EL CONCEPTO DE NIVELES DE ORGANIZACIÓN DE LOS SERES VIVOS EN CONTEXTOS DE ENSEÑANZA

MENEGAZ, ADRIANA y MENGASCINI, ADRIANA
GDC (Grupo de Didáctica de las Ciencias), Facultad de Ciencias Naturales y Museo, Universidad Nacional de La Plata, Argentina.

Palabras clave: Niveles de organización; Sistema biológico; Imágenes escolares.

INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS

La noción de niveles de organización es un contenido presente en los diseños curriculares de diferentes niveles educativos, frecuentemente desarrollado en los libros de texto y abordado en clases de biología. De acuerdo a nuestra experiencia en talleres de formación docente, en la participación en talleres de discusión y diagramación de diseños curriculares así como en la elaboración de documentos y materiales de apoyo para docentes, hemos encontrado diferentes interpretaciones de los conceptos involucrados y problemas en su abordaje áulico.

El objetivo de la presente contribución es presentar un marco teórico conceptual interpretativo que nos permita reflexionar sobre las imágenes de niveles de organización presentes en los discursos escolares y efectuar una propuesta de interpretación.

MARCO TEÓRICO

Consideramos que el uso del concepto de sistema es el más apropiado para el abordaje del estudio de los objetos y fenómenos naturales. Todo sistema presenta un conjunto de diversos elementos, compartimientos o unidades, relacionados por influencias recíprocas que constituyen circuitos recurrentes, interacciones y mecanismos de control y comunicación. La estabilidad del sistema es consecuencia de estas interacciones (Margalef, 1981).

En el abordaje de los fenómenos naturales, la perspectiva sistémica se diferencia de la mirada mecanicista-analítica, la cual considera que los fenómenos complejos pueden ser comprendidos desde las propiedades de sus partes, por un lado y, por otro, rescata de la perspectiva organicista la idea de considerar a las relaciones organizadoras entre las partes como característica particular del fenómeno biológico (Capra, 1998) Esta perspectiva sistémica enfatiza como una de las propiedades sobresalientes de la vida a la tendencia a construir estructuras multinivel, con diferentes niveles de complejidad y diferentes "leyes" operando sobre ellos, de modo que cada uno forma un todo respecto a sus partes, siendo al mismo tiempo parte de un todo superior. El concepto de "complejidad organizada" resulta protagonista del comportamiento sistémico, de modo que en cada nivel de complejidad los fenómenos observados evidencian propiedades que no se dan en el nivel inferior (Capra, 1998), y que se reconocen como emergentes de la organización particular del sistema, de sus componentes e interacciones.

En palabras de Morin:

> "En la naturaleza se encuentran masas, agregados de sistemas, flujos inorganizados, objetos organizados. Pero lo remarcable es el carácter polisistémico del universo organizado. Este es una sorprendente arquitectura de sistemas que se edifican los unos a los otros, los unos entre los otros, los unos contra los otros, implicándose e imbricándose unos a otros, con un gran juego de masas, plasmas, fluidos de microsistemas que circulan, flotan, envuelven las arquitecturas de los sistemas. Así, el ser humano forma parte de un sistema social, en el seno de un ecosistema natural, el cual está en el seno de un sistema solar, el cual está en el seno de un sistema galáctico; está compuesto por sistemas celulares, los cuales están compuestos por sistemas moleculares, los cuales están compuestos por sistemas atómicos. (...) así, *la vida es un sistema de sistemas de sistemas*, no solamente porque el organismo es un sistema de órganos que son sistemas de moléculas que son sistemas de átomos, sino también porque el ser vivo es un sistema individual que participa de un sistema de reproducción, tanto uno como otro participan en un eco-sistema, el cual participa en la biosfera..." (Morin, 1993, p. 121).

Por lo tanto, la vida como sistema de sistemas de sistemas remite a la idea de niveles de organización que pueden ser ordenados jerárquicamente según diferentes criterios atendiendo a su carácter sistémico, y como tales, como compuestos por determinados elementos, con determinadas interacciones, una organización particular y una serie de atributos emergentes que les son propios.

DESARROLLO DEL TEMA

Encontramos en los abordajes más frecuentes del tema distintos aspectos tales como posturas realistas, reduccionismos, contradicciones internas y ordenamientos forzados, que discutimos y ejemplificamos a continuación.

Por un lado, se suelen plantear posturas realistas. De acuerdo con esto, se considera que los niveles de organización "existen", son reales, en vez de abordarlos como constructos o modelos que permiten comprender el universo a estudiar.

Por otro lado, suele reflejarse una imagen reduccionista de los sistemas biológicos en estudio, según la cual se los presenta desde una descripción aditiva de sus componentes. A modo de ejemplo, suele reducirse la descripción de los ecosistemas como conjuntos formados por componentes bióticos y no bióticos. Si bien esto no es incorrecto, es incompleto ya que esta postura deja de lado los aspectos de la organización de los mismos, que derivan de las interacciones entre todos los componentes.

Del mismo modo, este reduccionismo mecanicista puede llevar a plantear afirmaciones tales como la que extraemos de un libro de biología de uso frecuente:

> "Uno de los principios fundamentales de la biología es que los seres vivos obedecen a las leyes de la física y la química. Los organismos están constituidos por los mismos componentes químicos -átomos y moléculas- que las cosas inanimadas. Esto no significa, sin embargo, que los organismos sean "solamente" los átomos y moléculas de los cuales están compuestos; hay diferencias reconocibles entre los sistemas vivos y los no vivos. / En cualquier organismo (...) los átomos que lo constituyen se combinan entre sí de forma muy específica. Gran parte del hidrógeno y del oxígeno está presente en forma de agua (...). Además del agua, cada bacteria contiene aproximadamente 5.000 clases de macromoléculas diferentes. Algunas de ellas desempeñan funciones estructurales, otras regulan la función celular y casi 1.000 están relacionadas con la información genética. Algunas de las macromoléculas actúan recíprocamente con el agua para formar una película delicada y flexible, una membrana, que encierra a todos los otros átomos y moléculas que componen la E. coli. Así encerrados, constituyen, notablemente, una célula, una entidad viva."

El texto plantea contradicciones, ya que si bien los organismos no son "solamente" átomos y moléculas, esos átomos y moléculas son descriptos y terminan constituyendo "notablemente" un ser vivo, sin tener en cuenta todos los emergentes de los niveles de organización involucrados en la descripción presentada.

Asimismo, esta postura queda reflejada en el planteo de una equivalencia entre niveles de organización de seres vivos y niveles de organización o integración de "la materia": *La materia se encuentra organizada en diferentes estructuras, desde las más pequeñas hasta las más grandes, desde las más complejas hasta las más*

simples. Esta organización determina niveles que facilitan la comprensión de nuestro objeto de estudio: la vida". El texto citado corresponde a un libro de biología y la misma imagen ha sido encontrada en discursos docentes.

Es común que se deje de lado la consideración de atributos emergentes de cada nivel de organización y se atribuyan características de un nivel a otros. Así en algunos discursos escolares (tanto de docentes como de estudiantes) se hace mención a células "pensantes", en referencia a las neuronas. Asimismo hemos encontrado en diseños curriculares oficiales expectativas de logro manifestadas de la siguiente manera: *"Comprensión de la célula como unidad portadora del genoma que regula los sistemas biológicos"*. Aquí no sólo se reduce la célula a una "caja" para llevar genoma, sino que al parecer, de acuerdo a lo expresado, todos los sistemas biológicos son regulados a partir de él, lo que nos permitiría extrapolar esa regulación a sistemas complejos como la biosfera.

Por otra parte, es común encontrar en los libros de texto un ordenamiento forzado de sistemas biológicos definidos desde diferentes criterios en una jerarquía lineal única, en donde cada uno se constituye por la inclusión de los precedentes: "*Biósfera – Biomas – Ecosistemas – Comunidades – Poblaciones – Individuos - Sistemas de órganos – Órganos – Tejidos – Células - Complejos de macromoléculas – Macromoléculas – Moléculas – Átomos - Partículas subatómicas*". Cada uno de los niveles es considerado como eslabón de una jerarquía estrictamente lineal. En esta presentación, la complejidad creciente suele comprenderse como la resultante de la inclusión aditiva de los componentes del nivel precedente. En algunos casos se representan esquemas a modo de cajas unas dentro de otras, en las que va variando la escala. En este tipo de presentaciones generalmente queda de lado la explicitación de los criterios que permiten definir y caracterizar a cada nivel, desdibujándose las particularidades de cada uno. Por otro lado, el grado de complejidad creciente se reduce implícitamente a una cuestión de escalas crecientes y se obstaculiza la discusión respecto de la posibilidad de plantear ordenamientos alternativos. Los docentes, muchas veces, tienden a armar ordenamientos de este tipo cuando se les solicita ordenar distintos niveles en un sentido de complejidad creciente.

Otra de las cuestiones que solemos encontrar en referencia a estos temas es la de plantear contenidos que implican saltos entre distintos niveles, con la consecuente mezcla de componentes y caracteres. Por ejemplo, en un diseño curricular para una asignatura denominada *Genética Molecular* hemos encontrado el siguiente listado de contenidos: "*Teoría cromosómica de la herencia. Genética mendeliana y posmendeliana. Las mutaciones. Herencia mitocondrial. Solución de problemas. / Genética de poblaciones. Formulación de problemas. Variabilidad de las poblaciones. / La genética molecular. El código genético. Mapeo genético humano. La genética humana. Presente y futuro. / Tecnología del ADN recombinante. La recolección y el registro de datos. La ingeniería genética: sus aplicaciones.*" Si bien es claramente aceptable que todos los contenidos remiten a conceptos que se incluyen en la genética como disciplina, no podemos decir que la genética mendeliana o la de poblaciones correspondan a un enfoque molecular, sino que toman como objeto de estudio a sistemas biológicos de distintos niveles de organización. Del mismo modo podemos leer en otros diseños contenidos planteados como "*Las poblaciones naturales: nicho ecológico. Recursos energéticos y alimenticios: Proceso de fotosíntesis. Tramas tróficas. Pirámides de energía. Flujo de energía y ciclo de la materia*", en donde aparecen mencionados estructuras y procesos que se dan en sistemas claramente diferentes que van desde lo molecular a lo ecosistémico (y poco tocan lo poblacional).

En buena medida, el uso generalizado del mismo término para procesos que se dan en sistemas de distintos niveles lleva a confusión. A modo de ejemplo se da el caso del concepto de respiración que se usa para describir procesos a nivel celular, de organismos complejos y de ecosistemas. En cada nivel considerado la "respiración" remite a procesos con distintos significados biológicos.

CONCLUSIONES

De acuerdo a lo expuesto más arriba, es posible encontrar imágenes diversas en los discursos, en las que los sentidos varían. Cuando se habla de niveles aparecen términos recurrentes (como población, ecosistema, biosfera, tejidos, órganos) pero se usan con notables contradicciones tanto internas como entre discursos.

Ante esta situación planteamos la necesidad de enfocar la caracterización de cada nivel de organización, interrogándonos por el tipo de interacciones que vinculan a los componentes y de proponer un ordenamiento consecuente con ello.

Para esto adaptamos una propuesta de McMahon et al. (1978), quienes plantean una clasificación de niveles centrada en el organismo y los ordena 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, en el cual que se define a través de tres aspectos: los elementos que lo componen, las interacciones entre dichos elementos y las características emergentes que de ello derivan.

Las relaciones consideradas son:

- **Relaciones 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: Sistema de órganos – Órganos – Tejidos – Células - Estructuras subcelulares.

- **Relaciones 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 - Phyllum – 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.

- **Relaciones 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 podemos definir sistemas de Poblaciones y Comunidades.

- **Relaciones de intercambio de materia y energía:** Los componentes de este campo (Ecosistema – Ecósfera) son sistemas que se definen en función de estudiar los intercambios de materia 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.

La propuesta presentada, si bien complejiza el estudio del espectro biológico, no agota todos los abordajes posibles para analizar la diversidad. En ella quedan sin considerarse la organización estructural de los organismos, la diversidad celular (procariotas, eucariotas), la delimitación de un "individuo", la existencia de la metagénesis y metamorfosis. Sin embargo supera las propuestas citadas más arriba ya que, por un lado, no presenta contradicciones internas, por otro, facilita el enfoque sistémico al enfatizar la importancia de las interacciones entre los componentes, y finalmente, se constituye en una propuesta alternativa, quebrando la imagen de una única manera de ordenar el universo biológico.

Más allá de la adopción o no de esta propuesta, consideramos importante la reflexión sobre el uso naturalizado de un concepto tan presente en nuestros cursos de biología.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CAPRA, F. (1998). Teoría de sistemas. En: *La trama de la vida*. Barcelona: Anagrama.
MARGALEF, R. (1981) *Perspectivas de la teoría ecológica*. Barcelona: Blume.
MCMAHON, J.; PHILLIPS, D.; ROBINSON, J. y SCHIMPF, D. (1978). Levels of biological organization: an organism-centered approach. *Bioscience*, Vol. 28 (11), pp. 700-704.
MORIN, E. (1993). *El método. I. La naturaleza de la naturaleza*. Madrid: Ediciones Cátedra.