



Revista Cubana de Química

ISSN: 0258-5995

revcubanaquimica@cnt.uo.edu.cu

Universidad de Oriente

Cuba

Guillaron-Lláser, J. J.; Méndez-Pérez, L. M.; Baffa-Lourenço, A.; Hernandez, A. C.
LA CONCEPCIÓN DEL OBJETO DE INVESTIGACIÓN EN LAS CIENCIAS NATURALES
ATENDIENDO A SUS NIVELES DE COMPLEJIDAD. SU IMPLICACIÓN
METODOLÓGICA EN EL PROCESO DE ENSEÑANZA-APRENDIZAJE

Revista Cubana de Química, vol. XXIII, núm. 3, 2011, pp. 15-23

Universidad de Oriente
Santiago de Cuba, Cuba

Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=443543724002>

- Cómo citar el artículo
- Número completo
- Más información del artículo
- Página de la revista en redalyc.org

redalyc.org

Sistema de Información Científica

Red de Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal

Proyecto académico sin fines de lucro, desarrollado bajo la iniciativa de acceso abierto

LA CONCEPCIÓN DEL OBJETO DE INVESTIGACIÓN EN LAS CIENCIAS NATURALES ATENDIENDO A SUS NIVELES DE COMPLEJIDAD. SU IMPLICACIÓN METODOLÓGICA EN EL PROCESO DE ENSEÑANZA-APRENDIZAJE

J. J. Guillarón-Lláser¹, L. M. Méndez-Pérez¹, A. Baffa-Lourenço^{II}, A. C. Hernandez^{II}

jguilla@cnt.uo.edu.cu

¹Facultad de Ciencias Naturales, Universidad de Oriente, Santiago de Cuba, ^{II}Universidade de São Paulo, Instituto de Física de São Carlos, Brasil

● Resumen

En el trabajo se expone una concepción teórica del objeto de investigación que abordan los estudiantes universitarios de ciencias naturales en su investigación concibiendo para su estudio diferentes niveles de complejidad dada su naturaleza ontológica. Se establecen los vínculos de estos niveles con los de sistematicidad del contenido que deben construir los estudiantes para formar sus competencias investigativas, de manera que logren una descripción del objeto de investigación. El logro de este resultado evidenciará que la funcionalidad didáctico-cognitiva que caracteriza este proceso favorece a la dinámica de la disciplina académica de formación investigativa (DFI).

Palabras clave: niveles de complejidad, niveles de sistematicidad del contenido, niveles de descripción, funcionalidad didáctico-cognitiva.

● Abstract

The paper presents one theoretical conception of the object of research adopted by university students in natural sciences in their research taking into account different levels of complexity given its ontological nature. These levels are linked to the systematic content that must be constructed by the students in order to shape their research capability as to obtain a description of the object of research.

Reaching this result will demonstrate that the didactic-cognitive functionality that characterizes this process favors the dynamics of the academic discipline of research training (DFI, by its Spanish-language initials).

Keywords: levels of complexity, levels of systematic content, levels of description, didactic-cognitive functionality.

● Introducción

Las ideas sistémicas que van madurando en el proceso de desarrollo del pensamiento filosófico tienen como resultado positivo, el principio de la sistematicidad del mundo real y del pensamiento teórico que lo refleja. Este principio constituye el fundamento teórico metodológico del enfoque sistémico.

El enfoque sistémico estructural /1/ está indisolublemente vinculado con las categorías de forma y contenido, de parte y todo, de relación, cualidad, entre otras, lo que evidencia la imposibilidad de prescindir de la filosofía en la interpretación de conceptos, ideas y métodos sistémicos.

Sin embargo, el enfoque sistémico, así como sus métodos y conceptos se aplican a una realidad distinta

a la filosófica y se diferencian del enfoque filosófico y de sus categorías.

Motta /2/ cita a Mario Bunge que concibe a la visión sistémica como un enfoque que se caracteriza por concebir todo objeto como una totalidad compleja, o como un componente dentro de un contexto complejo.

Asumir la existencia del sistema supone de hecho complejidad, debido a que toda construcción teórico-sistémica involucra elementos, relaciones selectivas y estados resultantes de esas relaciones selectivas entre elementos. Paralelamente, la realidad recreada por la teoría es igualmente compleja al ser producto de ese orden de relaciones elementales /3/ y donde los elementos en movimiento están organizados en un orden jerárquico interno. Esta concepción está en correspondencia con el constructivismo organicista /4/ donde se interpreta la realidad como un organismo vivo donde las propiedades del todo no son iguales a la suma de cada parte.

Como consecuencia de la aplicación del enfoque sistémico a las ciencias naturales, en particular a la Biología, surge el concepto de niveles de organización dentro de un sistema, vinculado al desarrollo de la materia viva pero no característico sólo de ella, sino de todas las formas de movimiento de la materia /5/.

Por la importancia de este concepto, en este trabajo se considera el grado de diferenciación o complejidad en cada nivel que manifiesta el objeto de investigación con relación a los elementos o partes, y las relaciones de éstos con los niveles de sistematicidad del conocimiento que conlleva a una descripción del objeto de investigación como una totalidad en un proceso que transita de lo abstracto a lo concreto.

En síntesis, el enfoque sistémico puede devenir en un método, o un modo de abordar el estudio de los fenómenos complejos pero, los estudiantes para lograr la descripción del objeto requieren la puesta en práctica de otros métodos que colaboran con el método sistémico, como son los métodos teóricos de análisis-síntesis, inducción-deducción, modelación, entre otros.

Por la importancia que implica abordar el objeto de investigación en su complejidad /6/ en el proceso de enseñanza-aprendizaje de la investigación en el nivel universitario, y las consecuencias metodológicas que llevan a su descripción, se hace un estudio en la

literatura especializada buscando establecer relaciones entre la naturaleza inherente al objeto y la gnoseología subyacente en dicho proceso. Los resultados del estudio se exponen a continuación.

El objeto de investigación visto desde diferentes descripciones o niveles de complejidad

En algunas áreas de las ciencias naturales se produce una manipulación de entidades como átomos y moléculas, lo que resulta una actividad esencialmente modelizadora y límite entre lo teórico-abstracto y lo empírico-concreto. En el caso de la Química, por ejemplo, se han concebido para su estudio diferentes conjuntos de niveles, tales como: el macroscópico, el representativo o simbólico y el microscópico por una parte; y por otra, el fenomenológico, el representativo y el teórico-conceptual /7/. De acuerdo con Mas /8/, la Química es una herramienta de investigación para describir y comprender la realidad y, desde una pedagogía abierta e interactiva, el estudiante debe utilizar estrategias de aprendizaje que impliquen la resolución de tareas *complejas* que requieran transitar por varias etapas, lo cual en el contexto pedagógico no quiere decir *complicadas*, sino que se *requiere de recursos internos (cultura, capacidades, conocimientos, vivencias...)* y *externos (requisitos, ayudas metodológicas, protocolos, fichas técnicas, documentación...)*. Forma parte, por tanto, de la *noción de competencia*.

Desde esta visión pedagógica y generalizadora para las ciencias naturales, transitar por las etapas a que se hace referencia, puede lograrse asumiendo el objeto de investigación para su estudio como una totalidad (complejo), el cual puede ser descrito de las siguientes formas: en función de muchas partes simples que muestran pocas propiedades de la totalidad, y en función de pocas partes con mayores propiedades totalizadoras, donde se considera, como caso límite, la descripción del objeto íntegramente como totalidad. La totalidad siempre es más compleja que cualquiera de sus partes.

Cada descripción corresponderá a un nivel de complejidad, que a su vez es un nivel de la totalidad como realidad objetiva. Los diferentes niveles difieren por el número de partes y la naturaleza e importancia de la información de la totalidad latente u oculta en los mismos.

Los niveles más bajos de complejidad intrínseca consisten de muchas partes con pocas propiedades diferentes atribuidas a esas partes, y en estos niveles las propiedades de la totalidad se mantienen muy latentes u ocultas.

Se puede ilustrar este nivel bajo de complejidad en el caso de un objeto que se sabe constituido de varios átomos diferentes, los cuales tienen un número pequeño de propiedades cada uno. Todo ello es lo que se necesita para describir completamente a ese objeto en el nivel atómico (muchas partes). Sin embargo, hay múltiples posibilidades de configuración de esos átomos que darían como resultado el objeto como totalidad, pero ninguna información de los mismos permite predecir cuáles de esas configuraciones dará lugar a la conformación del objeto. Por tanto, el nivel atómico no puede representar la realidad del objeto como totalidad y sus correspondientes propiedades a este nivel están latentes.

En el caso de los niveles más altos de complejidad, el sistema se considera constituido de pocas partes, y las propiedades latentes son parcialmente de la totalidad, y parcialmente de las partes, que corresponden a los niveles más bajos y no directamente involucrados en determinar las propiedades de los sistemas complejos que pertenecen a estos niveles.

Si se retoma el ejemplo anterior, del nivel atómico puede pasarse al nivel molecular y se puede, entonces, describir y conocer propiedades que se acercan al objeto como totalidad. En este caso se pueden aplicar reglas generales que relacionan las propiedades con la estructura de la molécula. De esta manera se ha pasado a un nivel más alto de complejidad. Este proceso se sigue de manera escalonada hasta llegar a una descripción total de la estructura del objeto.

Sin embargo, los niveles bajos de complejidad (muchas partes) son importantes en tanto permiten a la ciencia determinar los mecanismos mediante los cuales se verifican ciertas interacciones en los niveles altos (pocas partes). Esto indica que en la ciencia es necesario transitar de los niveles altos a los bajos y viceversa.

Relación entre los niveles de complejidad del objeto de investigación y los niveles de sistematicidad del contenido

El contenido que se construye en una disciplina académica de formación investigativa (DFI) constituye una síntesis dinámica de la cultura científica de los estudiantes, en tanto ésta es capaz de transformar la realidad que abordan al integrar: los conocimientos previos y actuales, sus habilidades lógicas y procedimentales, sus modos de pensar y actuar y los valores personales, sociales y profesionales. Los conocimientos reproducen de forma ideal los objetos, fenómenos y procesos expresándolos mediante el lenguaje.

Cuando se caracteriza el objeto desde el punto de vista de la ciencia es necesario precisar desde la gnoseología, los diferentes niveles de sistematicidad del conocimiento: los conceptos, las leyes, las teorías y el cuadro. Al tratarse de un objeto de investigación complejo se considera una relación entre sus niveles de complejidad, dados en correspondencia con el grado de internalización en el mismo, y la profundidad que van adquiriendo los estudiantes en su conocimiento del objeto a través de sus niveles de sistematicidad (figura 1).

Es un proceso recursivo que va de la totalidad del objeto a sus partes a medida que se obtiene un mayor grado de esencia en el conocimiento del mismo, cuando se transita de lo general a lo específico en un proceso de diferenciación progresiva; y simultáneamente se regresa de las partes a la totalidad en un proceso de integración. De esta manera se conforma un cuadro del objeto cada vez más completo y preciso.

Los conocimientos al aplicarse en la práctica desarrollan las habilidades, y van conformándose y transformándose en convicciones en los estudiantes, como manifestación de los valores que han ido incorporando.

De esta forma los tres componentes o atributos del contenido se constituyen en un sistema a través de la instrucción conformando sus competencias /9/.

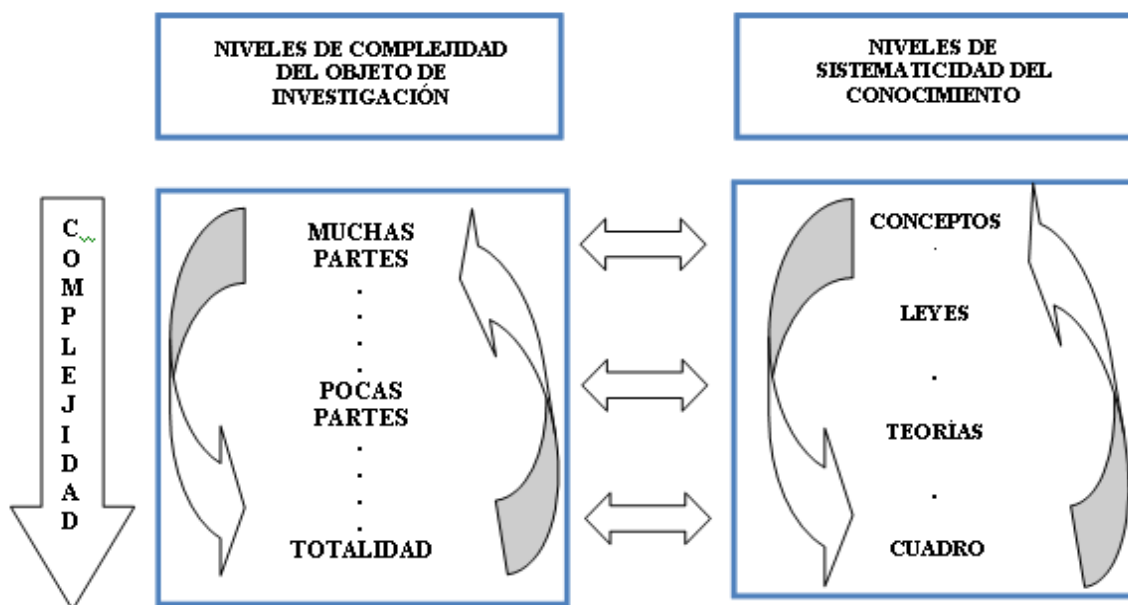


Fig. 1 Relación entre los niveles de complejidad y de sistematicidad del conocimiento.

Los estudiantes estructuran el contenido (estructura lógica) de forma sistémica en la DFI, asumiendo como noción estructurante o transdisciplinar /10/, la relación dialéctica complejidad "sistematicidad con la finalidad de lograr aprendizajes significativos.

La teoría del aprendizaje significativo /11/ se sustenta en la idea de que la organización de los contenidos específicos de una materia cualquiera (estructura lógica) difiere sustancialmente de la organización de los mismos en la estructura psicológica de los estudiantes en los sucesivos momentos del proceso de enseñanza-aprendizaje.

Es por ello que, la función de la noción estructurante asumida consiste en transformar progresivamente la estructura psicológica de los conocimientos de los estudiantes, con la finalidad de que puedan asimilar aquellos que son disciplinares y transdisciplinares, y sus relaciones lógicas, hasta que los mismos consigan la construcción mental de la estructura lógica.

Este proceso de estructuración estará regido por un principio integrador basado en la noción estructurante, que a partir del enfoque sistémico, concibe al objeto de investigación como sistema o totalidad y, por tanto complejo, y la necesaria sistematicidad que debe caracterizar al contenido,

mediante el cual debe expresarse este objeto. La sistematicidad del contenido es una manifestación o reflejo de la sistematicidad intrínseca del objeto de investigación.

Dicho principio asume, que de la variedad de contenidos disciplinares y transdisciplinares con los cuales los estudiantes tienen que enfrentarse en la DFI, deben reconocer qué hay de básico y común a todos ellos con la finalidad de lograr síntesis integradoras, y cuáles (o cuál) contenidos poseen un carácter jerárquico (contenidos estructurantes), en torno al cual se estructurarán todos los demás.

La funcionalidad didáctico-cognitiva /12/ de este proceso se expresa en el grado de relación que los estudiantes establecen entre los niveles de complejidad del objeto de investigación y los niveles de sistematicidad del contenido de las diferentes disciplinas que tributan a la DFI.

Al establecer esta relación, los estudiantes logran una organización y estructuración del contenido manifiesta en su sistematicidad como cualidad, que dará cuenta de la relación funcional que se establece entre el objeto (sistema) y sus elementos o partes, y entre éstos entre sí, como manifestación de su sistematicidad intrínseca.

Los contenidos estructurantes que se constituyen en eje vertebrador de la DFI, corresponden a los de la metodología general de la investigación científica, a través de la cual se logrará el aprendizaje bajo la idea de concebir éste como investigación.

De los conocimientos de la metodología general de la investigación científica, el de mayor jerarquía es el problema científico, ya que estará referido al objeto idealizado de la teoría o a los objetos y propiedades observados. Por tanto, en este caso la complejidad del objeto centrará el problema en el que subyace la dialéctica propia de la noción estructurante elegida, y se derivan las vías y métodos que los estudiantes requieren para darle solución. La descripción de la complejidad del objeto no sólo es una manifestación de carácter objetivo o intrínseco, sino que depende también de la cultura del sujeto que interpreta la realidad y siente la necesidad de transformarla. De hecho en el problema se da esta dualidad objetivo-subjetiva.

A través del método didáctico que se utilice en la DFI se debe favorecer que las representaciones iniciales de los estudiantes evolucionen desde las más simples, a las más complejas, con la finalidad de un enfoque multilateral del problema, acercándose por aproximaciones sucesivas y recurrentes al modelo científico del objeto investigado.

Subordinado al problema científico se formula la hipótesis de la investigación, que irá sufriendo de manera progresiva un proceso de delimitación o precisión, siempre en función de sus necesidades cognoscitivas: mientras dan respuestas a sus interrogantes, irán surgiendo otras de manera ascendente, profunda y sintética, siguiendo la lógica de la ciencia: de lo no propositivo a lo propositivo, de lo no consciente a lo consciente y de lo difuso a lo concreto.

Niveles de descripción de la complejidad del objeto de investigación

A medida que los estudiantes transitan por la DFI se enfrentan a diferentes niveles de complejidad del objeto que investigan, y de los cuales tienen que dar una descripción por medio de la construcción del contenido que se va configurando con los

conocimientos, las habilidades y los valores propios del proceso investigado. Estos niveles son los que se describen a continuación:

Nivel de conceptualización transdisciplinar (macronivel)

Se corresponde con una aproximación totalizadora o multidimensional, al nivel externo o macroscópico del objeto de investigación, donde se incluye el entorno, y se asume como el primer nivel estructural del objeto de investigación. Aquí los estudiantes se enfrentan con la complejidad característica de este objeto como totalidad donde se crea la necesidad de una información múltiple y transdisciplinar, que deben comenzar a ordenar e interpretar a partir de este momento (figura 2).

Sin embargo, se considera que la representación del objeto que tienen los estudiantes en este momento es sólo concreto-sensorial y simple, en tanto no les es posible comprender, explicar e interpretar su esencia interna como totalidad. Esto lo irán logrando paulatinamente a medida que asciendan a los otros niveles, donde desde lo concreto lógico transitan a diferentes síntesis teóricas de las diversas propiedades y conexiones del objeto que investigan. Su representación adquirirá sistemáticamente mayores rasgos de complejidad.

Esta etapa debe propiciar que los estudiantes, conjuntamente con los profesores, planteen el problema global a estudiar de acuerdo a sus intereses, por lo que se requiere de nuevas motivaciones para lograr este fin, donde la función reguladora del profesor o profesores mediadores en este proceso juega un papel fundamental.

El problema global, al estar centrado por un objeto complejo, cumple *per se*, las características necesarias que propiciará un enfoque desde varias disciplinas académicas: curriculares y extracurriculares, por lo que se crea un marco apropiado para una investigación transdisciplinar.

Como resultado de la definición de esta categoría de la investigación se formularán los objetivos de las tareas investigativas de los estudiantes.

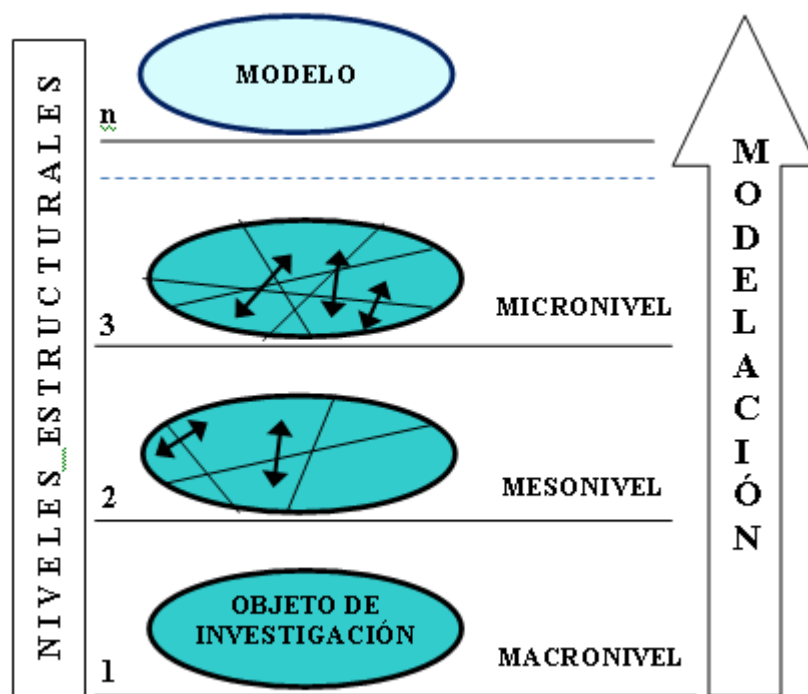


Fig. 2 Representación del proceso de modelación.

A partir de este momento se produce un período de búsqueda y de descubrimiento que conllevará a la generación de la hipótesis como manifestación del desarrollo cognitivo y de la madurez científica a que han llegado los estudiantes, en correspondencia con los problemas formulados. Esta hipótesis sufrirá a partir de este momento un proceso en progresión en los distintos estadios de investigación en la DFI.

Una vez definido este problema, se seguirá un proceso de jerarquización ascendente de los conocimientos, al seguir las exigencias lógicas y gnoseológicas para el sistema de conocimientos científicos. Este proceso que transita de lo general a lo específico y esencial (del todo a las partes) se da en unidad con un proceso descendente (de las partes al todo) en el cual tiene lugar el enriquecimiento de estos conocimientos generales, lo que pone de manifiesto la dialéctica que se da entre lo general y lo particular en la investigación científica.

Simultáneamente, se produce una complejización gradual de la representación cultural de su objeto de investigación, y un acercamiento a su modelación, a través de otros niveles de descripción de la complejidad. También, a partir de este momento, se producirán procesos de análisis y síntesis de manera tal que la

mirada de los estudiantes esté puesta siempre en la totalidad del objeto y revele, cada vez más, aspectos cualitativos del mismo. El «cuadro» inicial del objeto y su representación en los estudiantes será externo (macroscópico) y se irá enriqueciendo gradualmente, a través de etapas sucesivas en la investigación, haciéndose cada vez más evidente lo concreto lógico, como resultado del conocimiento teórico que conlleva a síntesis de las diversas propiedades y conexiones de las partes del objeto, dadas en unidad o totalidad.

Este proceso de jerarquización de los conocimientos, se desarrolla en unidad con el proceso de jerarquización de los procedimientos teóricos y experimentales, que en este caso será también ascendente, en el sentido de que se partirá de las habilidades más básicas hasta llegar a las más complejas, siguiendo un orden gradual. Estas últimas, por supuesto, requieren de un buen dominio de las habilidades básicas.

Estos procesos de jerarquización mencionados permiten ir estructurando y sistematizando el contenido al irse integrando a los conocimientos y las habilidades, los valores, tanto sociales como profesionales que son desarrollados en los estudiantes al transitar por la DFI. Se asume que el desarrollo de estos valores se

da también, paralelamente a los conocimientos y habilidades, a través de un proceso de jerarquización ascendente desde los más elementales y generales a los más esenciales y significativos (profesionales). Este proceso de jerarquización en cuanto a los valores significa revelar la esencialidad de un valor respecto a otro, pero teniendo en cuenta que existe una influencia mutua entre ellos, por lo que constituyen una totalidad, un sistema.

A través de estos procesos de jerarquización, el contenido se va sistematizando, y se van conformando y sistematizando, a su vez, las competencias investigativas asumidas como un conocimiento complejo que siempre se ejerce en un contexto de manera eficiente /13/, el cual lo constituye la DFI.

El nivel de las representaciones se corresponderá con un cuadro del objeto acorde al nivel de información alcanzado hasta el momento, por lo que será impreciso y abierto. Ésto permite que los estudiantes se motiven hacia la investigación en los subsiguientes niveles:

Otros niveles estructurales de descripción de la complejidad del objeto de investigación (mesonivel y micronivel)

Los estudiantes, una vez que han realizado un estudio macroscópico y externo del objeto de investigación, comienzan en estos niveles un proceso de *internalización* en el mismo, partiendo inicialmente de considerarlo conformado por pocas partes (mesoniveles), y aumentando su número de manera ascendente (microniveles) (figura 2). El número de niveles lo determina el investigador en función de los objetivos de la investigación.

En este proceso se revelarán las relaciones que se establecen entre sus partes o componentes y los aportes de éstos a las propiedades totalizadoras o emergentes del objeto. A su vez se revelará cómo estas propiedades totalizadoras se reflejan en las partes.

Estos niveles estructurales del objeto pueden coincidir con los niveles de organización de la materia, como por ejemplo, con los núcleos, átomos, moléculas, y estructuras moleculares, entre otros; o con cualesquiera regiones espaciales del objeto, que deben resultar no divisibles en un nivel de división específico,

para que las mismas cumplan su función en el sistema. Ya se hizo referencia al macronivel, que es el correspondiente al sistema como totalidad.

Es por ello que este proceso requiere una continuidad en "doble sentido" en la espiral hermenéutica según la dialéctica de análisis-síntesis e inducción-deducción.

Si se asume que en el inicio de la investigación se aborda el objeto en plena manifestación de su complejidad (macronivel), pasando a un proceso de elaboración de abstracciones en los subsiguientes niveles (meso y microniveles), en los cuales emergen sus propiedades particulares, son aplicables los métodos de análisis, inducción, comparación y otros. Sin embargo, al regresar a lo concreto lógico, poniendo de manifiesto su integridad teórica y carácter sistémico, se requerirán métodos de síntesis, deducción, generalización y otros.

Los estudiantes mediante el análisis del problema de investigación que se da en el objeto, tienen que determinar lo que conocen y desconocen del mismo, cuáles son sus nexos y relaciones desglosando lo que al mismo tiempo posea carácter de generalidad, y constituya la base de todo lo estudiado, en ello radica la tarea fundamental del análisis.

Este proceso va a conducirlos a la síntesis y la generalización. Consecuentemente se irán logrando mayores niveles de abstracción en correspondencia con un mayor número de niveles estructurales, al ser menor el número de rasgos esenciales del objeto que conformarán el modelo, logrando su necesaria sencillez.

Este proceso será activado didácticamente en la disciplina DFI a través de un método que incremente el nivel de creación en los estudiantes y su independencia cognoscitiva, por medio del problema, la hipótesis y la deducción que permite transitar en la investigación desde el nivel empírico, al teórico con la consecuente modelación del objeto.

Estos niveles estructurales brindarán una información a los estudiantes que se corresponderá con las propiedades de sus partes y tendrán que ser constantemente relacionadas y contrastadas horizontalmente, con las propiedades emergentes que

manifiesta el objeto íntegramente, es decir, como totalidad en esos niveles. De hecho, irán emergiendo propiedades del objeto que no se van a corresponder con ninguna de las propiedades de sus partes.

De igual forma, este proceso de relacionar y contrastar propiedades debe producirse, también, según la vertical entre diferentes niveles al dar como resultado el surgimiento de una nueva información cuando se va de un nivel más simple a uno más complejo (descendiendo en la espiral hermenéutica). Sin embargo, las propiedades emergentes no sustituyen a la información que proviene de las partes, sino que simplemente la enriquece.

Es el caso, por ejemplo, de un cristal de cloruro de sodio compuesto de moléculas con determinadas propiedades, las cuales tienen un determinado arreglo u ordenamiento en el mismo y dan como resultado su estructura cristalina. Pudiera pensarse que con ello se ha dado toda la posible información del cristal. Sin embargo, gran parte de esta información está latente u oculta y solamente cuando se relaciona esta información con las provenientes de otras «partes» del cristal es que se obtienen las propiedades totalizadoras que devienen emergentes de estas relaciones.

Se formulará un subproblema para cada nivel de descripción de la complejidad del objeto y de aquí se derivarán los objetivos de la tarea de investigación de los estudiantes para cada nivel estructural. En correspondencia con el subproblema se elabora la hipótesis, ambos relacionados con el problema global e hipótesis iniciales.

Cada nivel estructural de descripción de la complejidad del objeto requiere de una integración horizontal de contenidos para dar explicaciones generales del comportamiento del objeto como totalidad a ese nivel y revelar propiedades emergentes.

En el caso del ejemplo anterior, respecto al cristal de cloruro de sodio, se puede explicar el comportamiento del mismo atendiendo a la relación estructura-propiedades como una generalización de este estudio estructural, pero a un nivel de mayor complejidad.

De igual manera se podría explicar su baja conductividad eléctrica como una consecuencia de

las propiedades de los átomos de sodio y de cloro que permiten un enlace iónico en la molécula. O bien, el espectro de rayos X de este cristal al presentar líneas que corresponden a estos átomos, y que se explican a partir de sus propiedades intrínsecas, independientes del enlace. Como se evidencia, se hace necesario, en ocasiones, hacer referencia a los niveles bajos de complejidad para explicar comportamientos en un nivel de mayor complejidad determinado.

En estos dos ejemplos se ha "descendido" a niveles bajos de complejidad (meso y microniveles) en una integración vertical para dar explicaciones del comportamiento de la totalidad del objeto.

En la medida que los estudiantes transitan por los diferentes niveles requieren ordenar y procesar la información que reciben por diferentes vías o procesos tales como: a través de los registros de datos de los diferentes experimentos y observaciones obtenidos de la práctica científica; al seguir un proceso de jerarquización ascendente en la formación de habilidades procedimentales; en la construcción o eliminación de determinadas ideas que se verifican al nivel del grupo, donde es necesario evaluar distintas alternativas y elegir diferentes explicaciones; en la refutación o corroboración de hipótesis; en los reportes de la investigación al utilizar la sintaxis y la semántica adecuadas a la argumentación en ciencia, lo que puede dar lugar a la escritura de un artículo científico donde puedan explicitar su modelo /14/ como una de las aspiraciones máximas de su práctica investigativa al finalizar su tránsito por la disciplina DFI.



Conclusiones

Las posiciones más consensuadas en epistemología de las ciencias coinciden con que, la explicación de los fenómenos y objetos de la naturaleza que constituyen sistemas dinámicos complejos, debe consistir en analizar los elementos que los componen, las interrelaciones e interdependencias de sus partes, las emergencias de estructuras nuevas o más complejas etc., lo cual se logra bajo un enfoque sistémico precursor del Paradigma de la complejidad. Asumir estos preceptos en la formación investigativa de los estudiantes de ciencias naturales es una forma de contextualizar esta formación con la realidad a la que tendrán que enfrentarse como futuros profesionales.



Bibliografía

- 1 PEISAJOVICH, B. "El enfoque sistémico" (2006) <http://www.webislam.com/?idt=5752>. Consultado 9/09/2011.
- 2 MOTTA, R. "Complejidad, educación y transdisciplinariedad", Instituto Internacional para el Pensamiento Complejo, Revista "Complejidad", Universidad del Salvador, El Salvador, 1999.
- 3 GALLEGOS, M. "La Epistemología de la complejidad como recurso para la Educación», Facultad de Psicología de la Universidad de Rosario, Argentina, 2000.
- 4 MARÍN, N. y A. BENARROCH. "Cuestionario de opciones múltiples para evaluar carencias sobre el aprendizaje de las ciencias", Revista Enseñanza de las Ciencias. Vol. 8, No.2, 2010.
- 5 KOHLER, T. "Complex Systems and Archaeology», <http://www.santafe.edu/research/publications/>. Consultado 12/09/2011, 2011.
- 6 GELL-MANN, M. "Simplicity and Complexity", S.M. Fitzpatrick and J. T. Bruer (Eds). Carving our Destiny: Scientific Research Faces a New Millennium (Joseph Henry Press, Washington, D.C.), 305-311, 2001.
- 7 DESOZA, K. y A. CARDOSO "Reflexiones sobre el papel de la contextualización en la enseñanza de Ciencias", Revista Enseñanza de las Ciencias. Vol. 28, No. 2, 2010.
- 8 MAS, V. "La enseñanza de la química en secundaria basada en una pedagogía de investigación". Alambique Didáctica de las Ciencias Experimentales. No. 69, p. 43, 2011.
- 9 CRUZ, S. "Una explicación didáctica a la formación de competencias". Serie Formador de Formadores II, Colombia, 2000.
- 10 RABELL, L. M. y A. E. Hevia. La transdisciplinariedad, una acción prioritaria para la educación superior a comienzos del tercer milenio". Revista Pedagogía Universitaria. Vol. 5. No. 1, 2000.
- 11 AUSUBEL, D. y otros. Psicología Educativa, Editora Trillas, México, 1993.
- 12 GUILLARÓN, J. J. "Modelo sistematizador para la autoformación de competencias investigativas en el licenciado en física", Tesis en opción al grado de doctor en Ciencias Pedagógicas, Universidad de Oriente, Cuba, 2005.
- 13 QUINTANILLA, M. y otros. "Resolución de problemas científicos escolares y promoción de competencias de pensamiento científico. Qué piensan los docentes de Química en ejercicio?". Revista Enseñanza de las Ciencias. Vol. 28, No. 2, 2010.
- 14 EPSTEIN, J. "Why Model?", (2008). <http://www.santafe.edu/research/publications/>. Consultado 12/09/2011.