

## LA PERSPECTIVA HISTÓRICA COMO UN APOORTE A LA CONSTRUCCIÓN DEL CONCEPTO “EL ORIGEN DE LA VIDA”

NORA VALEIRAS\*

### Resumen

El presente trabajo tiene por objetivos analizar la génesis del concepto de vida y su desarrollo, presentando a grandes rasgos definiciones y posturas a través de la historia, discutir algunas ideas que han influido en el desarrollo de estos conceptos y especificar lo que hoy se comprende al respecto. Se destaca la importancia de incluir factores históricos y epistemológicos en la enseñanza de la ciencia y se considerado la utilidad del tema como un aporte para su enseñanza en el campo de la biología.

### Abstract

*The purpose of this paper is to describe diverse definitions and approaches to the concept of life throughout history. The most influential thoughts in the development and current state of the concept are discussed. The importance of including historical and epistemological approaches in science teaching and its contribution to teaching practices in biology courses is stressed.*

---

\* Departamento de Enseñanza de la Ciencia y la Tecnología. Facultad de Ciencias Exactas Físicas y Naturales. Universidad Nacional de Córdoba. Argentina. Magíster en Educación en Ciencias de la Universidad de Alcalá de Henares, España, y de Profesora en Ciencias Naturales de la Universidad Nacional de Córdoba. Candidata doctoral del Programa de Doctorado Internacional de Enseñanza de las Ciencias de la Universidad de Burgos, España.

## **Introducción**

La definición de cuándo las cosas son vivas y los criterios empleados para responder a ese interrogante han generado grandes controversias a lo largo de la historia de la humanidad, de manera que aún en la actualidad es un asunto vigente. Estas controversias sobre la vida se trasladan también a la enseñanza de esos conceptos, y el tema cobra mayor importancia porque se trata de preguntas significativas para los estudiantes, que les ayudarán a progresar no sólo en sus aprendizajes, sino también aportando elementos para sus desarrollos personales. De modo que es válido dedicar esfuerzos a indagar la manera como estos conceptos se entendieron y construyen a través del tiempo y de qué forma se los relaciona con la enseñanza, particularmente de la biología.

Este trabajo tiene por objetivos presentar una reseña histórica sobre cómo se define la vida, cuál es su origen y discutir la importancia de incluir factores históricos y epistemológicos en la enseñanza de la ciencia, tratando de presentar la construcción histórica del concepto como base para el trabajo con alumnos. Para llevar a cabo un análisis de la génesis del concepto de vida y su desarrollo se han considerado diferentes períodos históricos, haciendo la salvedad que la identificación de períodos es siempre un tanto arbitraria, pero entendemos que aporta simplicidad al tema y así ayuda a sintetizar los diferentes enfoques. La perspectiva con que se aborda la propuesta es desde una visión biológica, sin detenernos en otros aspectos, como el origen de la vida en el universo. Por otra parte, es ineludible vincular el concepto de vida con evolución y concepción, que, si bien en este trabajo estas cuestiones no serán centrales, tampoco podemos dejar de lado introducirnos en estos asuntos. El trabajo no pretende ser un estudio exhaustivo del tema, sino que presenta a grandes rasgos las definiciones y posturas a través de la historia, tratando de situar sus entornos sociales, las posturas ontológicas y filosóficas.

## **Importancia de aspectos históricos y epistemológicos en la enseñanza de la ciencia**

Una enfoque dominante en la enseñanza de las ciencias contemporáneas es el que trata de aproximar la ciencia que se enseña al contexto real del mundo contemporáneo. Esta interacción se denomina Ciencia, Tecnología y Sociedad, e incluye conocimientos y debates pertinentes a los problemas reales del mundo, reflexiones sobre aspectos filosóficos e históricos, que permitan la toma de decisiones personales basadas en estas perspectivas. Yager (1991) define este enfoque como “un continuo entre conceptos y procesos comprendidos y practicados por profesionales de la ciencia, los tecnólogos y los sociólogos en un extremo, y en el otro por personas desinformadas que están tratando de aprender y prepararse para una forma de vida más efectiva”.

Existe una extensa literatura que pone de manifiesto que una forma de facilitar el cumplimiento de las metas de los currículos CTS es incluir la enseñanza de la historia de la ciencia y las diversas opiniones dominantes de la época (Hodson, 1985, 1988; Catalán y Catany, 1986; Acevedo, 1993;). También las recomendaciones propuestas por los comités científicos internacionales aluden a introducir la historia de la ciencia en los planes de estudio científico. Es el caso del proyecto educativo de los Estados Unidos denominado “2061. *Ciencia para todos los americanos*” desarrollado por American Association for the Advancement of Science, al que hemos considerado por su importancia, magnitud, alcance e impacto para la educación científica de Latinoamérica. Allí se fijan las pautas que tendrá la educación científica de los próximos años y se recomienda el estudio de la historia de la ciencia en la escuela. Esto no implica que se deban enseñar todas las ciencias repasando su historia, sino que se debe interpretar como un aprendizaje complementario. Si bien las directivas al respecto son claras, hay diversas opiniones que argumentan a favor y en contra acerca de la introducción de la historia en la enseñanza de las ciencias.

La crítica central que se hace tiene dos cuestiones fundamentales: por una parte la *simplificación* y por otra la *interpretación* de hechos históricos. Algunos educadores han sugerido que las versiones sencillas de episodios históricos pueden ayudar a que los alumnos aprendan versiones más complejas en grados posteriores. Sin embargo, puede ocurrir lo contrario: que las versiones simplificadas lleguen a distorsionar tanto la ciencia como la historia, haciendo más difícil el aprendizaje de las otras versiones. Pensamos que la comprensión de un concepto se enriquece cuando se introduce su estudio histórico; no creemos que esto sea una aproximación pseudo histórica, sino que permite observar otras variables y enriquecer metodológicamente la enseñanza. Como también ayuda a desmitificar el método científico, incrementa la cultura general de los alumnos y contribuye a mejorar la comprensión de las relaciones científicas. En cuanto a las posibles interpretaciones que tiene la historia, compartimos, al igual que Lombardi (1997), la idea de que el estudio de la historia permite una constante re-lectura de los hechos “que lejos de representar un defecto o un error es una característica constitutiva de esta actividad... convirtiéndose en un poderoso estímulo para la reflexión”. Por otra parte, analizar la evolución histórica de un problema científico pone en evidencia que las teorías científicas no son ni definitivas ni irrevocables, lo que le otorga un carácter transitorio a la verdad y por ende a los métodos para obtenerla. En la introducción de su libro *Estructuras de las Revoluciones Científicas*, Kuhn (1986) desarrolla el papel de la historia para producir una transformación de la imagen de ciencia, cuando ésta se presenta como algo más que un depósito de anécdotas y nos alerta sobre las presentaciones de los libros de texto de ciencia, haciendo una diferencia con la propia actividad de investigación.

Otras discusiones con implicaciones teóricas, que aportan elementos de juicio para defender la inclusión del estudio histórico en la construcción de los conceptos científicos, es la correlación que se puede hacer entre la historia de las ciencias y la psicología del aprendizaje. Matthews (1994) argumenta al respecto señalando que Kuhn popularizó la tesis que “la ontogenia cognitiva recapitula la filogenia

científica”, siguiendo la lógica piagetiana donde se hace referencia a que el recorrido del pensamiento de los niños sigue al de la historia de los conceptos científicos.

Esto ha desarrollado un área de investigación muy significativa en la enseñanza de las ciencias, en la que se establece una correspondencia entre las ideas intuitivas de los niños con las primeras nociones científicas. Para ello se trabaja considerando lo que se observa en los estudiantes y maestros, con respecto a una concepción particular de un concepto, y simultáneamente considerando su evolución histórica. Nardi (1994) lo homologa al isomorfismo que puede existir entre lo que se observa en los estudiantes e inclusive en los maestros, al respecto de una concepción particular, y la evolución histórica que ha sufrido ese concepto. Quizá sea muy fuerte definir estas cuestiones interpretándolas como un isomorfismo (que requiere de una correlación formal de elementos), pero sí podemos hablar de una analogía que permite desarrollar metodologías de aprendizaje basadas en lo histórico. Descubrir creencias y pensamientos precientíficos puede servir para reflexionar acerca de las diferentes visiones que se tienen de los conceptos, ayudando tanto a alumnos como a los maestros a “reconstruir, en cierta medida, los conocimientos científicos, al tiempo que se familiarizan con la metodología científica, (Gil Pérez, *et al.*, 1991).

A partir de lo reseñado, y dada la importancia que consideramos tiene desde el punto de vista metodológico contextualizar el conocimiento científico históricamente, hemos indagado investigaciones y propuestas al respecto en idioma español. Se ha encontrado una gran variedad de trabajos para el área de la física (Pessoa de Carvalho y Castro, 1992; Peduzzi y Zylbesrtajn, 1997) y más escasos para la química, centrados fundamentalmente en las ideas aristotélicas de los gases (Furió *et al.*, 1979; Romero y Blanco, 2000). Con respecto a la construcción histórica de los conceptos biológicos, encontramos trabajos referidos a concepto de población y especie (Berzal de Pedrazzini y Barberá, 1993; Barberá, 1994), sobre nociones de genética (Rivarossa y Rondín, 1994; Botto *et al.*, 1996), de fotosíntesis y res-

piración (Rognone y Valentín, 2000; Banet y Núñez 1990; Pérez de Eulate, 1996) y a conceptos sobre la herencia, origen y evolución de la vida (Giordan, A. de Vecchi, 1988; Giordan, 1988 a y b; Mondelo, *et al.*, 1998).

### **Desde la antigüedad hasta el modernismo**

Una cuestión que ha preocupado por siempre al hombre son las preguntas vinculadas a qué es la vida, cuál es su origen, cuándo un ser es vivo. Desde la antigüedad se trataba de responder estas cuestiones generalmente a través de respuestas mitológicas, y se tenía la creencia de que las cosas poseían espíritu. Así, una montaña podía hablar y la luna era una joven mujer, concepciones que se las conoce en la actualidad como animistas. En la Grecia antigua lo que permitía distinguir la materia inanimada de los seres vivos era el “aliento”, y podemos decir que para los cristianos su equivalente estaba considerado en el alma. En el siglo IV a. C. se produjo un salto cuantitativo en todos los campos del saber con el desarrollo de la cultura griega. En cuanto al origen de los seres vivos se percibía una actitud evolucionista ya que sostenían que éstos se habían formado a partir de sustancia inanimada. Tales de Mileto decía que el origen de la vida tenía lugar con la condensación del agua. Uno de sus discípulos, Anaximandro, sostenía que los primeros seres vivos habían sido peces y que al abandonar el agua se habían desarrollado en otros animales. Hipócrates afirmaba que el embrión se formaba con la mezcla de dos simientes producidas por ambos padres (Giordan, 1988).

Las ideas aristotélicas fueron muy importantes no sólo en cuanto a los aspectos filosóficos sino en responder la pregunta básica que se plantea Aristóteles de cómo se explica la esencia de las cosas: “qué es el ser”. Sus argumentos sobre la vida se basan en dos perspectivas: del movimiento y de la función. Las cosas podían ser inertes, que sólo se mueven por impulso de otras que tienen el principio de movimiento propio (*kinesis*). Estas últimas las denominó *semovientes*. El principio de *kinesis* no sólo significa movimiento sino cambio,

como en el crecimiento. Son semovientes las plantas y los animales, pero también lo son los elementos: tierra, agua, aire y fuego ya “que tienen una tendencia innata a moverse a su lugar natural”. Así, las piedras caen al suelo ya que este es el lugar de donde provienen. También define los órganos como estructuras internas que tienen función (*érgon*). Así, los seres vivos son semovientes y poseen órganos con funciones específicas. También incluye la noción de alma (*psykhe*), siendo ésta el cuerpo vivo organizado, que lo diferencia de un cadáver. Un cuerpo con alma tiene la potencialidad de llevar las funciones vitales. La actualización de esta potencialidad es la vida, y a los animales se les atribuía alma (Mosterin, 2001; García Barreno, 2000).

La ciencia griega está sustentada en la metafísica<sup>1</sup>, única ciencia que reconocían como poseedora de valor absoluto capaz de transmitir algún valor (aun relativo) a las ciencias inferiores. Desde esta perspectiva las explicaciones de la matemática y de la geometría estaban basadas en “largos y sutiles análisis del lenguaje, con estructura de la demostración lógico-deductiva” (Geymonat, 1971), que permitió el éxito de estos desarrollos; no así los correspondientes a las explicaciones de las ciencias naturales, que exigían otros tratamientos demostrativos. Quizá esta fue la causa por la que estas ciencias se ocuparan más por aspectos vinculados a las descripciones basadas en las observaciones que por una tendencia a elaborar conceptos y teorías explicativas. Esta peculiaridad se observa tanto en la tradición médica, representada por Hipócrates, como en la naturalista, perdurando en toda la Edad Media y el Renacimiento.

Como datos anexos al enfoque de este trabajo tomaremos algunos ejemplos de los desarrollos de las ciencias naturales de la época, con el fin de contextualizar el tema propuesto. Ya se había formulado el primer sistema de clasificación de los animales dividiéndolos en aquellos con sangre y los que no la tenían; en líneas generales se

---

<sup>1</sup> La metafísica es una rama de la filosofía que se ocupa de la naturaleza de la realidad última.

puede homologar esta clasificación con la actual de vertebrados e invertebrados. Todavía hoy se consideran válidas algunas de las afirmaciones como la de considerar órganos homólogos aquellos que se presentan en diferentes especies y que fueran heredadas de un ancestro común; y órganos análogos los que se presentan en diferentes especies pero con función similar. También se especulaba sobre la adaptación estructural y funcional de los seres vivos al medio ambiente. Se agruparon las plantas en diversas especies afines, se denominaron sus partes, se describió la estructura de los diferentes tejidos y se estudiaron los fenómenos de polinización, el desarrollo de las semillas sentando las bases de la embriología botánica.

Con el imperio de Alejandro Magno el foco cultural se trasladó de Grecia a Alejandría donde se destacó Erasítrato en el estudio del aparato circulatorio y Herófilo, quien describió el sistema nervioso y disecó cuerpos humanos. Durante la era romana, Dioscórides desarrolló un tratado sobre plantas medicinales cuya influencia perdura hasta la Edad Media. Con la caída del imperio romano la cultura clásica fue desplazada, siendo los árabes los que la reintrodujeron más tarde en Europa. Muchos de los pensadores de este mundo, como por ejemplo Avicena (Ibn Sina), se destacaron por sus estudios de medicina que influyeron de forma determinante en los estudios medievales. Mientras estos progresos mostraban una cierta acumulación de conocimientos que podríamos llamar “científicos”, la filosofía cristiana comenzó a cobrar fuerza y con ella se produjo un fuerte cambio en la cosmovisión imperante. Antes de aceptarse una nueva teoría o descubrimiento, estas debían ser compatibles con el dogma cristiano, basado en la revelación divina, y es la “palabra” la que impone la verdad. Dios es el creador y son las explicaciones bíblicas las respuestas a las preguntas que tengan que ver con la vida y con sus orígenes. Este paradigma fue el dominante durante el medioevo.

En los siglos XII y XIII se fundaron las primeras universidades, donde nuevamente los principios aristotélicos influyeron en la cultura europea y sentaron las bases de los estudios de la naturaleza. El Renacimiento fue una época especialmente productiva; la conquista

de Constantinopla por los árabes ocasionó el éxodo de los sabios bizantinos a Occidente, conjuntamente con la invención de la imprenta, son, entre otros, los elementos que propiciaron un nuevo impulso para el estudio particular de la naturaleza (Boorstin, 1989).

Con el descubrimiento del nuevo mundo y las expediciones científicas, se describieron gran cantidad de plantas y animales, que se registraban detalladamente y es así que se necesitó establecer un sistema de clasificación. Andrea Cesalpino (1519-1603), botánico italiano, estableció una diferenciación de las plantas basada en las estructuras de la flor, la semilla y los frutos, y estableció las primeras hipótesis para los mecanismos de la reproducción vegetal. El estudio de las plantas tenía un doble objetivo: por una parte su contribución al mundo de la medicina a través del poder curativo de las mismas y por otra ser objeto de curiosidad y de interés para los naturalistas. Como una forma de preservar y trasladar plantas exóticas se crearon los jardines botánicos generalmente en relación con las universidades, siendo los antecesores de algunos de los jardines contemporáneos.

Los planteos sobre el problema de la vida estaban medianamente resueltos: se creía en la generación espontánea como dogma aceptado por lo que hoy podríamos llamar la “comunidad científica” de esa época y esta postura no se contradecía con las verdades expuestas en la Biblia. En el libro de los Jueces, Capítulo XIV, podemos encontrar una alusión directa a esto: “Sansón vio un leoncillo que venía rugiendo... lo despedazó... dio un rodeo para ver el cadáver del león y he aquí que en el cuerpo del león había un enjambre de abejas con miel... cuando llegó su padre y su madre les dio miel y comieron pero no le dijo que la habían cogido del cadáver del león”.

Con respecto a la diferencia entre la materia viva y no viva se establecen dos ideas dominantes: los mecanicistas que afirmaban que los organismos vivos no eran diferentes de la materia inanimada y que la vida no poseía un componente metafísico (más tarde llamados fisicistas) y los vitalistas donde los organismos vivos tenían propie-

dades que no existían en la materia inerte. Los organismos vivos poseen “fuerza vital”, lo que demarca una frontera clara entre el mundo vivo y el inerte. Esta idea proviene de la “entelequia” aristotélica (Mayr, 1998).

Descartes (1596-1650), fundador del racionalismo y del método cartesiano, escribe el tratado “Sobre el hombre” y “Del hombre y del feto” donde explica fenómenos vinculados a la fisiología del ser humano y su origen desde una óptica mecanicista<sup>2</sup>, obras e ideas que impactarán por casi los dos siglos venideros. Una de sus célebres explicaciones hace derivar el embrión animal de “*una mezcla confusa de licores... y explica que las gotas de semen sometidas al calor hace que se agrupen en algún lugar que las contiene y allí se dilatan, comprimen a las que las rodea y comienza a formarse el corazón*” (Rostand, 1985). Estas discusiones llegan hasta nuestros días porque se aceptan algunos principios de ambas posturas integrando el paradigma filosófico contemporáneo dominante, que es el organicismo (Mayr, 1998), el que desarrollaremos en la siguiente sección.

## **A partir del modernismo**

En la mitad del siglo XVII se impone el pensamiento moderno caracterizado por el racionalismo donde la ciencia ocupa una posición fenomenológica y comienzan a imperar el método experimental y la observación es primordial. El terreno científico gana espacio sobre el prejuicio teológico y las explicaciones derivadas de fuerzas ocultas. Los problemas fundamentales que se han desarrollado a lo largo de la historia en el campo de lo que genéricamente se denomina vida orgánica están centrados en la génesis de la vida, la formación del ser y la evolución de las especies. Hasta 1600 nadie dudaba que la materia inerte podía generar vida de orden inferior, como los gusanos, piojos, babosas o escorpiones; por otra parte, la observa-

---

<sup>2</sup> El mecanicismo designa cualquier concepto según el cual el universo es explicable en términos de procesos mecánicos.

ción cotidiana mostraba gusanos en la carne podrida. Estas posiciones remarcaban la certidumbre de esta verdad-creencia. Francesco Redi en 1626, desafiando estas ideas concibió un sencillo experimento de poner carne en un frasco tapado con papel y otro sin tapar. En este último aparecían gusanos, cosa que en el primero no sucedía. La explicación de este fenómeno se le atribuye de que la carne tapada no tenía suficiente aireación, pero si se cambia la tapa de papel por una tela que permite ventilar la carne tampoco aparecen gusanos allí; la conclusión es que las moscas depositaban sus huevos en la carne destapada. Esta prueba colocó en duda la generación espontánea pensado que si esto sucedía con las moscas ¿por qué no podía ser igual en el caso de otros animales generados por la descomposición? Se pensó que el origen estaría en un germen inadvertido. Esto cuestiona un aspecto medular en las creencias de la época y se crea una separación entre lo vivo y lo no vivo, originando una nueva idea, que es la concepción de la “continuidad vital”.

Un desarrollo tecnológico sobresaliente fue el montaje de lentes de aumento de distinta forma dando origen al microscopio<sup>3</sup> que se utilizó para examinar la naturaleza. Leeuwenhoek (1623-1723) dedicó su vida a observar a través de los vidrios que el mismo tallaba realizando una infinidad de observaciones que comunicaba por numerosas “cartas” a la “Royal Society of London” con detalles asombrosos sobre sus descubrimientos. Así como Galileo usaba el telescopio para la observación del cielo, el microscopio entusiasmaba a descubrir un universo en cada gota de agua. Leeuwenhoek era un hombre de escasa cultura y sus ideas intuitivas son dominantes en sus explicaciones, ignorando las preocupaciones teóricas de la comunidad científica de la época. Debido a esto se lo acusaba de que “veía con su imaginación” y como una forma de validar sus observaciones las sometía a una “tesis oculatus” que eran testimonios de vecinos respetables. Este “investigador” fue designado miembro de la Royal Society of London marcando un hito histórico de reconoci-

---

<sup>3</sup> Este montaje se le atribuye a Dermisiano en 1610.

miento a un aficionado, sin formación teórica y que, desde una mirada actual, podríamos señalar como un “técnico”. Sin embargo sus observaciones fueron tan exhaustivas y precisas que aportaron descubrimientos como los glóbulos de la sangre, las bacterias y animáculos microscópicos hoy llamados infusorios. Leeuwenhoek también descubrió el animáculo seminal que le asignó un papel dominante de vida sostenido por la premisa “que movilidad era vida”.

Estas observaciones renuevan los interrogantes sobre las cuestiones referidas al origen de estos diminutos seres, replanteando la relación de la materia con la vida. Se enfrentan las teorías de Redi donde existe continuidad de la “cosa vital” y la necesidad de un “germen vital” con la hipótesis de la “panespermia” donde los seres inferiores eran originados por la materia ambiente y diseminados por todos los lugares invadiendo todos los líquidos propicios para su desarrollo.

Al poder revelar el mundo microscópico se descubren las estructuras orgánicas, lo que pone en tela de juicio la generación de un nuevo ser. Un supuesto conciliador y poco explicativo es aceptar que el nuevo ser no se forma sino que preexiste entero, preformado, pequeñísimo, en estado de germen, que sólo sucede que el germen se agranda y en realidad lo que estaba pasando es que era tan minúsculo que no se lo podía ver. Esto se denominó *preformismo germinal*. Una metáfora de apoyo a estas ideas fue asimilar la generación animal a la vegetal. Así en la semilla se observa una planta en miniatura, entonces en un huevo existe un polluelo en estado rudimentario. Malpighi (1628-1694)<sup>4</sup> y Swammerdam<sup>5</sup> (1637-1680), reconocidos profesores de la época, avalaron estas ideas preformistas, que, unidas a la concepción de que todos los animales incluidos los vivíparos se origina de huevos, entonces era este el lugar de asentamiento natural de este elemento germinal. A los defensores de estas teorías se les denominó ovistas.

---

<sup>4</sup> Médico italiano fundador de la anatomía microscópica vegetal y animal.

<sup>5</sup> Trabajó sobre anatomía de insectos.

La hembra es colocada en un papel fundamental ya que en ella se establecerá esa miniatura y el padre sólo estimula el crecimiento de este animalito preformado. El descubrimiento de los animáculos espermáticos provocó una polémica que en parte se resuelve con Leermerbook cuando éste afirma que éstos son los gérmenes de los animales (concepción animaculista). El planteo modificó el enfoque otorgándole al padre un papel primario, desplazando así a la hembra que de esta forma sólo era receptáculo y alimento del germen paterno (Rostand, 1985).

Por sobre estas ideas se generaron como dos “macroteorías”: la de la diseminación y la del encaje. Los diseminacionistas sostenían que todos los gérmenes de los animales están desde siempre. Esta idea resulta muy interesante a la luz de la religión que apoya el creacionismo, ya que estos gérmenes estarían desde que se creó el mundo. Por otra parte, se puede inferir una explicación acerca de la extinción de las especies ocurriendo cuando el germen de éstas se agota.

Con respecto a la concepción del encaje, postulaba el encierro de todos los gérmenes de una misma especie, unos dentro de otros. Aquí se problematizó la cuestión cuando se trataba de admitir el número de gérmenes que portaba la hembra. Había quienes pensaban que allí estaban todos los gérmenes de la raza humana y otros que decían que eran finitos. Entonces la extinción de las especies era fatalmente predeterminada. Es así que estas teorías se podían combinar en ovismo con encaje, o con diseminación o animaculismo con encaje y animaculismo con diseminación. Es célebre la opinión del conde de Bufon<sup>6</sup> (1707-1788), que dice: “Los gérmenes preexistentes no son más que embriones sin vida, encerrados como estatuillas en los huevos contenidos al infinito unos en otros, son pequeños animales, pequeños homúnculos y organizados y actualmente vivos, encerrados todos unos en otros”.

---

<sup>6</sup> Naturalista francés, autor de uno de los primeros tratados globales de historia de la biología no basados en la Biblia.

Estas concepciones parecen fantásticas en la actualidad, pero podemos imaginar el impacto causado por los descubrimientos del mundo microscópico no percibido por los sentidos y era “absolutamente necesario desembarazarse de la autoridad que la vista ejerce sobre la razón. Cuando ésta estuviese totalmente liberada de los prejuicios que le provienen de los sentidos, podría tratar de representarse el inmenso terreno de la pequeñez” (Rostand, 1985).

La concepción apoyada en los gérmenes preformacionistas ya sean ovistas o animaculistas tenía implícita la idea contraria a la generación espontánea, siempre había un germen preexistente, en cambio los epigénicos sostenían “que el desarrollo comienza a partir de una masa totalmente informe, que adquiere forma gracias a alguna fuerza exterior” (Mayr, 1998). Giordan (1988) hace un comentario interesante respecto de la disputa entre estas dos teorías, ubicándolas como un ejemplo de la construcción histórica del saber, “establecido como un proceso dialéctico, que se produce a través del enfrentamiento entre aproximaciones diferentes”.

En el siglo XVIII comienza una nueva forma de pensamiento basada en la física newtoniana y la filosofía de Locke, socavando las creencias de la Iglesia y gestando un pensamiento revolucionario. Se fundaron las sociedades científicas como la Royal Society británica y la Academia de Ciencias de Francia y con ellas las primeras revistas científicas. Allí se discutían los descubrimientos y sería el microscopio el instrumento que perfeccionado ampliaría los descubrimientos de un mundo no visto, que reafirmaba la teoría preformacionista. Esta teoría considera de manera implícita la idea de continuidad de las especies, lo que generó la necesidad de clasificar a los seres vivos. Linné (1707-1778) en una paciente tarea logra una clasificación binaria que agrupa a los seres vivos por sus afinidades, lo que los designaba como miembros de un “género”. Esto determinaba el parentesco real entre las especies que formaban un mismo género y lo que faltaba dilucidar era el concepto de evolución a través de una explicación natural.

En la mitad del siglo XIX, Pasteur pone fin a las ideas de la generación espontánea, a través de técnicas experimentales escrupu-

losas montadas, que demuestran que no hay vida, por rudimentaria que sea, sin una vida precedente. Descartar la idea de generación espontánea tomó un largo camino, ya que tenía implicancias teleológicas; si bien, para algunos científicos radicales, la generación espontánea colocaba la creación hecha por Dios de forma superficial, sostener las observaciones que los organismos inferiores se generaban de la “suciedad” no contradecía el dogma imperante (Boorstin, 1989).

De forma casi simultánea, Darwin publica en 1859 “El origen de las especies” y, a partir de esto, resulta difícil poner en duda que todas las especies vivas han evolucionado de otras por medio de la selección natural. Las teorías darwinianas, conjuntamente con las neodarwinianas, son presentadas por Lewontin *et al.* (1996) como lo que produjo un cambio definitivo en la ideología que “destronó a Dios y lo reemplazó por la ciencia... para ocasionar la sustitución de una ideología –la de Dios– por otra: una ciencia mecanicista y materialista”.

Las leyes de Mendel, las teorías moleculares y los últimos descubrimientos de la genética hacen un aporte significativo para modificar tanto las ideas mecanicistas como las vitalistas, dando origen a un nuevo paradigma que se denomina *organicismo u holismo*. Recordemos que en los vitalistas la fuerza vital es imprescindible y la vida como tal no es susceptible de ser estudiada de una forma empírica. Los mecanicistas eran categóricos en cuanto a la no existencia del componente metafísico de la vida y sus explicaciones se centran en leyes de la física y procesos químicos. En cambio, las teorías denominadas organicismo u holismo postulan que los organismos vivos funcionan de forma integrada, como un todo, y no como un simple mosaico de partes independientes. Mayr (1998) sintetiza este nuevo paradigma que tiene implícita la definición de vida: “La base del organicismo es el hecho de que los seres vivos poseen organización. No son simples montones de caracteres o de moléculas, porque su funcionamiento depende por completo de su organización, de sus interrelaciones mutuas, de sus interacciones e interdependencias”.

## **Concepción actual de la vida: Una nueva metáfora**

Luego de este recorrido histórico que nos muestra las distintas concepciones sobre cómo se define la vida, hoy es el campo de la biología el que indaga estas cuestiones. Ésta ya no es más una ciencia descriptiva, naturalista, sino que a medida que se profundiza el conocimiento requiere de abstracciones y modelos, explicaciones matemáticas, físicas y químicas. Esto influye y hace que las respuestas acerca de lo vivo cambien y ahora la necesidad de separar lo que es la vida de lo que no lo es parece estar relacionada con los avances recientes de las cosas artificiales. Dyson (1991) usa una metáfora para describir la nueva arquitectura de la vida. Se vale del ordenador y las explicaciones surgen desde la química. Así, él presenta la metáfora del ordenador:

*“Un ordenador es un instrumento para manipular información de acuerdo a un programa que es capaz de recordar y ejecutar. Para controlar sus funciones vitales en un medio ambiente cambiante, la célula viva debe poseer un programa de reacciones químicas que sea capaz de recordar y de poner en ejecución. El sistema de control de la célula debe ser capaz de almacenar y manipular la gran cantidad de información que es necesaria para mantener equilibrado un gran número de complejas reacciones químicas. Cualquiera que trabaje con ordenadores sabe que para su utilización se necesitan dos componentes esenciales: el hardware y el software. El hardware o soporte físico es el ordenador mismo, la caja llena de circuitos electrónicos que llevan a cabo operaciones matemáticas o lógicas. El software o soporte lógico es el disco donde están escritas las instrucciones y la información. Para decirle al hardware lo que debe hacer, usted lo alimenta con software. En forma similar, cada célula viva tiene dos componentes predominantes, dos tipos de moléculas químicas muy grandes que se llaman proteínas y ácidos nucleicos. Los descubrimientos de los últimos cincuenta años han revelado que las proteínas se comportan como el hardware, actuando como catalizadores para hacer que otras sustancias químicas reaccionen de manera altamente específica. Los ácidos nucleicos actúan como el software, organizando y diciéndole a las proteínas lo que deben hacer”.*

Esta metáfora como tal tiene sus limitaciones, sólo sirve como un encuadre que nos muestra cómo comprender el proceso vital. Lo que hacemos notar como interesante es que en este planteo *metabolismo* y *duplicación* son dos funciones primarias que tienen las células vivas y éstas se pueden tomar como fundamentos para explicar la definición de vida. Concentrándonos en los aspectos metabólicos, un ser está vivo cuando ingiere, metaboliza y excreta. Aquí el concepto de nutrición es la condición necesaria para la vida. Pero en esta posición se podría homologar una máquina a un ser vivo, ya que ambos necesitan materia prima que reprocessan, eliminan residuos y generan, por ejemplo, movimiento. O sea que desde este punto de vista esta característica no alcanza para definir la vida biológica.

Tomando el segundo aspecto que se refiere a la duplicación, y lo vinculamos a la reproducción, hemos observado que la visión clásica de vida es aquella centrada en la posibilidad de reproducirse. Históricamente se reconoce como uno de los conceptos más discutidos como lo señalamos en la sección anterior. A pesar de que no podemos dudar que la capacidad de reproducción es una característica dominante para definir la vida, actualmente se desarrollan programas informáticos que se autorreproducen, sin estar vivos. A J. von Neumann (1958) se le atribuye la noción de “programa almacenado” donde se podían controlar las operaciones de la computadora mediante un conjunto de instrucciones, de modo tal que no fuera necesario reprogramar la máquina cada vez que se necesitara una nueva tarea (Gardner, 1987). Se han desarrollado programas de computadora que se autoorganizan y a los que se da el nombre de “vida artificial” (Langton, 1989) y máquinas que se reproducen (Sipper y Reggia, 2001) que a simple vista parecen inteligentes o vivas en algún sentido, ya que usan patrones autorreproductivos que comienzan a autoproliferarse. Por otra parte, el concepto de reproducción en biología se relaciona con la capacidad de réplica de la molécula DNA. Monod (2000) dice que “todas las propiedades de los seres vivos reposan sobre el mecanismo fundamental de la conservación molecular”.

Los aspectos de nutrición y reproducción que hemos considerado en esta sección están íntimamente relacionados a la definición de lo que es un ser vivo, ampliamente aceptada en la actualidad. Mosterin (2001) hace referencia a la insuficiencia de plantear sólo estos aspectos, y desde esta visión extenderemos este concepto.

En la última década los avances logrados en otras disciplinas han hecho que los interesados en la vida biológica deban considerar algunos nuevos conceptos, como los de *desequilibrio*, de *caos*, *complejidad* y *evolución*.

La idea de desequilibrio con relación a la vida aparece en el contexto del segundo principio de la termodinámica, que afirma que la entropía de un sistema crece siempre, nunca decrece. La entropía mide la desorganización termodinámica de sistemas, pero no cualquier tipo de desorganización. Ese aumento de entropía se da si el sistema es cerrado, pero si el sistema es abierto entonces intercambia energía y materia con el ambiente que lo rodea. Hace un tiempo a Prigogine le interesó la dinámica de sistemas que no están en equilibrio, y descubrió que en la termodinámica hay muchos sistemas que funcionan fuera de condiciones de equilibrio, cosa que antes nadie lo había notado tan claramente. Cuando esto se traslada al campo de la vida biológica, se introduce la idea de que todo ser vivo está en desequilibrio. A un sistema que está perfectamente organizado se lo asocia a algo que no está vivo, mientras se asocia que los seres vivos tienen entropía que crece. Tampoco esto es condición absoluta de vida ya que tenemos sistemas desequilibrados, como algunas reacciones químicas, que no son vivos pero participan de alguna característica aislada de la vida (Waldrop, 1992; Wagensberg, 1998; Monod, 2000).

Otro elemento que tiende a asociarse a la definición de vida es el concepto de complejidad. Este ha resultado ser un concepto nucleante, permitiendo desarrollar una disciplina denominada complejidad. En la versión de la escuela de Santa Fe<sup>7</sup>, un sistema complejo

---

<sup>7</sup> Nombre dado por la ciudad de Santa Fe en Nuevo México, Estados Unidos, donde se creó un instituto dedicado a estos estudios.

no es uno complicado, sino el que se compone de agentes que interactúan entre sí y con un ambiente. Los agentes tienen propiedades individuales determinadas, pero cuando se combinan dan respuestas que cada agente no sería capaz de desarrollar por sí solo. A esto se denomina comportamiento emergente. Los organismos vivos son capaces de producir comportamientos emergentes, tanto en cada individuo –como es la interacción de los órganos que lo forman– como colectivamente, por ejemplo, el comportamiento emergente que pueden tener colonias de hormigas o de abejas.

Otro concepto reciente que se considera a menudo es el de caos. En los sistemas que son caóticos no es posible predecir de antemano la respuesta que van a producir ante determinadas acciones externas, porque son muy sensibles a las condiciones iniciales que existan cuando el sistema empieza a actuar. En los sistemas caóticos, la respuesta del sistema en el tiempo no sigue patrones identificables, sino que en cada ciclo responde con características que van variando. Sólo algunos sistemas naturales son caóticos, pero la mayor parte de lo que observamos en la naturaleza trabaja de manera autoorganizada, siguiendo los principios de la complejidad, no del caos. Los organismos vivos aparentemente son complejos, pero de acuerdo con la medida de Kolmogorov<sup>8</sup> los sistemas más complejos no son los seres vivos sino los más caóticos.

Según Kolmogorov, cuando un sistema es caótico quiere decir que no hay un algoritmo que puede servir para compactar la infor-

---

<sup>8</sup> Hay varias formas de medir la complejidad de los sistemas. La idea de Kolmogorov es la de complejidad computacional. Son diversas las definiciones de complejidad, aplicable a cosas distintas, y esta es una. Postula que hay que escribir un algoritmo (un programa) que compute lo que uno quiere, y la longitud de ese programa es lo que dice si algo es computacionalmente complejo o no. Por cierto que diferentes personas podrían escribir diferentes algoritmos, algunos más largos y otros más cortos; entonces se toma el de mínimo largo. Pero que algo sea hoy definido computacionalmente como complejo no quiere decir que en el futuro no se desarrolle otro algoritmo para generar esa secuencia y que sea más simple.

mación de cómo evoluciona el sistema en el tiempo, porque el sistema no repite ciclos sino que cada tiempo pasan cosas nuevas. Entonces el algoritmo que describe el sistema es del mismo tamaño que toda la respuesta del sistema. De manera que esos son los sistemas que son más largos de describirse. Cualquier otro sistema en el que aparecen regularidades se puede expresar mediante un algoritmo que compacta un poco la información, y en la vida seguramente aparecen muchas regularidades, como por ejemplo la estructura del DNA.

Por último consideramos la idea de que todo ser vivo *evoluciona*, idea presente desde los griegos hasta las teorías darwinianas, salvando las diferencias abismales de estas posturas. La biología contemporánea centra el concepto de evolución en la selección natural. Crick (1981) señala como demarcación entre lo vivo y lo no vivo una propiedad fundamental que es “la de preservar los trucos improbables y milagrosos si estos resultan eficaces para sobrevivir y producirse”. A la “vida artificial” también se le ha aplicado la teoría evolutiva y no dudamos en pensar que por esto esté viva. Nuevamente podemos afirmar que por más que se considere a la evolución como un factor imprescindible para definir la vida tampoco parece suficiente.

A partir de lo expuesto, podemos sintetizar una definición de vida como algo que es complejo, que está en un desequilibrio termodinámico, metaboliza, se reproduce, autoduplica y evoluciona por selección natural. Definir la vida en una sola frase implica seguramente basarnos en los conceptos y las explicaciones dominantes, que como dice Kuhn (1986) cobran sentido a partir de las teorías que les dan sustento. Lo que quiere decir que tratar de definir un concepto es estar dispuesto a que este sólo sea satisfactorio temporalmente y probablemente incompleto.

## Reflexiones finales

Con este trabajo no pretendimos agotar un tema tan controvertido como el tratado, pero sí resaltar a través de algunos hechos históricos el proceso que siguió la construcción de este concepto. A través de una revisión que comienza con las concepciones de vida más antiguas como son las animistas, luego las explicaciones vitalistas y mecanicistas del mundo vivo, las teorías preformistas y epigénicas del desarrollo, hasta culminar con el organicismo, considerado el paradigma contemporáneo desde donde se describe la vida como una serie de fenómenos específicos e interconectados. Destacamos que para llegar a este nivel de formulación hicieron falta una serie de trabajos cuyas elaboraciones conceptuales eran próximas entre sí. Aunque Dyson (1994) afirma que los “grandes saltos de la ciencia los dan las personas que no tienen en cuenta la sabiduría convencional, y hacen algo inesperado”, pensamos que el estudio de estos conceptos desde el punto de vista histórico puede ayudar a los estudiantes a interpretar distintos hechos comprendiendo mejor la naturaleza de la ciencia, sus procesos y factores determinantes. Es importante mostrar a los alumnos que las explicaciones cambian y que según el momento histórico estas explicaciones se basan en una serie de axiomas, aclaraciones y exposiciones producidos por las ideas dominantes de la época. De esta forma un concepto se comprende mejor, no por saber quién lo descubrió, que sería un dato anecdótico que refuerza los aspectos míticos de los científicos y de la ciencia, sino cómo, en qué contexto, cuál era el método de validación de las explicaciones, cómo era el valor de la ciencia, qué ideas filosóficas predominaban, etc. Plantearnos la construcción de un conocimiento desde el punto de vista histórico no significa aislar un descubrimiento y despojarlo “de los acontecimientos de otra época de lo que les da sustancia” (Gmerk, 1973). Si nos ubicamos en una postura más cercana a la de Kuhn, no es incompatible descubrir a través de la historia de la ciencia que las cosas impredecibles pueden suceder, y es en nuestra tarea de educadores que tendremos que dar la oportunidad de plantear utopías a los estudiantes y hacer que los sueños impredecibles se conviertan en realidad.

## Referencias bibliográficas

- Acevedo, J.** (1993). “¿Qué piensan los estudiantes sobre la ciencia? Un enfoque CTS”. *Enseñanza de las Ciencias*. Número extra, IV Congreso de Enseñanza de las Ciencias. 11-12.
- Banet, E. y Núñez, F.** (1990). Esquemas conceptuales de alumnos sobre respiración. *Enseñanza de las Ciencias*, 8 (2): 105-110.
- Barberá, O.** (1994). “Historia del concepto de especie en Biología”. *Enseñanza de las Ciencias*, 12 (3): 417-430.
- Berzal, de Pedrazzini, M. y Barberá, O.** (1993). “Ideas sobre el concepto biológico de población”. *Enseñanza de las Ciencias*, 11 (2): 149-159.
- Boorstin, D, J.** (1989). *Los Descubridores*. Barcelona: Crítica.
- Botto, J. et al.** (1996). “Una propuesta didáctica para introducir los conceptos básicos de genética”. Memorias III. Córdoba: Asociación de Docentes de Ciencias Biológicas Argentina.
- Catalán, A. y Catany, E.** (1986). “Contra el mito de la neutralidad de la ciencia: el papel de la historia”. *Enseñanza de las Ciencias*, 4 (2): 163-166.
- Crick, F.** (1981). “The astonishing hypothesis the scientific search for the soul”. En: Mosterín, J. 2001, *Ciencia Viva*. Madrid: Espasa Calpe.
- Descartes, R.** (1999). *Discurso del Método*. España: Clásicos Universales.
- Dyson, F.** (1991). *El Infinito en todas las Direcciones*. Barcelona: Tusquets.
- Dyson, F.** (1994). *De Eros a Gaia*. Barcelona: Tusquets.
- Furió et al.** (1987). “Parallels between adolescent’s conceptions of gases and history of chemistry”. *Studies in Philosophy and Education*, 10 (1): 19-36.
- García Barreno, P.** (2000). *La Ciencia en tus Manos*. Madrid: Espasa Calpe.
- Gardner, H.** (1987). *La Nueva Ciencia de la Mente*. España: Paidós.
- Geymonat, L.** (1971). *El Pensamiento Científico*. Argentina: Universitaria de Buenos Aires.
- Gil Pérez, D. et al.** (1991). *La Enseñanza de las Ciencias en la Educación Secundaria*. ICE. Barcelona: Horsori.
- Giordan, A. de Vecchi, G.** (1988). *Los Orígenes del saber*. Sevilla: Diada.

- Giordan, et al.** (1988). a. *Conceptos de Biología 1*. Barcelona: MEC-Labor.
- Giordan, et al.** (1988), b. *Conceptos de Biología 2*. Barcelona: MEC-Labor.
- Gmerk, M.** (1973). Raisonement expérimental et recherches coxicologiques chez Cl.; Ginebra: Bernard. En: Giordan, et al., 1988. *Conceptos de Biología 1*. Barcelona: MEC. Labor.
- Hodson, D.** (1985). "Philosophy of science, science and science education". *Study in Science Education*, 12: 25-57.
- Hodson, D.** (1988). "Towards a philosophical more valid science curriculum", *Science of Education*, 72 (1): 19-40.
- Izquierdo, M.** (1996). "Relación entre la historia y la filosofía de la ciencia y la enseñanza de las ciencias". *Alambique*, 8: 7-22.
- Kuhn, T. S.** (1986). *La Estructura de las Revoluciones Científicas*. México: Olimpia.
- Langton, C.** (1989). "Artificial Life". Santa Fe Institute Studies in *Science and Complexity, Proceedings*, Vol. 6. Redwood City: Addison-Wesley.
- Lewontin, R. C. et al.** (1996). "No está en los Genes". *Crítica del Racismo Biológico*. Barcelona: Grijalbo.
- Lombardi, O. I.** (1997). "La pertinencia de la historia en la enseñanza de ciencias: argumentos y contraargumentos". *Enseñanza de las Ciencias*. 15 (3): 343-339.
- Matthews, M.** (1994). "Historia, filosofía y enseñanza de las ciencias; la aproximación actual". *Enseñanza de las Ciencias*, 12 (2): 255-277.
- Mayr, E.** (1998). *Así es la Biología*. España: Debate.
- Mondelo, A. et al.** (1998). "Criterios que utilizan los alumnos universitarios de primer ciclo para definir un ser vivo". *Enseñanza de las Ciencias*, 16 (3): 399-408.
- Monod, J.** (2000). *El Azar y la Necesidad*. Barcelona: Tusquets.
- Mosterín, J.** (2001). *Ciencia Viva*. Madrid: Espasa Calpe.
- Nardi, R.** (1994). "História da ciência y aprenizagem: algumas semelhanças detectadas a partir de um estudo psicogenético sobre idéias que evoluem para noção de campo de força". *Enseñanza de las Ciencias*. 12 (1): 101-106.
- Peduzzi, L. O. Q. y Zylbesrtajn, A.** (1997). "La física de la fuerza impresa y sus implicaciones para la enseñanza de la mecánica". *Enseñanza de las Ciencias*, 15 (3): 351-359.

- Pérez de Eulate, L.** (1996). “La historia de la ciencia como hilo conductor de la unidad didáctica”. *Alambique*, 8: 71-79.
- Pessoa de Carvalho, A. y Castro, R.** (1992). “La historia de las ciencias como herramienta para la enseñanza de la física secundaria: un ejemplo en calor y temperatura”. *Enseñanza de las Ciencias*, 10 (3): 289-294.
- Rivarossa, A. y Rondín, L.** (1994). “Los cambios conceptuales en los adolescentes: construyendo nociones de genética”. *Memorias II*. Córdoba: Asociación de Docentes de Ciencias Biológicas.
- Rognone, M. A. y Valentín, A.** (2000). “La inclusión de la historia de la ciencia como recurso didáctico para al construcción del concepto de fotosíntesis”. II Congreso Iberoamericano de Educación en Ciencias Experimentales, CD T4.141.
- Romero, C. M. y Blanco, L. H.** (2000). “Historia de la ciencia en la educación. Robert Boyle y el nacimiento de la química moderna”. *Revista de Educación de las Ciencias*, 1 (1): 48-50.
- Rostand, J.** (1986). *Introducción a la Historia de la Biología*. México: Artemisa.
- Sipper, M. y Reggia, J. A.** (2001). *Go forth and replicate*, *Scientific American*, 265 (2): 35-43.
- von Neumann, J.** (1958). *The Computer and the Brain*. New Haven: Yale University Press.
- Wagensberg, J.** (1998). *Ideas sobre la Complejidad del Mundo*. Barcelona: Tusquets.
- Waldrop, M.** (1992). *Complexity*. New York: Simon & Schuster.
- Yager, R.** (1991). “The centrality of practical work in the science/technology/society movement”. En: *Practical Science*, Ed. B. Woolnough, Open University Press: Buckingham.