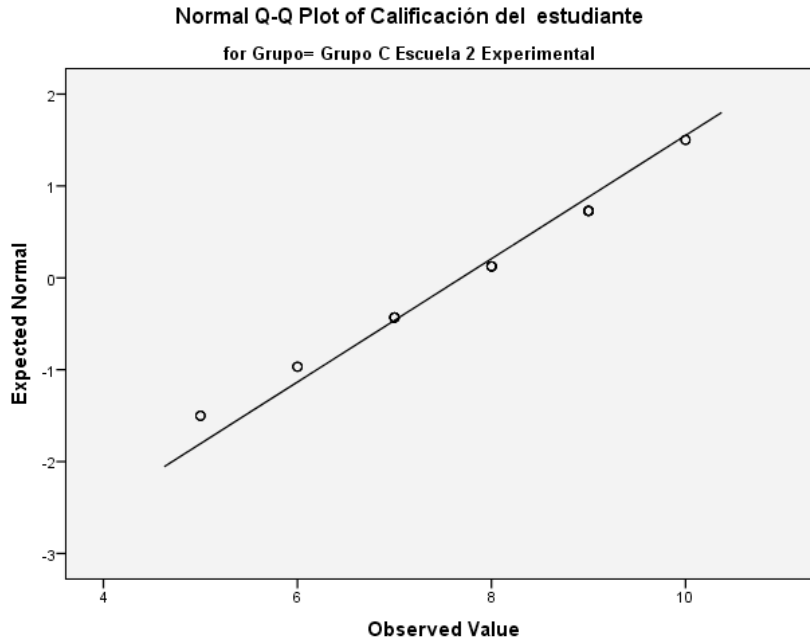


Figura 29. Distribución normal en post-test del Grupo experimental C de E2

Con la visualización de los gráficos QQ-Plots aparentemente los puntos se acercan a la recta, sin embargo, es la interpretación del estadístico KS el que tiene mayor peso en el criterio de decisión. Así, se identificó que los datos en los seis grupos no siguen normalidad y por tanto no es necesario continuar con la comprobación de los criterios requeridos para pruebas paramétricas. Por lo tanto, se sugiere trabajar con las pruebas no paramétricas de tipo: Mann-Whitney-Wilcoxon para dos poblaciones y Krustal-Wallis para más de tres poblaciones.

4.1.1.3 Pruebas no paramétricas en post-test: Mann-Whitney-Wilcoxon. Esta prueba determina si dos poblaciones son idénticas y los supuestos de prueba son:

H_0 =Las dos poblaciones son idénticas.

H_1 = Las dos poblaciones no son idénticas.

A continuación se presenta la prueba de Mann –Whitney-Wilcoxon (MWW) para la Escuela 1 y Escuela 2 del post-test.

Tabla 30
Cálculo de prueba Mann-Whitney-Wilcoxon para los grupos A y B de E1 en post-test.

Rangos				
	Grupo de los Alumnos	N	Rango promedio	Suma de rangos
Calificación Obtenida por los alumnos	Grupo B Escuela 1 Control	26	19.42	505.00
	Grupo A Escuela 1 Experimental	28	35.00	980.00
	Total	54		

Estadísticos de contraste^a	
	Calificación Obtenida por los alumnos
U de Mann-Whitney	154.000
W de Wilcoxon	505.000
Z	-3.701
Sig. asintót. (bilateral)	.000

a. Variable de agrupación: Grupo de los Alumnos

Tabla 31
Cálculo de prueba Mann-Whitney-Wilcoxon para grupos de control y experimental de E2 en post-test.

Rangos				
	Grupo al que pertenecen los estudiantes	N	Rango promedio	Suma de rangos
	Experimental	57	54.84	3126.00
	Control	60	62.95	3777.00
	Total	117		

Estadísticos de contraste^a	
--	--

	Calificación de los estudiantes
U de Mann-Whitney	1473.000
W de Wilcoxon	3126.000
Z	-1.311
Sig. asintót. (bilateral)	.190

a. Variable de agrupación: Grupo al que pertenecen los estudiantes

Para la comparación de los grupos A y B de E1, las medias de calificaciones fueron 8.03 y 6.18 respectivamente y el análisis del estadístico no paramétrico de la prueba Mann-Whitney-Wilcoxon indicó que el rango promedio más alto correspondiente a las calificaciones obtenidas por los alumnos se dio en el grupo A, el cual era de tipo experimental. A partir de los datos obtenidos se puede concluir que sí existen diferencias estadísticamente significativas entre el grupo de control y el grupo experimental con respecto a las calificaciones obtenidas por los alumnos al término del experimento ($U=154$, $n_{1e}=26$, $n_{2e}=28$, $p=0.000$, $p<0.05$). Por lo tanto, se rechaza H_0 la cual indica que las dos poblaciones analizadas son idénticas y se acepta H_1 donde se puede inferir que existen diferencias en las calificaciones de los alumnos debido al grupo al que pertenecen, en este caso con un mejor resultado en las de tipo experimental al término del estudio.

Por su parte, la agrupación de toda la población de los grupos de control y la agrupación de todos los grupos experimentales de E2, cuyas medias de calificaciones fueron para los grupos A, B, C y D las notas de 7.18, 7.5, 7.69, 7.97 respectivamente, se analizaron mediante la prueba no paramétrica de Mann-Whitney-Wilcoxon y se identificó que el rango promedio más alto de calificaciones obtenidas por los alumnos

se presentó en los grupos de tipo control ($U=1473$, $n1_e=57$, $n2_e=60$, $P=0.190$, $p>0.05$). Con base en los datos obtenidos se acepta H_0 donde se indica que las poblaciones son similares y puede inferirse que las calificaciones de los alumnos no presentan diferencias significativas por el tipo de grupo en el que estuvieron al término del estudio. Para corroborar el resultado de esta prueba, se ampliará a tres poblaciones mediante el uso de otro tipo de prueba no paramétrica con la comparación de los siguientes tipos de grupos: un grupo de control y dos grupos experimentales o bien un grupo experimental y dos grupos de control.

4.1.1.4 Pruebas no paramétricas en post-test: Krustal-Wallis. En las siguientes tablas se presentan los análisis para los grupos de la Escuela 2 en el post-test. Los supuestos de prueba son los siguientes:

H_0 = Todas las poblaciones son idénticas.

H_1 = No todas las poblaciones son idénticas.

Tabla 32
Cálculo de prueba Krustal-Wallis para grupos A, B y D de E2 en post-test.

Rangos			
	Grupo al que pertenecen los alumnos	N	Rango promedio
Calificación de los Alumnos	Grupo A Escuela 2	28	38.73
	Grupo B Escuela 2	29	44.48
	Grupo D Escuela 2	31	49.73
	Total	88	

Estadísticos de contraste^{a,b}
Calificación de los Alumnos

Chi-cuadrado	2.801
gl	2
Sig. asintót.	.246

- a. Prueba de Kruskal-Wallis
b. Variable de agrupación: Grupo al que pertenecen los alumnos

Tabla 33

Cálculo de prueba Kruskal-Wallis para grupos C, B y D de E2 en post-test.

Rangos			
	Grupo al que pertenecen los alumnos	N	Rango promedio
Calificación de los alumnos	Grupo C Escuela 2	29	42.40
	Grupo B Escuela 2	29	43.38
	Grupo D Escuela 2	31	48.95
	Total	89	

Estadísticos de contraste^{a,b}	
	Calificación de los alumnos
Chi-cuadrado	1.170
gl	2
Sig. asintót.	.557

- a. Prueba de Kruskal-Wallis
b. Variable de agrupación: Grupo al que pertenecen los alumnos

Tabla 34

Cálculo de prueba Kruskal-Wallis para grupos B, A y C de E2 en post-test.

Rangos			
	Grupo al que pertenecen los alumnos	N	Rango promedio
Calificación de los alumnos	Grupo B Escuela 2	29	45.79
	Grupo A Escuela 2	28	39.48
	Grupo C Escuela 2	29	45.09

Total	86
-------	----

Estadísticos de contraste^{a,b}	
Calificación de los alumnos	
Chi-cuadrado	1.120
gl	2
Sig. asintót.	.571

- a. Prueba de Kruskal-Wallis
b. Variable de agrupación: Grupo al que pertenecen los alumnos

Tabla 35
Cálculo de prueba Kruskal-Wallis para grupos D, A y C de E2 en post-test.

Rangos			
	Grupo al que pertenecen los estudiantes	N	Rango promedio
Calificación de los estudiantes	Grupo D Escuela 2	31	50.00
	Grupo A Escuela 2	28	38.75
	Grupo C Escuela 2	29	44.17
	Total	88	

Estadísticos de contraste^{a,b}	
Calificación de los estudiantes	
Chi-cuadrado	2.941
gl	2
Sig. asintót.	.230

- a. Prueba de Kruskal-Wallis
b. Variable de agrupación: Grupo al que pertenecen los estudiantes

Para la comparación de grupos A (experimental), B (control) y D (control) no se reporta una diferencia estadísticamente significativa entre los diferentes grupos (H(2))

=2.801, $p = 0.246$) con una media de rangos de 38.73 para el grupo A, 44.48 para el grupo B y 49.73 para el grupo D.

Para la comparación de grupos C (experimental), B (control) y D (control) no se reporta una diferencia estadísticamente significativa entre los diferentes grupos ($H(2) = 1.170, p = 0.557$) con una media de rangos de 42.40 para el grupo C, 43.38 para el grupo B y 48.95 para el grupo D.

Para la comparación de grupos B (control), A (experimental) y C (experimental) no se reporta una diferencia estadísticamente significativa entre los diferentes grupos ($H(2) = 1.120, p = 0.571$) con una media de rangos de 45.79 para el grupo B, 39.48 para el grupo A y 45.09 para el grupo C.

Para la comparación de grupos D (control), A (experimental) y C (experimental) sí se reporta una diferencia estadísticamente significativa entre los diferentes grupos ($H(2) = 2.801, p = 0.246$) con una media de rangos de 38.73 para el grupo D, 44.48 para el grupo A y 49.73 para el grupo C.

4.2 Presentación de resultados cualitativos

Los datos de corte cualitativo se obtuvieron mediante el desarrollo de notas de campo, transcripciones de video y entrevistas a los participantes del estudio en donde todas las técnicas de recolección de datos son utilizadas de forma complementaria. Con base en el enfoque etnográfico de comunicación (Fernández-Cárdenas, 2008, Rojas-Drummond, Mazón, Fernández y Wegerif, 2006) las situaciones observadas y grabadas fueron codificadas en situaciones comunicativas, eventos y actos en donde se utilizó la propuesta de Edwards y Mercer (1987) de convención de transcripciones. En

la siguiente figura se observa la jerarquía de las actividades de comunicación posibles en el aula:

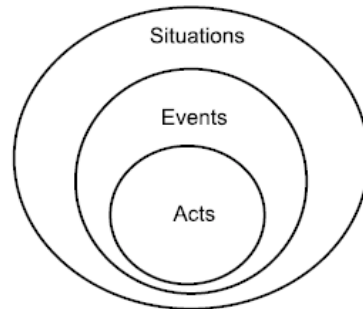


Figura 30. Situaciones, eventos y actos comunicativos del aula. (Fernández-Cárdenas y Silveyra-De la Garza, 2010)

Se observaron diferentes tipos de situaciones de comunicación como actividades individuales, actividades en grupos pequeños, actividades didácticas, actividades interactivas, actividades de juegos. De acuerdo con Edwards y Mercer (1987) las interacciones en el aula están fundamentadas en el establecimiento de conocimiento común entre los hablantes y necesariamente involucra la creación de un mayor entendimiento compartido.

En cuanto a eventos comunicativos se realizaron preguntas y respuestas en parejas, lectura colectiva, sesiones plenarias. Con respecto a los actos comunicativos se observaron copia de indicaciones descritas en el pizarrón, participación con opiniones y expresiones de los docentes. La intención de analizar e interpretar los datos cualitativos fue para reforzar la respuesta a la pregunta de investigación principal así como dar respuesta a las preguntas derivadas y verificar el alcance de los objetivos del estudio. Asimismo, los datos fueron útiles para identificar y formular aportes para el área de estudio.

Con base en la propuesta de Fernández-Cárdenas y Silveyra-De la Garza (2010) se transcribieron las situaciones, eventos y actos comunicativos en términos de Iniciación, Respuesta y Retroalimentación (*Initiation-Response-Feedback* IRF) en donde se siguió la teoría del análisis del discurso (Sinclair y Coulthard, 1975). El análisis del discurso sociocultural fue diseñado para estudiar cómo el habla es usado para enseñar y aprender en las aulas (Mercer, 2007). El análisis del discurso forma parte de la etnografía misma, ya que se busca documentar el sentir de los participantes en su vida. La etnografía se nutre de datos de entrevistas, observaciones y transcripciones. De acuerdo con la teoría sociocultural, el lenguaje es considerado como una herramienta cultural y psicológica (Vygotsky, 1962). La decisión de optar por un tipo de análisis del discurso IRF se debió a que la calidad de construcción de conocimiento en un evento en particular está relacionada con la existencia de la adopción de espirales secuenciales o turnos I-R-F/I-R-F/I-R-F (Rojas-Dummond, 2000).




4.2.1 Matriz de resultados informada del paradigma sociocultural.

Mediante esta herramienta se trató de dar respuesta a otras cuestiones relacionadas con las preguntas derivadas del estudio como la identificación de los elementos del aprendizaje de conceptos del cálculo de perímetro de polígonos regulares que desarrollan o fortalecen los alumnos del grupo experimental o bien los componentes pedagógicos y tecnológicos que inciden en los alumnos al trabajar con el tratamiento experimental.

Para ello, a continuación se presenta una matriz de resultados informada del paradigma sociocultural (Fernández-Cárdenas, 2011), la cual se adaptó para el presente estudio donde se incluyen 15 dominios y sus respectivas categorías.

Tabla 36


Matriz de datos informada del paradigma sociocultural.

Dominios	Descripción conceptual del dominio	Descripción de resultados del dominio	Fuentes/Datos/Ejemplos provenientes de notas de campo, entrevistas y transcripciones	Interpretación
<p><i>En esta columna se identifican los dominios del paradigma sociocultural adaptado al presente estudio</i></p>	<p><i>En esta columna se define de acuerdo con la literatura qué incluye cada dominio.</i></p>	<p><i>En esta columna se indica la frecuencia de aparición de categorías en los datos y cómo se identificaron</i></p>	<p><i>En esta columna se presentan viñetas, segmentos de transcripción, segmentos de notas de campo, pantallas de computadora, fotos del escenario, fotos de los participantes, fotos de la actividad, documentos de los participantes, entre otros.</i></p>	<p><i>En esta columna se interpreta el sentir de los participantes con respecto a su propia actividad, de acuerdo con el dominio correspondiente</i></p>
<p>1. Identidad de los participantes como miembros de la comunidad escolar</p>	<p>Las identidades de los participantes son definidas en relación a los sistemas de actividad en los que están inmersos y a su posición dentro de ésta (Fernández-Cárdenas, 2011).</p>	<p>171 alumnos de quinto grado de primaria de entre 10 y 11 años (86 repartidos en tres grupos de control y 85 repartidos en tres grupos de tipo experimental. Seis profesoras (tres en grupo de control y tres en grupo experimental) de entre 25 y 30 años, formadas como Licenciadas en educación primaria. Con base en la observación participante se identificó que todos los alumnos van de uniforme. Por su parte, las profesoras también cuidan su apariencia y la imagen de profesora frente a grupo.</p>	  	<p>Los alumnos se sienten en confianza con las profesoras y con sus compañeros al trabajar en el aula. Por su parte, las profesoras también lo hacen y participan en actividades para continuar formando lazos en la comunidad escolar como presentaciones en asambleas o desarrollo del periódico mural.</p>

<p>2. Sentido de pertenencia a la comunidad</p>	<p>De acuerdo con Lave y Wenger (1991) la participación periférica se define como legítima, pues los aprendices son miembros plenamente reconocidos como tales por el resto de los miembros de ese grupo social.</p>	<p>En este sistema de actividad, los participantes imprescindibles son los alumnos y los docentes. Los alumnos son quienes integran las comunidades escolares, esto es, grupos heterogéneos que trabajan dentro de un entorno (considerando niños integrados). Se identificaron dos tipos de grupos, los de control y los de tipo experimental. Por su parte, los docentes son los encargados de facilitar la información y guiar a los estudiantes en su proceso de aprendizaje.</p>	<p>Un grupo experimental: En el salón se encuentra la profesora y 28 alumnos (18 niños y 10 niñas de entre 10 y 11 años). La profesora es joven de entre 25 y 30 años, va vestida con uniforme que consiste en pantalón gris y camisa formal celeste. Se percibe que tiene un carácter fuerte, parece estricta, comprometida y a la vez amable. Por su parte, los alumnos usan uniforme, el de los niños consiste en playera tipo polo en color rojo, con el nombre de la institución bordada en cuello y mangas, short azul marino. El uniforme de las niñas es similar. En general, se ven niños bien peinados y arreglados ya que la profesora es estricta en cuanto a la apariencia. Me tocó estar presente cuando le llamó la atención a un niño que tenía la camisa desfajada a lo que le dijo: “¿Por qué estás así? Y el niño respondió que el profesor de educación física se los había permitido una hora antes. La profesora le pidió al niño usar la playera fajada y que no se volviera a repetir.</p> <p>Un grupo de control: En el salón se encuentra la profesora y 29 alumnos (13 niños y 16 niñas de entre 10 y 11 años). La profesora parece tener cerca de 30 años, va vestida con uniforme que consiste en pantalón, camisa y chaleco en tonos gris y rosa pastel y los alumnos usan uniforme, playera tipo polo en color rojo, con el nombre de la institución bordada en cuello y mangas, short azul marino. Algunos de ellos van bien peinados, con la camisa fajada. Algunas niñas tienen luces en el cabello a pesar de su corta edad.</p>	<p>Pude comprobar que generalmente se trabaja en grupos ya que al llegar al aula los niños ya estaban sentados de esa forma. Me pareció interesante también cómo se logra incluir a los niños integrados en diferentes grupos. También, el compromiso de las profesoras al estar en constante revisión del trabajo grupal.</p>
<p>3. Metas explícitas e implícitas definidas por los participantes</p>	<p>Para Fernández-Cárdenas (2011) uso de un repertorio de herramientas en un evento dado requiere de metas explícitas que los participantes</p>	<p>En los diferentes eventos realizados en clase se persiguió identificar si el grupo de control bajo una enseñanza</p>	<p>Las profesoras de los grupos experimentales aceptaron trabajar con las tabletas, sin embargo, una de ellas se notaba más reacia a utilizarlas. Finalmente, la profesora indicó que podrían ser bastante útiles en clase por ser novedad y porque las aplicaciones</p>	<p>Las profesoras de los grupos experimentales el lograron integrar a las tabletas y aplicaciones digitales en el contexto de la enseñanza del perímetro. Por su parte, las profesoras de los grupos de control trabajaron con materiales</p>

	deben seguir conjuntamente.	tradicional logra un aprendizaje similar que un grupo experimental donde se utiliza un modelo de aprendizaje activo así como recursos y tabletas digitales. Por su parte, los docentes de ambos tipos de grupos perseguían que los alumnos aprendieran lo mejor posible el tema de cálculo de perímetro.	parecían estar bien diseñadas. Con respecto a las aplicaciones propuestas, éstas lograron ajustarse a los temas de conocimiento de polígonos, cálculo del perímetro de polígonos, descomposición de figuras y otras actividades dinámicas de conocimiento.	didácticos y en ocasiones con recursos de Enciclomedia como herramientas de apoyo.
4. Artefactos mediadores disponibles en el sistema situado de actividad	Wersch citado por Fernández-Cárdenas (2009) indica el concepto de estuche de herramientas como los instrumentos mediadores utilizados en función de las metas.	En los grupos de control recursos didácticos (hojas, recortes, impresiones) y recursos tecnológicos (presentaciones de PowerPoint, recursos Enciclomedia,, proyector, computadora). En los grupos de tipo experimental se utilizaron recursos tecnológicos (presentaciones en PowerPoint, uso de tabletas digitales, aplicaciones digitales, proyector, laptop). La frecuencia de uso de los artefactos por tipo de grupo era de una vez por semana.	Fragmento de entrevista a docente de grupo de control: 1>E: ¿Algún otro comentario adicional de algún elemento motivador que utilice en el aula o si le sirve usar el equipo Enciclomedia del aula? 2>P: ¡Ah sí! /Nos ayuda mucho. Las actividades interactivas del Enciclomedia// De hecho iba a manejar una actividad interactiva porque a ellos les llama mucho la atención y se les graba el contenido. Porque así nada más viéndolo así en alguna explicación o algo, a algunos sí se les queda, pero es mejor que lo tengan más reafirmado con algo que están viendo. Para ellos es la novedad y se les va a quedar más con el material audiovisual.	Los niños se emocionaron al trabajar con las tabletas. La profesora me indicó que creía que se les dificultaría el trabajo a los niños, sin embargo, observé que se adaptaron fácilmente a las aplicaciones y a la tableta. Para corroborarlo les tomé fotografías a los niños mientras trabajaban con las diferentes actividades (Ver apéndice 19). Las aplicaciones estuvieron en función de la aprobación de las profesoras de los grupos experimentales.
5. Reglas de participación y acceso a la práctica y sus herramientas	De acuerdo con Fernández-Cárdenas (2011) en los sistemas de actividad situados se tiene presencia de reglas de participación,	En los grupos de control se cuenta con reglas establecidas en códigos (categoría en vivo), los participantes las	En un grupo de control: Una vez que los alumnos estaban hablando y en diferentes lugares y que se identificaba que ya habían terminado la profesora alzó la voz e indicó: “En sus lugares código 3 y 5 al contar hasta 4”. Al recordar lo	A pesar de que cada mesa del grupo experimental tenía una tableta, los niños no se distrajeron averiguando otras funcionalidades de la misma ya que la profesora estuvo atenta en todo

	<p>división de tareas y la inclusión en la comunidad.</p>	<p>atienden y saben a qué se refieren. En los grupos experimentales, hay reglas de trabajo en equipo y para mover las sillas a una distribución colaborativa.</p>	<p>que significaba la lista de códigos identifiqué que la profesora se refería a que los alumnos se sentaran y guardaran silencio.</p> <p>En un grupo experimental: Mientras trabajaban los niños se mostraban participativos y alzaban las manos cuando deseaban participar o bien, cuando querían avisar que terminaban una actividad. La profesora comentó: “vamos a dibujar una figura de cuatro lados iguales”.</p>	<p>momento y pasaba con cada una de las mesas de trabajo. Percibí que las aplicaciones fueron útiles para todos los niños y los niños integrados estuvieron participativos y motivados.</p> <p>A pesar de que en la sesión de capacitación, la profesora de un grupo experimental se mostró renuente a utilizar tabletas, percibí que logró utilizarla correctamente en la clase. Introdujo el tema de perímetro, escala de figuras, unidades de medida. Se notaba adaptada a la tableta y confiada con su uso ya que podría conectar el adaptador VGA para mostrar en pantalla el contenido de la tableta y luego regresar a los recursos que proyectaba desde su laptop.</p>
<p>6. Valores e intereses de la comunidad escolar</p>	<p>De acuerdo con Fernández-Cárdenas (2011) las comunidades de práctica emergen de los intereses compartidos que los participantes tienen, definiendo un compromiso conjunto, un repertorio compartido de herramientas y la meta que se busca alcanzar.</p>	<p>Intereses de los participantes sobre los valores de perteneces a la comunidad escolar. Los alumnos en ambos grupos se comportan correctamente respetando a los compañeros y a los profesores. De la misma forma, las profesoras procuran un respeto entre los propios estudiantes y hacia otros miembros de la comunidad escolar.</p>		<p>Se percibe que muchas veces las profesoras son estrictas por lo que hace falta dejar que los niños jueguen con las aplicaciones para que se sientan con mayor confianza y tengan una verdadera experiencia de uso. Se percibe que en muchas ocasiones, los niños están sumamente motivados y en el afán de las profesoras por guardar compostura, apaciguan el trabajo en equipo.</p>

<p>7. Roles formales e informales disponibles en la trayectoria de participación</p>	<p>De acuerdo con Mead (1990) se refiere al acervo o experiencias de los mecanismos de respuesta que le han dado buen resultado y satisfacciones en el pasado a los participantes.</p>	<p>Las profesoras de cada tipo de grupo comparten una formación profesional similar como la licenciatura en educación primaria. Sin embargo, algunas profesoras han tenido un mayor desarrollo como segundas licenciaturas o estudios de posgrado. Las profesoras toman un rol formal de facilitadoras de información y son quienes tienen la obligación de apoyar a los alumnos para la construcción de conocimiento.</p>		<p>Las profesoras comparten una formación profesional para desempeñarse como docentes frente a grupo, sin embargo, tras lograr el <i>rapport</i> con las participantes se indagó que algunas de ellas iniciaron cursos de posgrado y otra docente una segunda licenciatura. Esas diferencias en formación conlleva a otro tipo de experiencias en sus roles como docentes y con base en esa experiencia se notan las diferencias entre profesoras dentro de los mismos tipos de grupos ya sea de control o de tipo experimental. En los grupos de control, la profesora que continuó su formación utiliza otras estrategias como el uso de códigos de trabajo o bien el uso de reglas para el aula. Las clases se tornan más activas aún trabajando bajo un modelo tradicional. Por su parte, otra docente de un grupo de control da clases de manera tradicional donde se observan pocas interacciones y es un trabajo más individualizado. Lo mismo ocurre, con las profesoras de grupos experimentales donde hay profesoras más dinámicas o que buscan incluir sus propios recursos tecnológicos. Se percibe entonces que las trayectorias de las docentes si tienen un impacto en la forma de cómo se desempeñan como docentes de los grupos.</p>
<p>8. Características del sistema de actividad</p>	<p>De acuerdo con Fernández-Cárdenas (2011) sistema de actividad puede representarse gráficamente en tres círculos que representan un marco de actividad definido por tipo de meta o</p>	<p>En el sistema de actividad de ambos grupos se identificaron:</p> <p>Herramientas culturales: -Computadora -Contenido Enciclomedia -Libro de texto -Libreta</p>	<p>Fragmento de entrevista a docente de grupo de control: 1>E: Muy bien, y con lo que usted mencionó paso al siguiente tema/que son los elementos didácticos precisamente. ¿Podría decirme cuáles son...// 2>P: Los principales sí...que manipulen, que observen y que luego lo puedan aplicar en algún material concreto de la</p>	<p>Se percibió que las profesoras tenían noción sobre cómo utilizar las el tabletas y conocían las aplicaciones que se utilizaron en el aula. En todo momento pudieron controlar al grupo y lograr avanzar con la clase. Se logró revisar el tema de conocimiento de polígonos regulares y cálculo del</p>

	<p>forma de interpretar la actividad.</p>	<p>-Tableta digital iPad -Aplicaciones digitales -Lenguaje</p> <p>Tipo de trabajo en el aula: -Tipo de trabajo (colaborativo o tradicional) - Situaciones, actos y eventos (plenarios o individuales)</p> <p>Área curricular: -Programa académico -Contenido del bloque del área de matemáticas -Habilidades a reforzar.</p>	<p>figura o de alguna ficha de trabajo. Utilizando materiales concretos. 3>E: ¿Esas actividades las toma de algún libro, documento, manual, página? 4>P: Bueno, yo manejo libros de apoyo para los maestros. Tenemos actividades de fichas, actividades como juegos de donde podemos sacar las que se adecúan al contenido. Si tenemos material de apoyo y libros de apoyo para el maestro...</p>	<p>perímetro de figuras como triángulo, cuadrado, pentágono, hexágono, heptágono y octágono. Las profesoras lograron integrar al iPad como un recurso de apoyo en conjunto con otros elementos como la computadora, el proyector, el pizarrón y el cuaderno. Con respecto a los niños, estuvieron bastante motivados, participativos y curiosos por saber cómo utilizar las tabletas. Existió un trabajo colaborativo entre cada uno de los miembros del grupo y mucho tuvo que ver la forma en la que fueron organizados por la profesora. Fue interesante ver cómo se asignó el rol de representante en cada grupo y una vez que finalizaba una actividad, el rol pasaba al compañero de al lado.</p>
<p>9. Atributos o affordances de acuerdo con Gibson del sistema de actividad</p>	<p>De acuerdo con Gibson (1977) se refiere a cómo los valores y significados en el entorno se perciben y como la información se relaciona con las posibilidades de acción que tiene la persona hacia el entorno.</p>	<p>En los grupos experimentales fomenta el trabajo colaborativo, uso de recursos tecnológicos y desarrollo de responsabilidad individual.</p>	<p>Fragmento de entrevista a docente de grupo experimental: 1>¿Cuál el sentimiento que percibió al haber trabajado con las tabletas. Me refiero...//sintió que si fueron útiles, o que nada más fue un distractor o que le implicó más trabajo. ¿Qué me podría decir? 2>D: Pues sí son útiles. A los niños les llama la atención. No es lo mismo dibujarlo ellos a utilizar las tabletas. A los niños les cambias algo de su rutina y ellos se vuelven locos. Les gusta mucho, tienen la oportunidad de trazar las figuras, cuentan el número de lados. Si son muy útiles. Yo le decía a la maestra Sonia que son como los pizarrones mágicos, cuando uno estaba pequeño.</p>	<p>Las profesoras que trabajaron con tabletas y bajo el modelo de aprendizaje activo sintieron que sí tienen repercusiones positivas en las metas establecidas para el aprendizaje en los alumnos el tema de cálculo de perímetro.</p>
<p>10. Restricciones o constraints de acuerdo con Gibson del sistema de actividad</p>	<p>Gibson (1977) define cuatro tipos de restricciones: 1) de léxico, 2) de concepto, 3) acceso a recursos computacionales y 4) nivel de frase</p>	<p>Se identificaron las siguientes restricciones: 1. De léxico: En situaciones donde los no logran comprender un término.</p>	<p>Fragmento de entrevista a docente de grupo de control: 1>E: Le puedo preguntar algo profesora/ Con respecto a cómo da unas palabras de la clase// Cuando se dirige hacia ellos, ¿les dice en singular o en plural? Cuando les dice por ejemplo presta atención en</p>	<p>Se identificó que la restricción más importante fue la de concepto a través de las rupturas y reparaciones en la conversación. Así, en algunos grupos las indicaciones no eran exactas y los alumnos se</p>

	y de frecuencia.	<p>2. De concepto: Cuando el alumno o maestro no logran clarificar el significado de las acciones o de las palabras. En el análisis del discurso también llamados rupturas de la conversación (Shegloff, 1992).</p> <p>3. Acceso a recursos tecnológicos: No todos los grupos tuvieron acceso a las tabletas iPad, solamente los de tipo experimental.</p>	<p>lugar de presten atención. ¿Es algo que les dicen? 2>D: Es una mezcla que hago sin querer... 3>E: Pero... ¿Es sin querer o les dieron un//eh...indicación? Porque lo he notado en diferentes grupos.// 4>D: La verdad no. Lo que pasa es que yo uso de las dos pero no nos dicen cómo./ 5>E: No existe entonces. 6>D: Por parte de la escuela no pero es estrategia porque si tú dices guarda silencio estás diciendo guarda, cada quien va a pensar que le estás diciendo a él. Con guarden silencio como que te sirve más decirlo en singular. Por ejemplo, yo, es bien difícil cambiarlo. De repente digo una cosa y luego otra, a veces singular y otras en plural// 7>E: Me llamo la atención porque en diferentes grupos se refieren en singular y luego en plural. Pero en este grupo fue el primero en el que lo identifiqué. 8>D: Bueno, no hay como un autor de la normal que te pueda decir eso pero son tips para atraer la atención del grupo. Por ejemplo, si nos dan consejos de disciplina, manejo de clase. Son como que consejos que te dan pero no uno de cómo dirigirse.// 9>Identifiqué que en algunas sesiones se refiere a problemas razonados y me gustaría saber ¿qué entiende por problemas razonados? 10>D: Pues es una situación/ que hace que el alumno busque la manera de solucionar algo, mediante diferentes procedimientos, no sé, operaciones./Bueno cuando es en matemáticas, pues es buscar la operación que le ayude a resolver la problemática. Haz de cuenta que primero te plantean la situación y luego te hacen una pregunta que para llegar a esa pregunta se necesitan ciertos procesos.</p>	<p>confundían con las respuestas. Afortunadamente, en algunos casos las profesoras auto-reparaban la conversación para lograr el aprendizaje en los alumnos.</p>
11. Introducción y	De acuerdo con Mercer (2007) el análisis del	Se registraron seis sesiones por cada grupo con	La indicación de la profesora de un grupo experimental fue: “Volteen al frente. Te voy a	El análisis del discurso de las situaciones, eventos y actos comunicativos de las

<p>transformación de conceptos disciplinares (Análisis de la conversación)</p>	<p>discurso sociocultural fue diseñado para estudiar cómo el habla se utiliza para enseñar y aprender en las aulas.</p>	<p>lo cual se tomaron 36 notas de campo donde se identificaron diferentes tipos de situaciones de comunicación como actividades individuales, actividades en grupos pequeños, actividades didácticas, actividades interactivas, actividades de juegos. En cuanto a eventos comunicativos se realizaron preguntas y respuestas en parejas, lectura colectiva, sesiones plenarias. Con respecto a los actos comunicativos se observaron copia de indicaciones descritas en el pizarrón, participación con opiniones y expresiones de los docentes.</p>	<p>poner cuatro figuras en el pizarrón. Tú las vas a hacer en la tableta y no te voy a decir qué botón aplastar. Para borrar la pantalla de lo que han hecho den clic en el botón superior izquierdo y luego donde dice New, después le dan donde dice No guardar. Recuerda, ¡No te voy a decir cómo porque ya lo vimos! La primera figura fue un trapecio y la profesora preguntó: “¿Cuántos triángulos ven?”. La profesora explicó que las divisiones son de vértice a vértice. Le preguntó a una alumna: “Recuérdame qué es el vértice”. Y la niña dijo: “Los piquitos de las figuras”. La profesora dijo que era correcto y procedió a dibujar la figura en el pizarrón y dividirla.</p>	<p>aulas se realizó mediante el análisis IRF (<i>Initiation-Response-Feedback</i>). Se percibieron varios espirales completos IRF donde se logra el inicio, la respuesta y la retroalimentación para formar ciclos de aprendizaje completos. Asimismo, se identificaron cadenas IR que no alcanzan un nivel de retroalimentación pero también sirven como indicadores de cadenas de comunicación. Así también, se percibieron algunas cadenas llamadas turnos secuenciales no inmediatos. En el punto 4.2.2 de este documento se presenta un análisis I-R-F de eventos comunicativos seleccionados en los grupos experimentales.</p>
<p>12. Introducción y transformación de ideología pedagógica</p>	<p>El análisis del discurso sociocultural fue diseñado para estudiar cómo el habla es usado para enseñar y aprender en las aulas (Mercer, 2007).</p>	<p>En los grupos experimentales está presente el fomento de uno de los postulados del trabajo colaborativo. Se pone énfasis en la reflexión individual para después aplicar los conceptos y seguir con experimentación es activas y concretas. En ambos grupos (Control y experimental) se pone énfasis en la forma correcta de la escritura, cuidar los acentos y el</p>	<p>Fragmento de entrevista a docente de grupo de control: 1>E: Pues bien, son cuatro áreas las que me gustaría indagar por medio de unas preguntas. Entonces la primera está en relación a las estrategias que usa en la clase/ He observado que trabajan de forma grupal, en parejas o individual. Entonces, para el tema del perímetro ¿Cuál considera que es la más idónea para los niños?// 2>P: Bueno//es que como el grupo tiene características en las que son muy inquietos, algunas actividades las trato de hacer más dinámicas sí, porque son demasiado inquietos los niños. En el perímetro las he tratado de poner en equipos y luego manejarlo en forma individual. Ya que aplique los</p>	<p>Los grupos participantes se eligieron al azar para que unos trabajaran bajo el modelo de aprendizaje activo y otros para que trabajaran de manera tradicional. Se les sugirieron estrategias de enseñanza pero fue el docente quién las adaptó a su propia planeación durante seis sesiones. Mediante el análisis IRF se indagaron situaciones comunicativas del grupo experimental en los tres dominios de interés del estudio (Ver apartado 4.2.2)</p>

		nombre correcto de las figuras.	conocimientos en forma individual y que ya sea más concreto el conocimiento. Pero, si primero captar la atención con alguna dinámica, que la manejen y manipulen. Porque si no, de otra forma se me desvían entonces sí trato de siempre en las clases hacer eso.	
13. Nivel de aprendizaje de contenido matemático	Fue Piaget (1962) quien se ocupó del estudio de las construcciones conceptuales relacionadas con el área de geometría en donde identificó dificultades para su aprendizaje. Con base en la etapa preoperatoria de su teoría se identificaron las etapas de construcción de conocimiento hacia la comprensión del concepto de perímetro.	En ambos grupos se aplicaron exámenes pre-test, los cuales sirvieron de diagnóstico para identificar el desempeño de los seis grupos. Durante algunas semanas se llevó a cabo el tratamiento y el seguimiento a los grupos de control y posteriormente se aplicaron exámenes post-test, los cuales permitieron comprobar una diferencia del aprendizaje del tema de cálculo de perímetro al trabajar con recursos tecnológicos y bajo un modelo de aprendizaje activo.	La profesora preguntó por las figuras de 4, 5, 6, 7 y 8 lados, sobre su nombre cuando sus lados son iguales. Preguntó: “¿Se llaman figuras...?”. Los niños respondieron: “Regulares porque tienen sus lados iguales”. Después la profesora volvió a preguntar por las figuras que tienen sus lados diferentes. Acto seguido, recordó el concepto de perímetro: “Si quiero calcular el Perímetro de un cuadrado, ¿cómo le hago?”. “Ella misma respondió: “L+L+L+L”.	El análisis estadístico del apartado cuantitativo arrojó datos que indican que el nivel de desempeño académico con respecto al cálculo de perímetro presenta diferencias significativas entre el grupo de control y el grupo experimental en E1. Sin embargo, para los grupos en E2 no fue posible corroborar esa relación pues no hubo diferencias estadísticamente significativas entre los grupos del estudio. Por su parte, mediante el análisis del discurso se indagó sobre cómo se enseña ese contenido en un grupo experimental (Ver apartado 4.2.2.1).
14. Actividades escolares cognitivas	Dentro del paradigma sociocultural toda actividad es social y cognitiva (Vygotsky, 1962) por tanto en este dominio se incluye el modelo de aprendizaje activo y el desarrollo de sus etapas en los participantes.	La actividad de aprendizaje activo en los grupos experimentales incluyó actividades en las cuatro etapas del modelo hacia la construcción del conocimiento del área temática.	Fragmento de entrevista a docente de grupo experimental: 1>E: En cuanto aspectos pedagógicos.../el trabajo con la tableta estuvo programado para ser colaborativamente ¿Hay algún otro elemento pedagógico que sintió que se desarrolló en el aula al utilizarlas? Además del trabajo colaborativo... 2>D: La participación, el trabajo en equipo, la colaboración, este.../el respetar el turno, el tener el cuidado del material, de no romperlo, los hace más responsables porque sabían	Con base en el análisis del discurso se indagó el dominio de actividades escolares cognitivas (Ver apartado 4.2.2.2). Se identificó que los grupos experimentales adaptaron su trabajo en clase para trabajare colaborativamente y atravesar las cuatro etapas que indica Koopman (2002).

			<p>que no era de ellos. 3>E: Muy bien.// 4>E: El siguiente punto es...//las dificultades que percibió. Me puede comentar alguna que haya identificado a la que se tuvo que enfrentar. 5>D: Que no me sabía yo algunas aplicaciones y eso hace que pierdas tiempo porque de aquí a que le agarras la onda o se te olvidó cómo era, pierdes tantito tiempo pero los niños solos se hacen autosuficientes y no se traban ni les parece aburrido.</p>	
15. Uso de recursos tecnológicos en el aula	<p>De acuerdo con Papert (1980) la tecnología puede mediar el aprendizaje académico. La propuesta está basada en las teorías de Piaget (1962). Por su parte, el uso de recursos táctiles genera una extensión del aprendizaje, lo cual se conoce como aprendizaje corporeizado (Fernández-Cárdenas y Silveyra-De la Garza, 2010).</p>	<p>En ambos tipos de grupos (experimental y control) se utilizaron los siguientes recursos tecnológicos:</p> <p>Control: Computadora, proyector</p> <p>Experimental: Computadora, proyector, tabletas iPad, recursos digitales.</p>	<p>Fragmento de entrevista a docente de grupo experimental: 1>E: Muy bien y con respecto al uso de aplicaciones, que pues, yo traté de proponer aplicaciones que fueran gratuitas. En la reunión que tuvimos de capacitación inicial fueron las que yo propuse. ¿Le hubiera gustado otro tipo de aplicaciones? 2>D: Se me hace que sí.// 3>E: ¿Me podría decir como para qué temas? ¿O alguna otra que haya visto? 4>D: Está una del tangrama pero es de la que ya está la figurita y que le tienes que poner las claves. ¿No es esa verdad? Porque la que está en la tablet se repetía mucho la misma figura. La que digo no, son solo las piezas del tangrama y con esas se pueden hacer figuras. ¿En tema de matemáticas? 5>E: En general, digo, ahora fue contextualizado a matemáticas pero ¿le ve otras aplicaciones en sus otras asignaturas? 6>D: Están unas que se llaman de clip, que son para hacer crucigramas, sopa de letras... 7>E: ¿En iPad? ¿Son para tableta o para computadora? 8>D: Se me hace que no, creo es para computadora. 9>E: ¿Considera que desarrolló algún elemento tecnológico al utilizarlas? ¿Usted? ¿O ya tenía el conocimiento?// 10>D: Para mí fue nuevo y</p>	<p>La profesora pudo vincular las clases anteriores con los temas que se revisaron. Inició recordando el trabajo que se vio en clases anterior, lo cual me pareció interesante. Sin duda, las aplicaciones digitales sirvieron para que los niños se motivaran y participaran. Al ser intuitivas las aplicaciones hizo divertido el trabajo. En todas las mesas, los niños estuvieron atentos y querían participar además se observaron las bases del conocimiento corporeizado mientras se trabajaba lúdicamente. La profesora participó como facilitadora de la información al marcar el tiempo e indicar: “Ya vamos a terminar, ¿en qué nivel vas?” En esta aplicación, los niños no preguntaban qué hacer sino que intentaban trabajar y si se equivocaban continuaban. Lo interesante fue que la actividad y las instrucciones estaban en inglés y era poco probable que las entendieran leyéndolas. Por tanto, esta actividad puso en práctica la intuición, la corporización y la comprensión sobre cómo funcionaba el juego.</p>

divertido y sí creo que...
aprendieron los niños y
aprendí yo. Sí se me hizo muy
útil.

11>E: Alguna situación, por
ejemplo ¿Qué aprendió
tecnológicamente? ¿A manejar
las aplicaciones?

12>D: Ajá a manejar las
aplicaciones...

13>E: O desde muy básico
como puede ser prenderla,
apagarla, cargarla.

14>D: Sí, cosas elementales
pero también importantes.

4.2.2 Análisis I-R-F de eventos comunicativos de los grupos

experimentales. A continuación se presentan algunos eventos comunicativos seleccionados, los cuales solamente pertenecen a los grupos de tratamiento. La decisión de presentar a estos grupos radica en el propio diseño de interacción con respecto a la pregunta de investigación principal para evidenciar el trabajo activo en el aula así como el uso de recursos tecnológicos. Los análisis se categorizaron dentro de los dominios: nivel de aprendizaje de contenido de matemáticas, actividades escolares cognitivas y uso de recursos tecnológicos en el aula.

4.2.2.1 Transcripción 1: nivel de aprendizaje de contenido de matemáticas.

En la siguiente transcripción la profesora de un grupo experimental introduce el tema de cálculo de perímetro. Primero, inicia con una proyección para revisar una situación donde se redactaron calaveritas en forma de tarjetas y posteriormente realiza preguntas grupales. Después, la profesora introduce el uso de la tableta iPad como apoyo para la comprensión de los polígonos y cálculo del perímetro de los mismos. Se identifican algunos espirales IRF completos, los cuáles se marcan en color azul. Por su parte, los espirales que no logran completarse se marcan en color rojo.

Turno	IRF	Participante	Transcripción
1	I	Profesora	Te voy a presentar una situación/ y vamos a verla juntos://
2	I		(Se proyecta en el pizarrón: La maestra Rosy le pidió a su grupo de quinto, redactar algunas calaveritas en tarjetas, para exhibirlas en el periódico mural de la escuela el día de Muertos. La maestra les dio libertad de seleccionar la forma de la tarjeta con la condición de que todos sus lados fueran rectos.)
3	I	Profesora	¿Cómo se llama la figura de la tarjeta?
4	R	Estudiantes	[Es un cuadrado
5	R	Estudiantes	[Además tiene ángulos rectos
6	F/I	Profesora	Correcto/Vamos a revisar unas figuras
7	I		(Se proyectaron una serie de figuras en el pizarrón)
8	R	Estudiantes	Son el triángulo agudo, hexágono y pentágono
9	F/I	Profesora	Muy bien// ¿Cómo saben los nombres?
10	R	Estudiantes	Por el número de lados
11	F/I	Profesora	Así es//Ahora, vamos a trabajar con las tabletas//
12	I		(Los niños se acomodaron en las mesas de trabajo y dejaron espacio en sus respectivos lugares. Por su parte, la profesora pidió tener cuidado con el equipo.)
13	I		(La profesora dio las indicaciones sobre cómo ubicar la carpeta de “Educación” en la tableta y encontrar la aplicación “iPolygons” para revisar el nombre de las figuras y su representación gráfica. La profesora pidió que los alumnos navegaran en la aplicación y fue pasando mesa por mesa para preguntar los nombres de las figuras que tuvieran en pantalla.)
14	I	Profesora	Cuando hablo de los lados, hablo de...
15	R	Estudiante	De medir el perímetro o área/
16	F/I	Profesora	¿Cuál de los dos?//
17	R	Estudiantes	¡Del perímetro!
18	F	Profesora	Correcto...

Figura 31. Análisis IRF en el dominio de aprendizaje de contenido de matemáticas

A partir del turno 1 hasta el turno 6 de la transcripción, la profesora introduce la actividad comunicativa de tal manera que ella realiza una evaluación de los alumnos

sobre la comprensión del perímetro. Se identifica que en los turnos 4 y 5 existen aportes de dos estudiantes que complementan la respuesta. En el turno 6 la profesora pierde la oportunidad de reafirmar el concepto y solamente se limita a indicar que sus respuestas eran correctas. En este turno la profesora pudo haber ahondado en el tema y presentado otros ejemplos. Por su parte, entre los turnos 7 al 11 se identifican dos espirales IRF completos en donde la profesora supo cómo hilar una retroalimentación para crear un nuevo inicio (F/I). Resulta interesante cómo los alumnos responden el nombre de las figuras presentadas aún y cuando no se les había pedido eso. A partir de ello, la profesora toma la respuesta de los alumnos para preguntar cómo sabían los nombres de las figuras y así los alumnos indican que por el conocimiento del número de lados de las mismas. Esta respuesta se relaciona con la teoría del desarrollo de conceptos matemáticos de Piaget (1962) en la etapa preoperatoria sobre la concepción de los lados para reconocer el tipo de figura. Los turnos 12 y 13 se refieren a indicaciones sobre la distribución de los equipos de trabajo así como al uso de la aplicación digital en la tableta indicada para esa sesión.

Por último, entre los turnos 14 y 18 se identifican dos espirales IRF completos. En el turno 14 la profesora realiza una pregunta detonadora a manera de iniciar un diálogo, sin embargo, en el turno 15 se ofrece una respuesta inesperada ya que los alumnos responden: “de medir el perímetro o área”. La respuesta es ambigua y podría clasificarse como una ruptura de la conversación (Shegloff, 1992). La profesora retroalimentó en el turno 16 que la respuesta debía ser solamente una de las dos opciones (perímetro o área) y esperaba que, con base en el aprendizaje previo los alumnos, fueran capaces de identificar a qué se refería. Así, la misma profesora intentó reparar la conversación (Van Lier, 1988). La profesora perdió la oportunidad de

aclarar ese turno y poder introducir el tema del área de tal forma que no quedaran dudas en los alumnos. Los niños, respondieron correctamente que se trataba del perímetro y la profesora se dio por enterada que el concepto de perímetro había quedado claro. Desafortunadamente, no hay seguimiento a la conversación sobre ese mismo espiral IRF ya que los siguientes comentarios no fueron relevantes para el dominio de estudio.



Figura 32. Evaluación en el aula experimental sobre la comprensión de perímetro

4.2.2.2 Transcripción 2: actividades escolares cognitivas. La siguiente transcripción la profesora del grupo experimental se apoya en el modelo de aprendizaje activo para el uso de una aplicación en la tableta iPad para el aprendizaje de cálculo de perímetro. La intención era hacer que los alumnos trabajaran de forma colaborativa tal y como lo indica Dillenbourg (1999). En el análisis IRF se aprecian las cuatro etapas que indica Koopmann (2002) que los estudiantes deben atravesar en el aprendizaje

activo: observación y reflexión, formación de conceptos y reflexiones,

experimentación activa y experimentación concreta. Los espirales IRF completos se presentan en color azul.

Turno	IRF	Participante	Transcripción
1	I		(Los alumnos estaban sentados en mesas de trabajo. La profesora pidió prender el iPad con cuidado y ubicar la aplicación “Drawing”)
2	I	Profesora	Vamos a seleccionar con el dedo uno de los colores y nos vamos al área en la pantalla para pintar// (La profesora demostró con sus dedos cómo hacerlo)
3	I	Profesora	¿Qué figura van a dibujar?
4	R	Estudiantes	Una figura de diez lados diferentes
5	F	Profesora	Muy bien//Pónganse a trabajar
6	I		(La profesora dejó unos minutos para que los alumnos hicieran la figura en la aplicación de la tableta. La tableta estaba al centro y cada alumno intentaba participar para dibujar la figura en la aplicación)
7	I	Profesora	¿Cómo se llama la figura?//
8	R	Estudiante	¡ Decágono! ...
9	F	Profesora	Les faltó la palabra irregular/ recuerden que sus lados no son iguales
10	I	Profesora	Ahora vamos a dibujar una figura de cuatro lados iguales
11	I		(La profesora pasó a revisar el trabajo a cada mesa y apoyar a quienes se les dificultaba)
12	I	Profesora	En el cuadrado hay dos figuras ocultas//obsérvalo con tu equipo//Te doy un minuto para que lo discutas con tu equipo y márcalas en la figura//
13	R	Estudiantes	¡Ya terminamos!
14	F/I	Profesora	Tápalo aquí// Ellos ya dieron con la respuesta/ Ya no sé si la instrucción no fue clara. ¿ Me entendieron?
15	R	Estudiantes	Sí
16	F/I	Profesora	Vas a buscar las figuras dentro de un cuadrado// ¿Cuántas figuras encontraste?
17	R	Estudiante	Cuatro
18	F	Profesora	Yo solamente te pedí dos//

Figura 33. Análisis IRF en el dominio de actividades escolares cognitivas.

Con base en la transcripción anterior se identifica que los primeros dos turnos sirvieron para introducir las actividades de la situación comunicativa. Mediante esta acción de inicio de comunicación los alumnos atravesaron la etapa del aprendizaje activo de observación y reflexión. Entre los turnos 3 y 5 se presenta el primer espiral IRF donde la profesora les permitió a los alumnos decidir qué figura dibujar en la aplicación digital indicada en la tableta, a lo cual ellos respondieron que querían una figura compleja, un decágono. Aquí se presentó la segunda del aprendizaje activo relacionado con la formación de conceptos y reflexiones.

Por su parte, entre los turnos 7 y 9 se presenta el segundo espiral IRF donde la profesora preguntó el nombre de la figura de 10 lados que deseaban dibujar en la tableta. Los alumnos respondieron correctamente y la profesora así lo indicó, sin embargo, complementó que hacía falta nombrar a la figura como irregular. Se identifica que los niños dibujaron una figura de 10 lados pero al tratar de hacerlo en un área de trabajo sensible como lo es la tableta digital, no lograron hacer que sus lados fueran iguales. Por tal motivo la profesora indicó agregar la palabra irregular a la figura desarrollada. En estos turnos los alumnos atravesaron la tercera etapa del aprendizaje activo relacionada con la experimentación activa.

En tanto que entre los turnos 12 y 18 se presentan tres espirales IRF completos y consecutivos. Se identifica una ruptura de la comunicación en el turno 12 cuando la profesora indica que hay dos figuras ocultas pero no se indica a qué tipo de figuras se refiere. Por el contexto podría entenderse el uso de diagonales para encontrar triángulos dentro de la figura pero para el alumno no le es claro tal y como ocurrió en el turno 17 y la reparación de la profesora en el turno 18. Cabe mencionar que la

reparación debió ser más completa ya que era obligación de la profesora construir

aprendizaje y así se perdió la oportunidad de introducir el tema de división de figuras mediante diagonales. En estos últimos turnos se presenta la experimentación concreta como la cuarta etapa del aprendizaje activo.

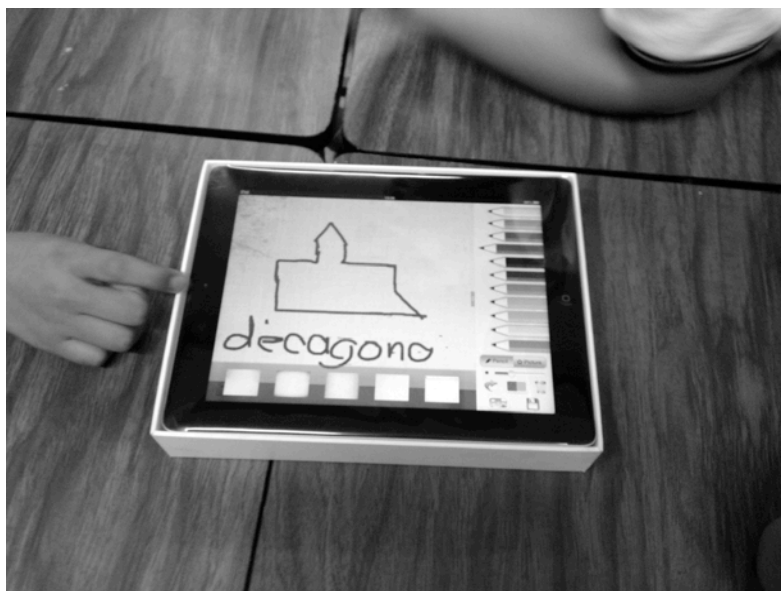


Figura 34. Decágono irregular desarrollado por grupo experimental

4.2.2.3 Transcripción 3: uso de recursos tecnológicos en el aula. En la siguiente transcripción se pone de manifiesto el uso de recursos tecnológicos como instrumentos en la construcción de conocimiento en el aula. Aunque el lenguaje es una herramienta cultural de acuerdo con el paradigma sociocultural (Vygotsky, 1962) la intención es destacar la mediación de tabletas digitales para lograr la cognición corporeizada (Fernández-Cárdenas y Silveyra-De la Garza, 2010). Los espirales IRF completos se indican en color azul. Por su parte, los espirales que no logran completarse se presentan identificados en color rojo como cadenas I-R.

Turno	IRF	Participante	Transcripción
1	I		(La profesora encendió el proyector, la tableta iPad y el cable adaptador VGA. Después, la profesora pidió abrir en la tableta la aplicación de nombre “Geometry tab”)
2	I	Profesora	Vamos a arrastrar con el dedo para que quede un área cuadriculada en la pantalla// (La profesora movió el dedo indicando cómo hacerlo)
3	I	Profesora	Los cuadritos se pueden hacer más grandes con los dedos// Uso mis dedos, índice y pulgar para arrastrar// Toquen dos puntos en la pantalla, grande o pequeño y se armará un triángulo. Si el triángulo quedó de otra forma se puede girar la figura//
4	I		(La profesora dejó trabajar a los equipos unos minutos)
5	I	Profesora	Levante la mano el equipo que todavía no puede hacer el triángulo// Nos vamos a basar en la cuadrícula para calcular el perímetro /: <i>Qué voy a contar?</i>
6	R	Estudiantes	LxL
7	F	Profesora	No, recuerden que sería L+L+L //
			.
			.
			.
11	I	Profesora	Ahora vamos a buscar una figura irregular en la tableta que tenga cinco lados //
12	R	Estudiante	¿Es afuera o adentro de la figura anterior?
13	F	Profesora	¡Es afuera! //
14	I	Profesora	Si alguien quiere borrar el trabajo, no se puede/ Aunque hay una opción para ir atrás o deshacer en la parte superior de la pantalla (La profesora mostró en la tableta cuál era el botón)
15	R	Alumnos	¡Ohhh!// (Los alumnos expresaron asombro al ver cómo el botón regresaba una acción anterior)

Figura 35. Análisis IRF en el dominio de uso de recursos tecnológicos en el aula

En la transcripción se identifica que a partir del turno 1 y hasta el turno 4 se presentan inicios de conversaciones lo cual denota turnos secuenciales no inmediatos.

En estos turnos se pone de manifiesto el uso de recursos en el aula por parte del

docente al identificar los dispositivos de mediación para la enseñanza del tema de perímetro. Es en el turno dos donde la cognición corporeizada se hace presente (Fernández-Cárdenas y Silveyra-De la Garza, 2010) ya que la profesora indica cómo mover el dedo para formar una figura en la tableta.

Por su parte, en los turnos 5 a 7 se presenta un espiral IRF completo y está presente nuevamente una situación de ruptura-reparación de la conversación en el aula (Van Lier, 1988). La profesora pregunta sobre una fórmula para calcular el perímetro del triángulo que se dibujó y un estudiante responde “LXL”, lo cual no era correcto. Por lo tanto, la profesora repara la conversación al indicar cuál sería la fórmula correcta: “...recuerden que sería $L+L+L$ ”.

Asimismo, en los turnos 11 al 13 se presenta otro espiral IRF completo donde también aparece una ruptura-reparación de la comunicación. En ese caso, la profesora da la indicación de dibujar una figura en la tableta: “Ahora vamos a buscar una figura irregular en la tableta que tenga cinco lados” y esperaba que los alumnos lo comprendieran e hicieran. Sin embargo, un estudiante responde si la figura debería realizarse dentro del espacio del triángulo que se había hecho anteriormente o fuera de esta figura. El alumno preguntó: “¿Es afuera o adentro de la figura anterior?” y la profesora indicó que era afuera.

Por último, los turnos 14 y 15 reflejan una cadena IR donde la profesora presenta una alternativa para deshacer la última acción realizada en la aplicación a lo cual los alumnos replicaron con asombro. No se logra una retroalimentación al final por lo que la profesora pierde una oportunidad para cerrar el espiral y solamente queda como una cadena de inicio-repuesta (IR).



Figura 36. Representación de cognición corporeizada mediante tableta iPad

4.2.3 Interpretación de los resultados por tipo de caso. Con base en la propuesta de Creswell (2008) sobre estudio de casos culturales, a continuación se describen los casos identificados: trabajo pasivo y trabajo activo en el aula.

Se contó con el apoyo de la herramienta web Dedoose en donde se realizó una codificación de los documentos como notas de campo, transcripciones de videos y entrevistas con lo cual se identificaron las categorías que emanaron de los propios participantes. Estas categorías se clasificaron en familias por el tipo de grupo (control o experimental) y se incluyeron dentro de los tres dominios principales del estudio.

Cabe mencionar que para la construcción de los casos también se utilizó la matriz adaptada de resultados informada por una perspectiva socio histórica y por la teoría de la actividad, propuesta por Fernández-Cárdenas (2011b) en donde se analizaron doce dominios tradicionales del paradigma sociocultural así como los tres dominios de interés para el estudio. A continuación se presentan los dos casos de estudio.

4.2.3.1 Caso I: trabajo pasivo en el aula.

El trabajo en el aula predomina el trabajo receptivo en donde el profesor expone frente a clase y el alumno trabaja de manera individual. Así, la distribución física del aula juega un papel importante donde el docente se coloca al frente para exponer el tema y los alumnos están sentados tomando anotaciones para comprender los contenidos curriculares (Ver apéndice 19 para el registro fotográfico). Cabe destacar que los docentes comienzan a utilizar instrumentos mediadores para el aprendizaje como recursos de Enciclomedia, computadora, proyector así como otros elementos didácticos (hojas y recortes). Algunas actividades desarrolladas de manera individual, como el armado de figuras con recortes, estaban relacionadas con los principios de manipulación presente en los grupos de tratamiento apoyados por el uso de tabletas y anteriormente con la propuesta de enriquecimiento instrumental de Feuerstein, Rand, Hoffman y Miller (2004). Se aprecia entonces que existe una predisposición de migrar de lo pasivo a lo activo tal y como se observó en los grupos de control donde se identificaron reglas de operación y participación en el aula donde se obtuvieron categorías en vivo como la identificación de un código de trabajo en el aula, tanto de forma individual como en parejas y grupos pequeños.

Con base en los resultados cuantitativos del pre-test y post-test se percibe que las profesoras están haciendo bien su trabajo, sin embargo, al observar el esfuerzo realizado y los resultados obtenidos podrían apoyarse en otros recursos pedagógicos y tecnológicos como el que se propuso en los grupos que trabajan de forma activa. A continuación se presenta una imagen de un grupo que trabajó de manera tradicional donde están resolviendo una actividad sobre el cálculo de perímetro.



Figura 37. Trabajo tradicional con aprendizaje pasivo

4.2.3.2 Caso II: trabajo activo en el aula.

Con base en el modelo de aprendizaje activo se propuso una sesión de capacitación para tres docentes donde también se les instruyó en cuanto al uso de la tableta digital así como a las aplicaciones a utilizar. Se les presentó una serie de estrategias para adaptarse a sesiones de máximo una hora. Se cuenta con un registro fotográfico para identificar el trabajo bajo el modelo de aprendizaje activo y haciendo uso de tabletas iPad (Ver Apéndice 18). Se trabajó con seis aplicaciones digitales: iPolygons, Geopad, Geometry Pad, Drawing, Tangram y Sketch Up Hd. Con base en las mismas, las profesoras consideran que los alumnos desarrollaron competencias pedagógicas como la participación, el trabajo en equipo, la colaboración, el respeto del turno, la responsabilidad sobre el material de trabajo. Con base en los resultados cuantitativos se identificó que los aspectos del tema de cálculo del perímetro que reforzaron fueron: el concepto de perímetro, el nombre de polígonos por la

polígonos regulares, las fórmulas para el cálculo de perímetro tradicionales y simplificadas, la división de figuras mediante diagonales y la reflexión y ejecución para resolver el cálculo del perímetro en polígonos regulares e irregulares en diferentes contextos y con diferentes unidades de medida.

Por su parte, en cuanto a los aspectos tecnológicos se percibió que, de manera intuitiva, los alumnos lograban manipular las aplicaciones que se les presentaron en las tabletas iPad. Las profesoras conocieron y se adaptaron al modelo de aprendizaje activo y también reforzaron el conocimiento tecnológico de la tableta y conocieron como utilizar las aplicaciones digitales.



Figura 38. Trabajo de aprendizaje activo y recursos en el aula

4.3 Análisis de resultados por dominios y categorías

A continuación se presenta el análisis meta con base en los tres dominios identificados para el estudio, nivel de aprendizaje de contenido matemático, actividades escolares cognitivas y el uso de recursos tecnológicos en el aula, los cuáles

se confrontan con el marco teórico y con los resultados del estudio. Para apoyar en la confrontación teórica se requirió el apoyo del cuadro de triple entrada (Ver Apéndice 1).

4.3.1 Nivel de aprendizaje de contenido matemático. Los alumnos de quinto grado de primaria tienen noción de las figuras geométricas y asocian el nombre de éstas identificando el número de lados, sin embargo, existe dificultad con polígonos regulares de ocho lados o más. En el estudio se identificó que los resultados cuantitativos de las pruebas aplicadas (pre-test y post-test), los alumnos no reconocen los nombres y fórmulas para la identificación de polígonos regulares como el octágono y por consiguiente no pueden realizar el cálculo de su perímetro de este tipo de figuras a pesar de que sí se realiza correctamente con figuras de menor número de lados. De acuerdo con Zerpa (2011), el conocimiento lógico-matemático se constituye en el niño al relacionar las experiencias obtenidas en la manipulación de objetos por lo que primero observa los lados, ángulos y patrones de regularidad de las figuras para establecer por qué son diferentes y luego generaliza el proceso de análisis para la comparación de y con otras figuras geométricas. Asimismo, Eggen y Kaucack (2010) indican que los niños aprenden a través de la construcción de conocimiento y uso del conocimiento existente para vincular las nuevas ideas y formas de pensar. Por lo tanto, los niños deben participar en la construcción de nuevas ideas y nuevas formas de pensamiento con el fin de dar sentido a todas ellas y aplicarlas en otras áreas. Para garantizar una mayor comprensión de la geometría de los polígonos, los alumnos deben comprender la importancia de los lados en los polígonos regulares y cómo el aumento de los lados tiene una incidencia lógica para el cálculo del perímetro de los

mismos. De esta forma, a los alumnos les será más fácil comprender cómo realizar un

cálculo de perímetro de una figura con más lados identificando cómo se hizo con una figura con menor número de lados.

Los niños de entre 10 y 11 años tienen el conocimiento para calcular el perímetro de polígonos regulares cuando los problemas a resolver tienen esa instrucción. Con base en los resultados de la prueba pre-test se identificó que los alumnos tienen la competencia satisfactoria para calcular el perímetro de polígonos regulares cuando se les indica que así se realice. Sin embargo, los resultados de las pruebas en el pre-test y en el post-test indican que los alumnos no dominan correctamente qué tipo de cálculo se debe realizar cuando se les pregunta abiertamente y confunden el cálculo de perímetro con el del área. De acuerdo con Outhred y Mitchelmore (1992) existen dificultades específicas de la conceptualización del área y perímetro por parte de los alumnos en el nivel de primaria. Por su parte, Moreira y Comiti (1993) y Moreira (1996) también han documentado que los estudiantes de los últimos años de primaria tienen dificultades para separar las medidas de área y perímetro. Asimismo, es Marchini (1999) quién habla del conflicto frecuente entre los dos conceptos y la forma didáctica en la que se podría afrontar el argumento con la intención de alcanzar resultados positivos. De acuerdo con Bobis, Milligan y Lowrie (2009) así como Booker, Bond, Sparrow y Swan (2010) los métodos idóneos para aprender conceptos de corte matemático, como el cálculo de perímetro, incluye la exploración o experimentación. Es importante que los alumnos comprendan y asocien qué tipo de medida corresponde al perímetro y al área. Así, se sugiere que los alumnos identifiquen el concepto de lado de una figura para poder comprender el concepto de contorno y su asociación con el perímetro. De esa forma, se podría asociar el concepto

de superficie con el área y así evitar la confusión que se presentó en el estudio y que ha sido documentada por los autores mencionados.

4.3.2 Actividades escolares cognitivas. Los docentes de quinto grado de primaria tienen conocimiento de modelos pedagógicos de trabajo colaborativo, sin embargo, aún priorizan el trabajo individual. Una vez que se documentó el trabajo en el aula mediante más de 36 notas de campo se corroboró que los docentes tienen diferentes criterios con respecto a cómo llevar su práctica docente. Algunos docentes optan por proponer actividades individuales, en parejas o en grupos pequeños, sin embargo, las prácticas son adaptadas a su planeación curricular y muchas veces se observan sobre la marcha. Se identificó que los docentes del grupo de control optan por clases tradicionales donde las sillas y mesas de los alumnos no se mueven y el trabajo del aula en su mayoría es individual. Por su parte, los docentes de los grupos experimentales tuvieron oportunidad de trabajar mediante el modelo de aprendizaje activo centrado en el alumno, de corte más colaborativo, donde se acompañó de estrategias para incluir recursos y tabletas digitales. Son Friend y Cook (2003) quienes definen a la colaboración como la interacción directa entre al menos dos partes iguales que de común acuerdo comparten la toma de decisiones mientras trabajan hacia una meta en común. De acuerdo Johnson, Johnson y Smith (1991) al comparar dos escenarios de aprendizaje, el aprendizaje tradicional y el aprendizaje colaborativo, se identifica que el objetivo del aprendizaje colaborativo es desplazar al aprendizaje de un modelo centrado en el profesor a un modelo centrado en el alumno. El hallazgo del estudio es importante porque permite asesorar a los docentes para que vean el potencial de migrar a modelos pedagógicos centrados en los alumnos.

4.3.3 Uso de recursos tecnológicos en el aula. El uso de recursos tecnológicos en el aula para la enseñanza del cálculo de perímetro genera componentes pedagógicos tanto en los alumnos como en los docentes. Mediante la revisión de los resultados de corte cualitativo del estudio se identificó que cuando se utilizan recursos tecnológicos en el aula, los alumnos desarrollan aspectos como la participación, el trabajo en equipo, la colaboración, el respeto del turno y la responsabilidad sobre el material de trabajo. Asimismo, los docentes también desarrollan componentes pedagógicos como el autoaprendizaje y la adaptación del contenido a contextos en particular. Es González (2008) quien documenta que el incluir recursos tecnológicos en el aula fortalece cuestiones en los alumnos como la participación y la responsabilidad individual ya que cada estudiante está consciente de su propia participación y a la vez de la del grupo al que pertenece. Así también, el ambiente de aprendizaje se vuelve más dinámico con la participación de los estudiantes y se promueve una interacción entre docente-estudiante y se incentiva la cooperación entre estudiantes. Por su parte, Murillo y Marcos (2009) también indican que el uso de recursos tecnológicos en el aula permite la comunicación efectiva y mejoran las estrategias de quienes las utilizan. Es importante recalcar que los componentes pedagógicos que resultaron tras la inclusión de recursos tecnológicos en el aula fortalecen habilidades tanto en los estudiantes como en los docentes por lo que en este caso se identifica como una buena práctica.

Asimismo, el uso de recursos tecnológicos en el aula para la enseñanza de perímetro genera componentes tecnológicos en los usuarios, ya sea alumnos o docentes. Con base en los resultados cualitativos del estudio se identificó que los alumnos lograron manipular intuitivamente las aplicaciones que se les presentaron en las tabletas digitales. También, se logró verificar la extensión del aprendizaje

mediante la manipulación táctil en la tableta. Por su parte, los componentes tecnológicos desarrollados por los docentes estuvieron en función del manejo de la tableta desde sus funciones básicas como el encendido hasta la manipulación de las seis aplicaciones digitales utilizadas. Asimismo, identificó el correcto uso del dispositivo como mediador del aprendizaje y su integración con otros recursos y dispositivos tecnológicos. Fue Papert (1980) quién inició los estudios sobre cómo la tecnología puede ofrecer nuevas formas para aprender. De acuerdo con Valenzuela y Ramírez (2010) saber utilizar las TIC es una de las competencias básicas en la denominada sociedad del conocimiento. Asimismo, Ursini, Sánchez y Ramírez (2007) indican que en los últimos años en México se ha realizado una implementación gradual de tecnología digital en las aulas para apoyar el currículo tradicional de matemáticas. El hallazgo se refiere a que cuando se introduce tecnología en el aula para la enseñanza de matemáticas se obtienen componentes tecnológicos colaterales con respecto al dominio de dicha tecnología.

El recurso tecnológico identificado para fomentar el conocimiento corporeizado hacia la comprensión del cálculo de perímetro fue la tableta digital, la cual se apoya en otros dispositivos como la computadora, el pizarrón y proyector. Cabe mencionar que la tableta requiere de aplicaciones digitales específicas para comprender los temas del currículo de matemáticas de quinto grado. Con base en el análisis cualitativo mediante la observación participante y el análisis de videograbación se pudo corroborar cómo se utilizan los recursos tecnológicos en el aula y cuáles fueron los que tuvieron mayor incidencia para la comprensión del cálculo de perímetro. Si bien es cierto que aunque las aulas del estudio estuvieron dotadas de

uso de las tabletas lo que destacó hacia la comprensión de polígonos y el cálculo del perímetro de los mismos ya que fomentó el trabajo colaborativo de forma activo. De acuerdo con Pea (1987) en el área de matemáticas se han utilizado por varios siglos diferentes tipos de tecnologías y herramientas. Se piensa en herramientas para medir, realizar cálculos, recordar nociones matemáticas, ejecutar sistemas de símbolos y lenguaje escrito como tecnologías cognitivas que ayudan a trascender las limitaciones de la mente. De acuerdo con Fernández-Cárdenas y Silveyra-De la Garza (2010) el desarrollo del conocimiento va más allá de la mente y se puede traducir a una extensión del cuerpo mediante la instrumentación tecnológica y herramientas culturales. Aunque la experiencia de uso de tabletas indica que éstas son intuitivas para desarrollar conocimiento se debe considerar la importancia del papel del profesor para el progreso cognitivo de los alumnos ya que el saber específico del maestro es determinante para lograr el éxito del aprendizaje esperado al conducir adecuadamente al alumno respecto al uso de las tabletas para el desarrollo de sus actividades.

4.4 Cierre del capítulo

En el presente capítulo se expusieron los resultados obtenidos y su análisis, producto de la investigación mixta de tipo convergente paralela, que indagó la comprensión de los procesos de enseñanza-aprendizaje mediados por tecnología digital, en la disciplina de las matemáticas a nivel primaria. Primero, se presentaron los análisis cuantitativos donde se desarrollaron pruebas estadísticas descriptivas e inferenciales para corroborar el estudio experimental propuesto. Posteriormente, se identificaron categorías analíticas de acuerdo con la matriz de resultados informada sobre el paradigma sociocultural y se construyeron dos casos para representar la

situación cultural de la transformación de lo pasivo a lo activo en el aula. En el próximo capítulo se expondrán las respuestas a la pregunta de investigación principal y preguntas derivadas. Además, se corrobora si se alcanzaron los objetivos del estudio así como la decisión con las hipótesis planteadas. Así también, se incluye un apartado donde se indica el aporte al campo científico del área de conocimiento y se ofrecen algunas sugerencias para futuras investigaciones.

Capítulo 5. Conclusiones

En este capítulo se presenta un análisis de las implicaciones de esta investigación, estableciendo cómo se dio respuesta a la pregunta de investigación principal, a las preguntas derivadas, a los objetivos y si se aceptó o no la hipótesis del estudio. Asimismo, se presenta un apartado con el aporte al campo científico del área de conocimiento y al final, se proponen algunas sugerencias para futuras investigaciones.

5.1 Sobre la pregunta de investigación

En relación a la pregunta principal de investigación: ¿En qué medida se relaciona el nivel de desempeño académico para el cálculo de perímetro de polígonos regulares en alumnos de quinto grado de primaria y la implementación del aprendizaje activo cuando se usan recursos y tabletas digitales? Se identificó que:

- a) Existe una dificultad palpable en los alumnos de quinto grado con respecto a la identificación de polígonos regulares de ocho lados o más a pesar de tener las nociones de identificación de los polígonos con menor número de lados. Cuando se utilizó el modelo de aprendizaje activo junto con los recursos tecnológicos para apoyar en ello, los alumnos pudieron corroborar la importancia de los lados en la identificación de las figuras y que mientras aumenten los lados la figura se aproxima a un círculo.
- b) Se identificó que los niños de entre 10 y 11 años tienen el conocimiento para calcular el perímetro de polígonos regulares cuando los problemas a resolver tienen esa instrucción. Los niños están acostumbrados a trabajar bajo el modelo

de educación tradicional centrado en el docente por lo que el modelo de aprendizaje activo en conjunto con recursos tecnológicos apoyan en el proceso de asociación visual del contorno y de la superficie de los polígonos para identificar las medidas de área y perímetro cuando así corresponda.

- c) Los docentes de quinto grado de primaria tienen conocimiento de modelos pedagógicos de trabajo colaborativo, sin embargo, aún priorizan el trabajo individual centrado en el propio profesor. Por lo tanto, la experiencia del estudio con los grupos de tratamiento permite tener fundamento para asesorar a los docentes y así se identifique el potencial de migrar a modelos pedagógicos centrados en los alumnos.
- d) Se identificó que el uso de recursos tecnológicos en el aula para la enseñanza del cálculo de perímetro genera componentes pedagógicos y tecnológicos tanto en los alumnos como en los docentes.

5.2 Sobre las preguntas derivadas de investigación

El análisis cualitativo permitió recabar datos para dar respuesta a las dos preguntas derivadas. La primera pregunta derivada fue: ¿Qué elementos del aprendizaje de conceptos del cálculo de perímetro de polígonos regulares desarrollan o fortalecen los alumnos de quinto grado de primaria al trabajar con un modelo de aprendizaje activo cuando se usan tecnologías?

Con base en el análisis cualitativo se determina que los elementos que se fortalecen en los alumnos son el concepto de perímetro, el nombre de polígonos por la identificación del número de sus lados, el procedimiento para calcular el perímetro en polígonos regulares, las fórmulas para el cálculo de perímetro tradicionales y

simplificadas, la división de figuras mediante diagonales y la reflexión y ejecución para resolver el cálculo del perímetro en polígonos regulares e irregulares en diferentes contextos y con diferentes unidades de medida. Estos elementos se relacionan con las propuestas de Bobis, Milligan y Lowrie (2009) y Booker, Bond, Sparrow y Swan (2010) con respecto a los métodos que los alumnos utilizan para aprender conceptos matemáticos como la exploración o experimentación, visualización a través de ayudas visuales, el aprendizaje memorístico de las normas a través de la práctica y la repetición, el modelado y la manipulación física de los materiales de aprendizaje.

Por su parte, la segunda pregunta derivada fue: ¿Cuáles son los componentes pedagógicos y tecnológicos que inciden en los alumnos al trabajar bajo un modelo de aprendizaje activo y con recursos tecnológicos para el aprendizaje del cálculo de perímetro de polígonos regulares?

Con base en el análisis de datos cualitativos mediante la matriz de resultados informada del paradigma sociocultural (Fernández-Cárdenas, 2011) se identificó que los participantes desarrollan componentes pedagógicos y tecnológicos al trabajar con el modelo de aprendizaje activo y al hacer uso de recursos tecnológicos como mediadores para el aprendizaje de conceptos matemáticos. Así, se identificó que en cuanto a aspectos pedagógicos los alumnos desarrollan la participación, el trabajo en equipo, la colaboración, el respeto del turno, la responsabilidad sobre el material de trabajo. Se asocia con la propuesta de Eggen y Kaucack (2010) quienes identificaron que los niños aprenden a través de la construcción de conocimiento y uso del conocimiento existente para vincular las nuevas ideas y formas de pensar.

Por su parte, en cuanto a los aspectos tecnológicos se percibió que, de manera intuitiva, los alumnos lograban manipular las aplicaciones presentadas en las

tabletas iPad. De ese trabajo con las tabletas se logró verificar la extensión del aprendizaje a la manipulación táctil en la tableta tal y como lo indican en su estudio Fernández-Cárdenas y Silveyra-De la Garza (2010).

En tanto que, los docentes también desarrollaron componentes pedagógicos y tecnológicos. En cuanto a los componentes pedagógicos se percibió que los docentes desarrollaron el autoaprendizaje y la adaptación del contenido a contextos en particular. Por su parte, los componentes tecnológicos desarrollados estuvieron en función del manejo de la tableta desde sus funciones básicas como el encendido hasta la manipulación de las seis aplicaciones digitales utilizadas. Asimismo, se notó la integración del dispositivo como mediador del aprendizaje y se utilizó en conjunto con otros recursos como la computadora, el proyector y el pizarrón.

5.3 Sobre el objetivo de investigación

El objetivo de la investigación que sirvió de guía en el estudio fue: Analizar las relaciones de fomento a la comprensión del cálculo del perímetro de polígonos regulares con respecto al modelo de aprendizaje activo cuando se usan recursos y tabletas digitales, en seis grupos de quinto grado de primaria de la zona metropolitana de Monterrey, con el fin de generar conocimiento para apoyar prácticas pedagógicas innovadoras que hagan uso de la tecnología. El diseño de investigación para lograr el objetivo se enmarcó en el paradigma de investigación mixto de acuerdo con la propuesta de Tashakkori y Teddlie (2003).

El diseño de investigación permitió el acercamiento a tres dominios derivados de la revisión de literatura (Aprendizaje de contenido de matemáticas, actividades

escolares cognitivas y uso de recursos tecnológicos en el aula) así como a 11 dominios
Esta obra está sujeta a la licencia Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 3.0 Unported de Creative Commons. Para ver una copia de esta licencia, visite <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/3.0/>. 221

propios del paradigma sociocultural (Fernández-Cárdenas, 2011). Se estudiaron en forma intensiva y a profundidad los diversos contextos situados durante los meses de septiembre, octubre y noviembre de 2012. Fueron seis grupos escolares de quinto grado (tres grupos de control y tres grupos de tipo experimental) en sus propios ambientes naturales, las aulas. Se utilizaron múltiples fuentes de información así como instrumentos para la recolección de datos de acuerdo con el tipo de paradigma de análisis, cuantitativo o cualitativo. Para la parte cuantitativa se aplicaron dos cuestionarios y se procedió con un análisis estadístico inferencial mediante pruebas no paramétricas de tipo Mann-Whitney-Wilcoxon para dos poblaciones y Krustal-Wallis para tres o más poblaciones.

Por su parte, el análisis cualitativo se desarrolló a partir de la elaboración de notas de campo mediante la observación participante y la complementación a través de transcripciones de video. Fueron más de 36 notas de campo, entrevistas etnográficas y entrevistas grupales las que se desarrollaron. Se analizaron eventos comunicativos en el aula para justificar cómo el lenguaje sirve para construir conocimiento y destacar la migración del trabajo pasivo al trabajo activo en el aula. Así, se realizó un análisis del discurso bajo el modelo I-R-F propuesto por Sinclair y Coulthard (1975). El análisis del discurso tomó relevancia porque mediante el análisis de los turnos se pudo apreciar cómo la maestra aprovecha o pierde oportunidades para señalar errores en la comprensión de los temas de cálculo de perímetro y cómo en turnos después se reparan o no esos errores u oportunidades.

La presentación del análisis de resultados se indicó mediante estudios de casos culturales (Creswell, 2008) en donde se utilizó la matriz de resultados informada de la

perspectiva sociocultural (Fernández-Cárdenas, 2011b) para la construcción de los mismos.

El objetivo de la investigación se logró porque los resultados del estudio documentaron el uso del aprendizaje activo para la enseñanza del cálculo de perímetro al tiempo que se utilizaron recursos y tabletas digitales. Para corroborar el proceso, se diseñó un estudio experimental que incluyó grupos de control y grupos de tipo experimental. Así, se identificó una diferencia significativa parcial entre los grupos de aplicación en comparación con los grupos de control. Sin embargo, existieron covariables que no pudieron ser controladas en un estudio y por tanto se indagó mediante el paradigma cualitativo sobre los elementos que pudieron influir en los grupos. Aspectos como el perfil del docente, estrategias pedagógicas de cada docente y las habilidades de cada estudiante fueron las variables principales que tienen influencia en los resultados.

5.4 Sobre las hipótesis de investigación

De acuerdo con las dos hipótesis establecidas desde el principio de la investigación:

$$H_0: p = 0$$

Hipótesis nula: El uso de una instrucción pedagógica de aprendizaje activo con el uso de tecnología no genera efecto alguno en el nivel de desempeño de los alumnos de quinto grado respecto al cálculo del perímetro de polígonos regulares.

$$H_1: p > 0$$

Hipótesis alterna: El uso de una instrucción pedagógica de aprendizaje activo con el uso de tecnología si genera un efecto en el nivel de desempeño de los alumnos de quinto grado respecto al cálculo del perímetro de polígonos regulares.

Se realizaron las pruebas estadísticas correspondientes y primera vista, los resultados de las pruebas de estadística descriptiva (medias en las calificaciones de las pruebas del pre-test y post-test) indicaron que para E1 sí existió un incremento en el nivel de desempeño de los alumnos pertenecientes al grupo con tratamiento experimental (Grupo A). Por su parte, para E2 no ocurrió lo mismo y se evidenció que los grupos que incrementaron en el desempeño académico fueron los de control (Grupos B y D) mientras que el grupo experimental A tuvo un ligero incremento en el nivel de desempeño y el grupo experimental C disminuyó su nivel de desempeño con respecto a lo que se identificó antes de iniciar con el estudio mediante la prueba de pre-test. Por tal motivo, se realizaron pruebas de estadística inferencial de tipo no paramétrica para indagar si las diferencias identificadas en E1 fueron estadísticamente significativas. Con base en el análisis de las pruebas Mann-Whitney-Wilcoxon se encontró que sí existieron diferencias significativas ($U=154$, $n_{1e}=26$, $n_{2e}=28$, $p=0.000$, $p<0.05$) entre los grupos A y B de E1. Por su parte, para el caso de E2, las pruebas de Mann-Whitney-Wilcoxon y de Krustal-Wallis evidencian que no existieron diferencias estadísticamente significativas. Por tal motivo, se acepta la hipótesis nula ya que con el estudio realizado no fue posible comprobar cuantitativamente que los alumnos que trabajaron mediante un modelo de aprendizaje activo y haciendo uso de recursos y tabletas digitales tuvieron un mejor desempeño sobre el aprendizaje del cálculo de perímetro. Sin embargo, cualitativamente se identificó que la cultura del aula se puede

transformar de lo pasivo a lo activo mediante el uso de tecnología, en este caso de tabletas y recursos digitales.

5.5 Aporte al campo científico del área de conocimiento

La justificación del estudio se basó en la necesidad de probar si el modelo de aprendizaje activo en conjunto con el uso de tabletas y recursos digitales incide en un mayor desempeño académico sobre el cálculo de perímetro en niños de quinto grado de primaria. El problema se abordó desde tres perspectivas: las tradiciones en la educación donde se evidenció el trabajo pasivo vs. el trabajo activo, la matemática educativa en donde se relacionó la teoría psicogénica de Piaget (1962) donde los niños de edades de entre 10 y 11 años comprenden mejor operaciones concretas y formales y el uso de la tecnología en la educación para llegar a la cognición corporeizada (Fernández-Cárdenas y Silveyra-De la Garza, 2010). Así, bajo un enfoque de investigación mixto de tipo convergente paralelo se indagó la relación entre el aprendizaje activo y el uso de recursos tecnológicos para un mayor aprendizaje sobre el tema de cálculo del perímetro. Cabe mencionar que todos los grupos participantes lograron un incremento en el nivel de desempeño sobre el tema, pero la diferencia solamente fue significativa en los grupos que participaron en el tratamiento bajo el diseño experimental en E1. Por su parte, los grupos en E2 que tuvieron un mejor desempeño no fueron los esperados (experimentales), sino los de control. Para ello, se indagó de forma cualitativa y se identificó que la presencia de otras variables externas tuvo influencia en los resultados. Una de estas variables correspondió al profesor y las estrategias didácticas que utiliza en clase, las cuáles no dependieron del tipo de grupo (control o experimental) sino del desempeño del propio profesor.

Se identificaron las fortalezas del aprendizaje activo tras su inclusión en la enseñanza de matemáticas de nivel primaria dentro del paradigma sociocultural y el paradigma cognitivo. Algunas de ellas se destacan en función de la participación colaborativa y cooperativa para la construcción de conocimiento (Dillenbourg, 1999). Se identificaron las cuatro etapas del aprendizaje activo (Koopmann, 2002), desde la reflexión personal hasta la experimentación concreta, en las estrategias observadas en las aulas. Los datos recabados sirven para abonar a la discusión sobre el aprendizaje activo en el nivel de educación primaria.

En cuanto a los recursos tecnológicos que mediaron el aprendizaje, destaca el uso de la tableta digital como el instrumento que conlleva a la cognición corporeizada que propone Fernández-Cárdenas y Silveyra-De la Garza (2010) y en los grupos de trabajo tradicional está presente la intención de trabajo mediante recursos didácticos tal cual lo proponen Feuerstein, Rand, Hoffman y Miller (2004). Con base en la elección de las seis aplicaciones digitales para utilizarse en conjunto con la tableta iPad, se identificaron algunos principios para abonar en la resolución de problemas con nuevos escenarios de aprendizaje. La clasificación de los principios se tomó de la propuesta de Gee (2003) para identificar juegos activos en el aula. Así, tras la observación participante sobre el uso de las aplicaciones se identificó que cumplen con los principios de identidad, interacción, producción, toma de riesgos, personalización, agentividad, problemas bien ordenados, reto y consolidación, información justo a tiempo y bajo demanda, significados situados, agradablemente-frustrante, sistemas de pensamiento, exploración y pensamiento lateral para repensar metas, uso de herramientas inteligentes y conocimiento distribuido, equipos interfuncionales, desempeño antes que competencia.

Por otra parte, se identificó al lenguaje como herramienta cultural en el proceso de aprendizaje (Vygotsky, 1962) por lo que en materia de análisis del discurso y con base en el análisis comunicacional de Shergloff, Jefferson y Sacks (1977) esta investigación contribuye al estudio del constructo de rupturas y reparaciones en la comunicación didáctica (Van Lier, 1988; Hall, 2007) ya que es una de las pocas investigaciones en Latinoamérica que indaga las rupturas y reparaciones en las conversaciones del aula para la enseñanza de matemáticas, específicamente sobre el cálculo de perímetro a nivel primaria.

5.6 Recomendaciones para futuras investigaciones

A partir del análisis de los resultados de la presente investigación se derivan las siguientes recomendaciones para continuar el estudio con futuras investigaciones. La primera de ellas está en función de optar por otro tipo de diseños de investigación cuantitativa, una vez que se indagó la existencia de diferencias estadísticamente significativas entre los grupos observados en E1. La razón de optar por otros diseños como los cuasi-experimentales o correlacionales se debe a que en el método experimental, la pieza clave es el control de las variables y en un estudio como el que se propuso fue muy difícil lograrlo para comprobar las diferencias tanto en E1 como en E2 entre los grupos de control y los de tipo experimental. Algunas de esas variables, llamadas covariables como el tipo de profesor (implementador) se tuvo que observar bajo el paradigma cualitativo, a fin de descartarlo como una variable de incidencia en los resultados y no las variables de tratamiento. Otra de las razones para optar por otro diseño se debe a los dilemas éticos del estudio, al tratar a un grupo con algo ya

probado y dejar que el otro grupo no lo haga con la idea de presentar una experimentación.

Por otra parte, si se logran controlar las variables de un estudio experimental y se opta por desarrollar otro estudio a futuro, como segunda recomendación se encuentra considerar al tiempo como un factor clave ya que un estudio de ese tipo requiere de un período considerablemente largo. Por lo tanto, este mismo estudio podría repetirse con la misma población en una fecha futura con la intención de corroborar los resultados obtenidos y poder realizar una comparación.

Asimismo, se pueden identificar nuevas hipótesis o supuestos de estudio con la intención de indagar más allá de las diferencias entre los grupos de tratamiento y los de control de este estudio. Sería interesante indagar cómo utilizar la mediación tecnológica para la construcción de portafolios electrónicos en lugar de contar con portafolios de trabajo tradicionales. Debido a que el estudio estuvo situado en un tema del área de matemáticas, sería interesante indagar otros temas pertenecientes al currículo de matemáticas ya que el estudio se posicionó sobre el cálculo de perímetro.

De igual forma, una oportunidad de estudio corresponde a utilizar otro tipo de instrumentación tecnológica, ya que por cuestiones técnicas se decidió optar por la tableta de Apple, iPad. Asimismo, las aplicaciones digitales utilizadas fueron seleccionadas por el investigador y aprobadas por las docentes del estudio, sin embargo, existe una librería de aplicaciones gratuitas y comerciales, las cuales están a disposición de todos los usuarios con una cuenta de la tienda AppStore.

Otra recomendación está en función de ampliar la muestra de participantes. Cabe mencionar que estará en función del diseño metodológico que se defina con la intención de controlar todas las variables ya que si se desea continuar con un estudio

experimental deberá ser así. De lo contrario, se podrían incluir otro tipos de instituciones, públicas o privadas, de tiempo completo o tradicionales u optar por situar el estudio en otra área temática u otro nivel escolar.

Por su parte, en el área cualitativa se pueden desarrollar investigaciones con un enfoque de análisis del discurso para continuar sobre la línea de rupturas y reparaciones en la comunicación didáctica en el aula de primaria. Estas investigaciones seguirían bajo la línea del paradigma sociocultural.

Referencias

- Almaguer, T. (2010). Paradigma, modelo, método, técnica y estrategia. En Ramírez, M. S. (Ed.), *Modelos de enseñanza y método de casos: Estrategias para ambientes innovadores de aprendizaje* (pp. 40-49). D.F., México: Trillas.
- Anderson, D., Sweeney, D. y Williams, T. (1999). *Estadística para administración y Economía*. México D.F.: International Thomson Editores.
- Anderson, J. R. (1990). *Cognitive psychology and its implications* (3a. ed.). Nueva York, Nueva York, Estados Unidos: Freeman
- Ander-Egg, E. (1994). *Técnicas de investigación social*. 23^a. ed. D.F., México: El Ateneo.
- Anghileri, J. (2006). *Teaching number sense. (2a Ed.)*. Nueva York, Nueva York, Estados Unidos: Continuum International Publishing Group.
- Anthony, G. (1996). Active learning in a constructivist framework. *Educational studies in mathematics*, 31, 349-369.
- Apaydin, M. (2008). *Making a case for the case method in Turkey*. Recuperado el día 20 de julio de 2012 de la base de datos Proquest (ID: 1518063911)
- Apple (2012). *Preguntas frecuentes sobre App Store*. Recuperado el día 20 de agosto de 2012 de http://support.apple.com/kb/HT2001?viewlocale=es_ES&locale=es_ES
- Austin, M. y Packard, T. (2009). *Case-based learning: Educating future human service managers*. Recuperado el día 20 de julio de 2012 de la base de datos EBSCOhost EJS de <http://ejournals.ebsco.com/direct.asp?ArticleID=45B186D80FCFADDC90CE>
- Ausubel, D. P. (1968). *Educational psychology: A cognitive view*. Nueva York, Nueva York, Estados Unidos: Holt, Rinehart & Winston.
- Bados, A. y García-Grau, E. (2011). *Técnicas operantes*. Recuperado el día 21 de enero de 2013 de <http://diposit.ub.edu/dspace/bitstream/2445/18402/1/T%C3%A9cnicas%20operantes%202011.pdf>
- Banta, D. (2007). What is technology assessment? *International Journal of Technology Assessment in Health Care*, 25, 7-9.

- Barell, J. (1999). *El aprendizaje basado en problemas: un enfoque investigativo*. Buenos Aires, Argentina: Manantial.
- Battista, M. T. (1994). Teacher beliefs and the reform movement in mathematics education. *Phi Delta Kappan*, 75(6), 462-470.
- Beichner, R. J. y Saul, J. M. (2003, julio). *Introduction to the SCALE-UP (Student-Centered Activities for Large Enrollment Undergraduate Programs) Project*. Ponencia presentada en the International School of Physics Varenna, Italia.
- Beichner, R., Saul, J. M., Allain, R. J., Deardorff, D. L. y Abbott, D. S. (2000, junio). *Promoting collaborative groups in large enrollment courses*. Ponencia presentada en la Annual Meeting of the American Society for Engineering Education. St. Louis, Missouri, Estados Unidos.
- Blanco, Y. (2007). *El Sistema Educativo de Nuevo León para la sociedad del Conocimiento*. Recuperado el 24 de abril de 2012 de http://online-educa.nl.gob.mx/imagenes/presentacion/ponencia_educa_online.pdf
- Block, D. y Dávila, M. (1993). La matemática expulsada de la escuela. *Educación Matemática*, 5(3), 39-58.
- Block, D., Moscoso, A., Ramírez, M. y Solares, D. (2007). La apropiación de innovaciones para la enseñanza de las matemáticas por maestros de educación primaria. *Revista Mexicana de Investigación Educativa*, 12(33), 731-726.
- Bloom B. S. (1956). *Taxonomy of Educational Objectives, Handbook I: The Cognitive Domain*. Nueva York, Nueva York, Estados Unidos: David McKay Co Inc.
- Bobis, J., Mulligan, J. y Lowrie, T. (2009). *Mathematics for children: Challenging children to think mathematically. (3a Ed.)*. Frenchs Forest, Australia: Pearson Education.
- Booker, G., Bond, D., Sparrow, L. y Swan, P. (2010). *Teaching primary mathematics. (4a. Ed.)*. Frenchs Forest, Australia: Pearson Education.
- Bowen, S. (2005). Engaged learning: Are we all on the same page? [*Versión electrónica*], *Peer Review*, 7(2), 4-7.
- Brousseau, G. (1988). *Fundamentos de didáctica de la matemática*. Zaragoza, España: Universidad de Zaragoza.
- Brown, J. S. (2006). New learning environments for the 21st century: Exploring the edge. *Change: The Magazine of Higher Learning*, 38(5), 18-24.
- Bruner, J. S. (1987). *Acts of the meaning*. Cambrigde, Massachussets, Estados Unidos: Harvard University Press.

- Burón, J. (1993). *Enseñar a aprender: Introducción a la metacognición*. Bilbao, España: Mensajeros.
- Campbell, D.T. y Stanley, J. (1966). *Experimental and quasi-experimental designs for research*. Skokie, Illinois, Estados Unidos: Rand McNally.
- Cantoral, R. y Farfán, R. M. (2003). Matemática educativa: Una visión de su evolución. *Revista Latinoamericana de Investigación en Matemática Educativa*, 6(1), 27-40.
- Case, R. (1985). Intellectual development: Birth to adulthood. *British Journal of Educational Psychology*, 56: 220–222.
- CECyTENL (2005). *El programa Enciclomedia en las escuelas primarias de Nuevo León*. D.F. México: Aula XXI Santillana
- Chadwick, C. B. (1998). *Tecnología educacional para el docente*. España: Paidós
- Chirino, V. (2007). *Elementos y evidencias de un proceso de aprendizaje activo*. PHDH 2007. Tecnológico de Monterrey.
- Chen, C., Shang, R. y Harris, A. (2006). *The efficacy of case method teaching in an online asynchronous learning environment*. Recuperado el día 22 de julio de 2012 de la base de datos Proquest (ID: 1010748611)
- Chen, Y. F., Liu, C. C., Yu, M.G., Chang, S. B., Lu, Y. C. y Chan, T.W. (2005, noviembre). *Elementary science classroom learning with wireless response devices. Implementing active and experiential learning*. Ponencia presentada en el IEEE International Workshop on Wireless and Mobile Technologies in Education. Tokushima, Japón.
- Chesterfield, R., Enge, K., Newman, B. y Simpson, H. (2005). Active learning and girls participation in multigrade schools: The Philippines case [*Versión electrónica*], *Human Rights Education in Asian Schools*, 8, 125-138.
- CINVESTAV. (2012). *Pensamiento aritmético y algebraico*. Recuperado el 07 de noviembre de 2012 de [dehttp://www.matedu.cinvestav.mx/lineasinv/pensamientoaa.php](http://www.matedu.cinvestav.mx/lineasinv/pensamientoaa.php)
- Cobb, P. (1998). Cognitive and situated learning perspectives in theory and practice. *Educational Researcher*, 28(2), 4-15.
- Cohen, L., Manion, L. y Morrison, K. (2000). *Research methods in education (5a. ed)*. Londres, Inglaterra: Routledge.

- Creswell, J. W. (2008). *Educational research: Planning, conducting, and evaluating quantitative and qualitative research (3a. ed)*. Upper Saddle River, Nueva Jersey, Estados Unidos: Pearson Publishing.
- Creswell, J. W. (2007). *Qualitative inquiry and research design: Choosing among five approaches*. (2a. ed.). Thousand Oaks, California, Estados Unidos: Sage.
- Creswell, J. W. y Plano-Clark, V. L. (2007). *Designing and conducting mixed methods research*. Thousand Oaks, California, Estados Unidos: Sage.
- Dale, E. (1946). *The cone of experience*. In *Audio-visual methods in teaching*. (pp. 37-51). Nueva York, Nueva York, Estados Unidos: Dryden Press.
- D'Amore, B. y Fandiño, M. I. (2007). Relaciones entre área y perímetro: convicciones de maestros y de estudiantes. *RELIME: Revista Latinoamericana de Investigación en Matemática Educativa*, 10(1), 39-68.
- D'Amore, B. y Chamorro, M. (1991). *El aprendizaje significativo en el área de las matemáticas*. Madrid, España: Alhambra-Longman.
- De Graaff, E. (2005). *Active learning*. Recuperado el 14 de septiembre de 2011 de <http://www.unifi.it/tree/dl/oc/d9.pdf>
- Davis, R. B. (1984). *Learning mathematics: The cognitive science approach*. Norwood, Nueva Jersey, Estados Unidos: Ablex Publishing Corporation.
- De Guzmán, M. (2007). Enseñanza de las ciencias y de la matemática. *Revista Iberoamericana de Educación*, 43. Recuperado el día 25 de julio de 2012 de <http://www.rieoei.org/rie43a02.htm>
- Deeter, C. (2008). *The effect of online quizzes on student achievement in high school chemistry*. Disertación doctoral no publicada. The Graduate College at the University of Nebraska.
- Delisle, R. (1997). *How to use problem-based learning in the classroom*. Alexandria, Virginia, Estados Unidos: ACSD.
- Dewey, J. (1991). *School and society and the child and the curriculum (Reimpresión)*. Chicago, Illinois, Estados Unidos: University of Chicago Press.
- Diederich, K. B. (2010). *The evolutionary conformation from traditional lecture to active learning in an undergraduate biology course and its effects on student achievement*. Disertación doctoral no publicada. North Dakota State University.
- Dillenbourg, P. (1999). What do you mean by collaborative learning? En P. Dillenbourg (Ed). *Collaborative-learning: Cognitive and Computational Approaches*. (pp.1-19). Oxford, Inglaterra: Elsevier

- Dori, Y. J. y Belcher, J. (2005). How does technology-enabled active learning affect undergraduated student's understanding of electromagnetism concepts? [*Versión electrónica*], *The Journal of Learning Sciences*, 14(2), 243–279.
- Duryea, S. y Pagés, C. (2002). *Human capital policies. What they can and cannot do for productivity and poverty reduction in Latin America*. Working Paper N° 468. Banco Interamericano de Desarrollo. Recuperado el día 08 de noviembre de 2012 de <http://www.iadb.org/res/publications/pubfiles/pubwp-468.pdf>
- Edwards, D. y Mercer, N. (1987). *Common knowledge: The development of understanding in the classroom*. Londres, Inglaterra: Methuen/Routledge.
- Eggen, P. y Kauchak, D. (2010). *Educational psychology: Windows on classrooms*. (8ª. Ed.) Upper Saddle River, Nueva Jersey, Estados Unidos: Pearson Education.
- Eggen, P. y Kauchak, D. (1999). *Estrategias docentes. Enseñanza de contenidos curriculares y desarrollo de habilidades de pensamiento*. Buenos Aires, Argentina: FCE.
- Elizondo-Huerta, A., Paredes-Ochoa, F. J. y Prieto-Hernández, A. M. (2006). Enciclomedia: Un programa a debate. *Revista Mexicana de Investigación Educativa*, 11(28), 209-224.
- ENLACE (2012). *Resultados prueba ENLACE 2012: Básica y Media Superior*. Recuperado el día 05 de noviembre de 2012 de http://www.enlace.sep.gob.mx/content/gr/docs/2012/historico/19_NL_ENLACE2012.pdf
- Felder, R. M. y R. Brent. (1994). *Cooperative Learning in Technical Courses: Procedures, Pitfalls, and Payoffs*. Reporte de la National Science Foundation. (ED 377 038)
- Fernandez, E. y Williamson, D. (2003). Using project-based learning to teach object oriented application development. *Memorias de la 4th Conference on Information Technology Curriculum*, 37-40. Recuperado el día 20 de julio de 2012 de la Base de Datos ACM. (DOI: <http://doi.acm.org/10.1145/947121.947130>)
- Fernández-Cárdenas, J. M. (2013). El habla en interacción y la calidad educativa. Los retos de la construcción de conocimiento disciplinar en ambientes mediados por tecnología digital. *Revista Mexicana de Investigación Educativa*, 18(56), 223–248.
- Fernández-Cárdenas, J. M. (2011a, noviembre). La secuencialidad conversacional en eventos comunicativos mediados por tecnología digital: Analizando la

participación de niños de primaria en la construcción colaborativa de páginas web. Ponencia presentada en el XI Congreso Nacional de Investigación Educativa, México D. F., México.

- Fernández-Cárdenas, J. M. (2011b). *Matriz de resultados informada por una perspectiva sociohistórica y por la Teoría de la Actividad* (adaptada de Fernández-Cárdenas, 2004 y 2009). Curso Proyecto II de la Maestría en Tecnología Educativa del Tecnológico de Monterrey. Monterrey, NL, México.
- Fernández-Cárdenas, J. M. (2009). Las tecnologías de la información y la comunicación desde la perspectiva de la psicología de la educación. En J. Arévalo Zamudio y G. Rodríguez Blanco (Eds.) D.F., México: Secretaría de Educación Pública/Dirección General de Materiales Educativos.
- Fernández-Cárdenas, J.M. (2008). The situated aspect of creativity in communicative events: How do children design web pages together? *Thinking Skills and Creativity*, 3(3), 203–216.
- Fernández-Cárdenas, J. M. y Silveyra-De la Garza, M. L. (2010). Disciplinary knowledge and gesturing in communicative events: a comparative study between lessons using interactive whiteboards and traditional whiteboards in Mexican schools. *Technology, Pedagogy and Education*, 19(2), 173-193.
- Feuerstein, R. Rand, Y., Hoffman, M.B. y Miller, R. (2004). *Instrumental enrichment: An intervention program for cognitive modifiability*. Baltimore, Maryland, Estados Unidos: University Park Press.
- Fisher, K. W. (1980). A theory of cognitive development: The control and construction of hierarchies of skills. *Psychological Review*, 87, 477-531.
- Foro Económico Mundial (2010). *Reporte de competitividad global*. Recuperado el 20 de abril de 2012 de <http://www.weforum.org/documents/GCR10/index.html>
- Fraenkel, J. y Wallen, N. (1993). *How to design and evaluate research in education*. Nueva York, Nueva York, Estados Unidos: McGraw Hill.
- Freeman, S., O'Connor, E., Parks, J. W., Cunningham, M., Hurley, D., Haak, D., et al. (2007). Prescribed active learning increases performance in introductory biology [*Versión electrónica*], *CBE-Life Sciences Education*, 6(2), 132–139.
- Friend, M. y Cook, L. (2003). *Interactions: Collaboration skills for school professionals* (4a Ed.). Boston, Massachussets, Estados Unidos: Allyn & Bacon.
- Fuenlabrada, I. y Block, D. (2009). *Innovaciones curriculares en matemáticas*. D.F, México: Departamento de Investigaciones Educativas (DIE).

- Fuller, T. D. (1988). Using computer assignments to promote active learning in the undergraduate social problems course. *Teaching Sociology*, 26(3), 215-221.
- Gaffney, J., Richards, E., Kustus, M. B., Ding, L. y Beichner R. J. (2008). Scaling up educational reform. *Journal of College Science Teaching*, 37(5), 18-23.
- García, G. (2003). *Estándares básicos de competencias en matemáticas*. Recuperado el día 29 de enero de 2013 de <http://www.eduteka.org/pdfdir/MENEstandaresMatematicas2003.pdf>
- Garmston, R. J. y Bruce M. W. (1992). Making learning active. En Garmston, R. J. y Bruce M. W. (Eds.), *How to make presentations that teach and transform* (pp. 71-89). Alexandria, Virginia, Estados Unidos: Association for Supervision and Curriculum Development.
- Gee, J. P. (2003). *What video games have to teach us about learning and literacy*. Nueva York, Nueva York, Estados Unidos: Palgrave Macmillan.
- Gibson, E. J. (1991). *An odyssey in learning and perception*. Cambridge, Massachussets, Estados Unidos: MIT Press.
- Gibson, E. J. (1977). The concept of affordances. *Perceiving, acting and knowing*, 67-82.
- Gleberg, A. M. (1997). What is memory for. *Behavioral and Brain Sciences* 20, 1-55.
- Godino, J., Pareja, J., Recio, A., Roa, R., y Ruiz, F. (2005). *Criterios de diseño y evaluación de situaciones didácticas basadas en el uso de medios informáticos para el estudio de las matemáticas*. Granada, España: Universidad de Granada.
- González, M. R. (2008). Uso de la tecnología para el aprendizaje activo en matemáticas. *Revista electrónica de ADA*, 2(2), 66-71. Recuperado de <http://polired.upm.es/index.php/relada/article/view/37>
- Governs, E. (2001). *Information for tutors*. Documento presentado en sesiones de entrenamiento de POL en el DINKEL Institute. Holanda: Universidad de Twente.
- Grabinger, R. S. y Dunlap, J. C. (1995). Rich environments for active learning: a definition. *Association for Learning Technology Journal*, 3(2), 5-34.
- Greeno, J. (1989). A perspective on thinking. *American Psychologist*, 44, 134-141.
- Gregory, P. y Read, J. (2000, agosto). *Making maths matter: using active learning to improve student motivation*. Conferencia presentada en el 8th Annual Conference on the Teaching of Computing. Edinburgh, Reino Unido.

- Guess, P.E., Gillen, M. C. y Woitaszewski, S. E. (2006). Implications for Collaboration: An Investigation with School Counselors and School Psychologists. *Journal of School Counseling*, 4(24).
- Gurría, A. (2009). *Perspectives économiques de L'amerique Latine 2010 / Economic Outlooks for Latinamerica 2010*. París, Francia: OCDE.
- Hackbert, P. (2006, enero). *Integrating active learning and cases in undergraduated entrepreneurship classes across the curriculum*. Ponencia presentada en el USASBE 2006. Tucson, Arizona, Estados Unidos.
- Halford, G.S. (1993). *Children's understanding: The development of mental models*. Hillsdale, Nueva Jersey, Estados Unidos: Erlbaum.
- Hall, J. (2007). Redressing the roles of correction and repair in research on foreign and second language learning. *The Modern Language Journal*, 97, 511-526.
- HMIE. (2009). *Learning together: Mathematics*. Recuperado el 14 de septiembre de 2011 de <http://www.hmie.gov.uk>
- House, E.R. (1990). An ethics of qualitative field studies. En E. Guba (Coord.) *The paradigm dialog* (pp.158-187). Newbury Park, California, Estados Unidos: Sage.
- Hungtington, R. (1970). Linear measurement in primary grades: A comparison o Piaget's description of the child's spontaneous conceptual development and the SMSG sequence of instruction. *Journal of Research in Mathematics Education*, 1(4), 219-232.
- Husen, T. y Postlethwaite, T. N. (1989). *Enciclopedia Internacional de la Educación*. Madrid, España: Vicens-Vives.
- INEE (2010). *Informe Anual: La calidad en la educación de México 2006*. Recuperado el 25 de enero de 2012 de <http://www.inee.edu.mx/index.php/publicaciones/informes-institucionales/informes-anuales>
- ITESM (2010). *Centro virtual de técnicas didácticas*. Recuperado el 28 de enero de 2012 de http://www.itesm.mx/va/dide2/tecnicas_didacticas/quesontd.htm
- Janilionis, V. y Valantinas, J. (2008, abril). *An active learning approach to teaching mathematics at Kaunas University of Technology*. Ponencia presentada en el 14th SEFI MWG European Seminar on Mathematics in Engineering Education. Loughborough, Inglaterra.
- Johnson, D. W. y Johnson, F. (2009). *Joining together: Group theory and group skills* (10a. Ed.). Boston, Massachussets, Estados Unidos: Allyn & Bacon.

- Johnson, R. B. y Onwuegbuzie, A. J. (2004). Mixed methods research: A research paradigm whose time has come. *Educational Researcher*, 33 (7), 14-26.
- Johnson, D., Johnson, R. y Holubec, E. (1994). *The new circles of learning: Cooperation in the classroom and school*. Alexandria, Virginia, Estados Unidos: Association of Supervision and Curriculum Development.
- Johnson, D. W., Johnson, R. T. y Smith, K. (1991). *Cooperative learning: Increasing college faculty instructional productivity*. ASHE-ERIC Higher Education Report No. 4. Washington, DC, Estados Unidos: The George Washington University, School of Education and Human Development
- Jones, S. (2010). *Push to learn*. Recuperado el día 07 de noviembre de 2012 de <http://www.simon-jones.com/PUSH%20TO%20LEARN%20Draft%20A.pdf>
- Katsap, A. (2003, septiembre). *Empowerment of teachers as learners: Active learning in the college mathematics classroom*. Ponencia presentada en International conference: The decidable and the undecidable in mathematics education. Brno, República Checa.
- Kelly, D. L. (2002). The TIMSS 1995 international benchmarks of mathematics and science achievements: Profiles of world class performance at fourth and eighth grades [Versión electrónica], *Educational Research and Evaluation: An International Journal on Theory and Practice*, 8(1), 41.54.
- Kerlinger, F. y Lee, H. B. (2001). *Investigación del comportamiento. Métodos de investigación en ciencias sociales*. D.F., México: Mc Graw Hill.
- Knapp, T. R. y Schafer, W. D. (2009). From gain score t to ANCOVA F (and vice versa). *Practical Assessment Research and Evaluation*, 14(6). Recuperado el 15 de noviembre de 2012 de <http://pareonline.net/pdf/v14n6.pdf>
- Kim, K. (2009). *Exploring undergraduate students' active learning for enhancing their critical thinking and learning in a large class*. Disertación doctoral no publicada. The Pennsylvania State University.
- Kolb, D. A. (1984). *Experiential Learning*. Englewood Cliffs, Nueva Jersey., Estados Unidos: Prentice Hall
- Koopmann, F. K. (2002). *Experiential civic learning by using "Projekt: Aktive Bürger"*. Recuperado el 25 de abril de 2012 de <http://www.jsse.org/2002/2002-2/pdf/koopmann-civic-learning-2-2002.pdf>
- Kuhn, T. (1962). *The structure of scientific revolutions*. Chicago, Illinois, Estados Unidos: University of Chicago Press.

- Lakatos, I. (1976). *Proofs and refutations*. Cambridge, Reino Unido: Cambridge University Press.
- Lave, J. (1988). *Cognition in practice: mind, mathematics and culture in everyday life*. Cambridge, Reino Unido: Cambridge University Press.
- Lave, J. y Wenger, E. (1991). *Situated learning: legitimate peripheral participation*. Cambridge, Reino Unido: Cambridge University Press.
- Lerman, S. (1998). Research on socio-cultural perspectives of mathematics teaching and learning. En Sierpinska A. y Kilpatrick J. (pp. 333-350). *ICMI Studies series*: Kluwer Academic Publishers.
- Lincoln, Y. y Guba, E. (1985). *Naturalistic inquiry*. Beverly Hills, California, Estados Unidos: Sage.
- Majoka, M. I., Dad, M. H. y Mahmood, T. (2010). Student team achievement division (STAD) as an active learning strategy: empirical evidence from mathematics classroom [Versión electrónica], *Journal of Education and Sociology*, 4, 16-20.
- Manotas-Mercado, M. E. y Rojas-Álvarez, C. J. (2008). Conceptualización acerca del perímetro, área y volumen en tres alumnos universitarios. *Revista del Instituto de Estudios en Educación Universidad del Norte*, 9, 60-69.
- Marchini, C. (1999). Il problema dell'area. *L'educazione matematica*, 1(1), 27-48.
- Martínez-Silva, M. (2006). *Educación matemática para todos* (Vol. 1). México: Comité Regional Norte de Cooperación con la UNESCO.
- May, W. (1980). Doing ethics: the bearing of ethical theories in fieldwork. *Social Problems*, 27(3), 358-370.
- McKeachie, W. J. (1994). *Teaching tips: Strategies, research and theory for college and university teachers* (9a ed.). Lexington, Kentucky, Estados Unidos: Heat.
- McKinsey&Company (2006). *Cómo hicieron los sistemas educativos con mejor desempeño del mundo para alcanzar sus objetivos*. Recuperado el 23 de abril de 2012 de www.edu.xunta.es/web/system/.../informe_mckinsey_2007.pdf
- Mead, G. (1990). *Espíritu, persona y sociedad*. D.F., México: Paidós Mexicana.
- Mercer, N. (2007). *The sociocultural analysis of classroom dialogue*. London: TLRP. Recuperado el día 14 de noviembre de 2012 de <http://www.tlrp.org/capacity/rm/wt/mercercer>

- Merseth, K. (1996). Cases and case methods in teacher education. En Shulman, J. (Ed.), *Case methods in teacher education* (pp. 722- 744). Nueva York, Nueva York, Estados Unidos: MacMillan.
- Miller, S. P. (2002). *Validated practices for teaching students with diverse needs and abilities*. Boston. Massachussets, Estados Unidos: Allyn & Bacon.
- Morales, P. (2012a). *El control de variables: control estadístico (análisis de covarianza) y control experimental mediante diseño*. Recuperado el día 15 de noviembre de 2012 de <http://www.upcomillas.es/personal/peter/investigacion/Controldevariables.pdf>
- Morales, P. (2012b). *Introducción al análisis de varianza*. Recuperado el día 14 de noviembre de 2012 de <http://www.upcomillas.es/personal/peter/analisisdevarianza/ANOVAIntroduccion.pdf>
- Moreira, P. y Comiti, C. (1993). Difficultés rencontrées par des élèves de cinquième en ce qui concerne la dissociation aire/périmètre pour des rectangles. *Petit x*. 34, 43-68.
- Moreira, P. (1996). À propos de l'apprentissage du concept d'aire. *Petit x*. 43, 43-68.
- Moursund, D. (1999). *Project-Based Learning using information technology*. Eugene, Oregon, Estados Unidos: ISTE.
- Murillo, J. y Marcos, G. (2009). Un modelo para potenciar y analizar las competencias geométricas y comunicativas en un entorno interactivo de aprendizaje. *Enseñanza de las ciencias: Revista de investigación y experiencias didácticas*, 27(2), 241-256.
- Navarro, I., Pertegal, M., Gil, D., González, C. y Jimeno, A. (2011, junio). *El aprendizaje basado en proyectos como estrategia didáctica y pedagógica para estimular el desarrollo de competencias profesionales*. IX Jornadas de Redes de Investigación en Docencia Universitaria 2011. Alicante, España.
- NCES (2013). *Trends in International Mathematics Science Study (TIMSS)*. Recuperado el día 20 de enero de 2013 de <http://nces.ed.gov/timss/>
- NCTM (2000). *Principles and standars for school mathematics*. Recuperado el día 09 de noviembre de 2012 de <http://standars.nctm.org/document/index.htm>
- Neto, P., Williams, B. y Carvalho B. S. (2010, septiembre). *Comparing tools for encouraging active learning inside and outside class*. Conferencia en el Joint International IGIP-SEFI Annual Conference 2010. Trnava, Eslovaquia.

- Novak, J. D. (1982). *Teoría y práctica de la educación*. Madrid, España: Alianza Editorial
- Nunes, T., Schliemann, A. D. y Carraher, D. W. (1993). *Street mathematics and school mathematics*. Cambridge, Reino Unido: Cambridge University Press
- Núñez, R. (2004). Do real numbers really move? Language, thought, and gesture: The embodied cognitive foundations of mathematics. En F. Iida, R. Pfeifer, L. Steels, & Y. Kuniyoshi (Eds.), *Embodied artificial intelligence* (pp. 54–73). Berlin, Alemania: Springer-Verlag.
- Obarakpo, S. J. (2009). Effect of active learning on student's achievement in mensuration: Implication for secondary school mathematics and the millennium development goals. *The Voice of Teachers*, 1(2), 73-77.
- Odom, S., Glenn, B., Sanner, S. y Cannella, K. (2009). Group peer review as an active learning strategy in a research course [Versión electrónica], *International Journal of Teaching and Learning in Higher Education*, 21(1), 108-117.
- OCDE (2009). *Education at Glance 2009*. Organization for Economic Cooperation and Development, Centre for Educational Research and Innovation. Recuperado el día 08 de noviembre de 2012 de <http://www.oecd.org/education/highereducationandadultlearning/educationatagance2009oecdindicators.htm>
- Ojose, B. (2008). Applying Piaget's theory of cognitive development to mathematics instruction. *The Mathematics Educator*, 18(1), 26-30. Disponible en: http://math.coe.uga.edu/tme/issues/v18n1/v18n1_Ojose.pdf
- Outhred, L. y Mitchelmore, M. (1992). Representation of area: a pictorial perspective. *XVI PME*. 2, 194-201.
- Oviedo, H. C. y Campos, A. (2005). Aproximación al uso del coeficiente alfa de Cronbach. *Revista Colombiana de Psiquiatría*, 34(4).
- Papert, S. (1980). *Mindstorms: Children, computers, and powerful ideas*. Nueva York, Nueva York, Estados Unidos: Basic Books.
- Papila, D. E. y Olds, S. W. (1996). *A child's world: Infancy through adolescence* (7a. ed.). Nueva York, Nueva York, Estados Unidos: McGraw-Hill.
- Pascual-Leone, J. (1978). La teoría de los operadores constructivos. En Delval, J. (Comp.) *Lecturas de psicología del niño*, 1, Madrid, España: Alianza.
- Pea, R. D. (1987). Cognitive technologies for mathematics education. En A. Schoenfeld (Ed.), *Cognitive science and mathematics education* (pp. 89–122). Hillsdale, Nueva Jersey, Estados Unidos: Erlbaum.

- Penwell, R., Elsawa, S. y Pitzer, T. (2004). Cooperative and active learning in undergraduate biological laboratories at FIU-Implications to TA teaching and training [*Versión electrónica*], *Bioscene*, 30(2), 9-12.
- Pfeifer, S. R. (2002). *Project-oriented learning makes tech integration happen naturally*. Recuperado el día 20 de julio de 2012 de: <http://www.districtadministration.com/viewarticle.aspx?articleid=806>
- Piaget, J. (1976). *Seis estudios de la psicología*. Barcelona, España: Seix Barral.
- Piaget, J. (1962). *Plays, dreams and imitations in childhood*. Nueva York, Nueva York, Estados Unidos: W. W. Norton.
- PISA (2009). *Programa para la evaluación internacional de los alumnos: OCDE Informe Español*. Recuperado el día 09 de noviembre de 2012 de <http://www.educacion.gob.es/dctm/ministerio/horizontales/prensa/notas/2010/20101207-pisa2009-informe-espanol.pdf?documentId=0901e72b806ea35a>
- PREAL (2009). *How much are Latin American children learning? Highlights of the Second Regional Student Achievement Test (SERCE)*. Recuperado el día 21 de enero de 2013 de http://www.ceal-int.org/educa/PREAL-how_much_are_children_learning.pdf
- Prince, M. (2004). Does active learning work? A review of the research [*Versión electrónica*], *Journal of Engineering Education*, 93(3), 223-231.
- Pundak, D. y Rozner, S. (2007). Empowering engineering college staff to adopt active learning methods [*Versión electrónica*], *Journal of Science Education and Technology*, 17(2), 152-163.
- Rabut, C. (2007, junio). *Active learning for any subject, including mathematics and other abstract subjects*. Ponencia presentada en la ALE 2007 Conference. Toulouse, Francia.
- Ramírez, M. S. (2012). *Modelos y estrategias de enseñanza para ambientes innovadores (eBook)*. Monterrey, México: Editorial Digital Tecnológico de Monterrey.
- Ramírez, M. S. (2010). De los modelos educativos a los procesos de enseñanza. En Ramírez, M. S. (Ed.), *Modelos de enseñanza y método de casos: Estrategias para ambientes innovadores de aprendizaje* (pp. 11-23). D.F., México: Trillas.
- Ramírez, M. S. (2009). Recursos tecnológicos para el aprendizaje móvil (mlearning) y su relación con los ambientes de educación a distancia: implementaciones e investigaciones. *Revista Iberoamericana de Educación a Distancia*, 12(2), 57-82.

- Ramírez, M. S. (2008). *Triangulación e instrumentos para análisis de datos* [vídeo]. Disponible en la Escuela de Graduados en Educación de la Universidad Tec Virtual del Sistema Tecnológico de Monterrey, en el sitio Web: http://sesionvod.itesm.mx/acmcontent/b98fca5b-7cb6-4947-b8de-41ac3d3cdb9c/Unspecified_EGE_2008-06-19_05-29-p.m..htm
- Reba, M. y Biggers, S. (2008, marzo). *Active learning in mathematics via Tablet PCs, Web – based software, podcasts, and interactive homework systems*. Ponencia presentada en el Twentieth Annual International Conference on Technology in Collegiate Mathematics. San Antonio, Texas, Estados Unidos.
- Reba, M. (2007). *Tablet PCs and Web-based interaction in the mathematics classroom*. Recuperado el 15 de septiembre de 2011 de http://math.unipa.it/~grim/21_project/21_charlotte_RebaPaperEdit.pdf
- Reba, M. y Weaver, B. (2007, mayo). *Tablet PC-enabled active learning in mathematics: A first study*. Conferencia presentada en el First International Workshop on Pen-Based Learning Technologies. Catania, Italia.
- Rebollo, M. (2001, junio). *Aprendizaje activo en el aula*. Ponencia presentada en las Jornadas sobre la Enseñanza Universitaria de la Informática. Valencia, España.
- Resnick, L. (1983). A developmental theory of number understanding. En H. Ginsburg (Ed.), *The development of mathematical thinking* (pp. 109-151). Nueva York, Nueva York, Estados Unidos: Academic Press.
- Rogalski, J. (1979). *Quantités physiques et structures numériques. Mesures et quantification: les cardinaux finis, les longueurs, surfaces et volumes*. Bulletin de l'APMEP. 320, 563-586
- Rogers, E. M. (1995). *Diffusion of innovations*. Nueva York, Nueva York, Estados Unidos: The Free Press.
- Rojas-Drummond, S. (2000). Guided participation, discourse and the construction of knowledge in Mexican classrooms. En H. Cowie y G. van der Aalsvort (Eds.), *Social interaction in learning and instruction* (pp. 193–213). Oxford, Reino Unido: Pergamon.
- Rojas-Drummond, S., Mazón, N., Fernández, M., y Wegerif, R. (2006). Explicit reasoning, creativity and co-construction in primary school children's collaborative activities. *Thinking Skills and Creativity 1*, 84–94.
- Røj-Linderberg, A. S. (2002). Active learning of mathematics. En Benton, N. y Benton, R. (Eds.) *Te Rito o tei Matauranga: Experiential learning for the third millennium* (pp. 159-168). Auckland, Nueva Zelanda: James Henare Maori Research Centre for the International Consortium for Experiential Learning.

- Rosenthal, J. S. (1995). Active-learning strategies in advanced mathematics classes. *Higher Education*, 20(2), 223-228.
- Salman, M. F. (2009). Active learning techniques (ALT) in a mathematics workshop: Nigerian primary school teacher's assessment. *International Electronic Journal of Mathematics Education*, 4 (1), 23-35. Recuperado de <http://www.iejme.com/012009/d2.pdf>
- Sánchez, R. (2001). La observación participante como escenario y configuración de la diversidad de significado. En Torres, M. L. (Coord.). *Observar, escuchar y comprender sobre la tradición cualitativa en la investigación social* (pp.97-131). México, D.F.: El Colegio de México – FLACSO.
- Schaber, P. (2005). *Incorporating Problem-Based Learning and video technology in teaching group process in an occupational therapy curriculum*. Recuperado el día 20 de julio de 2012 de la Base de Datos Proquest (ID: 855324521).
- Schweitzer, D., Gibon, D. y Collins, M. (2009, enero). *Active learning in the security classroom*. Conferencia presentada en el 42nd Hawaii International Conference on System Sciences. Waikoloa, Hawaii, Estados Unidos.
- Secretaría de Educación Pública (2011a). *Matemáticas quinto grado*. Recuperado el 28 de agosto de 2012 de <http://issuu.com/sbasica/docs/ab-mate-5-bajared?mode=embed&layout=http%3A%2F%2Fskin.issuu.com%2Fv%2Fflight%2Flayout.xml&showFlipBtn=true>
- Secretaría de Educación Pública (2011b). *Plan de estudios 2011*. Recuperado el 23 de abril de 2012 de <http://basica.sep.gob.mx/dgdc/sitio/pdf/PlanEdu2011.pdf>
- Secretaría de Educación Pública (2010a). *Estadística histórica del sistema educativo nacional*. Recuperado el 25 de enero de 2012 de <http://www.dgpp.sep.gob.mx/Estadi/NACIONAL/index.htm>
- Secretaría de Educación Pública (2010b). *Programa de habilidades digitales para todos*. Recuperado el día 08 de noviembre de 2012 de http://basica.sep.gob.mx/conaedu/pdf/Pordinarias/XX_3_CONAEDU_HDT.pdf
- Secretaría de Educación Pública (2009). *Comunicado 264: Invertir en mejores escuelas es una inversión para el conocimiento*. Recuperado el 25 de enero de 2012 de <http://www.sep.gob.mx/es/sep1/bol2641109A>
- Secretaría de Educación Pública (2006a). *El uso del pizarrón interactivo en la escuela primaria*. D.F., México: SEP.

- Secretaría de Educación Pública (2006b). *La enseñanza y el aprendizaje de las matemáticas con Enciclomedia*. D.F., México: SEP.
- Secretaría de Educación Pública (2006c). *La incorporación de las tecnologías de información y la comunicación en la enseñanza de matemáticas en la escuela primaria. Cursos Generales de Actualización*. D.F, México: SEP.
- Selmes, I. (1988). *La mejora de las habilidades para el estudio*. Barcelona, España: Paidós/MEC.
- Sfard, A. (2006). There is more to discourse than meets the ears: Looking at thinking as communicating to learn more about mathematical learning. *Educational Studies in Mathematics*, 46(1-3), 13-77. DOI: 10.1023/A:1014097416157
- Sharples, M., Taylor, J. y Vavoula, G. (2005). Towards a theory of mobile learning. *Proceedings of mLearn 2005*, 1(1), 1–9.
- Shegloff, E. (1992). Repair after next turn: The last structurally provided defense of intersubjectivity in conversation. *American Journal of Sociology*, 97(5), 1295-1345.
- Schegloff, E., Jefferson, G., y Sacks, H.(1977). The preference for self-correction in the organization of repair in conversation. *Language*, 53, 361–382.
- Silva, C. (2006). Educación en matemática y procesos metacognitivos en el aprendizaje. *Revista del Centro de Investigación*, 7(26), 81-91.
- Sinclair, J. M., y Coulthard, M. (1975). *Towards an analysis of discourse: The English used by teachers and pupils*. Londres, Inglaterra: Oxford University Press.
- Sirinterlikci, A., Zane, L. y Sirinterlikci, A. L. (2009). Active learning through toy design and development [Versión electrónica], *The Journal of Technology Studies*, 35(2), 14-22.
- Smith, L. M. (1990). Ethics, field studies, and the paradigm crisis. En E. Guba (Coord.) *The paradigm dialog* (pp. 139-157). Newbury Park, California, Estados Unidos: Sage.
- Sola, C. (2005). *Aprendizaje basado en problemas: de la teoría a la práctica*. D, F., México: Trillas.
- Spradley, J. (1980). *The ethnographic interview*. Belmont, California, Estados Unidos: Wadsworth Cengage learning.
- Spradley, J. (1979). *Participant Observation*. Belmont, California, Estados Unidos: Wadsworth Cengage learning.

- Stoffelsma, L. y Monney, K. A. (2007). *Curriculum support materials as tools for active learning in teacher development in Ghana; progress and evidence of its quality*. Recuperado el 15 de septiembre de 2011 de <http://dare.uvu.vu.nl/bitstream/1871/15816/4/9%20Course%20manual%20development%20and%20implementation%20in%20Ghana.%20Stoffelsma%20%26%20Monney.pdf>
- Swan, M. (2006). *Collaborative learning in mathematics: A challenge to our beliefs and practices*. Londres, Inglaterra: National Institute for Advanced and Continuing Education.
- Szczerbacki, D., Duserick, F., Rummel, A., Howard, J. y Viggiani, F. (2000). Active learning in a professional undergraduate curriculum [*Versión electrónica*], *Developments in Business Simulation & Experiential Learning*, 27, 272-278.
- Tashakkori, A. y Teddlie, C. (2003). *Handbook of mixed methods in social and behavioral research*. California, Estados Unidos: SAGE.
- Trigueros, M. y Sacristán, A. I. (2007, julio). *Teachers' practice and students' learning in the mexican programme for teaching mathematics with technology*. Ponencia presentada en la 8th International Conference on Technology in Mathematics Teaching. Hradec Králové, República Checa.
- UNESCO (2006). *Modelos innovadores en la formación inicial docente*. Santiago de Chile, Chile: OREALC/UNESCO.
- UNESCO (2002). *Information and communication technology in education: A curriculum for schools and programme of teacher development*. Paris, Francia: UNESCO.
- Ursini, S., Sánchez, G. y Ramírez, M. (2007, julio). *Using technology in the mathematics class: how this affects students' achievement and attitudes*. Ponencia presentada en la 8th International Conference on Technology in Mathematics Teaching. Hradec Králové, República Checa.
- Valenzuela, J. R. y Ramírez, M. S. (2010, junio). *Trans-formando a los profesores: desarrollo de competencias para una Sociedad Basada en Conocimiento mediante objetos de aprendizaje abiertos*. Ponencia presentada en el XI Encuentro Internacional Virtual Educa. Santo Domingo, República Dominicana.
- Van Lier, L. (1988). *The Classroom and the Language learner*. Londres, Inglaterra: Longman.
- Vecino, R. (2001). La enseñanza de la geometría en la Educación Primaria. En *Colección Aulas de Verano*, Dificultades del Aprendizaje de Matemáticas (125-146). Madrid, España: Ministerio de Educación Cultura y Deporte.

- Vecino, R. (1996). *Los aspectos métricos de la representación espacial en los primeros años de la escuela elemental*. Tesis de doctorado no publicada. UNED. Madrid, España.
- Vicente-Oliva, S. M. y Tirapo A. A. (2006, noviembre). *Resistencia de los alumnos al aprendizaje activo*. Ponencia presentada en las I Jornadas de Innovación Docente, Tecnologías de la Información y la Comunicación e Investigación Educativa en la Universidad de Zaragoza. Zaragoza, España.
- Vielma, E. y Salas, M. L. (2000). Aportes de las teorías de Vygotsky, Piaget, Bandura y Bruner: Paralelismo en sus posiciones en relación con el desarrollo. *Educere*, 3(9), 30-37.
- Vygotsky, L. S. (1978). *Mind in society: The development of higher psychological processes*. Cambridge, Massachusetts, Estados Unidos: Harvard University Press.
- Vygotsky, L. S. (1962). *Thought and language*. Cambridge, Massachusetts, Estados Unidos: The MLT Press.
- Vivas, J. (1999). Psicología y nuevas tecnologías. Una perspectiva cognitivo-constructivista en educación a distancia. *Acta Psiquiátrica y Psicológica de América latina*, 45(3), 256–266.
- Wallace, R. R. (1989). *Active learning: A practical application of current learning theories and recent relevant brain research to elementary school teaching*. Disertación doctoral no publicada. The Union Institute.
- Wassermann, S. (2006). *El estudio de casos como método de enseñanza*. Buenos Aires, Argentina: Amorrortu.
- Watkins, C. (2003). *Active learning is better learning*. Recuperado el 25 de abril de 2012 de <http://www.excellenceeast.org.uk/uploads/Articles/2010/Mar/Watkins092active.pdf>
- Weinert, F. E. y Helmke, A. (1998). The neglected role of individual differences in theoretical models of cognitive development. *Learning and Instruction*, 8, 309–324.
- Wenger, E. (1999). *Communities of practice: Learning, meaning and identity*. Cambridge, Reino Unido: Cambridge University Press.
- Willet, G. (1992). *La communication modelisée*. Ottawa, Canadá: Éditions du renouveau pédagogique.

- Wu, Q. (2002, junio). *Discussion about active learning of undergraduates*. Conferencia presentada en el 2nd International Conference on Education Technology and Computer (ICETC). Shangai, China.
- Yerigan, T. (2008). Getting active in the classroom [*Versión electrónica*], *Journal of College Teaching & Learning*, 5(6), 19-24.
- Yevdokimov, O. (2004, diciembre). *A view on active learning in mathematics though historical context*. Conferencia presentada en epíSTEME-1: International Conference to review research on Science Technology and Mathematics Education. Goa, India.
- Yin, R. K. (2003). *Case study research, design and methods*. Newbury Park, California, Estados Unidos: Sage.
- Zerpa, Y. (2011). Habilidades del pensamiento matemático en alumnos de educación básica. *Cuadernos de educación y desarrollo*, 3(26). Recuperado el día 25 de julio de 2012 de <http://www.eumed.net/rev/ced/26/ydzo.htm>

Apéndice 1

Cuadro de triple entrada

Tema: Aprendizaje activo en ambientes enriquecidos con tecnología.

Pregunta de investigación: ¿En qué medida se relaciona el nivel de desempeño académico para el cálculo de perímetro de polígonos regulares en alumnos de quinto grado de primaria y la implementación del aprendizaje activo cuando se usan recursos y tabletas digitales?

Preguntas derivadas:

1. ¿Qué elementos del aprendizaje de conceptos del cálculo de perímetro de polígonos regulares desarrollan o fortalecen los alumnos de quinto grado de primaria al trabajar con un modelo de aprendizaje activo cuando se usan tecnologías?
2. ¿Cuáles son los componentes pedagógicos y tecnológicos que inciden en los alumnos al trabajar bajo un modelo de aprendizaje activo y con recursos tecnológicos para el aprendizaje del cálculo de perímetro de polígonos regulares?

Objetivo del estudio: Analizar las relaciones de fomento a la comprensión del cálculo del perímetro de polígonos regulares con respecto al modelo de aprendizaje activo cuando se usan recursos y tabletas digitales, en seis grupos de quinto grado de primaria de la zona metropolitana de Monterrey, con el fin de generar conocimiento para apoyar prácticas pedagógicas innovadoras que hagan uso de la tecnología.

Fuentes e Instrumentos	Estudiantes			Docente		Artefactos	Revisión de literatura
	Cuestionarios	Observación/ Videograbación	Entrevista	Entrevista	Observación de clase	Análisis de documentos	¿En qué página se aborda?
I. Construcción de pensamiento matemático Aprendizaje de contenido matemático <u>Conceptualización del perímetro de polígonos</u> <i>¿Qué se requiere medir para determinar el concepto de perímetro?</i> <i>¿Cómo se determina el perímetro de un polígono regular?</i> <i>¿Cómo interpretar el cálculo del perímetro de un polígono al hacer uso de un ejemplo?</i> <u>Competencia para el cálculo del perímetro de polígonos</u> <i>¿Cómo interpretar el cálculo de perímetro cuando se indican medias del contorno de un polígono regular?</i> <i>¿Cuál es la fórmula para el cálculo de perímetro de un polígono regular?</i>	X	X	X		X	X	15-18; 79-100
II. Aprendizaje activo Actividades escolares cognitivas <u>Aprendizaje individual vs. aprendizaje colaborativo</u> <i>¿Cuáles son las fases del aprendizaje activo?</i> <i>¿Qué elementos son imprescindibles para considerar una técnica de aprendizaje activo?</i> <i>¿Qué se debe considerar con respecto al ambiente-mobiliario del espacio para lograr el aprendizaje activo?</i> <i>¿Qué técnicas didácticas se deben dominar para argumentar que se trabaja bajo una técnica de aprendizaje activo?</i> <i>¿Cuál es el rol del docente y de los estudiantes en el proceso de aprendizaje activo?</i> <i>¿De qué forma el docente asesora y guía al estudiante en el proceso de aprendizaje?</i>							30-76

<p><i>¿Cuáles son los recursos y medios educativos que enriquecen de manera significativa el aprendizaje de los alumnos?</i></p> <p><i>¿Qué aspectos se deben tomar en cuenta para concretar las fases de hacer, revisar, aprender y aplicar del aprendizaje activo?</i></p>		X		X	X	X	
<p>III. Uso de la tecnología en la educación</p> <p>Uso de recursos tecnológicos en el aula.</p>							19-20; 103-114
<p><u>Componentes pedagógicos</u> <i>¿Cuáles son los principales retos pedagógicos identificados al incluir recursos tecnológicos en el aula?</i></p>		X	X		X		
<p><i>¿Cuáles son los principales aprendizajes de contenido que se obtienen en los alumnos al hacer uso de dispositivos tecnológicos en el aula?</i></p>		X	X		X		
<p><u>Componentes tecnológicos</u> <i>¿Qué áreas de oportunidad tecnológica se identifican en los alumnos y los docentes al incluir recursos en el aula?</i></p>		X	X		X		
<p><i>¿Cuál es el nivel de conocimiento tecnológico de los alumnos y los docentes percibidos al hacer uso de recursos digitales y tecnológicos en el aula?</i></p>		X			X		
<p><u>Tipos de recursos utilizados</u> <i>¿Cuáles son los principales recursos tecnológicos y digitales utilizados en el aula?</i></p>		X			X		
<p><i>¿Qué recurso tecnológico representa un mayor impacto para la enseñanza en el aula?</i></p>		X			X		

Apéndice 2

Prueba pre test para alumnos

Datos de identificación

Nombre: _____

Institución: _____

Nombre de profesora: _____

Grupo: _____

Fecha: _____

Instrucciones: Responde a las siguientes preguntas en el espacio indicado.

1.- Cuando se suman todos los lados del contorno de las figuras se dice que se busca:

- a) Área
- b) Perímetro
- c) Volumen
- d) Ninguna de las anteriores

2.- Cuando se desea conocer la extensión de la superficie de un terreno se dice que se desea obtener:

- a) Área
- b) Perímetro
- c) Las dos anteriores
- d) Ninguna de las anteriores

Instrucciones: Lee la siguiente situación y posteriormente responde a las preguntas.

Antonio está midiendo el patio trasero de su casa. Se da cuenta que el patio tiene las siguientes medidas: 9 metros de largo y 5 metros de ancho.

3.- Determina el perímetro de la figura:

- a) 45 m.
- b) 28 m.
- c) 14 m.
- d) 25 m.

4.- Si Antonio se da cuenta que el terreno no tiene forma rectangular y la forma es irregular, ¿Se puede calcular el perímetro del patio?

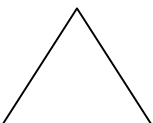
- a) Si
- b) No

Argumenta por qué: _____

5.- Para mejorar la seguridad de su patio, Antonio decide poner una cerca alrededor del terreno del patio por lo que compra una cerca de 50 metros. ¿Qué cantidad de cerca sobrará después de colocarla alrededor del terreno del patio?

- a) 5 m.
- b) 22 m.
- c) 36 m.
- d) 25 m.

Instrucciones: Completa la siguiente tabla según corresponda en cada espacio que falte:

Núm. de pregunta	Tipo de polígono	Nombre de la figura geométrica	Longitud de cada lado (metros)	Perímetro
			10	
6		_____	$10+10+10=30$	_____
7		Cuadrado	_____	L X 4
8		Pentágono	$10+10+10+10+10=50$	_____
9		Hexágono regular	_____	L X 6

Apéndice 3

Prueba post test para alumnos

Datos de identificación

Nombre: _____

Institución: _____

Nombre de profesora: _____

Grupo: _____

Fecha: _____

Instrucciones: Responde a las siguientes preguntas en el espacio indicado.

1.- ¿Qué se debe medir para conocer cuántos árboles frutales se pueden colocar alrededor de un terreno cuadrado?

- e) Área
- f) Perímetro
- g) Las dos anteriores
- h) Ninguna de las anteriores

2.- ¿Qué se debe medir para conocer la cantidad de listones que se necesita para adornar el marco de una fotografía?

- e) Área
- f) Perímetro
- g) Las dos anteriores
- h) Ninguna de las anteriores

Instrucciones: Lee la siguiente situación y posteriormente responde a las preguntas.

Antonio compró tres pliegos de papel de China y palitos para hacer un papalote. Su amigo Luis le obsequió 2 tiras de papel de 50 cm cada una para decorar el contorno del papalote. Antonio elaboró un hexágono que mide 20 centímetros de cada lado y un cuadrado cuyos lados miden 25 centímetros.

3.- Determina el perímetro del hexágono:

- a) 120 cm.
- b) 70 cm.
- c) 100 cm.
- d) 45 cm.

4.- ¿Alcanzarían las tiras de papel que le obsequió su amigo Luis para decorar la orilla del papalote con forma de hexágono?

- c) Si
- d) No


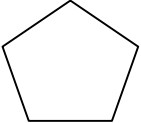
Argumenta por qué: _____

5.- Determina si las tiras de 50 cm de papel alcanzan para pegarlas en el contorno del papalote con forma de cuadrado.

- a) Sí
- b) No

Argumenta por qué: _____

Instrucciones: Completa la siguiente tabla según corresponda en cada espacio que falte:

Núm. de pregunta	Tipo de polígono	Nombre de la figura geométrica	Longitud de cada lado (metros)	Perímetro
			10	
6		Triángulo equilátero		$L \times L \times L = 3L$
7		_____	$10+10+10+10 = 40$	
8		_____		$L \times 5$

9		Hexágono regular	10+10+10+10+10+10 = 60	
10		Octágono regular		L X 8

Apéndice 4

Protocolo de observación participante

¿Qué investigar? Con base en los temas, dominios e indicadores que emanaron de la revisión de literatura sobre el aprendizaje activo en ambientes enriquecidos con tecnología, se indaga las relaciones de fomento a la comprensión del cálculo del perímetro de polígonos regulares con respecto al modelo de aprendizaje activo cuando se usan recursos y tabletas digitales, en seis grupos de quinto grado de primaria de la zona metropolitana de Monterrey

¿Cómo observar? Con la anuencia de los directivos y docentes de los grupos participantes se tendría el visto bueno para ser observador participante en al menos seis sesiones en el contexto natural dentro de las aulas.

¿Dónde observar? El escenario seleccionado para la investigación corresponde a seis grupos de quinto grado pertenecientes a dos escuelas primarias de la zona metropolitana de Monterrey.

¿Qué observar? Se observarán los dominios e indicadores identificados previamente en la revisión de literatura con la intención de obtener las propias categorías que emanen de los participantes:

1. Nivel de aprendizaje de contenido matemático: Conceptualización de perímetro de polígonos, competencia para el cálculo de perímetro de polígonos.

2. Actividades escolares cognitivas: La manera en que el docente guía al alumno para resolver los problemas, acostumbrarlos a leer cuidadosamente la información que acompaña a los problemas, mostrar una actitud adecuada para el trabajo en equipos, manejo adecuado del tiempo para concluir las actividades.
3. Uso de recursos tecnológicos en el aula: Componentes pedagógicos, componentes tecnológicos, tipos de recursos utilizados.

¿Cómo registrar? La información se obtiene mediante la observación directa de la acción. Se manejan dos tipos de registros, narrativos y audiovisuales. Los datos de tipo narrativo se incluyen en el diario del investigador. En cambio, los datos audiovisuales se registran mediante videograbaciones y fotografías. Se realizarán transcripciones del video para complementar al diario (narrativo) y enriquecer las notas de campo. Se proponen al menos seis notas de campo por cada grupo participante con lo cual se tienen más de 36 notas de campo. Se proponen grabar cuatro sesiones en un grupo de control y cuatro sesiones en un grupo experimental resultando en un total de ocho sesiones videograbadas de aproximadamente una hora cada una de ellas.

¿Cómo analizar? Los datos recabados serán tratados bajo una metodología etnográfica. Las transcripciones de video se utilizarán siguiendo las convenciones de transcripción propuestas por Edwards y Mercer (1987).

Apéndice 5

Protocolo de entrevista

Cuando el investigador se reúne con el o los informantes se debe contemplar lo siguiente:

- ³⁵/₁₇ Seleccionar informantes.
- ³⁵/₁₇ Concretar una cita con los informantes.
- ³⁵/₁₇ Explicar que las entrevistas serán videograbadas y el propósito de ello.
- ³⁵/₁₇ Presentación con el informante sobre el propósito de la entrevista.
- ³⁵/₁₇ Cada etapa del trabajo de campo debe ser explicada a los informantes ya que así se comprende el rumbo que toma la investigación.
- ³⁵/₁₇ Tomar en cuenta los tres tipos de preguntas que se pueden realizar durante la entrevista

1. Preguntas descriptivas: Preguntas sobre los pasos para desarrollar una actividad. Pasos para realizar el aprendizaje activo / Pasos para calcular el perímetro / Pasos para incluir recursos tecnológicos en una clase de matemáticas. Algunas preguntas pueden ser: ¿Conoce lo que es el perímetro? ¿Sabe cómo calcular el perímetro? ¿Entiende el concepto de polígono y el cálculo de su perímetro?
2. Preguntas estructurales: Preguntas sobre cómo se ha organizado el conocimiento de los informantes. Algunas preguntas pueden ser: Para obtener el perímetro de un pentágono, ¿qué se debe hacer primero?, Para obtener el perímetro de una figura con dos

lados iguales y dos diferentes ¿cuál fue la secuencia que se sigue?

3. Preguntas de contraste: Preguntas para descubrir dimensiones del significado que emplean los informantes para distinguir eventos y objetos del entorno. Experiencia de clases con tecnología y sin tecnología / Ventajas y desventajas de una metodología con orientación colaborativa. Algunas preguntas pueden ser: ¿De qué forma consideras que aprendiste más contenido de matemáticas, con tabletas o sin tabletas?, ¿Qué aplicación de la tableta consideras que tuvo una mayor incidencia en tu aprendizaje?, ¿Qué ventajas o desventajas incurrió el uso de tabletas y aplicaciones digitales en el aula?

Apéndice 6

Protocolo de análisis de video

Se utiliza la propuesta de Edwards y Mercer (1987) de convención de transcripciones. Las transcripciones se realizan como apoyo en tándem a la observación participante por lo que se pondrá énfasis en los dominios de:

1. Nivel de aprendizaje de contenido matemático: Conceptualización de perímetro de polígonos, competencia para el cálculo de perímetro de polígonos.
2. Actividades escolares cognitivas: La manera en que el docente guía al alumno para resolver los problemas, acostumbrarlos a leer cuidadosamente la información que acompaña a los problemas, mostrar una actitud adecuada para el trabajo en equipos, manejo adecuado del tiempo para concluir las actividades.
3. Uso de recursos tecnológicos en el aula: Componentes pedagógicos, componentes tecnológicos, tipos de recursos utilizados.

Apéndice 7

Cronograma de actividades del estudio

Actividad	Fecha	Ene 2011 – Ene 2012	Feb 2012- Mayo 2012	May 2012-Jul 2012	Ago 2012- Oct 2012	Nov 2012- Dic 2012	Ene 2013 Abr 2013
Revisión de literatura e identificación de pregunta de investigación (examen calificador)		X					
Diseño metodológico de investigación (propuesta de investigación)			X	X	X	X	
Primera Fase del estudio					X	X	
Segunda Fase del estudio					X	X	
Análisis de resultados						X	X
Redacción de informe final							X
Correcciones a documento final							X
Defensa de disertación							X

Apendice 8

Carta de invitación para participar en el estudio



Monterrey, Nuevo León, México a 15 de diciembre de 2011

Asunto: Invitación para participar en proyecto de investigación.

La presente tiene la intención de extenderle la invitación para participar en un estudio que me encuentro realizando sobre las estrategias de enseñanza que fomentan un aprendizaje activo en la asignatura de matemáticas del nivel primaria. Me llamo Leonardo David Glasser Morales y soy estudiante de la **Ia** Edición de la Universidad Virtual del Sistema Tecnológico de Monterrey. Este estudio se realizará como base para la obtención parcial del grado de Doctor en Innovación Educativa y cuenta con el respaldo de las autoridades de la Escuela de Graduados en Educación. Al calce de esta carta se encuentran mis datos así como los de la dirección del programa doctoral que avala la presente invitación.

De aceptar la invitación a participar, le agradecería la oportunidad de visitar las instalaciones para realizar trabajo de campo en dos grupos de los grados de 5° y 6° de primaria, aplicar cuestionarios y entrevistas al personal docente y observar a los alumnos, así como video grabar las sesiones procurando en todo momento las políticas institucionales. Toda información obtenida será estrictamente confidencial y los resultados obtenidos serán utilizados únicamente para fines académicos; si tiene alguna pregunta, conmigo puedo atenderla a la brevedad posible personalmente o mediante correo electrónico.

Atentamente

Mtro. L. Dardo David Glasser Morales
Estudiante de Doctorado en Innovación Educativa
Móvil: 339633
alaglas,wrman/Q@gmail.com

Dra. Yolanda Heredia Escorza
Directora del programa de Doctorado en
Innovación Educativa
yheredia@itesm.mx

Apéndice 9

Formato de carta de consentimiento de participantes

El que suscribe, profesor (a) _____ de la Institución _____ expresa su aprobación para participar en la investigación denominada “Aprendizaje Activo en ambientes enriquecidos con tecnología”, que desarrolla el Mtro. Leonardo David Glasserman Morales, alumno con matrícula A00339635 de la Escuela de Graduados en Educación de la Universidad Virtual del Sistema Tecnológico de Monterrey como parte de su Disertación de Grado Doctoral.

Como participante de la investigación mencionada, autorizo al investigador a utilizar la información que registre en los instrumentos pertinentes, salvo aquella de carácter personal como nombre, domicilio o cualquier otra que no sea materia estricta de los propósitos de la investigación.

Dado en la ciudad de Monterrey, Nuevo León, México a los ____ días del mes de _____ de 2012.

Atentamente

Profr(a). _____

Firma: _____

Apéndice 10

Formato de autorización para realizar el estudio

Monterrey, Nuevo León, México. _____ de 2012

Asunto: Autorización para realizar proyecto de investigación.

Estimado Leonardo David Glasserman Morales, me permito informarle que cuenta con la autorización para desarrollar la investigación académica en nuestra institución de acuerdo con lo presentado en su carta de intención.

Atentamente

Nombre:
Puesto:
Institución:

Apendice 11

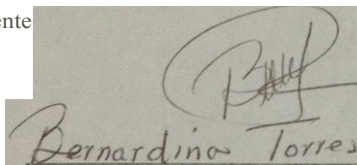
Carta de autorizaci3n de una instituci3n participante

Monterrey, Nuevo L3cn. Mexico. Marzo de 2012

Asunto: Autorizaci3n para realizar proyecto de investigaci3n.

Estimado Leonardo David
autorizaci3n para desarrollar la investigaci3n acad3mica en nuestra instituci3n de acuerdo
con lo presentado en su carta de invitaci3n

Atentamente



Handwritten signature of Bernardino Torres in black ink on a light-colored background.

(,}t)
CIP 7-

Nombre: Bernardino Torres
Puesto: Director
Instituci3n: Universidad Aut3noma de Coahuila de Zaragoza
"Pre-Acad3mico"
"6un-?lot.."

IJEVO
C.O.B.I.E.P. I.O
SECRETARIA DE EDUCACION
ESTADO DE COAHUILA DE ZARAGOZA
CALLE 1001 V. E. GONZALEZ
1001 V. E. GONZALEZ

Apendice 12

Carta de autorización de docentes para prueba piloto

Carta de consentimiento

El .que liÜbq"ibe,
de la Iru.thución
par"" participar en Ja prucba piloto de la investigación denominada "Aprendiz.ajc Activo en
amb:ieot:cs enriquecidos con tecnología", que desarrolla el Mtro. Leonardo David
Glasfie17!lan Morales, alumno con matrícula A00339635 de la Escuela de Graduados en
Educacion de la Universidad Virtual del Sistema Tecnológico de Monterrey como parte de
su Di.serución de Grado Doctoral.

Como participante de la investigación mencionada, autorizo al investigador a utilizar la
informacion que registre en los instrumentos pertinentes, salvo aquella de carácter personal
como nombre, domicilio o cualquier otra que no sea materia estricta de los propósitos de la
investigadón.

Dado en la ciudad de Monterrey, Nuevo León, Mexico a los 11 dias del mes de
11.MP de 2012.

Atentamente

Profr(a). Yaressi Deyanira Leal Martinez
Firma: [Firma manuscrita]

Carta de consentimiento

El q"X 10'..Sa" pc;#::WJr (e) \ - oi'J ...ci VcAfJ M?Cg
,de aLo:si" IT.At fl?rroio Sen... 6n .6z'1 / cqr::sa
;par :obt!";da ;C.:<< i::JeFpriCl::let:ci:ia!A - .zzj
am: ,ca:a -.p-. <% d:szl: d !::n. id
G -r..lCl ca:,C<:iCl i3%J5
de
5: &God.;.

&!5: : \z:::orizD &l C' gdnr- 1atiliz;ar b
= <pe m los soho a1ptlla de aricter person3l
>(CID:) dol::odi.lo an
ime:si

OJido e:1 !a de 1 los '1-.0 diu dd mes de
l':!f(l.D .&1lJ)l.

Atentamente

Prof(a) Lizdey del Sol Vega Muñoz

Firma: 

Apendice 13

Fotografías de equipo tecnológico en el aula piloto



Figura 39. Equipamiento del aula



Figura 40. Equipo Enciclomedia en el aula



Figura 41. Proyector



Figura 42. Modulo con computadora



Figura 43. Bocina e impresora



Figura 44. Pizarrón

Apéndice 14

Fotografías de participantes en la prueba piloto



Figura 45. Alumnos respondiendo instrumento individual



Figura 46. Alumnos en evaluación



Figura 47. Alumnos realizando actividad previa a evaluación



Figura 48. Alumnos atendiendo indicaciones de la profesora



Figura 49. Resolviendo actividad en parejas



Figura 50. Alumnos resolviendo prueba piloto

Apéndice 15

Contenido de bloque de matemáticas de quinto grado de primaria

COMPETENCIAS QUE SE FAVORECEN: Resolver problemas de manera autónoma • Comunicar información matemática • Validar procedimientos y resultados • Manejar técnicas eficientemente			
APRENDIZAJES ESPERADOS	EJES		
	SENTIDO NUMÉRICO Y PENSAMIENTO ALGEBRAICO	FORMA, ESPACIO Y MEDIDA	MANEJO DE LA INFORMACIÓN
<ul style="list-style-type: none"> Identifica rectas paralelas, perpendiculares y secantes, así como ángulos agudos, rectos y obtusos. 	<p>PROBLEMAS ADITIVOS</p> <ul style="list-style-type: none"> Resolución de problemas que impliquen sumar o restar fracciones cuyos denominadores son múltiplos uno de otro. <p>PROBLEMAS MULTIPLICATIVOS</p> <ul style="list-style-type: none"> Anticipación del número de cifras del cociente de una división con números naturales. Conocimiento y uso de las relaciones entre los elementos de la división de números naturales. 	<p>FIGURAS Y CUERPOS</p> <ul style="list-style-type: none"> Identificación de rectas paralelas, secantes y perpendiculares en el plano, así como de ángulos rectos, agudos y obtusos. <p>UBICACIÓN ESPACIAL</p> <ul style="list-style-type: none"> Lectura de planos y mapas viales. Interpretación y diseño de trayectorias. <p>MEDIDA</p> <ul style="list-style-type: none"> Conocimiento y uso de unidades estándar de capacidad y peso: el litro, el mililitro, el gramo, el kilogramo y la tonelada. Análisis de las relaciones entre unidades de tiempo. 	<p>PROPORCIONALIDAD Y FUNCIONES</p> <ul style="list-style-type: none"> Análisis de procedimientos para resolver problemas de proporcionalidad del tipo valor faltante (dobles, triples, valor unitario).

Figura 51. Contenido de bloque de matemáticas de quinto grado de primaria

Apéndice 16

Calendario del ciclo escolar 2012-2013

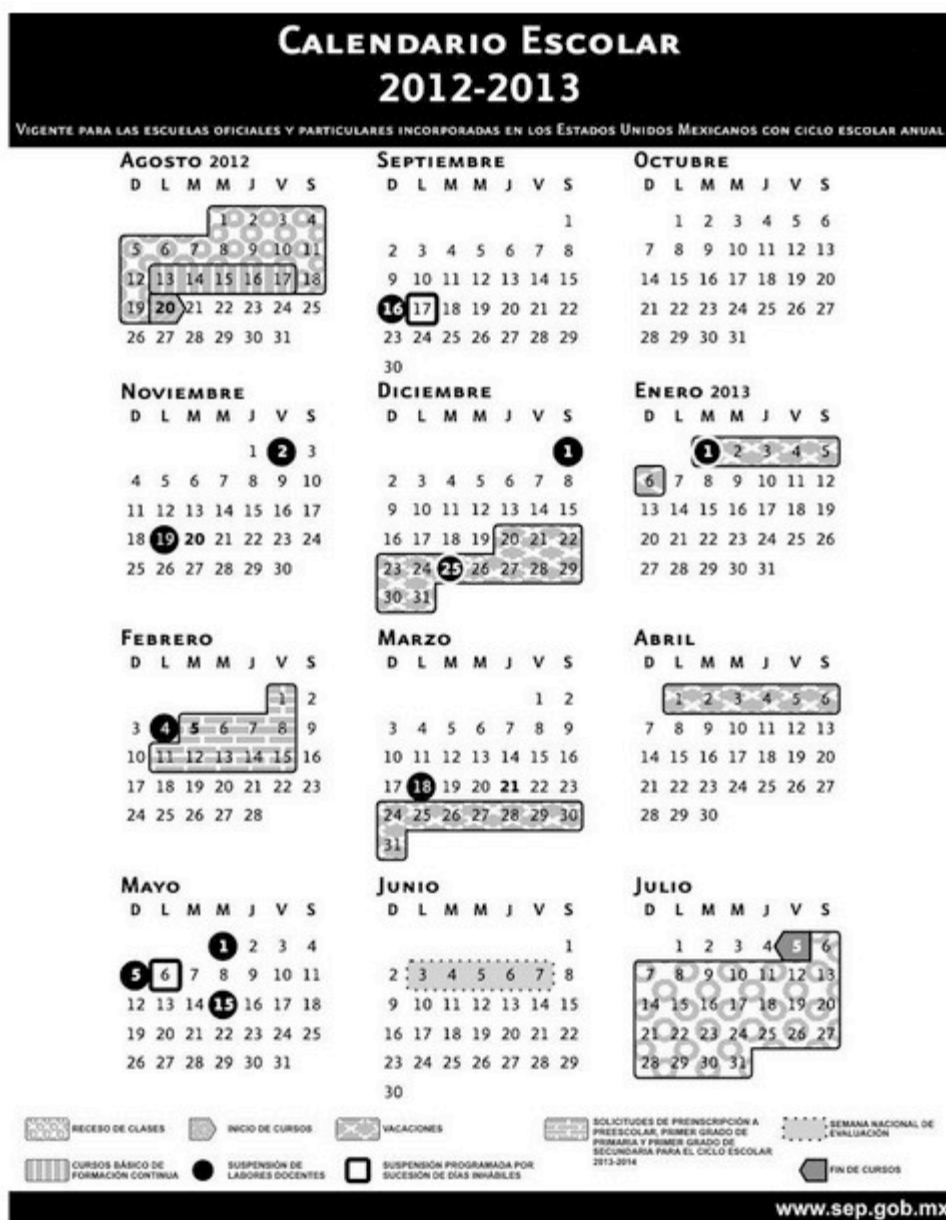


Figura 52. Calendario académico 2012-2013 de la SEP

Apéndice 17

Evidencias de trabajo en grupos de tipo experimental



Figura 53. Grupo pequeño trabajando colaborativamente y usando iPad



Figura 54. Grupo trabajando con la aplicación Drawing en la tableta iPad

Apéndice 18

Evidencias de trabajo en grupos de control



Figura 55. Trabajo didáctico con hojas de colores para formar figuras



Figura 56. Trabajo individual/grupal en ambiente tradicional

Curriculum Vitae

Leonardo David Glasserman Morales

Correo electrónico personal: glasserman@gmail.com

Originario de Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, México, Leonardo David Glasserman Morales realizó estudios profesionales de Licenciado en Administración de Empresas y de Maestría en Comercio Electrónico en el Tecnológico de Monterrey. La investigación titulada “Aprendizaje activo en ambientes enriquecidos con tecnología” es la que presenta en este documento como requisito parcial para aspirar al grado de Doctor en Innovación Educativa.

Su experiencia de trabajo ha girado, principalmente, alrededor del campo de la investigación educativa, específicamente en el área de recursos educativos abiertos, estrategias de enseñanza-aprendizaje y uso de recursos tecnológicos para la educación. Ha participado en proyectos de investigación financiados por organismos nacionales como CUDI-CONACYT e internacionales como ALICE2 y RedCLARA.

Actualmente, Leonardo David Glasserman Morales funge como asistente de investigación en la Cátedra de Investigación de Innovación en Tecnología y Educación adscrita a la Escuela de Graduados en Educación de la Universidad Tec Virtual del Sistema Tecnológico de Monterrey. Es autor y coautor de artículos en revistas arbitradas nacionales e internacionales así como de capítulos en libros.