

Capítulo 1

Introducción: biología y método científico

En cierto sentido, la biología es una ciencia antigua, pues hace muchos siglos que los hombres empezaron a catalogar los seres vivos y estudiar su estructura y función. En época de Aristóteles (de 384 a 322 a.C.), ya se sabía mucho, y se suponía aún más acerca de la vida; en las civilizaciones mucho más antiguas de Egipto, Mesopotamia y China, se conocían bastantes aplicaciones prácticas de plantas y animales. Los hombres de las cavernas, que vivían hace 20 000 años o más, dibujaban sobre las paredes de sus grutas cuadros exactos, además de muy bellos, de ciervos, bisontes y mamutes que los rodeaban. La supervivencia dependía del conocimiento de hechos biológicos fundamentales, por ejemplo, qué animal era peligroso y qué planta podía comerse sin peligro.

Pero en otro sentido, la biología es una ciencia joven. Los grandes conceptos generales que forman el fundamento de toda ciencia sólo se han logrado en época relativamente reciente para la biología, y muchos todavía están sujetos a revisión. El descubrimiento del microscopio electrónico y de las técnicas de preparación de los tejidos para el examen correspondiente han revelado un orden de complejidad totalmente nuevo en la materia viva. El advenimiento más reciente del microscopio electrónico explorador ha permitido obtener mayores conocimientos de la estructura fina de células vegetales y animales. En los últimos años se han ideado muchos métodos físicos y químicos nuevos aplicados a problemas de la biología; así se han descubierto en la función de los seres vivos grados de complejidad comparables a los adelantos estructurales que debemos al microscopio electrónico.

1-1 Historia antigua de la biología

La biología, como conocimiento organizado, probablemente empezó en Grecia. Griegos y romanos describieron las numerosas variedades de plantas y animales conocidos en aquella época. Galeno (de 131 a 200 D.C.), primer fisiólogo experimental, llevó a cabo muchos experimentos para estudiar las funciones de nervios y vasos sanguíneos. Durante 1 300 años nadie se atrevió a contradecir sus descripciones de anatomía humana que, sin embargo, basadas en disecciones de monos y cerdos, contenían muchos errores. Autores como Plinio (de 23 a 79 D.C.), escribieron enciclopedias; mezclas sorprendentes de hechos y ficciones acerca de la vida. Luego, en la Edad Media, el hombre coleccionó "herbarios" y "bestiarios" que catalogaban y describían las plantas y animales, respectivamente. En el Renacimiento, al aumentar el interés para la historia natural se emprendieron estudios más exactos de estructura, funciones y costumbres vitales de sinnúmero de plantas y animales. Vesalio (1514-1564), Harvey (1578-1657), y John Hunter (1728-1793) estudiaron la estructura y funciones de animales en general, en particular del hombre, con lo que fundaron las bases de anatomía y fisiología.

Vesalio diseccionó cuidadosamente cuerpos humanos y dibujó claramente sus observaciones, revelando muchas imprecisiones de las descripciones de Galeno. Destacó la importancia de confiar en observación detenida, de primera mano, en vez de en la autoridad de Galeno, y puso de este modo los cimientos del moderno enfoque de la anatomía. Con el invento del microscopio a principios del siglo XVII, Malpighi (1628-1694), Swammerdam (1637-1680) y Leeuwenhoek (1632-1723) pudieron estudiar la estructura fina de varios tejidos vegetales y animales. Leeuwenhoek fue el primero que describió bacterias, protozoarios y espermatozoides.

En el siglo XIX la biología extendió sus conocimientos y se modificó considerablemente; esta tendencia continuó rápidamente en el siglo XX. Esto se debe, en parte, a las perspectivas más amplias y a los conocimientos más detallados en la actualidad; y en parte a los nuevos enfoques que permitieron descubrimientos y técnicas de física y química. Estos adelantos técnicos han tenido por resultado estudios cuantitativos de las estructuras y reacciones moleculares que forman la base de los fenómenos biológicos; esta faceta de la ciencia ha recibido el nombre de *biología molecular*. Incluye: 1) análisis de la estructura de los genes y

regulación genética de la síntesis de enzimas y otras proteínas; 2) estudios de corpúsculos subcelulares y su papel en los procesos de adaptación y regulación en la célula; 3) investigaciones de la diferenciación celular, y 4) análisis de la base molecular de la evolución, mediante estudios comparativos de las moléculas de proteínas específicas (hemoglobinas, enzimas y hormonas) en diferentes especies. Estos estudios se hicieron posibles por la elaboración de métodos para determinar la serie de aminoácidos en una molécula de proteína y la serie de nucleótidos en moléculas de ARN y ADN. En muchos de estos estudios, por razones técnicas se han usado los microorganismos más simples, bacterias y virus, pero los principios descubiertos se aplican a todos los seres vivos. Estas investigaciones, realmente, elucidando la naturaleza de las transformaciones químicas y energéticas que caracterizan a los fenómenos de la vida, han confirmado la unidad fundamental de la vida.

1-2 Ciencias biológicas

La definición corriente de la biología como "ciencia de la vida" sólo tiene sentido si ya sabemos lo que quieren decir "vida" y "ciencia". De la vida no puede darse definición sencilla; en el capítulo 3 presentaremos las características de los seres vivos, tales como crecimiento, movimiento, metabolismo, reproducción y adaptación. La biología estudia las múltiples formas que pueden adoptar los seres vivos, así como su estructura, función, evolución, crecimiento y relaciones con el medio. Se ha transformado en una ciencia tan amplia que de ninguna manera puede dominarla un solo hombre, ni es posible exponerla en forma completa en un solo libro; casi todos los biólogos son especialistas en alguna de las muchas ciencias biológicas.

El *holánico* y el *zoólogo* estudian los tipos de organismos y sus relaciones con los reinos vegetal y animal, respectivamente. Hay especialistas que se ocupan sólo de una variedad de seres vivos; los *ictiólogos* trabajan con peces, los *micólogos* con hongos, los *ornitólogos* estudian las aves, etc. La *anatomía*, la *fisiología* y la *embriología* se ocupan de la estructura, función y desarrollo de los organismos. Todavía pueden dividirse según el tipo de organismo de que se trate: fisiología animal, fisiología de mamíferos, fisiología humana. El *parasitólogo* estudia las formas de vida que se encuentran dentro o sobre otros organismos y que viven a expensas de ellos; el *citólogo* estudia la estructura, la composición y la función de las células; el *histólogo* las propiedades de los tejidos.

La *genética* es la ciencia del modo de transmisión de las características de una generación a la siguiente; está muy relacionada con el estudio de la *evolución*, en la cual se quiere descubrir en qué forma surgen especies nuevas, y de qué manera las variedades antiguas han dado lugar a las actuales. Por *taxonomía* entendemos el estudio de la clasificación de plantas y animales y sus relaciones en la evolución. La *ecología* es el estudio de las relaciones de un grupo de organis-

mos con su medio, incluyendo éste los factores físicos y otros organismos vivos considerados como alimento, resguardo, factores de competencia o depredadores. Trata cuestiones como por qué las comunidades naturales están compuestas de ciertos organismos y no de otros, cómo los distintos organismos actúan recíprocamente y con el medio ambiente físico, y cómo el hombre puede controlar y mantener estas comunidades naturales.

1-3 Fuentes de información científica

Puede preguntarse: ¿De dónde vienen todos los hechos biológicos descritos en este libro? ¿Cómo sabemos si son ciertos? Naturalmente, la fuente última de cada hecho se encuentra en alguna observación o experimento cuidadosamente observado por un biólogo. En los primeros tiempos, los hombres de ciencia no divulgaban sus descubrimientos, pero ya se ha comprendido que los descubrimientos científicos son propiedad pública y, por lo tanto, deben publicarse. No basta que alguien afirme en una revista científica haber comprobado un hecho determinado; debe dar todos los detalles importantes de su técnica, de modo que otros puedan repetir la misma observación. Este criterio de posible *repetición* hace que podamos aceptar ciertas observaciones o experimentos como verdaderos; se descartan las observaciones que no pueden ser duplicadas por investigadores competentes.

Cuando un biólogo ha logrado un descubrimiento, lo describe en un "artículo" en el cual explica sus métodos con bastante detalle para que otros puedan repetir el experimento; da los resultados de sus observaciones, presenta las conclusiones que pueden sacarse de ellas, y tal vez formula una teoría para explicarlas; además, indica la situación de estos nuevos hechos en el cuerpo constituido del conocimiento científico. Saber que su descubrimiento será sometido a juicio crítico por sus colegas significa estímulo potente para que repita cuidadosamente observaciones y experimentos buen número de veces antes de publicarlos. Luego, solicita la publicación del artículo en alguno de los periódicos profesionales de la especialidad (se calcula que en todo el mundo, en los distintos campos de la biología, se publican más de 9 700 de estos periódicos); leen el artículo uno o varios miembros del consejo de edición del periódico, todos ellos expertos en la especialidad. De ser aprobado, se publica y pasa a formar parte de "la literatura" del tema.

Antiguamente, con pocas publicaciones, una sola persona podía leerlas todas cada mes, pero en la actualidad es totalmente imposible. Ciertas publicaciones como *Biological Abstracts* son de gran ayuda para el biólogo, pues publican *resúmenes* de cada artículo, clasificados por especialidades, dando los hechos mencionados y referencias de la publicación original. Un paso más allá de la publicación de resúmenes es el periódico *Current Contents*, que simplemente menciona los títulos y autores de los trabajos de investigación que aparecen en cada uno de los varios centenares de periódicos, para facilitar más la búsqueda.

da se incluyen el nombre, volumen y páginas del periódico en que puede encontrarse el documento.

Han aparecido muchos periódicos que se consagran únicamente a revisar los nuevos progresos en nuevos campos; entre ellos podemos citar *Physiological Reviews*, *The Botanical Review*, *Quarterly Review of Biology*, *Annual Review of Microbiology* y *Nutrition Reviews*. El hecho o teoría nuevos pueden así difundirse ampliamente por publicación en un periódico profesional, y por referencia en periódicos de resumen y revisión; tal vez más tarde se transforme en una o dos frases en un libro de texto.

Otros medios de difundir los nuevos conocimientos son las reuniones anuales de las sociedades profesionales de botánicos, genetistas, fisiólogos y otros especialistas, reuniones en las cuales se leen y someten a discusión varios artículos. Entre estas, se destacan las reuniones del American Institute of Biological Sciences (AIBS) y la Federación of American Societies for Experimental Biology (FASEB). De cuando en cuando se organizan reuniones nacionales e internacionales llamadas *congresos* o *simposios*, atendidos por especialistas para examinar nuevos descubrimientos y comprobar el nivel actual del conocimiento en el campo respectivo. Generalmente los acuerdos suelen publicarse en forma de libros.

1-4 Método científico

El objetivo de toda ciencia radica en brindar explicaciones para los fenómenos observados y establecer principios generales que permitan predecir las relaciones entre estos y otros fenómenos. Estas explicaciones y generalizaciones se logran por un tipo de sentido común organizado al que se denomina *método científico*, pero es difícil reducir este método a un conjunto de reglas que puedan aplicarse a todas las ramas de la ciencia. Uno de los postulados básicos del método científico es el *rehusar la autoridad*, o sea, no aceptar nunca un hecho por la simple razón que alguien lo afirme. El científico es siempre un escéptico y necesita confirmación de las observaciones por parte de un individuo independiente. La esencia del método científico consiste en el planteamiento de preguntas y búsqueda de respuestas; ahora bien, las preguntas deben ser "científicas", originadas en experimentos y observaciones, y exactamente igual las respuestas, que además deben ser susceptibles de comprobación en experimentos y observaciones ulteriores.

La base de un método científico y la fuente última de todos los descubrimientos de la ciencia es la observación cuidadosa y precisa, con experimentos lo más libre posible de variantes, con testigos adecuados, lo más cuantitativo posible. Las observaciones y experimentos pueden así analizarse o simplificarse, de modo que pueda introducirse en los fenómenos observados cierto tipo de orden. Luego, las partes pueden sintetizarse o unirse para descubrir sus interacciones. Sobre la base de estas observaciones, el hombre de ciencia generaliza o elabora una *hipótesis* sobre la naturaleza de la observación, o quizá la enlace con una cadena

de fenómenos, tal vez relaciones de causa a efecto entre diferentes fenómenos.

Las predicciones a partir de la hipótesis pueden así probarse por medio de otros experimentos. La diferencia entre hombres de ciencia estriba en la elaboración de hipótesis; éstas son también las que permiten que se manifieste el genio. Es rarísima la capacidad de percibir la verdad a través de una masa de resultados y de sugerir las relaciones entre éstos. Debe insistirse en que la ciencia no adelanta por simple acúmulo de hechos ni el mero planteamiento de hipótesis. Ambos procesos son inseparables en las investigaciones científicas en general: observación, hipótesis, revisión de la hipótesis y nuevas observaciones.

Cuando el hombre de ciencia comienza una investigación, tiene la ventaja de que puede, con los principales hechos conocidos en la materia, elaborar una "hipótesis de trabajo" que guiará el planeamiento de sus experimentos. Si hay observaciones en desacuerdo con su hipótesis, puede suponer que es falsa o su observación equivocada. Debe repetirla, tal vez con cierta modificación del experimento para llegar de otra forma a la relación buscada, o con técnica diferente. Si se asegura la validez de la observación, hay que descartar la hipótesis o corregirla en función del nuevo resultado.

Lo ideal sería que cada nueva observación estuviera completamente de acuerdo o desacuerdo con la hipótesis; pero a menudo es difícil realizar un experimento que dé un "sí" o un "no" tajantes.

Constantemente mejoran y complican las hipótesis. Son pocos los hombres de ciencia que consideran una hipótesis, aunque muy ensayada, como verdad absoluta y universal. Simplemente, esta hipótesis se considera como la más próxima a la verdad en circunstancias determinadas. Por ejemplo: la ley de la conservación de la energía (ver p. 15) alcanzó aceptación amplísima hasta que los trabajos de Einstein señalaron que debía modificarse para explicar la posible transformación mutua de materia y energía. Aunque esto pueda haber parecido una distinción baladí en cierta época, por carecer de importancia en las reacciones químicas ordinarias, es la base teórica de la energía atómica.

Cuando se ha planteado una hipótesis para explicar algunos hechos, puede recurrirse a la lógica clásica para deducir sus consecuencias. En física y química, y hasta cierto punto en biología, las hipótesis y deducciones pueden expresarse matemáticamente, con posibles conclusiones, bastante complicadas y de alcance amplio. Sobre la base de estas deducciones es posible predecir los resultados de otras observaciones y experimentos; se somete a prueba la hipótesis, viendo si permite o no predicciones válidas. Cuando la hipótesis es una simple generalización, tal vez baste examinar más ejemplos para ver si esta generalización es válida. Las hipótesis más complejas, que a veces no pueden probarse directamente, se ensayan buscando si ciertas deducciones lógicas de las mismas resultan ciertas. A menos que se someta a algún tipo de prueba experimental (por ejemplo, sus predicciones deben

verificarse de alguna manera), la hipótesis es simple especulación.

Una hipótesis apoyada en muchas observaciones y experimentos distintos se transforma en *teoría*, a la que Webster define como "principio general científicamente aceptable que se ofrece para explicar los fenómenos; análisis de un conjunto de hechos en sus relaciones mutuas ideales". Una buena teoría relaciona, desde un punto de vista único, hechos que previamente parecían dispares y sin explicación común. En realidad puede predecir nuevos hechos y sugerir nuevas relaciones entre los fenómenos.

Una teoría correcta, además de señalar la relación entre distintas clases de hechos, aclara y simplifica la comprensión de los fenómenos naturales. Según las propias palabras de Einstein: "En toda la historia de la ciencia, desde la filosofía griega hasta la física moderna, se ha intentado reducir la aparente complejidad de los fenómenos naturales a unas cuantas ideas y relaciones simples y fundamentales." En verdad, pues, la ciencia es la búsqueda de la sencillez. William de Occam, filósofo del siglo XIV, decía que "*Essentia non sunt multiplicanda praeter necessitatem*"; o sea, "Las entidades no deben multiplicarse más de lo necesario". Este principio de parsimonia (a menudo llamado *navaja de Occam* porque "rasura" una teoría hasta sus elementos fundamentales) significa que no deben postularse más fuerzas o causas de las necesarias para explicar los fenómenos observados. En la práctica, equivale a preferir la explicación más sencilla que resulte satisfactoria para los hechos conocidos. Las teorías nuevas de biología, al desechar errores previos y señalar nuevas relaciones entre fenómenos, no sólo estimulan la investigación en biología teórica, sino que suministran la base de muchos adelantos prácticos en medicina, agricultura y campos afines.

En cambio, una teoría incorrecta tarde o temprano desemboca en absurdos y contradicciones evidentes. A menudo, en alguna fase de nuestro conocimiento, dos o más teorías suministran explicaciones satisfactorias para los datos conocidos. Pero con más observaciones o experimentos, alguna de las dos teorías desaparece, y tal vez ambas.

Vemos, así, que el método científico consiste en observaciones cuidadosas, las que disponen ordenadamente los fenómenos observados. Luego se intenta una hipótesis o *esquema conceptual* que explique no sólo los hechos antes observados, sino también otros nuevos según se descubran. Las ciencias difieren mucho en cuanto a la exactitud de predecir fenómenos; algunos pretenden que la biología no es ciencia porque nunca es completa la predicción. Sin embargo, aun la física, que suele considerarse la ciencia más "científica", dista mucho de que todos sus fenómenos puedan predecirse. Podemos saber anticipadamente con gran precisión el momento de los eclipses, pero no son posibles las predicciones en mecánica cuántica ni tampoco prever la fecha de un terremoto, ni siquiera las condiciones meteorológicas de mañana.

En casi todo estudio científico una de las metas fundamentales es explicar la causa de algún fenómeno

pero es muy difícil conseguir pruebas absolutamente seguras de relación de causa a efecto entre dos acontecimientos. Si las circunstancias que producen cierto fenómeno siempre tienen en común un mismo factor en varios casos, tal vez este factor sea su causa. La dificultad estriba en comprobar que dicho factor sea el único común a todos los casos. Por ejemplo vemos que el whisky con agua, el ron con agua y la ginebra con agua producen ebriedad, pero sería erróneo concluir que el agua es el único factor común y, por lo tanto, causa de la intoxicación.

Este método de búsqueda en distintos casos del factor común que pueda ser causa del fenómeno (conocido como *método de concordancia*) rara vez es prueba suficiente de relación de causa y efecto, por la dificultad de asegurarse de que dicho factor sea en realidad el único común. El que todos los enfermos de beriberi tengan alimentación escasa en tiamina no prueba que la enfermedad se deba a esta carencia, pues pueden concurrir otros factores.

Otro método para descubrir las relaciones de causa a efecto es el *método de diferencia*: si dos grupos de circunstancias sólo difieren en un factor, y la que presenta este factor produce un fenómeno en tanto la otra no lo produce, es lícito considerar el factor en cuestión como causa del fenómeno. Por ejemplo, si dos grupos de ratas reciben alimentaciones idénticas, pero la primera con todas las vitaminas y la segunda sin tiamina, y el primer grupo crece normalmente en tanto que el segundo no lo consigue, e incluso sufre polineuritis, tenemos fundamento para suponer que la polineuritis o el beriberi en las ratas es producido por carencia de tiamina, aunque no sea prueba absoluta. Con razas de ratas de laboratorio en que todos los individuos se parezcan lo más posible en cuanto a herencia (se utilizan hermanos de camada de esta cepa), podemos asegurar de que no haya diferencias hereditarias entre los *testigos* (que reciben alimentación completa) y los *animales de experimentación* (que reciben todas las vitaminas menos tiamina).

Podríamos pensar que la alimentación sin tiamina no tiene sabor tan agradable como la otra, y que los animales de experimentación simplemente comieron menos, a consecuencia de lo cual dejaron de crecer y padecieron síntomas de deficiencia (inanición parcial).

Esta fuente de error puede evitarse por "alimentación apareada", al poner juntos un animal testigo y uno de experimentación, pesando cada día el alimento ingerido por la rata en experimentación, y dando solamente esta cantidad de alimento al testigo.

Una tercera manera de apreciar relaciones de causa a efecto es el *método de la variación concomitante*: si una variación de cierto factor produce un cambio paralelo del defecto, este factor probablemente es la causa del fenómeno. Por ejemplo, si otros grupos de ratas reciben alimentaciones con cantidades variables de tiamina y la protección contra el beriberi varía directamente con la cantidad de tiamina ingerida, podemos aceptar que la deficiencia de tiamina es la causa del mal.

Debemos insistir en que rara vez logramos certeza "total" de que un fenómeno X produzca un efecto Y. Cuando muchos experimentos y observaciones sucesivas dan el mismo resultado, aumenta la probabilidad de que X sea causa de Y. Cuando los experimentos o las observaciones pueden lograrse cuantitativamente (o sea que sus resultados pueden contarse o medirse en alguna forma), es posible mediante análisis estadístico considerar las probabilidades de que X produzca Y o de que Y se presente después de X por azar. Generalmente los hombres de ciencia aceptan cierta relación de causa a efecto entre X y Y si pueden demostrar que la relación X-Y observada tiene menos de una probabilidad en 100 de deberse al azar. El análisis estadístico de un grupo de datos nunca puede dar respuesta categórica a una pregunta; sólo puede decirnos que un fenómeno es muy probable o muy improbable. También puede informar al investigador de cuántos experimentos más, aproximadamente, debe hacer para llegar a cierto nivel de probabilidad de que X sea causa de Y.

Cada experimento debe contar con un grupo testigo (tratado exactamente como el grupo experimental

en todos los aspectos salvo en uno, el factor cuyo efecto se busca). El empleo de testigos en los experimentos de medicina plantea la difícil pregunta de si hay justificación moral para no administrar un tratamiento a un paciente que tal vez lo necesite. Si hay bastantes pruebas de que un tratamiento es mejor que otro, el médico difícilmente puede completar la experimentación. Sin embargo, la literatura médica tiene la comprobación de que algunos tratamientos empleados antaño, son inútiles o hasta dañinos, para finalmente abandonarse cuando los experimentos demostraron su ineficacia. Los datos sobre los cuales se basaban en un principio carecían evidentemente de testigos adecuados. En la aceptación de cualquier tratamiento nuevo llega un momento en que la profesión médica no sólo tiene justificación, sino en realidad obligación moral de pruebas cuidadosamente confirmadas en seres humanos para asegurarse de que el nuevo tratamiento es mejor que el precedente.

En estas pruebas, no basta administrar el tratamiento a un grupo de pacientes y no a otro, pues se sabe bien que dar un tratamiento, cualquiera que sea, ejerce efecto psicológico importante. Por ejemplo, en una

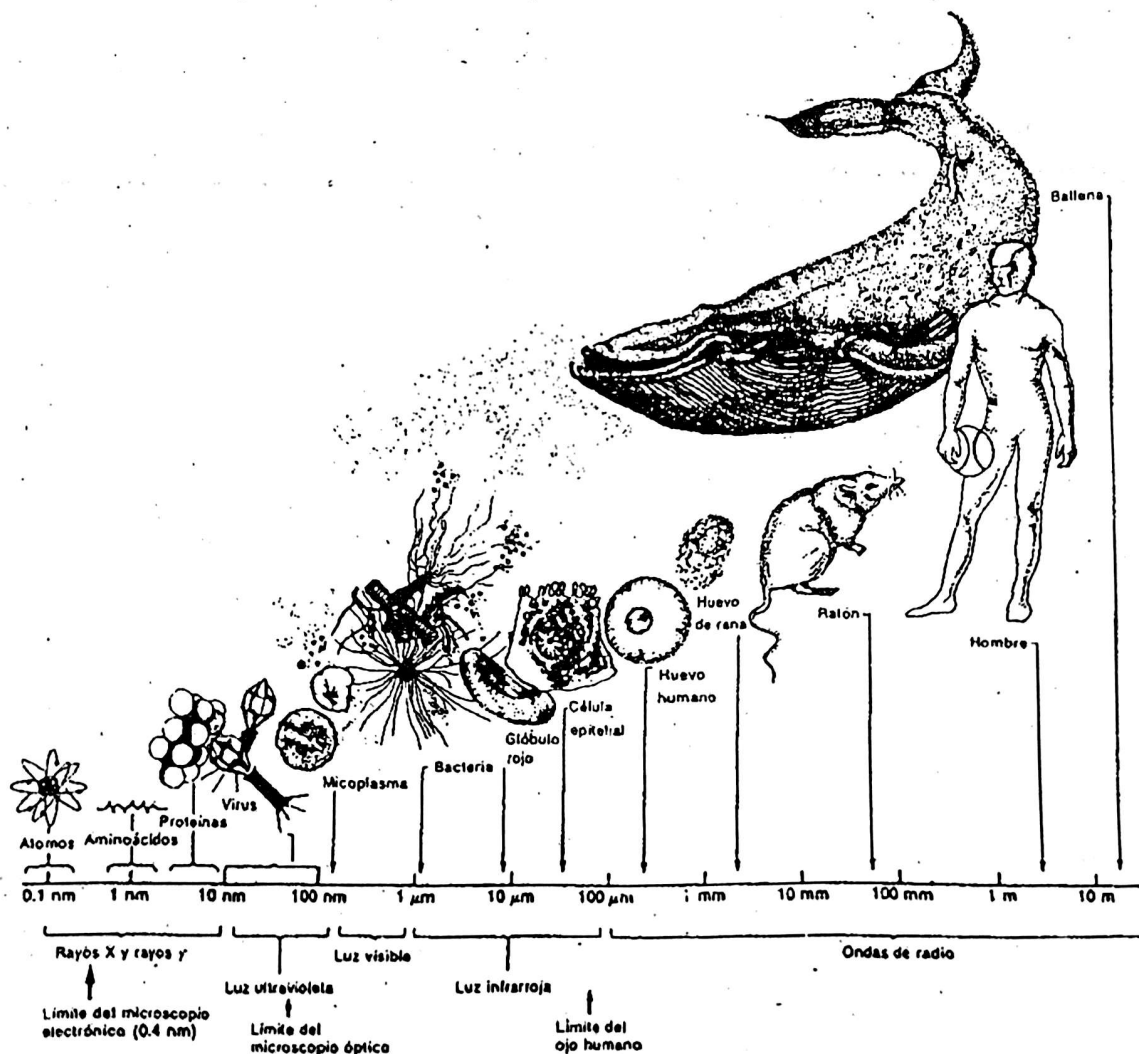


Fig. 1-1. Dimensiones de la biología. Para acomodar la amplia variedad de tamaños del mundo de los seres vivientes, la escala unitaria se expresa logarítmicamente.

gran universidad del oeste de Estados Unidos algunos estudiantes se prestaron como voluntarios para probar la hipótesis de que las grandes cantidades de vitamina C podían evitar los resfriados. Esto se basaba en la observación de que quienes bebían mucho jugo de fruta parecían tener menos catarras. El grupo que tomó la vitamina C reveló disminución del 65 por 100 de resfriados durante el invierno en que recibió el tratamiento en comparación con el invierno anterior. El grupo comprendía bastantes estudiantes (208) para que el resultado fuera de valor estadístico; si no hubiera habido testigos, se habría podido concluir que la vitamina C tenía efecto contra los resfriados. Pero a un segundo grupo se le trató con "placebos", o sea comprimidos del mismo tamaño, forma, color y sabor que los de vitamina C, pero sin la misma. Los estudiantes no sabían quiénes se medicaban realmente, sólo sabían que les daban comprimidos que podían evitar resfriados.

En el grupo de los placebos hubo disminución del 63 por 100 de resfriados; por lo tanto, la vitamina C no tenía nada que ver en el resultado, y la disminución de la enfermedad en ambos grupos fue probablemente efecto psicológico. En un estudio "doble ciego" el médico no sabe cuál sujeto está recibiendo el compuesto en estudio, y cuál el placebo. A cada paciente se le dan píldoras con diferente número de código, y éste sólo se revela después de completado el experimento.

En todos los experimentos, el hombre de ciencia debe tener presente la posible ocurrencia de tendencias propias, en el sujeto, en los instrumentos y en la manera de preparar el experimento. El plan adecuado de los experimentos es una ciencia en sí, para la cual sólo pueden darse reglas generales.

Cuando una hipótesis se ha ensayado, coincide con los hechos y permite hacer predicciones válidas, puede llamarse *teoría, principio o ley*. Aunque la palabra "ley" suele indicar más seguridad que "teoría", las dos son casi sinónimas.

1-5 Nomenclatura y unidades biológicas

El estudiante de biología tiene ante sí una extensa lista de términos de las clases de plantas y animales, sus estructuras y mecanismos funcionales, sus componentes clínicos y sus relaciones recíprocas. Para lograr la mayor precisión posible y tener un sistema aceptado internacionalmente, es costumbre usar términos latinos o griegos cuando es posible o crear nuevas voces usando raíces griegas o latinas, dándoles forma latina, cuando describen una estructura o proceso de reciente descubrimiento. El número de nuevos vocablos introducidos en este texto se ha reducido al mínimo, pero muchos términos son realmente partes intrínsecas de los conceptos y principios que se discuten y no pueden eliminarse.

Al tratar de las dimensiones de la célula y de las cantidades de material presentes en el nivel celular, se necesitan unidades de un tamaño apropiadamente

pequeño. Las unidades de longitud incluyen el micrómetro (0.001 mm), el nanómetro (10^{-6} mm) y la unidad Ångström (10^{-7} mm). Los pesos se expresan en miligramos (10^{-3} g), microgramos (10^{-6} g), nanogramos (10^{-9} g), picogramos (10^{-12} g) o en daltons. Un *dalton*, unidad de peso molecular, es el peso de un átomo de hidrógeno. Una molécula de agua (H_2O) pesa 18 daltons y una molécula de hemoglobina, proteína de tamaño medio, pesa 64 500 daltons. La escala de tamaños de estructuras biológicas se describe en la figura 1-1, en la que los tamaños de los organismos, células, virus y moléculas se disponen en escala logarítmica.

1-6 Aplicaciones de la biología

Algunos empleos prácticos del conocimiento de la biología se presentarán sucesivamente al estudiante que lea esta obra: medicina, salud pública, agricultura y conservación, estudios sociales y contribuciones a la formulación de una filosofía de la vida. Además, el estudio de la biología tiene valor estético. El estudiante nunca podrá aprender todos los nombres o características de la extensa variedad de plantas y animales, ni siquiera la mayor parte; pero el conocimiento de la estructura y funciones de los tipos principales aumenta mucho el placer de un paseo por los bosques o una excursión por las playas. El ciudadano común sólo conoce una pequeña parte del gran panorama de las cosas vivas, pues casi todas se encuentran en lugares de difícil acceso, como el mar o partes de la tierra que rara vez se visitan. Tal vez se comprenda mejor la gran variedad de formas vivientes mediante visitas a jardines botánicos, zoológicos, acuarios y museos.

Es imposible describir formas de vida sin hablar de los lugares donde se desarrollan. Esto nos lleva a uno de los esquemas conceptuales que dan más unidad a la biología, o sea que las cosas vivas de cierta región presentan relaciones estrechas entre sí y con el medio. Este tipo de estudio es fundamental para la sociología. Las formas actuales de vida también presentan relación más o menos clara con los fenómenos de evolución. Al hablar de cada una de las principales formas de vida comprenderemos y recordaremos mejor los hechos correspondientes si tratamos de colocar este organismo en el lugar que le corresponde en la preciosa tapicería de la vida.

En nuestro estudio de los principios biológicos enfocaremos nuestra atención en el hombre, para darnos una idea del lugar que ocupa en el mundo biológico. Muchos animales lo superan en cuanto a número, tamaño, fuerza, resistencia y poder de adaptación, muchas veces es deficiente su adaptación al medio (que como veremos, puede considerarse el atributo biológico de más importancia en un organismo vivo). Sin embargo, en un estudio rápido de biología general, tanto las consideraciones prácticas como el interés general exigen que nuestras presentaciones se centren en el hombre, pues nos preocupa intensamente saber cómo duele el estómago, cuál es el período de gestación de la mujer y en qué grado resiste un organismo humano o una de sus partes.