

La enseñanza de la biología desde la teoría general de sistemas: mirada bioética

The teaching of biology from the general theory of systems: a bioethical look

Dr.C Yara Luisa Cárdenas-Cepero. Profesora Titular y Doctora en Ciencias Pedagógicas. Dirección de educación de Postgrado. Universidad de Ciencias Pedagógicas Enrique José Varona.

Correo: yaraluisac1950@gmail.com, yaraluisacc@ucpejv.edu.cu

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6137-8029>

Dr.C Eduardo Ribot Guzmán. Profesor Titular y Doctor en Ciencias Pedagógicas. Facultad de Educación en Ciencias Naturales y Exactas. Universidad de Ciencias Pedagógicas Enrique José Varona.

Correo: eduardoorg@ucpejv.edu.cu eribotguzman1960@gmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2016-2731>

Recibido: octubre de 2021

Aprobado: marzo de 2022

Resumen

En el artículo se realiza un bosquejo de aspectos a considerar en la enseñanza de la Biología, pues, se asumen términos relacionados con el concepto de sistema, pero es poco intencionado el enfoque sistémico e introducción de conceptos básicos de la Teoría General de Sistemas a partir del aporte conceptual y metodológico que de ella se deriva. Por otro lado, es menos frecuente el reconocimiento al biólogo Ludwig Von Bertalanffy, uno de los primeros investigadores en plantear una concepción sistemática del universo biológico. La actual Teoría General de Sistemas constituye un nuevo enfoque metodológico y paradigma científico de amplia aplicación en distintas áreas del conocimiento, con una visión holística necesaria para la comprensión de la realidad, frente a los reduccionismos analíticos que centran su atención en aspectos concretos, sin considerar que están sujetos a la dinámica del conjunto. Además, la Teoría General de Sistemas contempla los ambientes e interacciones de las estructuras organizadas cuya naturaleza radica en su propia organización, con determinados equilibrios internos, modalidades de alimentación y conservación, entre otros; propiedades presentes en los sistemas biológicos.

Abstract

In the article an outline of aspects to be considered in the teaching of Biology is made, since terms related to the concept of system are assumed, but the systemic approach and introduction of basic concepts of the General Theory of Systems from of the conceptual and methodological contribution derived from it. On the other hand, the recognition of the biologist Ludwig Von Bertalanffy, one of the first researchers to propose a systematic conception of the biological universe, is less frequent. The current General Systems Theory constitutes a new methodological approach and scientific paradigm of wide application in different areas of knowledge, with a holistic vision necessary for the understanding of reality, in the face of analytical reductionisms that focus their attention on specific aspects, without considering that are subject to the dynamics of the whole. In addition, the General Theory of Systems contemplates the environments and interactions of organized structures whose nature lies in their own organization, with certain internal balances, methods of feeding and conservation, among others; properties present in biological systems.



Palabras clave: Biología, Teoría General de Sistemas, Bioética **Keywords:** Biology, General Systems Theory, Bioethics

Introducción

¡(...) lo justo y lo necesario no se detienen jamás!

José Martí, t 1, p. 412.

En la enseñanza de la Biología, desde sus asignaturas en los diferentes grados y niveles, se asumen términos relacionados con el concepto de sistema tales como: sistemas vivos, complejidad estructural y funcional, integridad biológica, el organismo humano como un todo único y complejo, el organismo humano es un sistema abierto, entre otros. Asimismo, cuando se estudian los diferentes niveles de organización de la materia, se establecen las relaciones que corresponden a cada nivel. Sin embargo, en la organización de la enseñanza de la Biología es poco intencionado el enfoque sistémico en la introducción de conceptos básicos de la Teoría General de Sistemas (TGS) desde el aporte conceptual y metodológico que de ella se deriva: el pensamiento global.

Por otro lado, es menos frecuente el reconocimiento al biólogo Ludwig Von Bertalanffy (1901-1972) quien fue uno de los primeros autores en tener una concepción sistemática y totalizadora de la Biología denominada “organicista”, al considerar al organismo como un sistema abierto, en constante intercambio con otros sistemas circundantes por medio de complejas interacciones. Este pensamiento, dentro de una Teoría General de la Biología, se considera la base para su posterior Teoría General de Sistemas que explica la vida y la naturaleza como un complejo sistema, sujeto a interacciones dinámicas. Más tarde, se extendieron estas ideas a la realidad social y a las estructuras organizadas. Con esta teoría se retoma la visión holística e integradora para entender la realidad: el holismo, que considera que el “todo” es más complejo que la suma de las partes constituyentes.

La actual Teoría de Sistemas constituye un nuevo enfoque metodológico de amplia aplicación en distintas áreas del conocimiento, es un nuevo paradigma científico con una visión holística e integradora necesaria para la comprensión de la realidad, frente a los reduccionismos analíticos que fijan su atención en aspectos muy concretos, sin considerar que éstos están sujetos a la dinámica del conjunto. Además, se contemplan los ambientes e interacciones de las estructuras organizadas cuya naturaleza diferencial radica en su propia organización, con determinados equilibrios internos, modalidades de alimentación y conservación, entre otros.

Esta visión integradora es necesaria en el análisis del funcionamiento del universo biológico, dicho de otra manera: una sociedad está integrada por diferentes organizaciones, formadas a su vez por personas (organismos) conectadas entre sí por intrincadas redes sociales, todo lo cual sucede en una complicada matriz biológica, la Biosfera, compuesta a su vez por innumerables ecosistemas. Al mismo tiempo, cada persona (organismo) posee diferentes sistemas de órganos, resultantes de la integración de células en tejidos, que funcionan de una manera coordinada, en estrecha interacción con el ambiente natural y social. En este sentido, en el artículo se realiza un bosquejo de aspectos necesarios a considerar en la organización de la enseñanza de la Biología, desde la Teoría General de los Sistemas, y se reconoce el aporte científico-metodológico de Ludwig Von Bertalanffy, a pesar de sus limitaciones.



Desarrollo

Orígenes de la Teoría General de Sistemas (TGS)

La Teoría General de Sistemas (TGS) surge desde los propios orígenes de la ciencia y de la filosofía, sin embargo, en la segunda mitad del siglo XX es que se considera una ciencia formal a partir de los valiosos aportes teóricos del biólogo austriaco Ludwig von Bertalanffy (1901-1972). En la búsqueda de una explicación científica sobre el fenómeno de la vida, descubrió y formalizó las ideas que habían percibido Aristóteles y Heráclito; y que Hegel asumió como la esencia de su Fenomenología del Espíritu: Todo tiene que ver con todo. (Torres A.)

De la Peña G. y Velázquez R.M. (2018) señalan que durante el renacimiento, Da Vinci propuso una nueva clasificación en naturales, artificiales y mixtos. La filosofía clásica alemana, aportó una nueva taxonomía: sistemas materiales e ideales. En los siglos XVII y XVIII las distintas ciencias especiales investigaron determinados tipos de sistemas: geométricos, mecánicos, entre otros; los filósofos marxistas, por su parte, ofrecieron una nueva y relevante clasificación que expresó un nuevo nivel de agrupación definida en cinco grupos: mecánicos, físicos, químicos, biológicos y sociales. En los inicios del siglo XX, se profundizó en las relaciones que se establecen entre los sistemas que se caracteriza no solo por la existencia de conexiones entre sus elementos, determinando un grado de organización, sino también por la unidad indisoluble con el medio y su naturaleza. (De la Peña G, Velázquez R.M., 2018)

En los años 50 del siglo XX, el biólogo Julián Huxley (1887-1975) había desarrollado sus conceptos sobre la síntesis evolutiva moderna y los biólogos moleculares Francis Crick (1916- 2004) y James Watson (1928), avanzaban en sus trabajos sobre la estructura helicoidal del ADN, por lo cual, con su programa de investigación Ludwig von Bertalanffy buscaba responder a la pregunta central de la biología: ¿qué es la vida?

Por su carácter globalizado y abierto Bertalanffy no pudo dar respuesta a esta pregunta crucial, pero se acercó a su resolución con ideas que transformaron radicalmente la visión del mundo: el todo es más que la suma de sus partes; el todo determina la naturaleza de las partes; las partes no pueden comprenderse si se consideran aisladas del todo; las partes están dinámicamente interrelacionadas o son interdependientes. La Teoría General de Sistemas contiene la paradoja de ser uno de los ámbitos más apasionantes de la ciencia moderna, y también, uno de los más incomprendidos.

Si bien Bertalanffy no pudo responder a la pregunta que lo intrigaba, y que permanecía sin respuestas en los libros y manuales de Biología, su investigación marcó un salto cualitativo en la comprensión y el desarrollo de la teoría de sistemas, concibiendo al sistema como un conjunto de elementos que funciona como un todo. Por ejemplo, cada órgano del organismo humano incide en su funcionamiento global: el sistema digestivo es diferente del sistema nervioso o al sistema endocrino, pero no hay sistema alguno que tenga un efecto aislado del todo (organismo). Ninguno de estos subsistemas es totalmente independiente. Ni el sistema circulatorio ni el sistema linfático pueden funcionar de manera aislada, porque entonces no forman un organismo vivo.

La Teoría General de Sistemas fue, en origen una concepción totalizadora de la biología (denominada «organicista»), bajo la que se conceptualizaba al organismo como un sistema abierto, en constante intercambio con otros sistemas circundantes por medio de complejas interacciones. La publicación sistemática de sus ideas se pospuso a causa del final de la Segunda Guerra Mundial, materializándose en el año 1969 con la publicación, de su libro titulado, precisamente, Teoría General de Sistemas. Von Bertalanffy utilizó los principios allí expuestos para explorar y explicar temas científicos, incluyendo una concepción humanista de la naturaleza humana, opuesta a la concepción mecanicista y robótica. En la teoría se afirma que las propiedades de los sistemas no pueden describirse significativamente en términos de sus elementos separados. (Sociedad Española de Sistemas Generales, 2021). La comprensión de los sistemas sólo ocurre cuando se estudian globalmente, involucrando todas las interdependencias de cada una de sus partes. Las tres premisas básicas de su concepción son las siguientes:

- los sistemas existen dentro de sistemas.

- los sistemas son abiertos.
- las funciones de un sistema dependen de su estructura.

No obstante, a sus limitaciones, y si bien se reconoce que la Teoría General de Sistemas de Von Bertalanffy aporta en la actualidad sólo aspectos parciales para una moderna Teoría General de Sistemas Sociales, resulta interesante examinarla con detalle. Entendemos que es en la Teoría General de Sistemas donde se fijan las distinciones conceptuales fundantes que han facilitado el camino para la introducción de su perspectiva, especialmente en los estudios de la Biología.

Concepción del todo y sus partes

Los logros de Bertalanffy tuvieron el gran mérito de concebir el todo y sus partes. Para comprender el funcionamiento del organismo humano, es necesario comprender el funcionamiento de sus partes, y su relación con el funcionamiento global. Así como el sistema digestivo y el sistema endocrino son cruciales para la salud del organismo humano, así también la sociología o las ciencias políticas son cruciales para comprender a la sociedad. Por estas consideraciones Bertalanffy trascendió de lo biológico, se trasladó al terreno de las organizaciones sociales y demostró que las organizaciones no son entes estáticos y que las múltiples interrelaciones e interconexiones les permiten retroalimentarse y crecer en un proceso que constituye su existir (Figura 1).

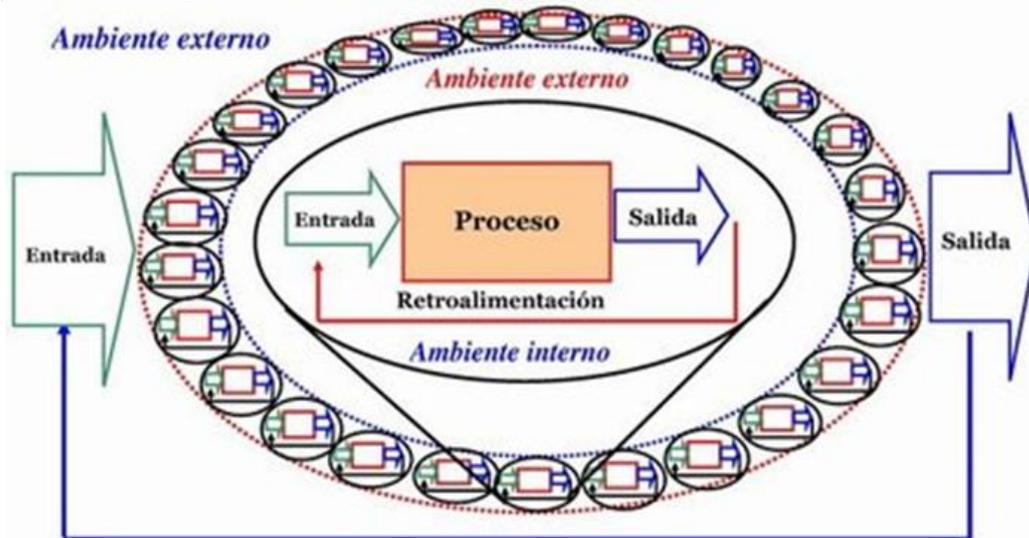


Fig. 1. Representación gráfica de un sistema. Autor Marco Antonio Moreno@mapsingerhtt <http://www.elblogsalmon.com>

La Teoría General de Sistemas contempla los ambientes e interacciones de las estructuras organizadas cuya naturaleza diferencial radica en su propia organización, con determinados equilibrios internos, modalidades de alimentación y conservación, entre otros.

Sistema-Interrelación-Organización

En los sistemas vivos tienen lugar un sinnúmero de interacciones entre sus elementos que establecen interrelaciones entre los mismos, lo cual se da desde el nivel molecular, por ejemplo: la glucólisis (proceso de oxidar glucosa en el que se obtiene energía); el metabolismo de proteínas (parte del proceso nutritivo), pasando por el nivel celular entre las células de un órgano y continuando entre órganos, hasta el nivel de sistema inmune, nervioso y endocrino, entre los cuales también se da este fenómeno (cada uno de ellos tiene receptores moleculares para productos de los otros dos sistemas). Es pertinente recordar que este fenómeno de interacción e interrelaciones, también se da entre las diferentes células del cuerpo por medio del sistema básico de Pischinger, el citoesqueleto y la radiación electromagnética cuya explicación.

El universo biológico como sistema complejo

El universo biológico constituye un todo integrado (compuesto de sistemas dentro de sistemas) cuyas propiedades fundamentales surgen de la relación entre sus componentes en estrecha interacción entre los sistemas que lo componen y con el medio circundante. Entre los principios que se expresan en este sistema se encuentran los siguientes:

- **Elemento:** parte integrante de un sistema con propiedades inherentes, con similitudes y diferencias respecto a los otros elementos del sistema, cuyas propiedades afectan al sistema y este a su vez afecta a la parte. El universo biológico es un sistema altamente complejo, integrado por elementos que a su vez son sistemas, deviniendo en una estructura biológica de multiniveles (sistemas dentro de sistemas), donde el elemento es parte de un sistema y a su vez está conformado por sistemas. Así las células forman tejidos, los tejidos órganos y estos constituyen sistemas, que a su vez conforman el organismo, que existe dentro de sistemas sociales, ubicados dentro de un ecosistema, con la propiedad que se establecen interrelaciones intrasistémicas e intersistémicas.

- **Estructura:** forma en la que se relacionan (interconexión-enlace) los elementos de un sistema; en el universo biológico, también se hace referencia a la organización o arquitectura de la célula, de los tejidos, órganos, sistema de órganos, organismos, poblaciones, ecosistemas, biosfera. Como sistema altamente complejo se encuentran en los sistemas vivos diferentes tipos de estructuras (relaciones). Resulta necesario enfocar la caracterización de cada nivel de organización, a partir del tipo de interacciones que vinculan a los componentes y de proponer un ordenamiento consecuente con ello.

- **Relaciones:** Se asume la propuesta de McMahon et al. (1978), quienes plantean una clasificación de niveles y los ordenan según diferentes relaciones entre los componentes. Desde esta perspectiva se puede comprender al universo biológico organizado en diferentes campos a partir del tipo de interacción analizada. A su vez, es posible para cada campo establecer niveles de complejidad creciente, entendiéndose a cada nivel como un sistema, que se define mediante tres aspectos: los elementos que lo componen, las interacciones entre dichos elementos y las características emergentes que de ello derivan. Las relaciones consideradas son las siguientes:

- **Morfofisiológicas:** corresponden a una mirada analítica-anatómica sobre el organismo, descomponiéndolo en elementos y estudiando las interacciones de los mismos en un sentido estructural y funcional. De acuerdo a este criterio se ordenan niveles como, en orden decreciente a partir de un: organismo (estructura-función-funcionamiento), sistema de órgano (estructura-función), órganos (estructura-función), tejidos (estructura-función), células (estructura-función), estructuras subcelulares (composición química-estructura-función).
- **Filogenéticas:** En este caso se analiza la interacción de los organismos en función de las relaciones ancestro-descendiente, es decir del grado de parentesco. En la secuencia que se forma (especie, género, familia, orden, clase, phylum, reino) considerada en orden creciente, el grado de parentesco es cada vez menos estrecho. Los criterios mediante los cuales se establecen los límites entre estas unidades o categorías varían de acuerdo al peso que se le atribuya a las similitudes y diferencias, a la forma de definir los caracteres que indican el parentesco y a cómo se expresa una distancia genealógica.
- **Coevolutivas:** Los organismos inciden directa o indirectamente entre sí en las posibilidades de dejar descendencia. Estas interacciones entre organismos que resultan en presiones de selección -ya que favorecen o dificultan el éxito reproductivo- tienen consecuencias evolutivas. La coevolución puede ser analizada interespecíficamente (en términos de la relación predador-presa, entre otras) o intraespecíficamente (en términos de cortejo, estrategias reproductivas, etc.). De acuerdo a estas relaciones se pueden definir sistemas de poblaciones y comunidades.

- **De intercambio de sustancia y energía:** Los componentes de este campo (Ecosistema, ecósfera) son sistemas que se definen en función de estudiar los intercambios de sustancia y energía. A diferencia de los sistemas delineados a partir de las relaciones coevolutivas, en este caso se agrega como componente al medio no biológico.

Con respecto a lo complejo del universo biológico, al decir de Morín, 1999

El conocimiento pertinente debe enfrentar la complejidad. Complexus significa lo que está tejido junto; en efecto, hay complejidad cuando son inseparables los elementos diferentes que constituyen un todo (como el económico, el político, el sociológico, el psicológico, el afectivo, el mitológico) y que existe un tejido interdependiente, interactivo e inter-retroactivo entre el objeto de conocimiento y su contexto, las partes y el todo, el todo y las partes, las partes entre ellas. Por esto, la complejidad es la unión entre la unidad y la multiplicidad. Los desarrollos propios a nuestra era planetaria nos enfrentan cada vez más y de manera cada vez más ineluctable a los desafíos de la complejidad. En consecuencia, la educación debe promover una «inteligencia general» apta para referirse, de manera multidimensional, a lo complejo, al contexto en una concepción global. (p.17)

El organismo humano como sistema abierto

En su desarrollo, la Teoría General de Sistemas ha sido adoptada por diferentes disciplinas del conocimiento que le han hecho sus propios aportes y han generado sus propios procesos cognitivos; está tan difundida su utilización que se extiende a diferentes áreas como el mundo físico, biológico, social, productivo y cultural de tal manera que se origina un sinnúmero de tipos de sistemas, según las necesidades del sujeto observador y del área de conocimiento, entre otras variables (Rozo, 2004). Esto ha dado origen a un gran número de clasificaciones entre las cuales se encuentran quienes proponen clasificar según su relación con el medio ambiente, su naturaleza, su origen, sus relaciones, cambios en el tiempo, sus variables; las cuales ayudan a sustentar la visión del organismo humano como sistema: (Ramírez C, Luz Arabany, 2004)

- **Abierto:** intercambia sustancia, energía (ingresa alimentos, O₂; elimina desechos, CO₂) e información (“se procesa” información sobre T°, O₂, otros organismos del medio, entre otros, y le aporta información al medio y a otros organismos).
- **Autopoietico:** dado que sintetiza sus elementos constitutivos, así como su propia organización.
- **Dinámico:** se experimentan cambios y transformaciones con el tiempo, se halla en un constante movimiento, transformación y evolución, teniendo su organización como la variable a mantener constante, lo cual le permite una gran respuesta adaptativa ante los diferentes desafíos internos y/o externos.
- **Entrada-proceso-salida:** en todo sistema se considera entrada todo lo que ingresa o se importa del medio ambiente y es procesado, originándose salidas que son la exportación al medio ambiente del producto de sus procesos. El ser humano (organismo) como sistema abierto, importa energía y sustancias del medio ambiente que se utilizan en la síntesis de los elementos que mantienen su arquitectura (lípidos, carbohidratos, proteínas), pero también se ingresa información del medio, que, junto con la sustancia y energía, se utiliza en su propia organización como la variable que mantiene constante. Estos procesos originan salidas de elementos tales como entropía en forma de calor, heces, lágrimas, sudor etc., e información para el medio y otros sistemas. Estas entradas de alimentos (calidad y cantidad), información del medio ambiente físico, biológico y social, le plantean un desafío que debe ser procesado y respondido (salida) con una respuesta adaptativa que según sus características se llamará salud o enfermedad.

Propiedades del ser humano como sistema abierto (Serna, H., 2016)

- **Propiedades emergentes:** nacen de la interrelación de los diferentes componentes del organismo, por tanto, no se pueden ubicar en un órgano, tejido o célula pues a medida que se disecciona



(disyunción), desaparecen. Ejemplo: la salud-enfermedad, crisis curativa, empeoramiento inicial (agravamiento posterior a un tratamiento de Medicina Alternativa), la mente, estado febril etc. Estas propiedades o comportamientos no pueden ser explicados al estudiar las partes de manera aislada, hecho al que se denomina sinergia, siendo esta una propiedad de los sistemas.

- **Entropía:** conocida como una medida de desorden, también afecta al ser humano (sistema abierto), haciendo que ésta tienda hacia el equilibrio energético (máximo desorden), lo que para un organismo vivo sería la muerte. Sin embargo, los seres vivos son sistemas disipativos, es decir importan energía y sustancias lo que hace posible mantener su propio orden lejos del equilibrio termodinámico. .
- **Retroalimentación-recursividad:** aunque la retroalimentación, es un mecanismo de control en el cual la salida retroactúa sobre la entrada para aumentar o disminuir la actividad, y está presente en muchos bucles de regulación en el ser humano, hay otra propiedad de los sistemas y es fundamental para la autoproducción y autoorganización del organismo, el Principio de Recursividad, que va más allá del concepto de retroalimentación, hablándose de un bucle generador en el que los productos y efectos son productos.

Las propiedades de los sistemas, advertidas inicialmente en los organismos vivos y en la naturaleza, eran exportables a otros escenarios para la observación y comprensión de sus estructuras dinámicas, como los de las ciencias humanas y sociales, Bertalanffy consideraba que su propuesta de cambio en los marcos de registro del conocimiento conectaba con las necesidades de la ciencia en su deriva hacia la construcción de una realidad cada vez más compleja. Por ello, su Teoría General de Sistemas no sólo fue contemporánea de otras teorías, sino que permitió una mayor profundización y a relacionarlas entre sí, bajo un nuevo paradigma de percepción de la realidad científica.

Para entender su pensamiento hay que partir del rechazo que hace tanto del vitalismo (que pretende explicar lo viviente mediante entidades misteriosas como el "élan vital" o la entelequia), como del mecanicismo (del cual rechazó la tendencia a analizar cada fenómeno en sus constituyentes, considerándolo la suma de éstos). Por el contrario, los organismos vivos deben considerarse sistemas complejos y dotados de propiedades específicas. Es decir, hay que explicarlos por medio del organicismo, del cual es uno de los principales representantes. El principio totalizante, idea central de la concepción organicista u holista, afirma que "el todo es mayor que la suma de sus partes", es decir, que en el "todo" aparecen propiedades nuevas e irreductibles a las de sus partes.

En 1945 al término de la Segunda Guerra Mundial, fue cuando realmente nació la Teoría General de Sistemas, ya que las publicaciones de Bertalanffy no tuvieron buena acogida en el mundo científico. En 1954 en la reunión anual de la asociación americana para el avance de la ciencia se aprobó el proyecto de una sociedad dedicada a la Teoría General de Sistemas que fue organizada para el desarrollo de sistemas teóricos aplicables. La Teoría General de Sistemas adquiere cada vez mayor importancia en el campo científico, sin duda el sistema fue concebido por filósofos como por civilizaciones antiguas en su época. Como es considerada actualmente se encuentra relacionada con el trabajo del biólogo alemán Ludwig Von Bertalanffy a partir de la Teoría de los Sistemas Abiertos que presentó, desde este punto de vista se puede decir que la Teoría General de Sistemas nació en 1952 debido a la publicación de sus investigaciones.

Su producción científica comprende estudios de fisiología celular, embriología experimental, patología (sobre cáncer) y obras de biología teórica y sus obras principales: Teoría crítica del desarrollo de las formas (1928), La imagen biológica del mundo (1949), Perspectivas en la Teoría General de Sistemas (1950). Como fue analizado anteriormente, en la Teoría General de Sistemas, a pesar de sus limitaciones, Bertalanffy concibió una explicación de la vida y la naturaleza como la de un complejo sistema, sujeto a interacciones dinámicas, a partir de una visión holística e integradora, lo que constituye un referente metodológico teórico y práctico en la enseñanza de la Biología.



Perspectiva bioética en la enseñanza de la Biología

Resulta incuestionable que el desarrollo científico-tecnológico alcanzado por las ciencias favoreció la profundización y la especialización de los conocimientos científicos, con el objetivo de poder investigar sobre nuevos problemas en las esferas o ramas específicas de cada una. Esto trajo aparejado la separación en áreas, con marcos conceptuales cada vez más delimitados. Así, la Biología se diversificó en Anatomía, Zoología, Fisiología, entre otras ramas, que conforman las ciencias biológicas. No obstante, desde mediados del siglo XIX las ciencias biológicas comenzaron a desarrollarse vertiginosamente a partir del descubrimiento del microscopio y de los primeros hallazgos sobre la célula. La acelerada renovación y actualización de los conocimientos biológicos determinó la necesidad del establecimiento de nexos y relaciones entre los conocimientos biológicos y el predominio de enfoques cada vez más integradores y globalizados, al abordar el estudio de los sistemas vivientes.

Sin embargo, la tendencia de algunas disciplinas biológicas es la de considerar unilateralmente aspectos que requieren de un análisis integral en los sistemas vivientes, sin considerar que los procesos que ocurren en estos sistemas forman un todo integrado por distintas partes, que se relacionan e influyen unas a las otras. Por tal razón, en el proceso de enseñanza-aprendizaje de la Biología no pueden existir parcelas de conocimientos, sino relación entre estos (fundamentalmente con el establecimiento de nexos entre conceptos, hasta construir nuevos sistemas de conceptos), lo cual parte del principio dialéctico de la concatenación universal aplicado a todo hecho, sistema, proceso, método, considerado en unidad orgánica con el principio del desarrollo, ya que en el mundo material la concatenación es, a la vez, interacción, y la interacción es dinámica y desarrollo.

Ante todo, la Teoría General de Sistemas constituye un enfoque necesario en la enseñanza de la Biología, ya que contribuye al conocimiento y a la explicación de la realidad (sistema) en relación al medio que lo rodea, también favorece la visión integral y total lo cual significa que necesita de mecanismos interdisciplinarios, y que Von Bertalanffy figura de máximo relieve en el campo de la biología teórica, en 1953 enunció que el modelo de sistemas abiertos es aplicable a muchos problemas y campos de la Biología. Sin embargo, es limitado el reconocimiento de su obra y la utilización de su concepción sistemática y totalizadora en la enseñanza de la Biología.

Desde una reflexión bioética que considera los intereses sociales y normas culturales sobre lo que es propio, lo que es bueno y lo que es justo, fundamentada en el principio de justicia, considerado como el acceso a cualquier tratamiento de forma equitativa, sin restricciones ni discriminaciones, basado en que todas las personas, por el mero hecho de serlo, tienen la misma dignidad, independientemente de cualquier circunstancia, y, por tanto, son merecedoras de igual consideración y respeto. Por consiguiente, consideramos que es limitado el reconocimiento que merece Bertalanffy en la enseñanza de la Biología, ya que las limitaciones de su teoría no superan el aporte teórico- metodológico.

Conclusiones

Ludwig Von Bertalanffy fue uno de los primeros investigadores en exponer una concepción sistemática y totalizadora de la Biología. Al considerar al organismo como un sistema abierto concibió una explicación de la vida y la naturaleza como un complejo sistema, sujeto a interacciones dinámicas, que más tarde trasladó al análisis de la realidad social y a las estructuras organizadas bajo una descripción de amplio espectro que denominó Teoría General de Sistemas.

La Teoría General de Sistemas permite estudiar la realidad de forma global o sistémica, lo que es importante en la enseñanza de la Biología frente a los reduccionismos analíticos, y plantea un marco de enfoque metodológico necesario para una comprensión objetiva de la realidad biológica. A pesar de sus antecedentes históricos, aún no se manifiesta el reconocimiento a su obra ni su inclusión intencionada y generalizada en las diferentes asignaturas, grados y niveles de enseñanza.

Referencias bibliográficas

- Bertalanffy, L.V (1987). Teoría general de sistemas. Fundamentos, desarrollo, aplicaciones. Barcelona, España: Editorial Herder.
- De la Peña G, R.M. (2018) Algunas reflexiones sobre la teoría general de sistemas y el enfoque sistémico en las investigaciones científicas. Revista Cubana de Educación Superior vol. 37 no. 2. La Habana, Cuba mayo -agosto de 2018. Martí, J. (1892). La Confirmación, Patria. Nueva York, 23 de abril de 1892, t. 1.
- Morin, E. (1999). Los siete saberes necesarios para la educación del futuro. París, Francia: Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura.
- Ramírez, C. ; Arabany, L (2002). Teoría de Sistemas. Manizales, Colombia: Universidad Nacional de Colombia, Sede Manizales.
- Rozo, J. (2004). Sistémica y Pensamiento Complejo I. Paradigmas, Sistemas, Complejidad. Medellín, Colombia: Editorial Biogénesis.
- Serna, H. (2016) El cuerpo humano como un sistema complejo a la luz del contexto histórico-científico del descubrimiento de la circulación pulmonar: de alejandrinos, árabes, herejes y nobles. Revista Colombiana de Filosofía de la Ciencia. Universidad El Bosque. Bogotá, Colombia vol. 16, núm. 33, julio-diciembre, 2016.
- Sociedad Española de Sistemas Generales (2021) ¿Qué es la Teoría General de Sistemas? Madrid, España.
- Torres, A. La Teoría General de Sistemas, de Ludwig von Bertalanffy. Disponible en: <https://psicologiaymente.com/psicología/>

Declaración de conflicto de interés y conflictos éticos

Los autores declaramos que este manuscrito es original, no contiene elementos clasificados ni restringidos para su divulgación ni para la institución en la que se realizó y no han sido publicados con anterioridad, ni están siendo sometidos a la valoración de otra editorial.

Los autores somos responsables del contenido recogido en el artículo y en él no existen plagios, conflictos de interés ni éticos.

Contribuciones de los autores

Dr.C Yara Luisa Cárdenas Cepero: redacción del artículo, fundamentos teóricos, diseño de la metodología.

Dr.C Eduardo Ribot Guzmán: diseño del artículo, revisión de todo el contenido y tratamiento informático.