

A qué llamamos “ciencia” y por qué la biología es una ciencia autónoma

*Para observar tienes que aprender a comparar.
Para comparar necesitas haber observado.
La observación genera un conocimiento y el
conocimiento es necesario para observar.
Observa mal el que no sabe hacer nada con lo
que haya observado.*

*Para el manzano tiene un ojo más agudo el cultivador
de frutas que el paseante, pero no ve exactamente al
hombre quien no sepa que el hombre es el destino del hombre.*

BERTOLT BRECHT, 1934

INTRODUCCIÓN

Si bien hay múltiples descripciones de qué es la ciencia, una descripción comprehensiva y pragmática, que comprenda la cita de Bertolt Brecht, podría ser que la ciencia es el intento humano de lograr una mejor comprensión del mundo para cambiarlo, mediante la observación, la comparación, el experimento, el análisis, la síntesis y la conceptualización.

También reafirma que para que funcione una ciencia determinada (las ciencias se determinan según el *objeto* de su estudio) necesitamos, a su vez, *hechos* fácticos e *hipótesis* o conceptos teóricos. Por ejemplo, es un *hecho* bien conocido actualmente que los pacientes con necrosis aguda de miocardio muestran trombosis oclusiva de una arteria coronaria; esto lo describió entre otros –a principios del siglo XX– James Herrick, cuando presentó por primera vez el cuadro clínico del infarto agudo de miocardio. Sin embargo, sólo hace pocos años se aceptó como causal la *hipótesis* (teoría) del origen trombótico de la necrosis miocárdica cuando se pudo demostrar el *hecho* fáctico de la oclusión durante la fase aguda.

O sea, los *hechos* sólo son interpretables o comprensibles dentro de la elaboración conceptual de una *hipótesis* o teoría que los explique.

Lo que hoy llamamos “ciencia”, derivada de la palabra inglesa *science*, es un término relativamente nuevo introducido por Whewell en 1840, ya que antes se consideraba una rama de la filosofía y se la llamaba *filosofía de la naturaleza*.

CÓMO SE VALIDAN LAS TEORÍAS

Pero la pregunta que sigue inmediatamente es ¿por qué aceptar ciertas hipótesis teóricas y no otras? Podríamos discutir mucho, pero la gente común, y la no tan común como los científicos, la acepta si funciona. Ninguno de nosotros contrataría a un arquitecto que dice tener una nueva teoría de la construcción de casas más rápida y barata, si supiéramos que todas sus casas se han derrumbado en corto tiempo. También

aceptamos las hipótesis teóricas de las distintas ciencias, porque en sus campos determinados demuestran que funcionan para predecir hechos o sucesos. La teoría trombótica del infarto agudo se aceptó luego de 70 años de formulada, sólo después de que los hechos (como se describió líneas arriba) demostraron que la utilización de drogas fibrinolíticas por vía intracoronaria que disolvían el coágulo *funcionaba* para interrumpir los síntomas y la progresión de la necrosis miocárdica. Se puede demostrar que funcionan, o sea, se verifican en la práctica (*hechos verificables*) o se puede demostrar que se derrumban, o sea que son falsas (*hechos falsables*), según el punto de vista filosófico al que uno se adscriba: el *inductivismo* o el *falsacionismo*.

LAS LEYES CIENTÍFICAS SON NATURALES O EXPERIMENTALES

Si aceptamos que una actividad por encima de la ciencia, como la filosofía, puede ayudarnos a demarcar lo que nosotros llamamos “ciencia”, deberíamos discutir, sucintamente, cuáles son los postulados, o principios *a priori*, que debemos aceptar, para poder hablar de que la práctica que realizamos es ciencia.

La primera pregunta crucial es: ¿las leyes, teorías y modelos de la ciencia son leyes de la naturaleza? Así lo postulaba Alexander Pope, cuando en el epitafio de Newton colocó:

*La Naturaleza y sus leyes dormían en la oscuridad.
Y dijo Dios ¡Hágase Newton! Y todo fue claridad.*

Entonces, ¿una ley de la naturaleza es una propiedad intrínseca e íntima de las cosas y los sucesos de este mundo, o es simplemente un conocimiento elaborado por la mente del hombre y que, por lo tanto, no existe en la naturaleza? ¿Se puede decir que las leyes de la naturaleza existen por sí mismas, aun sin la necesidad de que exista una persona que las conozca, o se debe decir que las llamadas leyes de la naturaleza no son más que modelos imaginados por las personas?

Podríamos tratar de resolver fácilmente este problema complejo diciendo que una cosa es la ley de la naturaleza y otra cosa distinta es el conocimiento de ella que pueden adquirir los hombres.

Según esto, la ley que duerme en una oscuridad insondable existe permanentemente en la naturaleza, pero la representación que los científicos tienen de la naturaleza cambiaría según el desarrollo de la ciencia determinada. Dicen que cuando a Einstein le preguntaron cómo definía la ciencia, utilizó una bella metáfora expresándose aproximadamente así: se puede pensar en un reloj cuyo mecanismo de relojería está en una caja negra inviolable y sólo podemos ver cómo se mueven las manecillas. La ciencia son las hipótesis que construimos para explicar el movimiento de las manecillas; aun cuando nuestra explicación fuera verdadera, nunca podríamos conocerlo porque el mecanismo real permanecerá siempre desconocido.

A pesar de que me encanta y fascina la metáfora de Einstein, es fácil pensar que verdades científicas caducables nunca pueden *garantizar* que exista, por detrás de ella, una verdad absoluta de la naturaleza.

Conocemos por la historia de las ciencias que las leyes del conocimiento científico simplemente funcionan, hasta que un día dejan de funcionar porque no pueden explicar un suceso o dan un resultado falso de un hecho de la naturaleza. Puede demostrarse que las teorías, aun las más amplias y abarcadoras, son falsas pero jamás que son verdaderas, porque nunca sabemos si un hecho, no considerado todavía, podría certificar su falsedad. En este aspecto se diferencian de las ideologías o creencias, que se presumen verdaderas y que por lo tanto nunca puede demostrarse su falsedad, por lo cual es irracional tratar de utilizar elementos racionales para demostrar la falsedad de una creencia.

Albert Einstein pensaba que las teorías no desaparecen para siempre, como ocurre cuando se construye un edificio nuevo en el lugar del viejo. Se parece, más bien, a las sucesivas visiones que tenemos de un paisaje cuando escalamos una montaña. Al subir más alto, la visión nueva que se tiene es más amplia y nos permite reconocer insospechadas conexiones con las visiones más reducidas observadas desde menor altura, pero el nuevo punto de vista no elimina los anteriores (decía que la teoría mecánica de Newton no resultaba eliminada por su teoría de la relatividad).

Quizás utilizando la metáfora de Einstein podemos agregar, como hace Wagensberg en "Ideas para la imaginación impura": (1) "*El paisaje es la ley natural y la vista desde la cima, su representación final. El conocimiento es una montaña sin cumbre reconocible a la que, sin embargo, nos acercamos tanto como queramos. Y la posibilidad de aproximación indefinida a algo sugiere, con fuerza irresistible, que ese algo existe. Ésa es la Ley de la Naturaleza. Es una idea parecida a la idea de Perfección: la perfección existe (porque es imaginable), pero no es perfecta (porque es inalcanzable)*".

PRINCIPIOS QUE SE DEBEN ACEPTAR PARA HACER CIENCIA

La ciencia no es la realidad, sino su conocimiento, es decir, es solamente una representación finita de un pedazo de la realidad infinita. Pero un conocimiento que, como mínimo, respeta tres principios o postulados no demostrables: el de *inteligibilidad*, el de *objetividad* y el *dialéctico*.

Principio de inteligibilidad

El científico, cuando hace ciencia, la hace porque asume como criterio de fe el hecho de que *la naturaleza puede ser entendida*, por lo tanto que el mundo es "*inteligible*". Y el mundo bien podría ser un mundo azaroso o sea ininteligible, donde dos situaciones idénticas tuvieran resultados distintos. Dada esa situación, no podría existir la ciencia, porque no podría existir una representación de una naturaleza que es azar puro. Una representación de la naturaleza se convierte en inteligible cuando una complejidad se puede comprimir, hacerla más compacta que lo representado; la capacidad de *compresión* de la naturaleza está indicando la capacidad de *compresión* que tenemos de esa naturaleza. Por ejemplo, una piedra cae por su gravedad en línea recta; la descripción de ese hecho podría establecerse con mil posiciones de dicha piedra realizada por mil observadores (por cierto, si la realidad es infinita, las observaciones deberían ser infinitas); por suerte, se pueden *reducir* sencillamente a la aplicación de las leyes, expresada en simples ecuaciones matemáticas desarrolladas por Newton, y a algunas condiciones iniciales.

La ciencia es *reduccionista*, pero conocer de antemano el resultado de la complejidad de un partido Boca-River sería imposible y no es inteligible, no hay reducción posible, el modo más compacto de dar los resultados son los propios resultados. Si en ciencia un científico no llega al resultado esperado y fracasa una y otra vez, no se excusa diciendo que el fenómeno es inexplicable al conocimiento científico o sea ininteligible, sino que debe intentarlo una vez más, porque la ciencia es la única forma de conocimiento que acepta como principio no demostrable el postulado de inteligibilidad.

Volviendo a Einstein, decía: "*Lo más incomprendible de la Naturaleza es que sea comprensible por el hombre*". (2)

Principio de objetividad

El segundo principio sería el de la *objetividad*, que indica la separación entre la mente creadora de conocimiento y la entidad objeto de conocimiento. Según Schrodinger, se trata de un principio equivalente a la *hipótesis del mundo real*, el científico se aparta del mundo, se convierte en una entidad externa y no involucrada para poder crear conocimientos universales. Trata de legitimar que el hecho de pensar no afecta el estado de lo pensado, o sea que la ciencia es

independiente de lo que le pase a los científicos. Es un postulado que puede generar muchas críticas, se puede aceptar o no, la ciencia lo asume. Se puede hacerlo más factible diciendo que se es objetivo cuando, ante varias formas de observar un objeto, se opta por aquella que menos afecta a la observación.

Principio dialéctico

El tercer criterio de demarcación de la ciencia es el principio *dialéctico*. El postulado dialéctico se utiliza cuando el conocimiento científico se expone al riesgo de ser derribado por la experiencia.

Este principio es el motor del avance científico, el llamado principio de la falsabilidad de Karl Popper o principio “dialéctico” de Jorge Wagensberg. Este último también afirma que *“El conocimiento es científico cuando tiene voluntad de serlo, es decir, cuando logra la máxima objetividad, inteligibilidad y dialéctica... por exiguos que sean tales máximos. Según esto, tan científico puede ser un mecánico de carambolas de billar como un mecánico cuántico. Según esto, un psicólogo no tiene por qué ser menos científico que un físico... (otra cosa es que renuncie explícitamente a serlo)”*. (1)

¿POR QUÉ SE ASIMILA LA BIOLOGÍA A LA FÍSICA?

Se acepta que la revolución científica comenzó en los siglos XVI y XVII, ya que desde los aportes de Galileo, Descartes y Newton se explicaron los fenómenos del mundo por causas naturales y seculares; sus dos ramas iniciales fueron la mecánica y la astronomía, que era la mecánica de los cuerpos celestes. Para Galileo, la mecánica y las explicaciones geométrico-matemáticas eran la ciencia por antonomasia y siguieron siéndolo por siglos hasta la actualidad. A pesar de los avances espectaculares de la biología con el darwinismo, la genética y la biología molecular, se siguió considerándola como una rama de la física, por lo menos reducible a la física desde el punto de vista conceptual.

Vitalismo y teleología

Es obvio que la biología, la ciencia de los seres vivos, tiene otras propiedades más allá de las que tiene la materia inanimada, y no se podía ignorarlas reduciendo al organismo, por medio de la mecánica, a una máquina como era la pretensión de Descartes. Por eso, durante más de dos siglos muchos naturalistas invocaron una fuerza invisible, como el principio de gravedad de Newton, hablando de la *vis vitalis* y se proclamaban vitalistas.

Otro principio que utilizaron algunos naturalistas era la *teleología*, la idea de que los procesos naturales parecen llevar automáticamente a un fin o a una meta determinada o definida, la cuarta causa más importante en la explicación de Aristóteles, a la que llamó *causa finalis*.

Tanto la *vis vitalis* como la *teleología* no eran en realidad principios científicos y nunca se pudieron verificar en ningún experimento y por lo tanto tam-

poco se podían refutar. Esta discusión desapareció con el desarrollo de la paleontología, la genética y la biología molecular, cuando se demostró que el programa genético y la selección natural podían explicar estos fenómenos.

Qué tiene y qué no tiene la biología de la física

Hay una “biología funcional” que es mecanicista y está representada por la fisiología de todas las actividades de los organismos vivos, que incluye todos los procesos celulares y el funcionamiento del genoma, que en última instancia se pueden explicar de forma puramente mecánica y reducir a la química y a la física, respondiendo a la pregunta más frecuente que se hace, que es “¿cómo?”; “¿cómo funcionan los receptores b1?”, “¿cómo...?”.

Pero también existe una “biología histórica”, que resulta indispensable para la explicación de todos los fenómenos del mundo vivo que impliquen la dimensión del tiempo histórico, o sea todos los aspectos de la evolución o si así se quiere llamarla biología evolutiva. Responde a la pregunta “¿por qué?”; “¿por qué se extinguieron los dinosaurios?”, “¿por qué...?”, y las respuesta no surgen de experimentos sino de la metodología de las narrativas históricas, argumentos tentativos por retroducción.

Principios de la física no trasladables a la biología

Hay principios de la física, que aunque se siguen utilizando, no son trasladables a la biología.

Esencialismo (diferentes clases): las ciencias físicas reconocen, desde las postulaciones de Platón, que la inmensa e inacabable cantidad de fenómenos de la naturaleza es sólo una apariencia, ya que consisten en realidad en una cantidad limitada de variedades naturales (llamadas *esencias*, *tipos* o *clases* según las épocas), cada una de las cuales formaba una clase y a las que pertenecían las distintas formas naturales aparentes. Todas las formas redondas de la naturaleza responden a las características fundamentales de un círculo (*esencia*, *tipo* o *clase*) y se diferencian de las características esenciales de un cuadrado y, además, entre la esencia de un círculo y un cuadrado no hay formas intermedias.

Si se utilizara el pensamiento tipológico en la biología, no podría darse cabida a la *variación*, pero desde Darwin reconocemos un *pensamiento poblacional*, pero no la existencia de tipos o esencias invariables, por ejemplo, entre las especies y aun entre las razas africanas, asiáticas o caucásicas, a menos que se tenga un pensamiento racista que no se puede apoyar en la biología, sino en una ideología.

Determinismo: el famoso astrónomo y matemático Pierre-Simon de Laplace (1812) se ufana de que si *“un intelecto que en cualquier momento dado conozca todas las fuerzas que animan a la naturaleza y las mutuas posiciones de los seres que lo comprenden, ... nada puede ser incierto, y el futuro exactamente como el pasado estaría presente ante sus ojos”*.

Como se conoce muy bien ahora, los estudios de *variación* y los fenómenos *aleatorios* (genéticos) son muy importantes en la ciencia biológica.

Reduccionismo: los físicos son “reduccionistas” porque en los objetos inanimados el problema de explicación de un sistema se resolvía tan pronto como su análisis se descomponía en sus componentes más pequeños.

En biología, las relaciones y la interacción entre las partes tienen mucha importancia y puede hacer surgir propiedades que no se encuentran en sus componentes individuales; por eso se dice que el todo es mayor que la suma de las partes.

Leyes naturales universales: en física se acepta que las explicaciones, o si se quiere, sus hipótesis, son universales y estas características se describieron, en algunos momentos históricos, como leyes universales de la naturaleza.

La biología tiene un componente histórico, alta singularidad de fenómenos, variación, azar y aleatoriedad, por lo cual para Ernst Mayr (3) la mayor parte de las teorías biológicas no se basan en leyes sino en conceptos, como los conceptos de selección, especiación, competencia, población, biodiversidad y muchos otros. Debido a que en biología la excepción no descarta, sino que, como se dice, confirma la regla, el método falsacionista de Karl Popper no puede poner a prueba las teorías biológicas refutándolas.

LA COMPLEJIDAD DE LOS SISTEMAS VIVIENTES COMPARADOS CON LOS OBJETOS INANIMADOS

Si reconocemos tres mundos según su accesibilidad a los órganos sensoriales humanos, tanto el microcosmos (mundo subatómico de partículas elementales y sus combinaciones) como el macrocosmos (mundo de dimensiones cósmicas) podrían ser sistemas con componentes relativamente simples, pero el mesocosmos (desde los átomos a las galaxias) donde habitamos los seres vivos con nuestros sistemas biológicos de macromoléculas y células es de extraordinaria complejidad, donde emergen nuevas propiedades en cada nivel de integración, por lo cual el análisis aporta casi siempre una mejor comprensión de los sistemas pero no su explicación.

Debido a su complejidad, los sistemas biológicos presentan capacidades ausentes en los sistemas inanimados, como por ejemplo la replicación, la reproducción, la regulación, el metabolismo, la adaptación, el crecimiento, la organización jerárquica y así muchos otros, propios de la ciencia biológica e inexistentes en el mundo inanimado.

El concepto biológico de evolución: como ya dijimos, el mundo inanimado consiste en clases –los tipos y esencia de Platón–; en cambio, en el concepto de *biopoblación* cada individuo es único, por lo cual el valor medio estadístico de una población es una abstracción ilusoria. (4) Si bien dos barras de cualquier metal son idénticas, no hay dos individuos idénticos

en los más de seis mil millones de seres humanos. Las poblaciones no difieren en sus esencias, sino sólo por sus promedios estadísticos, que a su vez varían en forma gradual con cada generación. Por lo tanto, el pensamiento poblacional y las poblaciones no son “leyes” de la física clásica, sino “conceptos”.

Ejemplos de conceptos en diferentes ramas de la biología son el territorio, el aislamiento geográfico, la selección sexual.

La causación dual de la biología: los procesos biológicos, en contraposición a los puramente físicos, no sólo están controlados por las así llamadas leyes naturales, sino también por *programas genéticos*. Esta dualidad demarca claramente los procesos inanimados de los vivientes. Esto se pone de manifiesto si reconocemos que no hay un solo proceso del mundo viviente que no se halle en parte controlado por un programa genético contenido en el genoma.

La selección natural: luego de la *variación* de los seres vivos producida por mutación, recombinación y efectos ambientales, en un segundo paso los fenotipos variantes se seleccionan según el concepto de *selección natural*, que es en realidad un proceso de eliminación de los menos adaptados mientras se reproducen en forma diferencial los más adaptados. El concepto de selección natural es la fuerza novedosa descubierta por Darwin que guía la evolución orgánica y es un proceso completamente desconocido en el mundo inanimado. Este proceso permite explicar el aparente “diseño” de los seres vivos, tan caro a los antiguos naturalistas que adoptaban la “teleología”, o a los teólogos que lo atribuían al diseño perfecto de Dios.

La biología evolutiva está dentro de las ciencias históricas: el origen de los seres humanos, las tendencias evolutivas, así como la extinción de los dinosaurios son, en gran medida, fenómenos singulares que no se pueden explicar por medio de leyes o de experimentos. Así que el nuevo método heurístico introducido para explicar estos fenómenos es el de las *narrativas históricas*. Como en todo método científico, se construye una narrativa histórica conjetural, la cual es posteriormente puesta a prueba en forma exhaustiva en cuanto a su valor explicativo, utilizando los otros sucesos fácticos observados.

Si bien la observación desempeña un papel importante, tanto en las ciencias físicas como en las biológicas, y el experimento es el método más utilizado en la ciencia física y también en una rama de la biología que es la biología funcional, la narrativa histórica y la comparación de diversos hechos constituye la metodología más importante de la biología evolutiva y también de ciertas ciencias físicas como la geología y la cosmología.

El pensamiento holístico versus el reduccionista: el rechazo del reduccionismo en biología no constituye un ataque al análisis, ya que ningún sistema complejo, como es el sistema viviente, puede comprenderse si no es por medio de un análisis riguroso

de sus partes más pequeñas. Pero si en física esto puede explicar todo el sistema, en biología hay tantas interacciones entre las partes que el conocimiento completo de las partes más pequeñas brinda sólo una explicación parcial.

Nada es tan característico del sistema biológico como las interacciones y el modo en que las unidades más pequeñas se organizan en unidades mayores resulta de importancia crucial para las propiedades particulares de esas unidades mayores. Así, se generan nuevas propiedades entre las interacciones de los genes con el genoma, del genoma con las células, de las células con los tejidos, de los tejidos con los órganos, de los órganos con el organismo, del organismo con el medio ambiente inanimado y otros organismos, con el ecosistema o el grupo social.

Todos estos aspectos habían sido descuidados por el reduccionismo.

CONCLUSIONES

Hemos tratado de demostrar que la biología, una de las ciencias que utiliza un médico para su oficio, es una ciencia autónoma basada primordialmente en las características peculiares del mundo viviente, y no reducible a las ciencias físicas.

Esto sucede con la biología porque lo que cuenta en el estudio de un sistema complejo es su organización, y si bien el análisis permite ciertas explicaciones, cuando se desciende a niveles más bajos puede suceder que se disminuya el poder explicativo del análisis precedente.

Esto sucede hasta en los sistemas inanimados, como ya señaló hace muchos años Thomas Huxley: fragmentar, o sea analizar, el agua en sus componentes del *gas* hidrógeno y del *gas* oxígeno no explica la propiedad emergente de la "*acuosidad*" del agua cuando se combinan. Otro ejemplo sencillo en el

mundo inanimado de emergencia de nuevas propiedades es el "martillo" cuando se combinan interactuando la "cabeza" y el "mango"; esas nuevas propiedades hacen que con un martillo podamos clavar, cosa imposible con el mango o la cabeza aislados. Conocer hasta el nivel molecular si el mango es de madera o de plástico no permite conocer qué propiedades "emergen" de un martillo cuando se juntan. Este agregado de la interacción es lo que *constituye* la propiedad crucial de cualquier sistema emergente, desde el nivel de las partículas elementales hasta los superiores.

Además, los sistemas biológicos almacenan la información adquirida históricamente en sus genes, por lo cual la moderna "bioarqueología" puede decirnos que todos los americanos originarios descienden de 10 a 20 valientes ancestros directos que se animaron a cruzar el estrecho de Bering, o que todos los europeos descenderían solamente de siete mujeres (las siete hijas de Eva).

Es fascinante para nosotros, médicos prácticos, reconocer que en los sistemas biológicos complejos a menudo emergen propiedades que no pueden ser predichas con el conocimiento de los componentes de esos sistemas.

Hernán C. Doval

BIBLIOGRAFÍA

1. Wagensberg Jorge. Ideas para la imaginación impura. Tusquets, 1998.
2. Pérez Tamayo Ruy. El concepto de enfermedad. Su evolución a través de la historia. T I, Cap II Fondo de Cultura Económica, 1988.
3. Mayr E. Por qué es única la biología. Consideraciones sobre la autonomía de una disciplina científica. Katz Editores, 2006.
4. Doval HC. La "distribución normal" de Gauss y el "hombre tipo" de Quetelet. Rev Argent Cardiol 2004;72:239-41.