



Fuente: [www.zoobudapest.com/english/news/suricate-babies-were-born](http://www.zoobudapest.com/english/news/suricate-babies-were-born)

# 21

Héctor Vielma Nava

## Reproducción: La continuidad de la vida

**M**uchos animales producen una gran descendencia. Un sapo, por ejemplo, puede producir hasta 10 mil renacuajos en una sola nidada. Algunas arañas, más de 2 mil descendientes a la vez. En contraste, algunos organismos como los humanos suelen producir sólo un descendiente a la vez. Sin importar la cantidad, el resultado de la reproducción es siempre la generación de nuevos miembros de la especie.

La reproducción es una propiedad fundamental de la vida; sin ella, las especies desaparecerían. A diferencia de otras funciones corporales, la función reproductiva no tiene un análogo mecánico, como por ejemplo considerar el corazón como una bomba y el cerebro como una computadora. Es teóricamente posible construir un robot que pueda seleccionar componentes de un depósito y hasta duplicarse a sí mismo, pero este procedimiento difiere grandemente del método utilizado por la naturaleza, en el cual la reproducción está vinculada necesariamente a un proceso de crecimiento continuo.



## «Creced y multiplicaos»

Esto parece ser un mandato natural, o quizás, sobrenatural, pero ningún mortal ciertamente lo sabe. Lo que sí es notorio es que una vez que aparece una especie sobre la Tierra, ésta pareciera ser la orden, pues dadas las condiciones apropiadas, todos los seres vivos nacen, crecen y se multiplican, y los seres humanos no somos la excepción.

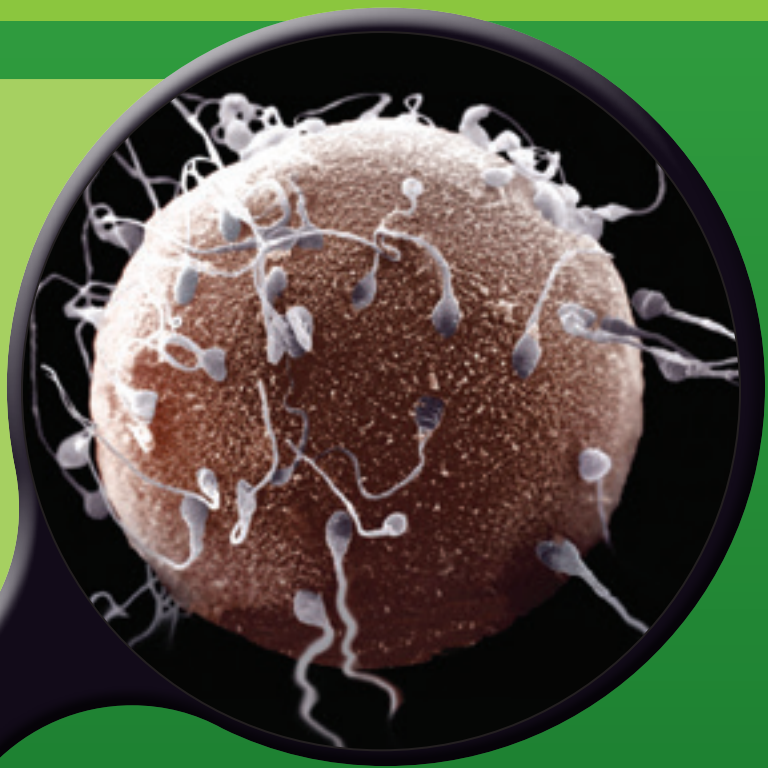
Todo ser vivo se puede reproducir, es decir, generar otro organismo semejante a él. En muchos seres vivos multicelulares, incluyendo al ser humano, el proceso reproductivo se inicia con el acoplamiento de un espermatozoide de un progenitor y un óvulo del otro progenitor (fertilización). Esta unión, seguida de muchas divisiones celulares, da lugar a un individuo inmaduro que crece y se desarrolla por diversas etapas, hasta convertirse en adulto, si las circunstancias del ambiente son apropiadas.

Un embrión se convierte, por ejemplo, en un delfín o en un ser humano gracias a una «plantilla» que hereda de sus progenitores. Esta «plantilla» o conjunto de instrucciones de organización y metabolismo está codificada en los genes, compuestos de largas moléculas de ácido desoxirribonucleico (ADN), los cuales contienen información específica sobre la manera en que debe organizarse este ser vivo. Todas las células contienen una copia del material hereditario o ADN, cuya forma se parece a la de una escalera en espiral, con millones de escalones.

La reproducción es el mecanismo en que se sostiene la vida, pero es también el proceso mediante el cual el material genético pasa de una generación a otra, manteniendo la vida de las especies.

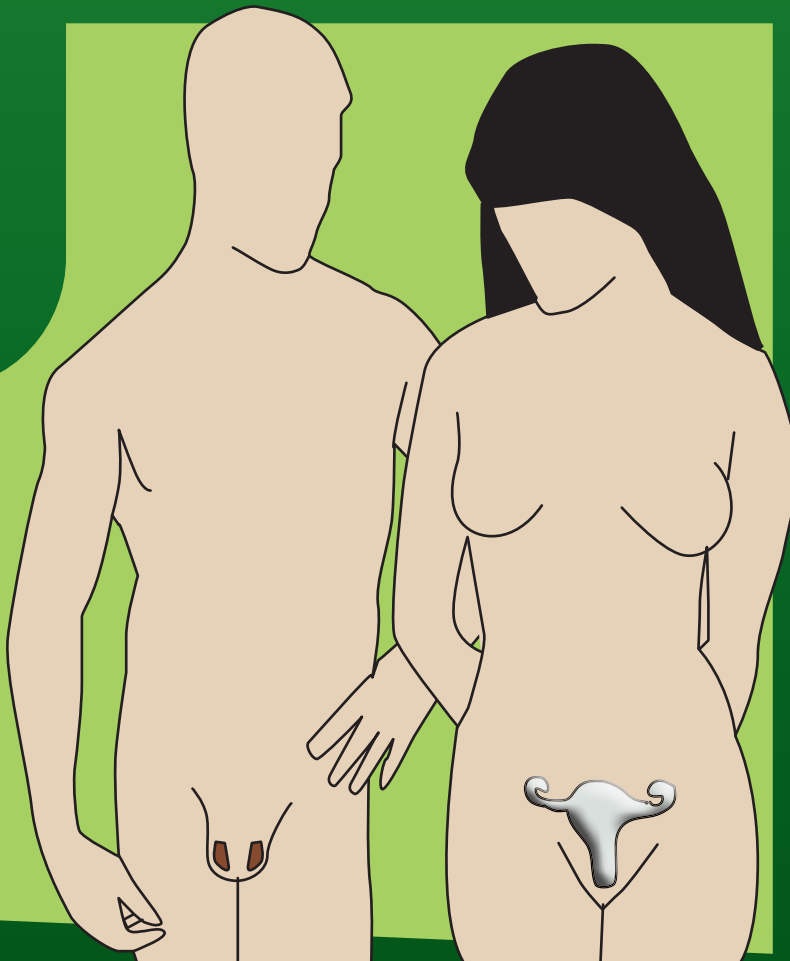


Ahora, piensa en el desarrollo de un ser humano. Su vida se inicia como una sola célula, un óvulo fecundado por un espermatozoide, pero increíblemente en apenas nueve meses, se convierte en un bebé formado por billones de células. ¿No te parece esto una maravilla? ¿Crees que esto es un proceso complejo o simplemente lo consideras como algo nada fuera de lo común? Este nuevo ser humano es el resultado de un proceso muy complejo. La reproducción en los mamíferos, y particularmente en el ser humano, consta de una serie de procesos reguladores entrelazados, que constituyen ejemplos de mecanismos de retroalimentación de diversos tipos. En los otros animales el proceso reproductivo es más sencillo.



**¿Sabías que** el proceso reproductivo es absolutamente dependiente del funcionamiento del sistema neuroendocrino (integración de los sistemas nervioso y endocrino mediante esa pequeña pero fundamental estructura cerebral que es el hipotálamo)?

La actividad neuroendocrina domina el desarrollo de los aparatos reproductivos, incluso gónadas masculinas y femeninas, así como la producción de las células germinales, espermatozoides y óvulos. Las hormonas sexuales producidas por las gónadas masculinas o testículos (andrógenos y fundamentalmente testosterona) y las producidas por las gónadas femeninas u ovarios (estrógenos, particularmente estradiol), a su vez regulan no sólo las funciones neuroendocrinas del hipotálamo, sino también las vías nerviosas esenciales para el comportamiento sexual. No menos complejos resultan también los sucesos y arreglos nupciales que aseguran la unión de los sexos y la mezcla de sus materiales genéticos.



# El principio de una vida

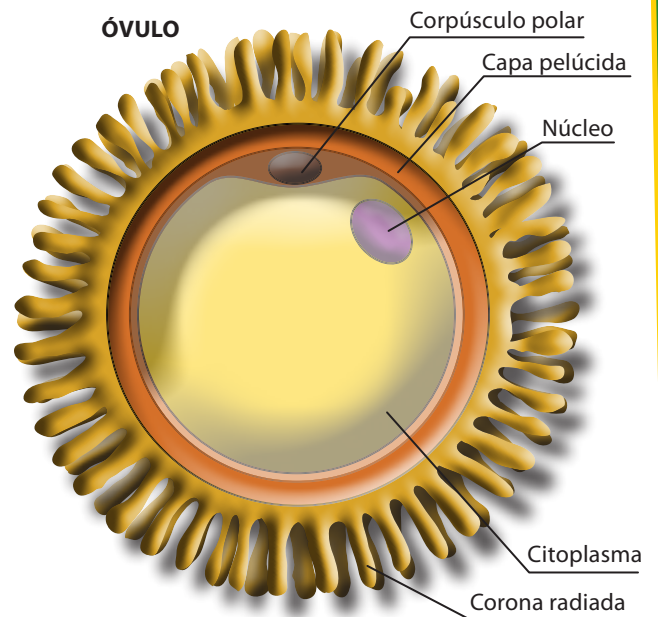
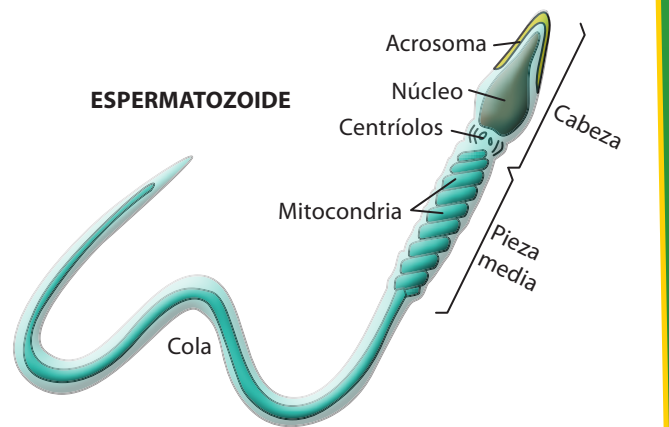
Una vida se inicia con la fertilización, la cual implica un viaje simultáneo, en direcciones opuestas, de cientos de millones de espermatozoides «cuesta arriba» y un óvulo «cuesta abajo», hasta encontrarse en el oviducto o Trompa de Falopio (tubo que conduce al útero), cuando el óvulo ha recorrido aproximadamente un tercio (unos tres centímetros) de este tubo. Allí, hasta unos 100 mil espermatozoides luchan por «conquistar» al óvulo, pero sólo uno logrará tal cometido.

¿Sabes tú cómo logran encontrarse el óvulo y el espermatozoide? El propio movimiento de los espermatozoides, producidos por su cola, no sería suficiente para llegar al oviducto al encuentro con el óvulo. Curiosamente, el oviducto puede mover al óvulo en una dirección y al mismo tiempo ayudar a mover los espermatozoides en la dirección opuesta. Este hecho ha llamado la atención a los científicos que estudian los mecanismos reproductivos. Aparentemente, un conjunto de cilios desplaza el óvulo hacia abajo en el oviducto, mientras que otro ayuda a mover los espermatozoides en sentido ascendente por el mismo.

## Un viaje formidable y riesgoso

Los espermatozoides tienen que cubrir distancias miles de veces mayores que su propia longitud, que es de 0,005 milímetros. Son muchos los peligros que los acechan, un camino ácido y lleno de variados escollos. Son muchísimos los que mueren en este viaje, además, un 40% son defectuosos. De los varios cientos de millones que se encaminan a conquistar el óvulo, sólo unos pocos llegan al oviducto. De aquí la importancia de la gran cantidad de espermatozoides requeridos para la fertilidad en el hombre. Esto puede traducirse en una selección del «espermatozoide más apto». Hoy día, existen bancos de esperma donde el semen humano puede ser congelado y almacenado para ser utilizado en inseminación artificial.

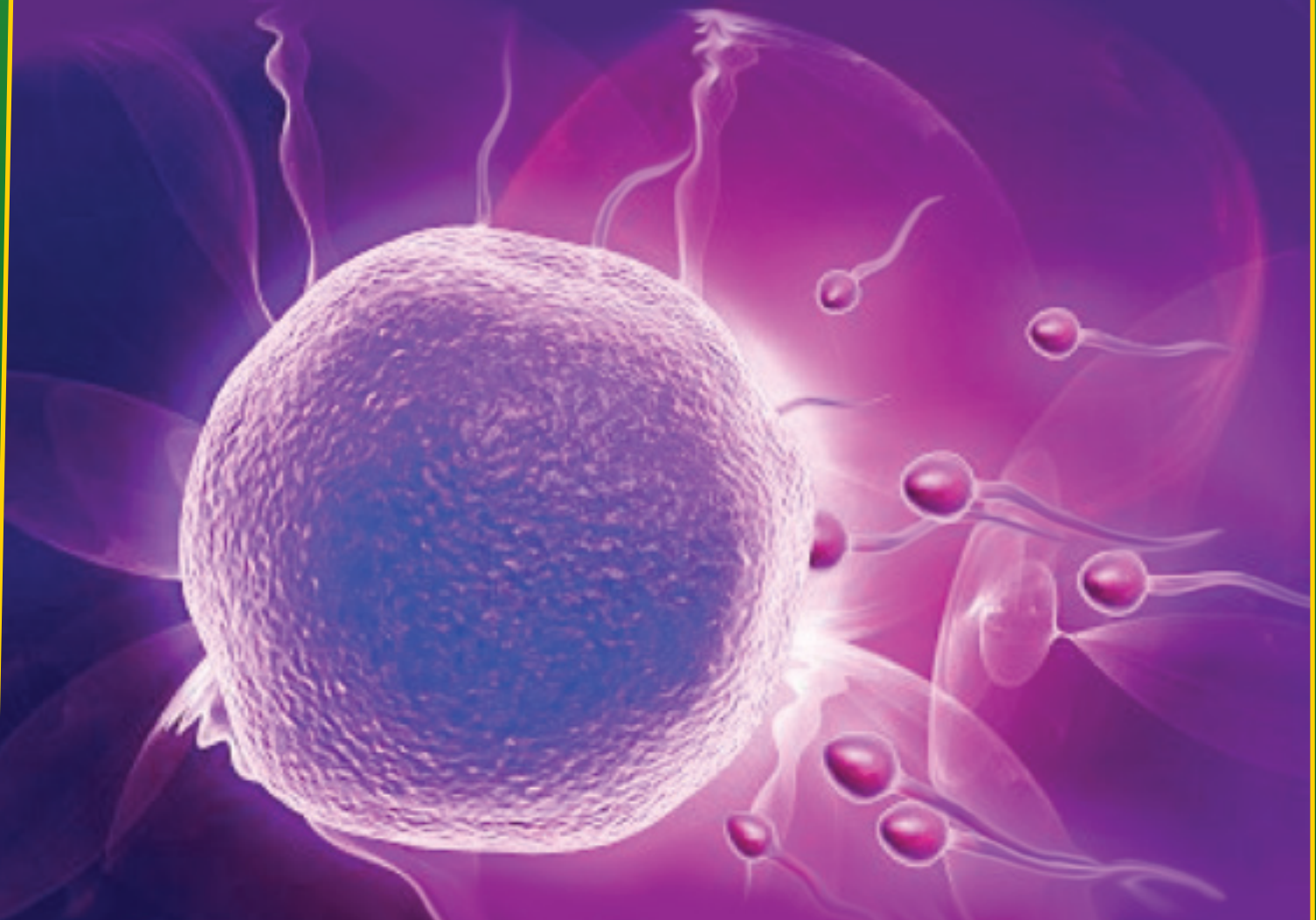
Además de ayudar al transporte y quizás también a la selección de los espermatozoides, el tracto reproductivo femenino, mediante secreciones hormonales y enzimáticas, ejerce un segundo efecto crítico: confiere a los espermatozoides la capacidad para fertilizar el óvulo (capacitación) y lo prepara para la penetración. Este proceso culmina con la eliminación del acrosoma, una cápsula delgada que cubre la cabeza del espermatozoide, en la que el ADN está densamente empaquetado. El casquete acrosomal contiene enzimas hidrolíticas, hialuronidasa y proteinasas, que se liberan y disuelven la capa exterior de protección del óvulo, lo que permite la penetración del espermatozoide.



## En la unión está la fuerza y... hasta perder la cabeza

Este proceso de eliminación del acrosoma y liberación de enzimas no lo sufre únicamente el espermatozoide que fecunda al óvulo, sino todos aquellos que llegan a sus cercanías. Este autosacrificio no es en vano, puesto que la cantidad de enzimas liberadas por un solo casquete no sería suficiente para romper la membrana del óvulo, pero entre todos son capaces de producir una concentración de enzimas suficiente como para que uno de ellos, el primero que llegue al «abrazo nupcial» pueda penetrarlo. ¡Todos para uno y uno para todos!

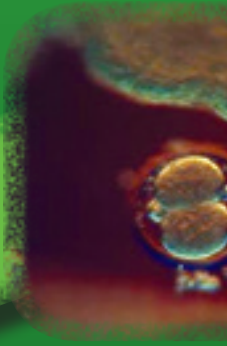
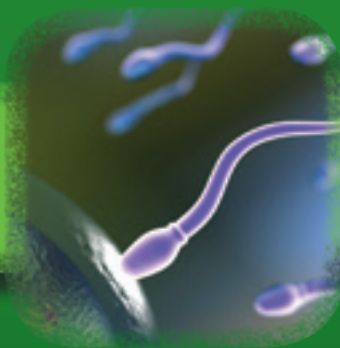
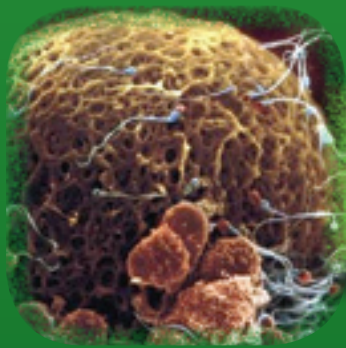
En este proceso de fertilización existe un gran componente de azar, puesto que no hay ningún mecanismo que garantice el contacto entre el espermatozoide y el óvulo. La nueva vida depende de los movimientos al azar de los espermatozoides y el óvulo en el oviducto. Normalmente, sólo un espermatozoide fertiliza un óvulo, porque una vez que se ha cumplido la penetración, el óvulo desarrolla una membrana de fertilización que es impermeable a la entrada de otros espermatozoides.



**¿Sabías que** así como hablamos de huellas digitales, podríamos también hablar de huellas espermáticas? El semen encontrado en las víctimas de delitos sexuales puede ayudar a identificar a los culpables.

## El espermatozoide encuentra al óvulo

Un espermatozoide, con los cromosomas del padre, encuentra a un óvulo, portador de los cromosomas maternos, y se produce una especie de «escena de amor» tan íntima que se fusionan, formando un solo «cuerpo», o mejor dicho, una sola célula, el cigoto; pero eso sí, la cola se queda afuera, pues sólo la cabeza y la parte intermedia del espermatozoide penetran en el óvulo. El óvulo, entonces, sufre la segunda división meiótica y se fusionan los genomas del espermatozoide y del óvulo. Para ello, el núcleo del espermatozoide se desarrolla en una estructura denominada pronúcleo masculino; mientras que el núcleo del óvulo también se desarrolla en un pronúcleo femenino. Ambos pronúcleos, con 23 cromosomas cada uno, se fusionan y se produce un núcleo de segmentación, lo que da origen al ya mencionado cigoto, que consta ahora de un núcleo con 46 cromosomas, citoplasma y membrana de envoltura. Doce horas después, el cigoto así constituido comienza a dividirse.

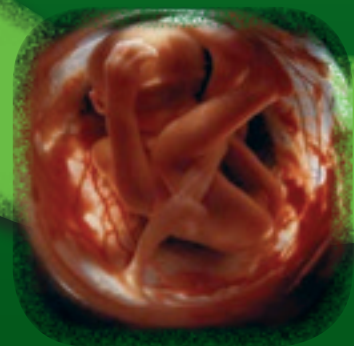


### 30 semanas

Se cree que al cabo de este tiempo ya no se divide ninguna neurona, aunque continúen haciéndolo las células que le sirven de soporte (células gliales), lo que ayuda al crecimiento del cerebro. De igual manera, a partir de este momento sólo se forma una porción muy pequeña de células musculares; sin embargo, las neuronas y las células musculares fetales no se parecen mucho a las de los niños o a las de los adultos, pues las células nerviosas y musculares maduras tienen menos proporción de agua, son más secas.

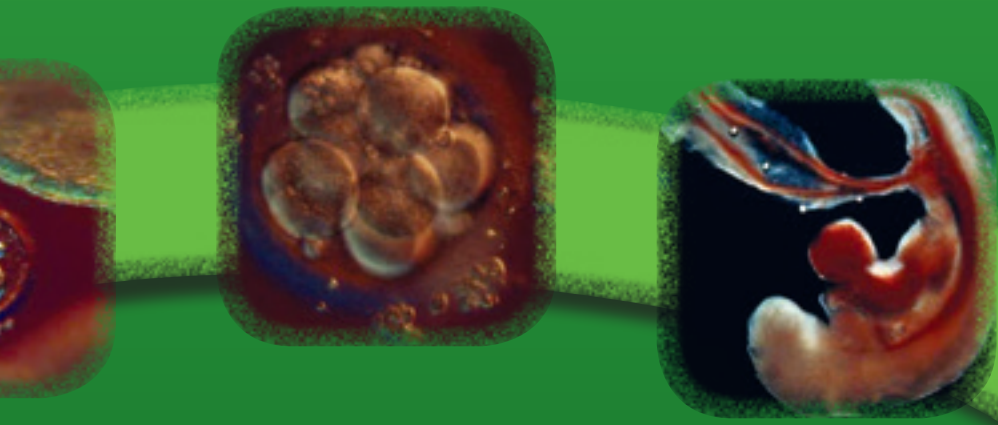
## Crecimiento fetal y posnatal

Durante este último período el contenido de agua disminuye y las células se agrandan. A lo largo de las primeras 24 semanas de vida intrauterina hay una acumulación de proteínas, lo cual explica el crecimiento fetal y su aumento de peso; pero a partir de este momento el feto se prepara para el período posnatal, almacenando grandes cantidades de energía en forma de grasa. Parece que el ritmo de crecimiento fetal se reduce hacia la semana 34 a medida que se ha llenado el espacio disponible en el útero. Este mecanismo de freno asegura que un feto pueda desarrollarse exitosamente en el útero de una madre de pequeño tamaño.



## Del oviducto a la matriz

A medida que se van produciendo las divisiones celulares, el embrión va bajando, alcanza el útero al tercer día y se fija a la pared uterina. En el lugar de anidación se forman la placenta y otros tejidos necesarios para la supervivencia del embrión, que queda inmerso en un «colchón de agua» (el mejor paracaídas), nutrido por una cinta o correa transportadora de líquidos (cordón umbilical), conectada con la circulación materna.



## A las cuatro semanas

Al primer mes de vida, ya se observa un desarrollo importante en el minúsculo embrión de sólo 5 milímetros de longitud, los pliegues cefálicos (cabeza) y caudales (columna vertebral) ya están completos. El cerebro y los ojos se están desarrollando, aunque todavía no es posible reconocer la cara. Ya se ha formado el corazón primitivo y pronto comenzará a latir. Se comienzan a constituir los otros sistemas corporales y se forman pequeñas yemas que se desarrollarán en brazos y piernas.

## Del embrión al feto

El período embrionario comienza a las dos semanas, después de la fertilización, y acaba unas seis semanas más tarde, cuando al producto de la concepción se le denomina feto. A la novena semana, la nueva vida ya es una «personita», quizás un poco fea, y aunque de sólo 30 milímetros de longitud, ya se puede reconocer la forma humana. La cabeza ya tiene ojos y esbozos de orejas. El labio superior y los agujeros de la nariz se encuentran bien formados y ya se pueden reconocer los genitales; mientras que la colita del embrión, que es un vestigio de nuestros antepasados, los peces, ya está desapareciendo. Los dedos de las manos y de los pies ya son reconocibles y las yemas digitales están bien formadas. En su interior, el hígado, los riñones, el corazón y el bazo se hallan ya bien desarrollados y comienza la osificación (formación de huesos).



## Al cuarto mes

Se inicia un proceso importante para el funcionamiento del sistema nervioso, la mielinización, proceso mediante el cual los nervios se recubren de una capa de grasa, la mielina, que acelera la conducción nerviosa. Este proceso continúa hasta los dos años de vida.

Cada área del cuerpo está moldeada de una forma diferente por el proceso de migración celular o morfogénesis, que puede durar hasta la edad adulta e incluso hasta la vejez; pero la mayor parte de la migración celular se completa alrededor de la octava semana. Jamás nuestro cuerpo vuelve a crecer a la velocidad que lo hace en esta etapa temprana. La velocidad de desarrollo está condicionada por la rapidez con que se producen las divisiones celulares. A medida que el feto se desarrolla, la proporción de células que se dividen disminuye.



## «Chao» al útero

En promedio, a las 40 semanas, o 280 días, después del último período menstrual de la madre, el feto, convertido ya en un niño o niña, le dice adiós al útero (nacimiento a término). Para la mayoría de las madres, el parto es una de las experiencias más satisfactorias y emocionantes de toda su vida, a pesar de que supone un gran esfuerzo tanto para la madre como para el niño. Algunos médicos insisten en que el trauma del nacimiento se olvidará tratando al niño con ternura.

Es necesario señalar que los calmantes y anestésicos administrados a la madre durante el trabajo de parto pasan en mayor o menor grado al feto a través de la placenta, lo que pudiera producir una especie de adormecimiento de su sistema nervioso (depresión neurológica), que pone en riesgo la salud y hasta la vida del bebé.



**¿Sabías que** en algunas clínicas reciben al recién nacido con luces tenues, voces suaves y una inmersión tranquilizadora en agua tibia?



### ¡El bebé nació a término, pero es muy pequeño y de bajo peso!

Son muchos los factores que pueden retardar o acelerar el crecimiento del feto que afectan su tamaño y peso al nacer. Así por ejemplo, en la diabetes materna, debido a la elevada glicemia (concentración de glucosa en la sangre), el feto es por lo general más grande que lo normal, pero podría ser pequeño si la diabetes, por ejemplo, ha dañado los vasos sanguíneos del útero. Las madres fumadoras tienen criaturas más pequeñas, mayor frecuencia de abortos y muertes perinatales, así como la posibilidad de hijos con menor coeficiente intelectual.



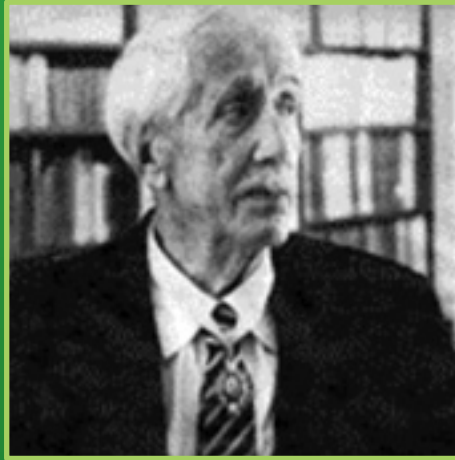
## Cuestiones de bioética

La adicción de la madre a los narcóticos, barbitúricos o anfetaminas ocasionan sufrimiento fetal, síndrome de supresión posparto, bajo peso del bebé al nacer y bajo coeficiente intelectual. En general, la mujer embarazada no debería consumir ningún fármaco, debido a que el feto en desarrollo es muy sensible y podría ser afectado. Por otra parte, el alcoholismo materno crónico puede conducir al síndrome de supresión alcohólica en el bebé, similar al que ocurre en el adulto al suspender la «bebida». También produce retardo en el crecimiento, diversas malformaciones congénitas (que se producen en el útero) y disminución del coeficiente intelectual. Ahora bien, si la madre es una alcohólica o drogadicta, ¿debería interrumpir su embarazo o dar a luz a su hijo y esperar a ver qué pasa? ¿Qué se puede hacer al respecto?



# Augusto Pi Suñer

No puede decirse que sea algo axiomático, pero la verdadera sabiduría parece ir de la mano de la humildad. En Venezuela tenemos ejemplos de ello en las figuras de los sabios Henri Pittier, Francisco Tamayo, José Francisco Torrealba y Augusto Pi Suñer. Este último, científico y educador, a juicio de muchos de sus contemporáneos y discípulos era un hombre tanto humilde en sus respuestas como en sus preguntas, era de talante afable, generoso, bondadoso y calmado.



que funda el Instituto de Medicina Experimental siendo su primer director, labor que ejerció durante diez años.

El Instituto Pedagógico Nacional se honraría también con el ingreso a su personal docente del Dr. Pi Suñer para el año 1942. Allí dictaría durante varios años los cursos de Biología General y Bioquímica, y fundaría la cátedra de Fisiología. El curso de Fisiología era dictado por el Dr. Humberto García Arocha, uno de sus más

dilectos discípulos, quien a su vez fue el gran maestro de muchos profesores de Biología.

Augusto Pi Suñer nació en 1879 en el pequeño poblado de Rosas, una población cercana a Barcelona (España). Era catalán de pura cepa. En 1900 obtuvo el título de médico y pocos años después ya estaba administrando la cátedra de Fisiología en la Universidad de Sevilla. En los años anteriores a la Guerra Civil Española, Pi Suñer llegó a ser catedrático de varias universidades españolas y fue designado miembro de varias corporaciones científicas no sólo en su país de origen, sino también en Argentina y Uruguay. Antes de emigrar a Venezuela, en 1939, Pi Suñer ya era un científico de alto nivel.

En 1940, Pi Suñer ingresa a la cátedra de Fisiología de Facultad de Medicina de la Universidad Central de Venezuela y se convierte en el líder de un grupo de médicos

El Dr. Pi Suñer desarrolló una prolífica carrera como científico y como docente. Sus textos y publicaciones revolucionaron de alguna manera el mundo científico de su época. Por estas razones, y por el legado que dejó con su ejemplo a las sucesivas generaciones de médicos y profesores de Biología, se le otorgaron numerosas distinciones, entre otras, la Medalla de Instrucción Pública de la República de Venezuela (1945), el doctorado *honoris causa* de la UCV (1947) y el Premio Kalinga otorgado por la Unesco en 1956, honor que habían recibido personalidades como Bertrand Russell y Julian Huxley. El Dr. Pi Suñer falleció en México en 1965.

## Para saber más...

STRAND, F. L. (1982). *Fisiología humana: un enfoque hacia los mecanismos reguladores*. Nueva Editorial Interamericana, México, D. F.

TORTORA, G. J. y Anasnostakos, N. P. (1977). *Principios de anatomía y fisiología*. Harla Harper & Row Latinoamericana, México, D. F.

VICK, R. L. (1987). *Fisiología médica contemporánea*. McGraw-Hill, México, D.F.