

Problemas conceptuales del vocabulario biológico. Su posible solución

Mercedes UNAMUNO ADARRAGA
Universidad Complutense de Madrid

Resumen

En la enseñanza de la Biología —como en cualquier Ciencia— es esencial la precisión en el lenguaje y la utilización correcta de su terminología específica, lo que podría expresarse como la relación biunívoca término-concepto.

Los libros de texto, muchas veces, no cumplen ese requisito, originándose, en consecuencia, graves problemas conceptuales. En algunos casos se utilizan términos claramente disparatados, confirmados —rutinariamente— por el uso. En otros se trata de la ambigüedad lenguaje común-lenguaje científico. Y en otros puede deberse a la propia dificultad conceptual de la Ciencia, que no siempre se aviene perfectamente con el modelo terminológico. En todos los casos, las posibles soluciones siempre tienen relación con una más sólida formación científica.

PALABRAS CLAVE: Vocabulario biológico. Lenguaje científico. Lenguaje común. Enseñanza primaria. Enseñanza secundaria. Modelo. Función biológica. Morfología. Anatomía. Fisiología.

Abstract

In the teaching of Biology —as in any other Science— precision in language and a correct use of specific terminology is essential, which could be expressed as the reciprocal relationship term-concept.

The books don't often comply with this requisite, causing great conceptual problems. In some cases the terms used are clearly nonsensical, corroborated

—as a matter of course. In other cases it's a question of ambiguity between common language and scientific language. And in other cases it can be owing to the own conceptual difficulty of Science, which not always comes terms with the terminological model. In all cases, possible solutions are always related to a higher scientific formation.

KEY WORDS: Biologic vocabulary. Scientific language. Common language. Primary education. Secondary education. Model. Biologic funtion. Morphology. Anatomy. Physiology.

I. Introducción

Es un hecho incontrovertible que ninguna Ciencia puede expresar sus ideas y avanzar y profundizar en ellas sin un lenguaje propio. Cada concepto exige su término y es absolutamente imposible pensar sin palabras.

En el modelo ideal de vocabulario científico, cada vocablo debe expresar un único concepto. La relación término-concepto debe ser biunívoca.

Un segundo requisito del vocabulario científico es, por supuesto, la universalidad. Si se pretende una comunicación entre toda la comunidad científica el lenguaje deberá ser único e internacional.

Las dos condiciones anteriores las cumple el lenguaje científico más evolucionado que es el simbólico y exclusivo de una Ciencia: signos matemáticos, símbolos químicos, etc.

Y también se cumple en el caso de aquellas palabras que se han «inventado» para designar un concepto nuevo. Son neologismos —en general derivados del latín y el griego, lo que les proporciona universalidad— que pretenden designar el nuevo concepto. Ejemplos de estos términos en Biología, podrían ser «proteína», «sinapsis», «enzima», «recesivo».

Estos neologismos, además de las condiciones de inequívocidad y universalidad, añaden un tercer aspecto muy positivo: su significado etimológico les dota de un claro contenido informativo. Así, por ejemplo, la palabra «recesivo» introducida en el lenguaje biológico por Mendel indica el receso —descanso— que se produce en una generación, con respecto a un carácter hereditario, apareciendo de nuevo en la generación siguiente.

Estas condiciones ideales no se dan siempre. En la génesis del lenguaje científico —en la génesis de la Ciencia— no siempre ocurre el nacimiento de un concepto nuevo para el que se introduce un término nuevo. Muchas veces se reinterpreta o se precisa una idea del conocimiento común. En este caso se utilizan palabras ya existentes, aunque ahora su significado sea más restringido o incluso diferente.

Se plantea, entonces, una ambigüedad lenguaje científico-lenguaje común que genera importantes problemas en el conocimiento.

Pero éste, el de la ambigüedad, no es el único problema. Aún en el caso de términos exclusivos introducidos en el vocabulario científico para expresar una idea nueva, al evolucionar ésta, al modificarse, el término va perdiendo su vigencia expresiva, pudiendo quedar vacío de contenido, o, por el contrario, tan lleno de él que se haga igualmente inútil. Las ideas científicas están dotadas de vitalidad (*nacen, se desarrollan, evolucionan, a veces mueren*). La Ciencia es dinámica, los términos son estáticos.

Si esto es así para el lenguaje de la Ciencia, los problemas se amplifican al utilizarlo en la enseñanza, ya que en ésta se subraya el carácter de modelo de los vocablos científicos. Al intentar conseguir una absoluta precisión en el lenguaje es necesario, muchas veces, una excesiva simplificación. El vocabulario científico en la enseñanza hay que tomarlo como un modelo, con todas sus ventajas y, ciertamente, sus inconvenientes.

Para una claridad conceptual se impone la simplificación de la realidad, con sus modelos terminológicos. Puede parecer que así se pierde la parte más rica y creativa de la Ciencia, la que no puede expresarse sólo con términos inequívocos, sino la que plantea problemas, puntos oscuros, con multitud de posibles interpretaciones e incluso ambigüedades.

Pero en la enseñanza es preciso respetar estos niveles. Primero una claridad conceptual de las ideas fundamentales con la precisión lingüística de un vocabulario inequívoco. Sólo una vez conseguido ese esqueleto, ese andamiaje claro y preciso, puede pasarse a un segundo nivel, a una posterior reflexión sobre el modelo, introduciendo matizaciones, reinterpretaciones e incluso correcciones, si fueran necesarias.

Desgraciadamente para la enseñanza de la Biología, en los textos escolares no suele tenerse este exquisito cuidado. Muy al contrario, muchas veces se utilizan términos científicos sin precisión ninguna, se dan como sinónimos términos que no lo son, se emplea el vocabulario con una ambigüedad total y, en algunos casos, se emplean vocablos que pueden generar gran cantidad de errores de concepto.

II. Algunos ejemplos de términos problemáticos utilizados frecuentemente en libros de Biología

1. Palabras o expresiones que dan lugar a graves errores conceptuales.
 - a) **invertebrado**
 - b) **sangre arterial y sangre venosa**

2. Confusión entre dos términos con significado distinto, que se usan como sinónimos.
 - a) **desecho. excremento**
 - b) **adaptación. respuesta**
3. Términos ambigüos en cuanto a su significado etimológico y su significado científico. **Anfibio**
4. Términos problemáticos por encerrar una ambigüedad intrínseca-biológica. **Huevo-Óvulo.**
5. Convivencia de dos términos —con el mismo significado— siendo uno, antiguo, parcialmente inexacto y superado por el moderno, más adecuado. **Herencia-Genética.**
6. Términos en los que, al evolucionar los conceptos, se han ido introduciendo modificaciones a su significado, utilizándose tanto para aspectos parciales como para el fundamental. **Respiración.**
7. Términos que, también por evolución de la Ciencia, se han ido rellenando de tanto significado que resultan inservibles por su vaguedad. **Nutrición.**

1. *Palabras o expresiones que dan lugar a graves errores conceptuales*

a) **Invertebrados**

Vertebrado designa un concepto taxonómico. Se trata de un taxón amplio (subtipo o subphillum del tipo cordados), que reúne una serie de grupos, mamíferos, aves, reptiles, etc., del mismo nivel taxonómico, nivel de clase. Cada una de estas clases reúne grupos de un taxón de nivel inferior: el de orden. Y este, a su vez reúne familias que comprenden géneros, para llegar, por último, al taxón más restringido: el de especie. Así el concepto «vertebrado» no solo es descriptivo, reuniendo todos los animales con una serie de caracteres comunes (esqueleto formado por columna vertebral y cráneo y que encierra el sistema nervioso, aparato respiratorio dependiente de la faringe, etc.); lleva también, implícito, un mayor y más profundo contenido informativo: la interpretación de que las clases que lo constituyen tienen entre sí un parentesco, unas rela-

ciones evolutivas. Es decir, subyacen en el concepto «vertebrados» una serie de hipótesis filogenéticas.

Introducir el término «invertebrado» parece suponer, siguiendo las reglas del juego del lenguaje científico, la introducción de otro concepto. Pero esto no es así; no existe categoría taxonómica que se corresponda con la palabra «invertebrado».

En primer lugar aceptarlo significaría hacer una clasificación atendiendo a un solo carácter —presencia o no de vértebras— lo que no implica homogeneidad alguna en uno de los grupos resultantes: el de los animales sin vértebras. El supuesto concepto de «invertebrado» no encierra información alguna. **Simplemente excluye de su grupo a todos los vertebrados.**

Existe un cuerpo de doctrina en la Biología y no puede partirse de cero al hacer una clasificación de animales. La sistemática actual es una sistemática teórica, apoyada en la teoría de la evolución. La sistemática biológica no solamente organiza y ordena el mundo viviente, sino que con ello organiza un haz de conceptos.

La ordenación de los seres vivos (para el caso que nos ocupa, la ordenación de los animales) se realiza agrupando de abajo arriba taxones cada vez más amplios. La unidad de clasificación en el mundo vivo es la especie. Es el concepto taxonómico de menor abstracción, el más cercano a la realidad. Las especies más próximas (muy semejantes) se agrupan en géneros, estos en familias, estas en órdenes, los órdenes en clases, y las clases en tipos. Y así, por ejemplo desde la especie gato —*Felis catus*—, género *Felis*, familia Felidos, orden Carnívoros, llegamos a la clase Mamíferos. E igualmente se llega a la clase Mamíferos desde la especie hombre—género *Homo*, familia Hominidos orden Primates. La clase Mamíferos junto con las otras clases con las que comparte una gran cantidad de caracteres comunes —Aves, Reptiles, Anfibios, Peces— constituye el subtipo de los vertebrados.

Si ahora a partir de la especie mosca doméstica se opera de la misma manera llegaríamos a la clase Insectos con claras analogías con las clases Crustáceos, Arácnidos, etc.; quedando todas ellas agrupadas en el tipo Artrópodos. De igual manera y a partir de la estrella de mar llegaríamos al tipo Equinodermos y desde la almeja al tipo Moluscos.

Las relaciones de parentesco —de parecido— que pueden encontrarse entre el tipo Artrópodos y el tipo Molusco y el tipo Equinodermos no son en absoluto mayores que las de cualquiera de estos tipos con los Vertebrados.

(Hay que hacer constar que la incoherencia se acentúa aún más si se tiene en cuenta que Vertebrados no es un tipo, sino un subtipo, el tipo es Cordados).

Entonces ¿qué función cumple la palabra **invertebrado**, bien en la Ciencia, bien en la Enseñanza? En la primera es obvio que no cumple ninguna y es sorprendente que se perpetúe de una forma rutinaria.

La rutina puede llegar hasta la incoherencia que se observa en muchos libros de Zoología, en los que se contemplan con rigor los criterios de clasificación y en los que, al mencionar las distintos tipos de Animales, no aparecen, naturalmente, los «invertebrados». Y, sin embargo, aparece esta palabra cuando se habla de animales, en general.

En la Enseñanza habrá, quizás, quien abogue por ella para unos determinados niveles justificando que alumnos pequeños no les interesan más animales que los Vertebrados. Pero, aparte de que esto no es así (los insectos le son al niño más familiares que muchos vertebrados), aunque sólo se estudiaran en la Escuela los Vertebrados, no existe ninguna razón para poner una etiqueta común al resto de los animales.

Y ocurre que así como todo término científico va rellenándose de contenido a medida que se profundiza en él, un término incorrecto es una fuente de errores conceptuales.

Si se dividen todos los animales en dos grupos el error implícito más inmediato es que hay el mismo nivel de homogeneidad entre los vertebrados que en el resto de todos los animales.

La división Vertebrados-Invertebrados es claramente antropocéntrica. Y la interpretación casi inmediata es que los «invertebrados» se encuentran en el orden jerárquico de la taxonomía por debajo de los vertebrados. De ahí se llega a otro error: la concepción de una evolución en línea recta, desde los «invertebrados» más sencillos a los Vertebrados.

Y ahondando en esa interpretación —subyaciendo a ella— se llega a una teleología de la evolución, es decir, a introducir interpretaciones extracientíficas en la Ciencia.

Por otra parte, con esta errónea clasificación se pierde una oportunidad preciosa para la enseñanza: la de utilizar uno de los procesos de la Ciencia más asequibles en la Escuela: el de la clasificación.

En el caso concreto que nos ocupa, la sistemática biológica, es la forma más simple de analizar y sintetizar el mundo vivo. Para el no especialista el objetivo que ha de perseguirse en el estudio de la Biología no es conocer los detalles sino comprender el conjunto de los seres vivos, interpretar sus semejanzas y diferencias. Al clasificar todo el conjunto de los animales primero se discrimina entre ellos, se analiza. Después se agrupan en subconjuntos cada vez más amplios, se sintetiza.

En la clasificación biológica se sigue el método de las Ciencias Experimentales: partiendo de la entidad menor, la especie, se van haciendo grupos

taxonómicos de mayor jerarquía. Se procede por inducción de lo particular a lo general. Pero una vez establecido el orden jerárquico, una vez ordenado todo el conjunto, puede pasarse al método deductivo. Una vez definidos — como consecuencia del proceso de ordenación previa — los caracteres de los vertebrados, puede deducirse que la rana o el pato o el hombre son vertebrados.

Toda esta riqueza de posibilidades, aquí solo esbozada, toda esta coherencia, queda rota sólo por la introducción de un término inadecuado.

- b) «**Sangre arterial**» y «**Sangre venosa**», utilizadas como sinónimos de sangre oxigenada y sangre pobre en oxígeno, respectivamente

Llamar sangre arterial a la sangre oxigenada supone para cualquiera que siga esta expresión una identificación entre este tipo de sangre y las arterias, de la misma manera que se identificará sangre venosa con las venas. Pero esto no es así. La sangre oxigenada que sale del corazón hacia todos los órganos del cuerpo circula, efectivamente, por las arterias, así como la sangre pobre en oxígeno procedente de los tejidos vuelve al corazón por las venas.

Pero la sangre oxigenada, que desde los pulmones llega al corazón, lo hace por las venas pulmonares; la sangre pobre en oxígeno va desde el corazón a los pulmones por las arterias pulmonares.

Este galimatías lingüístico hace que los estudiantes aprendan de memoria esta jerga o simplemente pasen de ella.

La primera solución a este problema (problema que no debería existir si esos términos inadecuados no se emplearan, pero problema que hoy por hoy existe, puesto que se emplean) es definir claramente qué son arterias y qué son venas.

Las arterias son los vasos por donde la sangre sale del corazón. Las venas son los vasos por donde la sangre vuelve al corazón. Podría decirse que por las arterias tiene lugar la circulación de ida y por las venas la circulación de vuelta. La razón de que exista un nombre distinto para unos y otros vasos es porque anatómicamente son distintos. Las arterias, por las que la sangre circula a una presión más elevada, tienen paredes más gruesas y mayor cantidad de fibras elásticas que las venas. En estas existen válvulas que impiden el flujo en dirección contraria del corazón (válvulas que las arterias con su alta presión no necesitan).

Existe, pues, una adecuación entre el término y el concepto. Son dos tipos de vasos y por ello reciben nombres distintos. Existen diferencias anatómicas, puesto que las hay fisiológicas. Subrayar estos aspectos, además de afianzar en los alumnos la relación que existe entre las estructuras y las funciones (la cohe-

rencia de los seres vivos) sirve para aclarar la razón de que pueda ir sangre rica en oxígeno o pobre en él por arterias o venas indistintamente.

Los problemas planteados en los vasos circulatorios y que resuelven de distinta manera arterias y venas son problemas físicos, en nada influyen las diferencias de la composición química de la sangre.

Los nombres de venosa y arterial aplicados a la sangre originan además confusiones más profundas. Al dividir la sangre, por su composición, en dos tipos: arterial y venosa, se está subrayando una diferencia de la sangre en cuanto a la riqueza mayor o menor de oxígeno. De esta manera implícita parece decirse que la sangre sólo tiene esta función: repartir el oxígeno. De ahí los dos tipos de sangre. La carga «ideológica» de estos nombres (de idea científica, por supuesto) ha sido siempre tan grande que ha llevado a veces a llamar sangre pura o sangre buena a la sangre rica en oxígeno, y sangre mala o impura a la pobre en oxígeno. Pero podría decirse que no existe diferencia —en cuanto a la idea— entre esos nombres y los de arterial y venosa que resultan meros eufemismos de aquéllos.

Ciertamente la función respiratoria de la sangre es esencial en el organismo, pero la concepción derivada del empleo de esos términos parece ignorar el resto de las funciones sanguíneas, esenciales también. Y así para luchar contra la simplificación impuesta por esa terminología hay que recordar que la sangre que vuelve al corazón procedente de los riñones por las venas renales —que desembocan en las venas cavas— viene limpia de urea y otras sustancias de desecho y que la sangre que por las arterias lleva oxígeno a todas las células lleva también glucosa, aminoácidos y todos los nutrientes que las células necesitan y que esos compuestos no solo los lleva la sangre que parte del corazón sino que previamente ha llegado al corazón por la mal llamada sangre «venosa», procedente del hígado, que, a su vez, lo ha recibido del intestino.

Eliminar, pues, esos nombres de sangre venosa y arterial no sólo aclararía lo que son arterias y lo que son venas y las razones de las diferencias estructurales entre los dos tipos de vasos, en relación con la diferencia funcional (alta presión sanguínea a la salida del corazón, baja a la salida de los órganos), sino que evitaría la peligrosísima y errónea simplificación de subrayar una sola de entre toda la riqueza de funciones de la sangre.

2. *Términos que, teniendo un significado distinto, se usan como sinónimos*

a) Desecho-Excremento

El Diccionario de la Academia define desecho como «lo que sobra después de haber escogido lo mejor y más útil de cada cosa».

El concepto biológico de desecho coincide claramente con el concepto ordinario: es un sobrante. Por eso hay sustancias de desecho que no lo son «per se» sino en función de su concentración. Y así no solo es un desecho la urea o el dióxido de carbono, sino el azúcar cuando, al no poderlo regular, se encuentra en exceso en la sangre.

Sin embargo, aunque los desechos biológicos son «sobrantes», no todos los sobrantes del cuerpo son desechos. Sólo son desechos en el lenguaje biológico aquellas sustancias que alteran la estabilidad del medio interno. Los desechos que hay que eliminar —procedentes de las células— se encuentran, pues, en la sangre.

Así es un error y error frecuente llamar desecho a las heces fecales. Las heces fecales son sobrantes, pero no de nuestro medio interno sino de los alimentos ingeridos. El sistema digestivo puede considerarse como un canal —un tubo muscular que va de la boca al ano— que en cierto modo, está aislado de nuestro verdadero medio interno. Sólo una vez realizada la digestión, las sustancias que se absorben pasan a la linfa y a la sangre y sólo entonces estas sustancias forman parte de la economía del organismo.

Precisamente la comprensión de que el sistema digestivo es un intermediario entre el exterior y el verdadero medio interno, ayuda a entender el hecho de que no se produzcan problemas de inmunidad ni de rechazo cuando se comen proteínas extrañas (carne de vaca, de cerdo, etc.) mientras estas mismas proteínas inyectadas en la sangre producen inmunidad y un órgano ajeno injertado provoca rechazo. Las proteínas inyectadas ingresan en la sangre, nuestro medio interno, las proteínas que comemos no llegan como tales a la sangre. Lo que ingresa en la sangre son los aminoácidos sencillos, a que aquellas han dado lugar por digestión.

En este ejemplo puede verse claramente el valor de modelo que pueden tener los términos científicos, la dualidad desecho-excremento se corresponden con la dualidad medio interno (sangre), medio externo (s. digestivo) para ese sencillo modelo conceptual de animal.

En todo lo anterior hay una evidente y extrema simplificación. Por el recto se eliminan también algunos desechos vertidos por el hígado al intestino: pigmentos biliares, toxinas... Pero esto no invalida el modelo, sino que lo matiza. El hecho de que el hígado elimine desechos —consecuencia de nuestra actividad biológica— al intestino, es un recurso para que estas sustancias tóxicas no pasen a la sangre —nuestro medio interno— sino a ese conducto «externo» que se encargará de eliminar estos desechos al exterior juntamente con los excrementos —las heces fecales— desperdicio de los alimentos.

b) Adaptación-Respuesta

Hay que hacer constar, en primer lugar, que estas dos palabras —además de la posible confusión recíproca— entrañan una cierta dosis de ambigüedad al no ser exclusivas del vocabulario biológico sino que se comparten con el lenguaje común.

En el lenguaje de la Biología el término adaptación implica conceptos genéticos, y así los rasgos adaptativos —sean morfológicos, fisiológicos, bioquímicos o de comportamiento— son rasgos heredados y, por tanto, se ostentan aunque los individuos de la especie en cuestión nazcan o vivan en un medio que no sea el suyo propio. Y así son ejemplos morfológicos de adaptación al salto, las patas traseras largas de las ranas, conejos, saltamontes o canguros y de adaptación fisiológica a medios secos, la excreción de uratos en insectos, aves y reptiles.

El término respuesta se refiere a una reacción ante un estímulo, ante un cambio ambiental. Ejemplos de respuestas son los reflejos (erizarse el pelo ante las bajas temperaturas, cambios del diámetro pupilar al cambiar la intensidad luminosa, etc.).

Las respuestas nerviosas, reversibles, son claramente distinguibles del concepto de adaptación.

Pero incluso en las respuestas no reversibles como puedan ser los tropismos de las plantas o las respuestas morfogenéticas de los animales, está claro que afectan al individuo concreto —no a la especie— y son reacciones a un estímulo.

Puede decirse que la adaptación es genética y concierne a la especie y la respuesta es estimular y concierne al individuo.

Una manera de delimitar claramente estos dos conceptos es considerar la adaptación y la respuesta hacia un mismo factor ambiental.

Una adaptación de los animales —y el hombre— a un medio de fuerte insolación puede ser la intensa pigmentación, en contraste con la escasa o nula de los animales de medios afóticos o con poca luz. En el primer caso la pigmentación depende del exceso de radiación UV dañina para el organismo. En el 2.º, por el contrario la falta de pigmentación permite aprovechar al máximo la radiación que en esas dosis no ocasiona problemas y, en cambio, permite transformar la provitamina D de la piel en vitamina D.

Los individuos pertenecientes a una especie o grupo adaptado a este medio de fuerte intensidad luminosa siguen teniendo la piel igualmente oscura aunque se trasladen a vivir a regiones geográficas de baja insolación.

Una respuesta es, en cambio «ponerse moreno» cuando se reciben dosis solares (de radiación UV) intensas, volviéndose a la pigmentación inicial al desaparecer el estímulo.

La interpretación de esta respuesta es básicamente la misma que en el caso de la adaptación: la protección que la melanina proporciona ante la excesiva y dañina radiación UV.

El primer caso —adaptación— es genético. El segundo —respuesta— es estimular e individual. De la misma manera podrían establecerse otra serie de paralelismos entre adaptación y respuesta. Una adaptación puede ser la abundancia de pelo en mamíferos de zonas frías que permiten mantener una considerable capa de aire aislante y una respuesta, con el mismo efecto, erizarse el pelo cuando la temperatura baja. También pueden interpretarse como adaptación a las bajas temperaturas las formas sin salientes de mamíferos de zonas frías comparadas con los de las zonas cálidas (zorro ártico de orejas muy cortas y zorro del desierto de grandes orejas, o liebre ártica y liebre del desierto con semejantes características). Adaptación que puede compararse con la respuesta de los mamíferos (y del hombre) de encogerse, hacerse un ovillo cuando la temperatura descende. El efecto es, claramente, el mismo en ambos casos: reducir la superficie de contacto con el exterior y, en consecuencia, la pérdida de calor por conducción.

Teniendo en cuenta la claridad conceptual de ambos modelos sorprende la permanencia de su confusión en los libros de texto. Y así son frecuentes expresiones como «los animales se adaptan a su ambiente» que lleva implícita la idea de proceso a lo largo del desarrollo individual, que no existiría si se dijera «los animales están adaptados a su ambiente». Esta concepción de adaptación a posteriori a nivel individual es uno de los errores más frecuentes en los alumnos. Y no es extraño ese error si se tiene en cuenta la ambigua definición que se da en muchos textos de adaptación como «proceso por el que el ser vivo se acomoda al ambiente y a los cambios de éste».

Naturalmente que la adaptación —como todo concepto biológico— es un concepto dinámico. La adaptación es el final de un proceso, pero este proceso se refiere a la historia evolutiva de la especie. En el caso de la respuesta, la dinámica se refiere al individuo.

Quizá sea innecesario volver a insistir en que se están considerando modelos. Por supuesto que la capacidad de responder implica estructuras heredadas que pueden tener mucho de adaptativas. Y que puede haber casos no tan simples ni claros como los expuestos. Pero estas peculiaridades son inherentes a su, tantas veces repetida, condición de modelo.

3. *Términos ambiguos en cuanto a su significado etimológico y su significado científico. Anfibio*

Ciertamente la ambigüedad que presenta este término entre su significado etimológico y su significado taxonómico no origina problemas de conceptos

tan importantes como en los casos anteriores. Sin embargo, representa un claro ejemplo de inadecuación terminológica. Por otra parte, un ideal didáctico es desterrar todos los posibles errores de concepto por simples que puedan parecer.

El concepto taxonómico de Anfibio se refiere a una clase de Vertebrados que se supone descendiente de peces óseos pulmonares y que dio lugar, a su vez, a la clase Reptiles. En esa situación filogenética, el grupo entero —la clase— tiene caracteres de animales acuáticos al lado de otros claramente adaptativos al ambiente terrestre. Desde este punto de vista podría parecer adecuado el nombre. Pero si se tiene en cuenta que esta coexistencia de caracteres acuáticos y terrestres no es exclusiva de esta clase de animales, la falta de adecuación ya es manifiesta. Existen otros animales que viven en tierra sin estar totalmente adaptados al ambiente terrestre y presentan, también, caracteres para ambos medios de vida. Ejemplos de estos animales pueden ser la lombriz de tierra o el caracol terrestre.

Pero, aún restringiéndonos sólo al ámbito de los Vertebrados, los Reptiles, Aves y Mamíferos que representan modelos de animales terrestres, tienen representantes que se han adaptado secundariamente al medio acuático y no sólo hacen vida anfibia sino que tienen claras adaptaciones a ese tipo de vida (ojos y fosas nasales en posición totalmente dorsal en la cabeza o aletas interdigitales en las patas, etc.).

Puede decirse, desde este punto de vista, que el cocodrilo es un animal anfibio, aunque taxonómicamente sea un Reptil y que el pingüino o el ornitorrinco lo son también, aunque desde el punto de vista taxonómico sean Ave y Mamífero, respectivamente. En este caso la posible solución sería sencilla: la palabra **Anfibio** seguiría usándose en su sentido etimológico para todos aquellos animales que hacen ese tipo de doble vida —y que presentan, entre ellos, claros aspectos de convergencia adaptativa— y se sustituiría, en cambio, para el concepto taxonómico, por la palabra **Batracio**, cada vez más en desuso, con que también se designa la clase **Anfibio**. Batracio es una palabra que hace referencia, etimológicamente, a rana y no presenta ambigüedad ni problema alguno.

4. *Términos problemáticos por encerrar una ambigüedad intrínseca* —biológica—. **Huevo-Óvulo**

He aquí un claro ejemplo de que el ideal de relación biunívoca término — concepto no puede cumplirse siempre.

La ambigüedad existente entre estos dos términos es una ambigüedad intrínseca, profunda y compleja, como es complejo el mundo biológico.

En el modelo, el óvulo designa el gameto femenino, una célula que contiene la mitad de cromosomas de la especie de que se trate y que al fusionarse con el gameto masculino —que aporta la otra mitad de cromosomas— originará el huevo o cigoto con el número de cromosomas que tendrán ya todas las células del individuo. El huevo tiene, según esto, el doble número de cromosomas que los gametos, el mismo número que tendrán todas las células de los individuos, que de él se derivan. Se dice que los gametos son haploides; tienen n cromosomas. El huevo —y el individuo entero— es diploide: posee $2n$ cromosomas.

Pero el modelo no se cumple siempre. Ocurre, a veces, que el óvulo, haploide, puede originar un individuo nuevo, sin unirse al gameto masculino (sin fecundación). En este caso —partenogénesis— la distinción entre óvulo y huevo no tiene justificación. Es un óvulo, un gameto con n cromosomas, haploide. Pero es también un huevo, puesto que da origen a un individuo completo. Es pues un huevo haploide. También será haploide el individuo que se origina del mismo. Las abejas, por ejemplo, presentan el fenómeno de la partenogénesis. La reina pone dos clases de huevos: unos fecundados, diploides, que originan hembras y otros haploides, sin fecundar —óvulos— que originan machos. No sería lógico no hablar de huevos en los dos casos, originándose individuos completos —sean hembras o machos— tanto del modelo ortodoxo de huevo —el fecundado y diploide— como de uno que teóricamente sería el óvulo —sin fecundar y haploide—.

La ambigüedad intrínseca óvulo-huevo haploide no presenta problema de vocabulario que haya que resolver. Pero es un bonito ejemplo de que las estrategias del mundo vivo ofrecen peculiaridades y complejidades que escapan de los modelos, implicando naturalmente a los modelos terminológicos. El caso de la duplicidad óvulo-huevo en las abejas (óvulo o huevo no fecundado haploide que da lugar a machos haploides, huevo fecundado diploide que da lugar a hembras diploides) puede interpretarse como una estrategia para escapar a la proporción 50% de machos, 50% de hembras que se origina en las especies animales, normalmente diploides. Un 50% de machos en la sociedad de abejas resultaría un despilfarro, dada su función, únicamente, reproductora.

5. *Convivencia de dos términos —con el mismo significado— siendo uno, antiguo, parcialmente inexacto y superado por el moderno, más adecuado.*

Herencia-Genética

En los textos escolares es frecuente la coexistencia de estos dos términos, cuando sería deseable que el 2.º —Genética— con mayor contenido, despla-

zará al primero, evitando el confusionismo que puede producir dicha coexistencia.

La expresión «herencia biológica» ha tenido vigencia en la Ciencia durante mucho tiempo, incluso antes de Mendel, pero especialmente a partir de él y hasta los profundos descubrimientos de este siglo en Genética molecular.

Cuando Mendel, a consecuencia de sus perfectas experiencias, obtuvo los resultados que supusieron el nacimiento de la Ciencia de la Genética, era totalmente adecuado hablar de herencia biológica. En aquel momento no sólo no se conocía el material genético sino ni siquiera su localización en la célula.

Las experiencias mendelianas, considerando al ser vivo como una caja negra, tienen como objetivo «averiguar las leyes que rigen la transmisión de caracteres de generación en generación», como Mendel dice explícitamente.

En el estado actual del conocimiento interesa, además, la naturaleza del material hereditario que permite explicar su capacidad para encerrar una información y transmitirla. Es decir, la Genética actual se concibe en términos de programa, en el que efectivamente existe un mensaje que puede transmitirse de generación en generación, pero, independientemente de ello el mensaje se está traduciendo constantemente en el propio individuo y ejecutando sus instrucciones (la traducción tiene lugar del gen a las proteínas, la ejecución por medio de estas).

El concepto de programa es, pues, mucho más profundo que el de «herencia biológica». En primer lugar se refiere a la posibilidad de encerrar en los genes una información específica e individual. En segundo lugar implica la traducción de ese mensaje a las proteínas y su ejecución. Sólo en tercer lugar este mensaje puede también pasar a la generación siguiente, en la reproducción.

La Genética explica las razones por las que conservamos nuestras características biológicas, después de haberse renovado toda la materia de nuestro cuerpo.

Genética, pues, no es sinónimo de «herencia biológica», que sólo representa un aspecto parcial de la misma.

6. *Términos en los que, al evolucionar los conceptos, se han ido introduciendo modificaciones a su significado, utilizándose tanto para aspectos parciales como para el fundamental.*

Respiración

La respiración es una función biológica por la que se libera la energía de determinadas sustancias endoenergéticas —la glucosa, fundamentalmente—

energía que la célula utiliza para todas sus actividades. Los nutrientes son la *fuerza de energía que la respiración hace utilizable*.

La inmensa mayoría de los organismos actuales utilizan oxígeno atmosférico en este proceso. Algunos seres vivos no sólo no utilizan ese oxígeno, sino que para ellos puede ser mortal. Y existe un tercer grupo que utiliza el oxígeno cuando puede disponer de él, pero también puede vivir en su ausencia. Ejemplo del segundo grupo es la bacteria de la gangrena, ejemplo del tercer grupo son las levaduras: en presencia de oxígeno oxidan la glucosa hasta dióxido de carbono y agua; en su ausencia «fermentan» la glucosa produciendo como desecho alcohol etílico.

La función, en cualquier caso, es la misma: liberar de los nutrientes la energía que la célula necesita. Debería pues, llamarse respiración tanto a la oxibiótica —que utiliza el oxígeno del aire— como a la que tiene lugar sin oxígeno, la fermentación, que sería conveniente calificarla de respiración anoxibiótica.

La ventaja de esta denominación común sería la de subrayar el significado de la función biológica, la misma en ambos casos.

Existe todavía un segundo problema relacionado con el término **Respiración**. Corrientemente en los textos escolares se utiliza este término como sinónimo de intercambio gaseoso (adquisición de oxígeno y expulsión de dióxido de carbono) siendo, muchas veces, ésta la única acepción que se contempla. Es evidente que «tomar oxígeno» no representa ninguna función biológica, no se corresponde con ninguna ventaja que el organismo pueda obtener. Está claro que es una fase previa a la función respiratoria, que tiene lugar en las células. La adquisición de oxígeno del medio externo y el transporte de este oxígeno por el medio interno, son necesarios para que ese oxígeno llegue a las células y es allí donde se utiliza.

Ésta definición de respiración como toma de oxígeno del exterior se repite tanto en los textos escolares que, en general, es la idea que se encuentra en los estudiantes, a pesar de su clara carencia de significado biológico.

Ciertamente existen zoólogos que emplean la expresión «movimientos ventilatorios» para los movimientos por los que entra el aire en los sistemas respiratorios de los animales, en lugar de llamarlos «movimientos respiratorios», pero son minoría.

Todavía puede añadirse una consideración más. Al definir la respiración como «adquisición de oxígeno y desprendimiento de dióxido de carbono», se está considerando la expulsión de éste último gas, conceptualmente, como una parte de la respiración. Pero el dióxido de carbono es una sustancia de desecho. *Su expulsión forma parte, conceptualmente de la excreción. Si se expulsa por las mismas vías por las que se toma el oxígeno es, sencillamente, por su*

naturaleza gaseosa. Ésta sería una razón más para desechar la mencionada definición —por desgracia tan en uso— de respiración como toma de oxígeno y expulsión de dióxido de carbono.

7. *Términos que, también por evolución de la Ciencia, se han ido rellenando de tanto significado que resulten inservibles por su vaguedad.*

Nutrición.

El vocablo nutrición es un ejemplo peligroso de imprecisión y vaguedad. Ha ocurrido con él un proceso normal en la Ciencia. Un término con una significación inicial ha ido adquiriendo mayor amplitud, mayor complejidad, hasta quedar tan lleno de contenido que ha quedado desbordado. Originariamente, nutrición era sinónimo de alimentación y este significado es el que sigue utilizándose en el lenguaje común. Posteriormente, el concepto de nutrición se amplió a las transformaciones de las sustancias alimenticias y su utilización en el organismo. Según esto, uno de los destinos de esas sustancias —una vez digeridas y transportadas a las células— es el de servir como fuente de energía, lo que haría de la respiración una parte de la nutrición. Pero la respiración es una función fundamental de los organismos, una función con entidad propia, y así merece la pena ser tratada. Un segundo destino de esas sustancias es la síntesis de la materia propia del individuo de que se trate. Síntesis que tiene relación con el concepto de Genética. Si se sintetiza siempre la misma materia (materia propia) sean cuales sean los alimentos, es porque se siguen siempre las mismas instrucciones: las del programa genético de cada cual.

Un tercer aspecto en la utilización de las sustancias que llegan a las células, es la producción de sustancias de desecho, consecuencia de la actividad celular. La eliminación de los desechos, según este planteamiento, también formaría parte de la nutrición, lo que resulta, a todas luces inaceptable. De una forma indirecta, las sustancias de desecho pueden proceder de los alimentos, pero las funciones reguladoras de la excreción desbordan totalmente el concepto de nutrición, formando parte, en cambio, de la autorregulación del organismo, de la homeostasis. Considerar la excreción como una parte de la nutrición no tiene sentido alguno y es ignorar totalmente el concepto de medio interno.

En esta concepción global de la nutrición se agrupan, funciones muy distintas del ser vivo, como son alimentación, respiración, genética, autorregulación...

Está claro que las funciones vitales son complejas y se impone una simplificación. Pero la simplificación en este caso no contribuye a ningún esclarecimiento, sino todo lo contrario.

Sería de desear que el término «nutrición» se reservara para su antiguo significado de alimentación. Y así, ciertamente, la emplean muchos libros de Biología, en los que, en general, no suele definirse el concepto de nutrición, pero sí se utiliza este término al hablar de «nutrición autótrofa» o «nutrición heterótrofa» o «nutrición holótrofa». Es decir, se habla de nutrición al hablar de diferentes modalidades de alimentos o de diferentes formas de tomarlos. Y se reserva el término «metabolismo» para las transformaciones de las sustancias en las células, procedan o no, directamente de los alimentos. Pero en los textos escolares, en cambio, es frecuente la utilización del estereotipo que divide las funciones de los seres vivos en funciones de «nutrición, relación y reproducción», desafortunado estereotipo que debería suprimirse.

¿Cuál podría ser la solución?... En primer lugar, por supuesto, una unificación de criterios. En segundo lugar quizás no haya solución. Pero siempre es más importante plantear un problema que resolverlo.

III. Conclusión

¿Cuál puede ser la solución a estos problemas? Está claro que algunos de los problemas señalados, y otros semejantes, van a existir siempre, pues la Ciencia es más compleja que los modelos simplificados que, necesariamente, hay que utilizar en la Enseñanza.

Los problemas del vocabulario, como ha quedado patente, son de índole muy diversa. En algunos casos, en el uso de palabras disparatadas o gratuitas (invertebrado, sangre arterial o venosa) la solución sería muy fácil: dejar de usarlas. En otros casos la solución sería menos sencilla, cuando se trata de problemas de matiz o de conceptos complejos que engloban aspectos parciales (caso de la respiración, por ejemplo).

Lo que parece evidente es que todos los errores de vocabulario son fruto de la ignorancia. La solución, pues, estará en una formación científica seria, en un conocimiento claro de los conceptos, en este caso particular, en el significado de las funciones vitales por la utilidad que prestan al organismo. Y, juntamente con ello, un cuidado exquisito, por parte del profesor y por parte de los autores de libros, en la utilización y precisión del lenguaje biológico, aspecto tan importante en la Ciencia y en la Enseñanza.

Por último, sería de desear que hubiera, por parte de la comunidad científica, una revisión de los términos biológicos, que supusiera una unidad de criterio.

Bibliografía

- BUNGE, M. (1980): *La investigación científica*. Barcelona. Ariel.
- CURTIS, H. (1986): *Biología*. México. Panamericana.
- VILLEE, C. y otros (1996): *Biología*. Interamericana.
- WEISZ, P.B. (1985): *La Ciencia de la Zoología*. Barcelona. Omega.