

## LA VIDA, EXPRESIÓN DE SIGNIFICADOS ASOCIADOS A SU COMPLEJIDAD

Aracelis Arana

[aracelisarana2@yahoo.com](mailto:aracelisarana2@yahoo.com), [aracelisarana3@gmail.com](mailto:aracelisarana3@gmail.com)

Universidad Pedagógica Experimental Libertador, Núcleo Maracay, Venezuela

**Recibido:** 13/02/2013. **Aceptado:** 15/05/2013

### RESUMEN

El propósito del estudio, fue mediar la construcción de significados en torno al concepto de *vida* o *ser vivo* en términos de su complejidad en los estudiantes que cursan la Maestría en Educación, mención Enseñanza de la Biología en la Universidad Pedagógica Experimental Libertador (UPEL), a fin de desarrollar una visión integradora de los procesos vitales a partir de la aplicación de un modelo conceptual propuesto (Von Bertalanffy, 1976; Morin, 1998, Arana, 2012), dirigido a explicitar las interacciones que se suceden entre los órganos y sistema de un *ser vivo*. Se realizó una investigación de carácter crítico-interpretativo, con base en un enfoque cualitativo-etnográfico. Para obtener la información se utilizó la observación participante y no participante (aplicación de dos cuestionarios) a 10 informantes claves seleccionados “a posteriori”. los resultados permitieron precisar: a) La variedad de significados previos acerca del concepto en estudio, b) Que la utilización de estrategias que involucraron la exteriorización de las representaciones mentales mediante recurso heurísticos y modelos analógicos, contribuyeron a estructurar un modelo mental acerca del concepto en estudio, desde la perspectiva compleja y c) La elaboración de significados propios mediados a través de un modelo didáctico integrador incidió en un enriquecimiento y/o reestructuración del concepto de *ser vivo*.

**Palabras clave:** Modelos mentales, Aprendizaje de conceptos, Modelos didácticos.

### LIFE TERM FOR ITS MEANING IN TERMS OF ITS COMPLEXITY

#### ABSTRACT

The purpose of this study was studying the construction of meaning around the concept of *life* in terms of complexity in students of the Master of Education, minor in Biology Education at the Pedagogical University Experimental Libertador (UPEL), so develop an integrated vision of life processes from the application of a conceptual model proposed (Von Bertalanffy, 1976; Morin, 1998, Arana, 2012), aimed at making explicit the interactions that occur between the organs and systems of a living being. An investigation was carried out critical-interpretive, based on a qualitative-ethnographic approach. For information, we used participant observation and non-participating (application of two questionnaires) to 10 key informants selected “a posteriori”. Results determine: a) The variety of meanings about the concept prior *life* the informants, b) That the use of strategies involving the externalization of mental representations in proceedings heuristics and analog models, helped to structure a mental model about the concept under study from the complex perspective c) The development of own meanings through an inclusive educational model influenced enrichment and / or restructuring of the concept under study.

**Key words:** Mental models, Learning of concept, Didactic models

## Introducción

En el marco de ideas y planteamientos teóricos centrados en procesos holísticos integradores, la enseñanza y el aprendizaje requieren también de nuevos métodos de investigación y alternativas didácticas diferentes, que aborden los análisis de la dinámica del *ser vivo* en su sentido más amplio, desde una perspectiva integradora, que permita configurar la red de interacciones entre los procesos vitales que caracterizan a los sistemas biológicos complejos. Ante esta necesidad, a partir de la segunda mitad del siglo pasado (S. XX) emerge desde variadas posiciones el enfoque del pensamiento sistémico como una alternativa filosófica frente al difundido "reduccionismo" de la cultura occidental, de buscar respuestas simples a problemas complejos (Segen, 1998; Morin, 1998; Capra, 1998; O'Connor y McDermott, 1998, Arana, 2012). De manera que, para entender la complejidad de los sistemas biológicos, sería necesario desarrollar un pensamiento integrador que permita entender las interacciones que se suceden entre los órganos y sistema, derivados del funcionamiento del *ser vivo*, en una visión de conjunto que conduzca a comprender las características emergentes de esas interacciones. En síntesis, el pensamiento *sistémico*, también llamado *complejo* (Morín, 1998), es una forma de pensar que involucra la comprensión de nuevos niveles de la realidad, de allí la importancia de mediar en los estudiantes la capacidad de relacionar los diversos fenómenos de la vida y tratar de explicarlos a través de los conocimientos que aportan todas las disciplinas.

En el caso específico del tema que se relaciona con esta investigación, la docente investigadora comenzó a reflexionar sobre las siguientes interrogantes: ¿Qué significado tiene el concepto de *vida* para los estudiantes? ¿Cómo explicar la complejidad biológica? ¿Tienen los estudiantes ideas previas acerca de este concepto? ¿Qué tipo de representaciones construirían los estudiantes acerca de la dinámica del *ser vivo* en términos de su complejidad? Del mismo modo también, en torno al papel del docente para mediar los procesos de aprendizaje relacionados con este asunto, surgieron otras interrogantes: ¿Qué estrategias didácticas diseñar, para mediar la construcción de dicho concepto en los estudiantes? Y desde la perspectiva de las representaciones mentales ¿Cómo a partir de un Modelo Conceptual (MC) utilizado por el docente, se desarrolla el Modelo Mental (MM) asociado a este concepto en los estudiantes? ¿En qué medida contribuyen las estrategias didácticas en la formación de los MM en los estudiantes? Darle respuestas a estas interrogantes fue lo que motivó este estudio, en el cual se pretendió mediar la construcción, en los estudiantes, de un modelo mental acerca de la complejidad del *ser vivo*, con base en un modelo

conceptual propuesto, que permitiera el uso significativo del concepto de *vida*.

### **Objetivos**

- Identificar, mediante la expresión escrita de los estudiantes, sus conocimientos previos en torno al concepto de *vida*.
- Diseñar una estrategia didáctica que permita la construcción, en los estudiantes, de modelos mentales acerca de la complejidad del ser vivo, exteriorizados mediante la expresión escrita, pictórica y/o gráfica.
- Evidenciar a partir de las producciones escritas, las imágenes visuales y gráficas elaboradas por los estudiantes, el progreso alcanzado desde sus conocimientos previos, en relación con el modelo conceptual propuesto.
- Contrastar el progreso en las definiciones conceptuales a fin de hallar relaciones asociadas a la estrategia didáctica empleada.

### **Referentes teóricos**

#### **La mediación pedagógica**

A partir de los aportes teóricos de Vygotsky sobre los procesos mentales de orden superior asociados al aprendizaje, se considera en términos generales que dichos procesos son funciones de la actividad mediada. Según Suarez Guerrero (2003), la mediación es el núcleo central de esta perspectiva psicológica que supone la actividad mediadora como principio constructor de lo específicamente humano: la cognición. Por ello, para el marco de la teoría sociocultural, la actividad humana no está entendida como simple respuesta o reflejo frente a un estímulo, la actividad implica un componente de transformación regulado a partir de los instrumentos -simbólicos y físicos- que la cultura proporciona al sujeto en interacción, y que tienen además, la particularidad de mediar la relación del sujeto con el mundo, con los hombres y consigo mismo.

La presencia de la actividad instrumental en la cognición es fundamental, no se trata pues, de una comprensión accesoria de la participación de los instrumentos de mediación, sino que para la concepción sociocultural no existe desarrollo de los procesos mentales superiores sin la presencia de la actividad instrumental. Este eslabón no se encuentra en el individuo, sino fuera de él, en la cultura, que ha ido aquilatando durante generaciones formas colectivas históricamente determinadas y productos socialmente estructurados que toman forma de instrumentos, que nos construyen o nos conforman en condiciones de interacción con otros que nos la acercan (Suárez Guerrero, 2003).

Para Vygotsky (2000), *el aprendizaje no equivale a desarrollo; no obstante, el aprendizaje organizado se convierte en desarrollo mental y pone en marcha una serie de procesos evolutivos que no podrían darse nunca al margen del aprendizaje* (p. 139). Al respecto considera que el momento más significativo en el curso del desarrollo intelectual, que da a luz la formas más puramente humanas de la inteligencia práctica y abstracta, *es cuando el lenguaje y la actividad práctica convergen; tan pronto como el lenguaje hace su aparición, junto con el empleo de los signos y se incorpora a cada acción, ésta se transforma y se organiza de acuerdo con directrices totalmente nuevas. Y agrega: Antes de llegar a dominar su propia conducta, el niño comienza a dominar su entorno con la ayuda del lenguaje. Ellos posibilitan nuevas relaciones con el entorno además de la nueva organización de la propia conducta* (p. 48), que producen más adelante el intelecto, base del trabajo productivo y que es la forma característica en que se utilizan estas herramientas.

En esta teoría postulada por Vygotsky (2000), los signos se elaboran en interacción con el ambiente, que está compuesto de objetos y personas que median en la interacción del niño con los objetos; de tal manera que los signos o instrumentos provienen del medio social externo y son interiorizados como producto de las relaciones entre los seres humanos. En relación con lo anterior, Pozo (1997) señala que en este planteamiento de Vygotsky el sujeto no imita significados, ni los construye sino que los reconstruye, esta reconstrucción de significados externos en significados internos exige una serie de transformaciones o procesos psicológicos internos, *en tal sentido el vector del desarrollo y del aprendizaje iría desde el exterior del sujeto al interior; este vector internalizador recibe el nombre de Ley de la doble formación, ya que todo conocimiento se interioriza en dos fases* (p. 196).

Tal como lo manifiesta Vygotsky (2000: 50), *el niño que utiliza el lenguaje divide la actividad en dos partes consecutivas. Primero planea como resolver un problema a través del lenguaje y luego lleva a cabo la solución a través de la actividad abierta; sostiene que la manipulación directa queda reemplazada por un complejo proceso psicológico mediante el cual la motivación interna y las intenciones propuestas en el tiempo, estimulan su propio desarrollo, de manera que se establece una relación dinámica entre lenguaje y acción, de allí que la historia del proceso de internalización del lenguaje social es también la historia de la socialización de la inteligencia práctica del niño* (p. 52).

La importancia del lenguaje y la cultura como mediadores en el proceso de aprendizaje, reivindican la labor del educador, y lo colocan en un espacio de interacción relevante por el papel que juega en el desarrollo de las potencialidades de aprendizaje que tienen los seres humanos cuando son apoyados por un tutor, y que fue definida por Vygotsky (2000), como la *Zona de Desarrollo Próximo* (ZDP), la cual establece que: *la distancia entre el nivel real de desarrollo, determinado por la capacidad de resolver independientemente un problema, y el nivel de desarrollo potencial, determinado a través de la resolución de un problema bajo la guía de un adulto* (p. 133); desde esta perspectiva surge la *mediación pedagógica* como un proceso de acompañamiento del docente en la activación de las potencialidades reales de desarrollo que tienen los estudiantes, cuando se encuentran en la realización de una tarea de aprendizaje.

De acuerdo con Malagón (1999), el término *mediación*, fue acuñado por primera vez por Gutiérrez Pérez y Prieto Castillo en 1992, a raíz de la edición del libro *Mediación pedagógica* que escribieron en conjunto y que está inspirado en la pedagogía liberadora de Pablo Freire y en los desarrollos y experiencias de cientos de educadores populares de distintas latitudes, principalmente latinoamericanos. Se orienta hacia el logro de una mayor comunicación e interacción, desde las relaciones (presenciales o virtuales) entre los actores participantes y desde los procesos de producción de los materiales de estudio (textos impresos, digitalizados, audiovisuales). Como puede verse a través de la revisión de estos autores (Gutiérrez y Prieto, citados por Malagón, 1999), las lecciones (texto, programa de televisión, software educativo, CD...) por sí mismas no pueden generar un acto educativo.

En la actualidad, la *mediación pedagógica* es un procesamiento de contenidos y formas de expresión de diferentes temas a fin de hacer posible el acto educativo, en el contexto de una educación concebida como participación, creatividad, expresividad y relacionabilidad, intenta irradiar nuevos procesos de relacionamiento del estudiante: con los materiales, con el propio contexto, con otros textos, con sus compañeros de aprendizaje, incluido el docente, consigo mismo y con su futuro. Según Valera y Madriz (2006:6), es un tipo de enseñanza que más allá de estructurarse en torno a objetivos preestablecidos, busca estructurar el aprendizaje, la participación y la construcción de conocimientos como un todo en continua transformación. De acuerdo con estos autores, el proceso se realiza en tres fases:

- a. Tratamiento desde el tema: tiene que ver con la elaboración de recursos pedagógicos destinados a hacer la información accesible, clara, bien organizada en función del autoaprendizaje.
- b. Tratamiento desde el aprendizaje: atiende al desarrollo de los procedimientos más adecuados para que el autoaprendizaje se convierta en un acto educativo; se trata de los ejercicios que enriquecen el texto con referencias a la experiencia y el contexto del educando.
- c. Tratamiento desde la forma: se refiere a los recursos expresivos puestos en juego en el material: diagramación, tipos de letras, ilustraciones, entre otros.

**El mismo se despliega en cuatro momentos:**

- a. Producción: se apoya en el trabajo en equipo, formas de organización alternativa para producir a través del principio de corresponsabilidad.
- b. Producto: lo alternativo en el producto pasa por la información seleccionada, por el modo de representarla, por la belleza de palabras e imágenes, por la apertura de la obra y por la búsqueda del interlocutor.
- c. Distribución: es un proceso de circulación en todas direcciones, el de los interlocutores con la institución, de los interlocutores entre sí como grupo, de los interlocutores en una red intergrupala...*Nadie se educa por contactos esporádicos, nadie se educa en la soledad y el aislamiento.*
- d. Uso: el uso significa la apropiación del material para desarrollar el aprendizaje. Y eso no sólo como autoaprendizaje sino también, y fundamentalmente, como interaprendizaje en un contacto con el asesor pedagógico, con otros educandos y con miembros de la comunidad en que se vive (Gutiérrez y Prieto, 1999: 54-55).

En este particular estilo de interacción, el docente mediador deja de ser exclusivamente un productor de información para posicionarse como coordinador de pareceres, atento a las expresiones individualizadas y los saberes de todos y cada uno de los sujetos con los que media. Sus intervenciones se orientan a la inclusión de los compañeros como sujetos de confrontación y enriquecimiento por diferencia. En este proceso, es fundamental la interacción con los pares, en el intercambio con los otros (adultos, compañeros...) aparece lo diferente, la duda, la ruptura de certezas, la posibilidad de confrontación con otros puntos de vista y la posibilidad de intercambiar modos distintos de abordar el mismo tema, lo que produce que el pensamiento e inteligencia adquieran riqueza y dinamismo. Para estos autores (Ob. Cit) el mediador necesita saber conjugar en perfecta simbiosis la doble dimensión pedagógica (plan de acción, procedimientos, métodos y

estrategias) y la psicológica (inteligencia, comprensión de los contenidos y estructuración de los esquemas de pensamiento) con plena competencia.

En sintonía con lo ya mencionado y en concordancia con Maturana (1992), vivir es conocer y conocer es aprender, es decir, el conocimiento se construye en la experiencia de vida, a través de diversos procesos del pensamiento, que se traducen en habilidades cognitivas para producir respuesta y/o clases de respuestas, o de ejecuciones, por consiguiente son resultantes del aprendizaje. En la medida en que se desarrollan estas habilidades, se desarrollan también procedimientos que permiten aprender a aprender; tales procedimientos, denominados por diversos autores (Beltrán y Fernández, 1998; Pozo y Monereo, 1999; Poggioli, 2007) como *estrategias cognoscitivas o de aprendizaje*, influyen en los procesos de codificación, el procesamiento, la manipulación, elaboración y transformación de la información. Al respecto, Poggioli (Ob. Cit.) refiere, que aun cuando existen numerosas definiciones del término, todas ellas coinciden en señalar que éstas constituyen un conjunto de actividades, métodos o procedimientos mentales, conscientes o no, que los estudiantes ponen en juego para interiorizar, retener, elaborar y evocar diferentes tipos de conocimientos y de ejecución, a fin de lograr aprenderlos.

Con base en lo anterior, los estudiantes pueden aprender de manera más efectiva si reconocen o identifican los procesos mentales que emplean para interiorizar y recordar información. En tal sentido, ha venido tomando impulso *el enfoque estratégico del aprendizaje* como una opción que promete resultados exitosos, si se asume de manera integral en la práctica pedagógica (Monereo, 2004; Ríos, 2004).

### **Las estrategias didácticas integradoras**

Basada en los planteamientos citados previamente, la autora procedió a realizar una investigación apoyada en un modelo didáctico donde propone la ejecución del *acto educativo* centrado en la planificación de Estrategias Didácticas Integradoras (Arana, 2010), desde donde se operacionalice una programación orientada a integrar diversos aspectos asociados al aprendizaje con significado. Éstas pueden ser ejecutadas fuera o dentro del aula, como por ejemplo: (a) los trabajos de campo, (b) las visitas guiadas, (c) las prácticas de laboratorio, (d) simulación de roles, (e) una obra de teatro, (f) los proyectos de investigación y/o de acción ambiental, (g) la resolución de problemas, entre otras (Ver Gráfico 1)



**Gráfico 1.** Procesos que se integran con las Estrategias Didácticas Integradoras (EDI). Fuente: Arana (2010).

Independientemente de la Estrategia Didáctica Integradora (EDI) que se planifique, lo importante es que durante su ejecución se integren los siguientes procesos:

- a) **La acción mediadora y el aprendizaje:** es decir que toda actividad docente (estrategia de enseñanza) debe estar orientada a activar procesos para el aprendizaje (estrategias de aprendizaje), tales como: lectura comprensiva, registro de datos, aplicación de procedimientos heurísticos (mapas mentales, conceptuales, redes semánticas, otros) y algorítmicos, anotaciones, parafraseo, subrayados, demostraciones, simulaciones, recuperación de datos, y muchos más; ya que, en la medida en que los estudiantes sean estimulados en la ejecución de operaciones mentales para dar explicaciones o realicen procedimientos para resolver un problema, se incrementan sus habilidades cognitivas y operativas, lo cual le confieren poder constructivo y capacidad creativa.
- b) **El conocimiento científico y el desarrollo del pensamiento:** (procesadores de información), cada ejercicio programado debe poner en marcha una o varias operaciones mentales en los aprendices, que puede ser a nivel básico (observar, comparar, identificar, clasificar, categorizar, ordenar, definir, analizar, memorizar, sintetizar, otros), o superior (elaboración de conceptos propios, toma de decisiones, resolución de problemas, generar conocimientos o nuevos usos del mismo), con el objeto de darle explicación o aplicación

a los conceptos y teorías que se desean que éstos interioricen para su comprensión. De allí la importancia del uso de mapas mentales, mapas conceptuales, redes semánticas, analogías, entramados, modelos conceptuales, entre otros, a los fines de potenciar el conocimiento generativo.

- c) ***Lo conceptual y lo procedimental:*** la integración teoría / práctica, o Investigación / solución de problemas, tiene que ver con la aplicación de lo aprendido, tiene su sustento en las investigaciones realizadas bajo el marco referencial del conocimiento declarativo y el procedimental, en el cual el primero está representado como una red de proposiciones o enunciados de las relaciones entre hechos, conceptos y eventos, mientras que el segundo está representado como un sistema de producción; es decir, enunciados de las circunstancias bajo las cuales se realiza una acción o varias acciones, conjunto de reglas que conforman habilidades que facilitan llevar a cabo operaciones simbólicas (Gagné, 1985), mientras que el poseer conocimiento declarativo implica poder enunciar el significado de un conjunto de ideas y construir conocimientos en función de él. En la integración de estos procesos se desarrolla el dominio explicativo de la teoría, o su aplicación en diversos escenarios.
- d) ***El contexto cotidiano y el académico:*** el conocimiento aprendido debe servir para comprender la realidad, a partir de él se pueden establecer relaciones causales, explicaciones a los fenómenos del entorno socio-natural. En el caso que se explicita, los conocimientos sobre la dinámica energética del ambiente, por ejemplo, debe servir para comprender el calentamiento global, sus causas y efectos. Asimismo, el conocimiento de los ciclos de desarrollo de un parásito, virus o bacteria, dan explicación al origen de las enfermedades y como evitarlas. Esta relación da sustento al enfoque didáctico Ciencia-Tecnología-Sociedad (CTS), desarrollado a partir de la década de los ochenta del pasado siglo, con la finalidad de darle significado al aprendizaje de conocimientos científicos en la educación secundaria.
- e) ***Las representaciones mentales icónicas y proposicionales:*** toda definición conceptual se sustenta sobre una imagen del concepto, bien sea abstracta o concreta, que se construye mediante los atributos que se desarrollan a partir de la relación con el objeto que representa el concepto. La teoría de los Modelos Mentales (MM) desarrollada por Johnson-Laird (1983), postula que la comprensión depende de las representaciones

internas que el ser humano construye del mundo a partir de su actuación en él; según este autor, la percepción es la construcción de un modelo del mundo; de manera que el razonamiento consiste en la manipulación de estos modelos, en relación con este aspecto, el mismo autor sostiene que el razonamiento semeja más una simulación mental de realidades hipotéticas y la comprobación de su similitud, que una aplicación sistemática de reglas puramente sintácticas de inferencia. Al razonar, las personas construyen modelos y buscan alternativas, no necesariamente de forma aleatoria, pero tampoco en forma totalmente sistemática. Para el autor precitado, los MM constituyen piezas cognitivas que se combinan de diversas maneras y que “representan” los objetos y/o las situaciones, captando los elementos y atributos más característicos y esenciales de los mismos. En su construcción intervienen:

- 1) *Las imágenes*, consisten en percepciones o modelos del mundo; según este autor, son modos de operar de alto nivel, ya que constituyen “análogos estructurales internos” acerca del mundo y constituyen los denominados *modelos físicos*.
  - 2) *Las proposiciones*, se refieren al encadenamiento de símbolos que corresponden al lenguaje natural, constituyen representaciones abstractas, discretas, no analógicas, que adquieren su condición “de verdad” (carácter falso o verdadero) a la luz de una imagen previa (Johnson-Laird, 1983) y constituyen los *modelos conceptuales*. Desde esta perspectiva, es fundamental que los estudiantes elaboren una imagen del concepto, para darle un significado a la elaboración proposicional.
- f) **Conceptos vertebradores y modelos mentales:** tiene que ver con el desarrollo de los campos conceptuales, en donde se desarrolla una red de relaciones conceptuales en sintonía con los modelos mentales que se construyen o reestructuran a partir de ellos. Todo concepto cobra significado a partir del modelos mental que se elabora, bien sea de manera gráfica, pictórica, simbólica (fórmulas numéricas) o proposicional, en la medida en que estos diversos modelos se acoplan para darle significado al objeto, lo que Arana (2005) denomina: *acoplamiento representacional significativo*, se desarrolla una mejor comprensión de los mismos, otorgándole al aprendiz mayor capacidad explicativa e inferencial.
- g) **Memoria cultural y la memoria semántica significativa:** hace referencia a los conocimientos científicos archivados en diversos formatos: escritos, digitalizados, y que

sirven de apoyo a la labor mediadora, en cuanto al análisis de los descubrimientos y elaboración de teorías, y el desarrollo del aprendizaje con significado. Para Posada (2002: 7), lo significativo es lo que se guarda en la memoria semántica significativa *acoge los conceptos y relaciones entre ellos -esquemas- incorporados sustantivamente de forma jerárquica. En ella los conceptos se encuentran relacionados con hechos, experiencias u objetos conocidos por los estudiantes, de allí que los conocimientos previos se ubican en este grupo.* De manera que la lectura comprensiva conduce al desarrollo de los significados, por consiguiente, el análisis comparado entre varios autores sobre una misma temática, y sustraer los aspectos coincidentes entre ellos; o la construcción histórica-epistemológica (análisis diacrónico y sincrónico), en relación con un concepto o una teoría, son elementos a considerar en el desarrollo de la memoria semántica significativa.

- h) **Saber, saber hacer y cuando hacer:** tiene que ver con la utilidad del conocimiento, como emplearlo y cuando emplearlo, tal como lo señala Garagorri (2008: 48), *el saber deja de tener valor por sí mismo y se pone al servicio y en función de su uso, ...pero, además, también se debe saber cuándo desempeñar una acción y en que circunstancia.* Esto coloca la atención a la importancia de desarrollar las habilidades del pensamiento, mediante el uso de estrategias de aprendizaje, a fin de desarrollar las competencias para su uso y aplicación en diversos contextos.

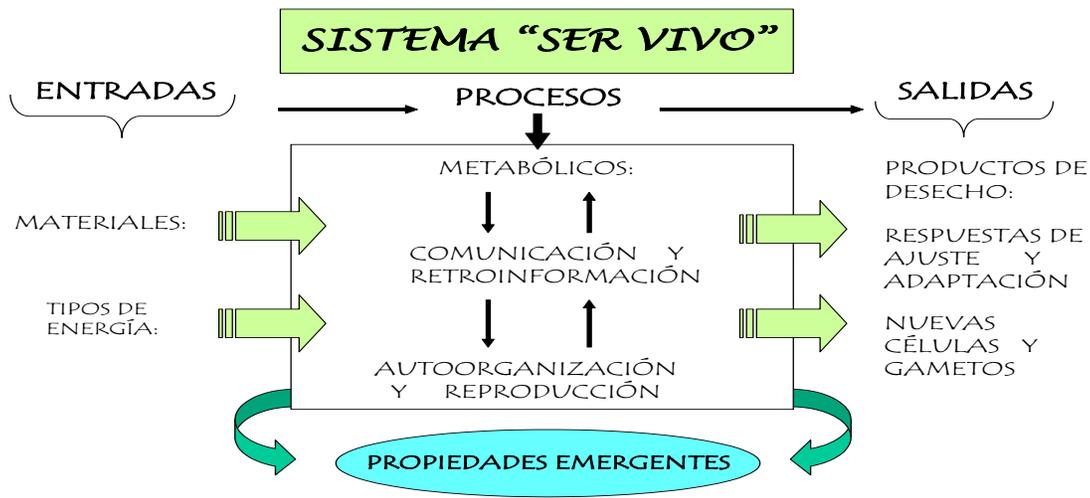
De esta forma, a través de la planificación de una Estrategia Didáctica Integradora (EDI), en el caso particular de la enseñanza de la ciencia por ejemplo, los trabajos de laboratorio o de campo, resultan ser muy adecuados, por cuanto se promueve la motivación intrínseca (Minstrell, 2001) de los estudiantes y contribuyen a la evocación repetida de los conceptos durante los procesos de análisis y reinterpretación de los significados. Del mismo modo, la utilización de recursos heurísticos, como: mapas mentales o conceptuales, redes semánticas, entramados y otros, para procesar la nueva información, permite que los estudiantes exterioricen gráficamente las representaciones mentales elaboradas en torno a la realidad estudiada y al mismo tiempo el docente puede evaluar a través de ellas, cómo evoluciona la comprensión del estudiante, en torno a los conceptos en estudio y las relaciones que establece entre ellos.

## Metodología

Se realizó una investigación naturalística, de carácter crítico-interpretativo, con base en un enfoque cualitativo; por cuanto, se procedió a estudiar el proceso enseñanza – aprendizaje en el lugar donde se producen los acontecimientos que no es otro que el *aula de clase*. Dado que el estudio consistió en observar, como a partir de la aplicación de una estrategia didáctica integradora se produce el proceso de aprendizaje, en términos de la construcción de modelos mentales en torno a la complejidad biológica, y cuyas representaciones se exteriorizan mediante expresiones escritas, pictóricas y gráficas; se trató de un *estudio de caso cualitativo*, de allí que, los pasos para analizar y contrastar la información se fueron configurando a partir del registro de las observaciones que se realizaron paulatinamente de acuerdo con el progreso de la indagación (Buendía y otros, 1998).

La información fue recogida en el contexto natural de un aula de clases, en la asignatura de Biología y Sociedad incluida en el Plan de Estudios de la Maestría en Educación, mención Enseñanza de la Biología en la UPEL, y que se administra con carácter obligatorio; la investigadora se desarrolló como profesora de esta asignatura en el Instituto Pedagógico de Maracay. **Los informantes claves** se seleccionaron, una vez revisados los datos, entre los estudiantes que ejecutaron todas las actividades incluidas en la EDI, ya que esta condición era necesaria para recabar una información consistente sobre el tema en estudio, el grupo de informantes quedó conformado por 10 sujetos, de un total de 15 participantes.

El diseño de la investigación se organizó tomando en cuenta cuatro aspectos relativos a la estrategia didáctica: (1) el conocimiento previo de los estudiantes, (2) la nueva teoría a ser aprendida, se trata en este caso del estudio de la complejidad biológica, se acudió a establecer una analogía entre el mundo de las ideas: *la teoría de sistema bajo el enfoque de la complejidad* (Von Bertalanffy, 1976; Morín 1993)- y *el funcionamiento de los seres vivos*, es decir el análisis del ser vivo como sistema complejo, de forma que se identifican las características de éste, sobre la base de los rasgos del concepto de *sistema complejo*. (3) Las estrategias de procesamiento: involucró la realización de tres estrategias de aprendizaje orientadas a mediar la construcción de un modelos mental respecto al concepto en estudio: (a) la lectura comparada de tres autores en torno a la temática en estudio, (b) también se promovió la elaboración de mapas mentales (individuales y grupales) para reportar las lecturas realizadas, y (c) la construcción de las redes de interacción por parte de los estudiantes, denominada por la autora como *Entramados Biológicos* (EB), y que se tejen permanentemente como parte del funcionamiento de los seres vivos (Ver Gráfico 2) (Arana, 2012).



**Modelo conceptual de organización, sobre el cual los estudiantes construyeron sus modelos del "ser vivo".**

Sustentado en la Teoría de Sistema (Bertalanffy, 1978), y el Enfoque Complejo (Morin, 1982)

**Gráfico 2.** Modelo Conceptual propuesto.

El Gráfico 2, muestra el modelo conceptual analógico, proporcionado por la docente investigadora a fin de que los estudiantes construyeran sus entramados biológicos. Se considera que con esta estrategia de aprendizaje, se activan diversos procesos mentales en los estudiantes, que conducen a estructurar una visión holística e integradora del sistema biológico estudiado. (4) La evaluación: a través de la exteriorización de *las representaciones* mediante la expresión escrita (definiciones), gráfica (Mapas mentales) y pictórica (Entramados biológicos) que elaboraron los estudiantes, se pudo evaluar el progreso de su aprendizaje, en términos de la complejización de sus elaboraciones conceptuales. La función mediadora del docente consistió precisamente en ir revisando el proceso de avance e ir evidenciando continuamente, sobre la marcha, los errores o inconsistencias que presentaron los estudiantes en la realización de sus tareas (Arana y Moreno, 2005), con la finalidad de que tomen conciencia de ellos y los puedan corregir.

### Metódica de análisis

Una vez seleccionados los informantes, diez (10) en total, los cuales cumplieron con todas las actividades propuestas, se ordenaron sus respuestas dadas a los dos cuestionarios (Inicial y Final), para el concepto en estudio y se procedió a realizar entre ellas un análisis de comparación continua (Glasser y Strauss, 1967). Esto permitió detectar todas las formas de expresar el concepto

en estudio, por cada informante (Triangulación temporal de nivel individual). Posteriormente estas definiciones se compararon entre sí (Triangulación interactiva de nivel colectivo), con la finalidad de encontrar patrones o regularidades dentro del grupo, lo cual se realizó en función de los operadores conceptuales (conjunto de atributos de criterio que permiten reconocer y expresar lo que *es* o su *significado*).

De acuerdo con Pérez (1998), la triangulación es un procedimiento de análisis que implica la reunión de datos y métodos sobre un mismo tema o problema, que se recogen desde puntos de vista distintos, a fin de realizar comparaciones múltiples de un fenómeno único, de un grupo, en diferentes momentos, utilizando diversas perspectivas. Al respecto la autora precitada acota lo siguiente:

Los datos cualitativos por su misma esencia están abocados a problemas de consistencia. Es necesario compensar la debilidad del dato inherente a la metodología con una convergencia y/o complementariedad de diferentes procedimientos, lo cual ofrece la ventaja de revelar distintos aspectos de la realidad empírica (p. 81).

Finalmente, estos resultados se contrastaron con las estrategias de procesamiento (mapa mental y entramado) ejecutadas por los informantes, a los fines de encontrar relaciones de significado entre ellas, con respecto al aprendizaje logrado.

### **Resultados y discusión**

A continuación se muestran los resultados obtenidos del análisis de comparación continua aplicado a las definiciones dadas por los informantes en los cuestionarios aplicados (Ver Cuadro 1), en función de los operadores conceptuales utilizados.

Se puede apreciar, en las respuestas dadas en la evaluación diagnóstica, que tres de ellos (2a, 2b, 3a), definen la vida desde una perspectiva mágica, milagrosa; a diferencia de los otros casos que centran su definición en lo funcional, lo existencial o lo evolutivo.

Al comparar los resultados mostrados en el Cuadro 1, con los operadores conceptuales utilizados para definir el concepto en la evaluación final, se observa un cambio en ellos, hacia términos asociados con los autores leídos, lo que pone en evidencia la comprensión de algunos de los conceptos propuestos por los autores sugeridos.

**Cuadro 1.**  
**Definiciones dadas por los informantes en las dos evaluaciones, al concepto de vida.**

Informante	Evaluación 1 Diagnóstico de Conocimientos Previos	Operadores Conceptuales	Evaluación 2 Evaluación final	Operadores Conceptuales
1a.- Vicente	La vida es un proceso dentro del proceso evolutivo de un ser vivo.	Proceso Evolutivo	Un ser vivo puede definirse como <i>un sistema, autopoietico, organizado como una red</i> cerrada de producciones moleculares que lo conllevan a una identidad autónoma.	<i>Sistema, autopoietico, organizado como una red</i> cerrada
1b.- Bea	Sabemos que tenemos vida cuando podemos cumplir todas nuestras funciones vitales.	Funciones vitales	<i>(Hacerse a sí mismo)</i> Conjunto de los fenómenos que tiene la virtud de <i>regularse a sí mismo</i> : vida vegetal, animal, espacio de tiempo que transcurre desde el nacimiento hasta la muerte.	<i>Hacerse a sí mismo regularse a sí mismo</i>
1c.- Jazmín	Un proceso de crecimiento personal	Proceso Crecimiento personal	Conjunto de experiencias que adquiere el hombre, <i>que tiene que ver con el conocimiento para aprender la complejidad</i> y belleza de ese conocimiento.	<i>Experiencias que adquiere el hombre, que tiene que ver con el conocimiento</i>
1d.- Isbelia	Sin contestar		Representa <i>un sistema de interacciones, con un patrón de vida asociado a procesos cognitivos.</i>	<i>Representa un sistema de interacciones, con un patrón de vida asociado a procesos cognitivos.</i>
2a.- Katy	Es el don de ser, hacer y conocer, por tanto hay que disfrutarla al máximo, en forma productiva.	Es el don de ser	<i>Es la esencia del ser</i> , como lo dice Maturana “todo ser vivo” debe estar en <i>capacidad de autoorganización.</i>	<i>Esencia del ser Capacidad de autoorganización.</i>
2b.- Glenda	Es la fuerza interna de cada ser vivo.	Es la fuerza interna	La vida se define como la capacidad que poseen los organismos animales y vegetales <i>de realizar funciones que le permiten perpetuarse.</i>	<i>Capacidad de realizar funciones</i>
2c.- Rosendo	Es la forma de existir, valorando los momentos y elementos que la conforman	Forma de existir	La vida consiste <i>en la autoorganización de un patrón que define su estructura y sus procesos.</i>	<i>Autoorganización de un patrón que define su estructura y sus procesos</i>
3a.- Jennyfer	Es la animación que presentan los organismos que están conformados por células.	Es la animación	Es una <i>serie de procesos</i> que permiten el funcionamiento de los seres vivos.	<i>Serie de procesos funcionamiento</i>
3b.- Vicky	Es lo que nace, se desarrolla, reproduce y muere.	Nace, se desarrolla, reproduce y muere	Vida: <i>proceso del ser vivo</i> , crecimiento desarrollo y muerte, <i>Vida y cognición están vinculados, vivo gracias a la capacidad de conocer</i> sino se tiene esta capacidad, muere.	<i>Proceso del ser vivo Vida y cognición Capacidad de conocer</i>
3c.- Natalia	Ser vivo: todo aquello que nace, crece, se reproduce y muere.	Nace, crece, se reproduce y muere	La vida <i>es una propiedad que emerge de la interacción de los diferentes componentes</i> del ambiente.	<i>Propiedad que emerge de la interacción de los diferentes componentes</i>

Asimismo, obtenidas las categorías de análisis, se logró ubicar el avance de los informantes para el concepto con respecto a su evaluación inicial, pues al contrastar los resultados entre las categorías emergentes, se observó que todos los informantes avanzaron hacia formas más elaboradas en sus definiciones, obsérvese que en la evaluación diagnóstica se exhiben cinco categorías (Cuadro 2), denominadas en función de los operadores utilizados para definir el concepto en estudio. Mediante ellas, se evidencia dos tendencias predominantes en cuanto al manejo de contenidos, por un lado, una visión que se ha denominado *Mágica*, en cuanto a la concepción de *la vida* como algo milagroso, términos como: “animación”, “fuerza interna”, “don de ser”, denotan esta consideración que no tiene una base teórico-científica del concepto.

**Cuadro 2.**  
**Categorías que emergieron del análisis.**

Diagnóstico	Nº de informantes	Evaluación final	Nº de informantes
1) No contestó	1 (1d)	1) No contestó	
2) Visión mágica	3 (2a, 2b, 3a)	2) Visión mágica	
3) Visión existencial	1 (2c)	3) Visión existencial	
4) Visión emocional	1(1c)	4) Visión emocional	
5) Visión funcional	1 (1b)	5) Visión funcional	3 (2a, 2b, 3a)
6) Visión evolutiva	3 (1a, 3b, 3c)	6) Visión evolutiva	
		7) Visión cognitiva	2 (1c, 3b)
		8) Visión sistémica compleja	5 (1a, 1b, 1d, 2c, 3c)

La otra tendencia, aglutina diversas visiones, como por ejemplo: “forma de existir” (*Visión existencial*), “funciones vitales” (*Visión funcional*), “proceso de crecimiento personal (*Visión emocional*), “procesos enmarcado en el desarrollo evolutivo” (*Visión evolutiva*), todas ellas derivadas del concepto de ser vivo, que han desarrollado los informantes a partir de su formación educativa previa.

Luego en evaluación realizada al final del curso, se aprecia una movilización de las definiciones hacia concepciones más actualizadas, en términos de los autores consultados, con respecto a nuevas formas de concebir *la vida* desde el enfoque cognoscitivo de Maturana, o desde la perspectiva sistémico-compleja propuesta por Morin y/o Capra. En este caso particular, se deja atrás la visión mágica, para ubicarse en concepciones sustentadas en aportes científicos novedosos, aun cuando todavía en tres de los informantes, se mantiene una concepción de la vida atada a la capacidad de los organismos para cumplir sus funciones vitales (2a, 2b, 3a), que como puede verse, son los mismos informantes que anteriormente estaban asociados a la concepción *mágica* de la vida.

Casos como los de Isbelia (1d), llaman la atención, inicialmente no responde, es la única pregunta del cuestionario de 16 ítemes, que deja sin contestar, y luego la vemos avanzar hacia una concepción integrada, desde la perspectiva sistémica-compleja-cognitiva: “*Representa un sistema de interacciones, con un patrón de vida asociado a procesos cognitivos*”, producto probablemente de

las lecturas realizadas y que se exteriorizan a partir del uso de operadores conceptuales asociados a estos enfoques. En otras investigaciones realizadas por la autora (Arana, 2005), se ha venido constatando que aquellos estudiantes que no expresan sus definiciones o tienen definiciones muy sencillas, son los que movilizan sus conceptos con mayor facilidad hacia niveles de mayor complejidad, probablemente debido a que no tienen preconceptos que dificulten un entendimiento de las teorías a ser aprendidas. Véase el caso de Katy (2a), por ejemplo, se mantiene atada a su concepción mágica: *esencia del ser*, pero enriquece su definición inicial, al agregar *capacidad de autoorganización*, lo que avizora una transición gradual de su concepto hacia una definición en el marco de la complejidad, de allí que se consideró ubicarla en la visión funcional, en virtud de que utiliza este operador (autoorganización), como una necesidad de ejecución de la misma y no como una propiedad del sistema.

En términos generales, la emergencia de nuevas categorías (cognitiva y sistémica compleja) nos muestran un progreso de todos los informantes, desde sus conceptos previos hacia concepciones asociadas con los aportes científicos propuestos institucionalmente, de manera que se piensa que las lecturas referidas fueron significativas en concordancia con los propósitos de enseñanza. Cabría preguntarse entonces: ¿Estos resultados están relacionados con los modelos mentales construidos por los informantes, con respecto al concepto en estudio? ¿En qué forma los modelos mentales construidos, contribuyen en un desarrollo de la capacidad descriptiva y/o explicativa del concepto? ¿Las estrategias de procesamiento aplicadas están en sintonía con las definiciones expresadas?

A los fines de responder estas interrogantes, se procedió a realizar un análisis comparado de las representaciones mentales de los informantes, exteriorizadas mediante los mapas mentales y los entramados biológicos, con las definiciones dadas a posteriori, para hallar relaciones de significado entre estas diversas formas de expresar el concepto.

### **Los mapas mentales**

Desde el punto de vista técnico, un mapa mental es una estructura gráfica en la que se reflejan los puntos o ideas centrales de un tema, estableciendo relaciones entre ellas, y utiliza para ello, la combinación de formas, colores y dibujos. Buzán (1996:67) creador de esta técnica, utiliza la expresión *pensamiento irradiante*, para referirse a “los procesos de pensamiento asociativos que proceden de un punto central o se conectan con él”. El mapa mental pretende reflejar gráficamente este movimiento de irradiación del pensamiento a partir de una imagen o palabra central; de allí que se utilice la palabra y la imagen como fuente de estímulo y de conocimiento. En cuanto a las

características generales de los mapas mentales, Ontoria, y otros (1999:119) señalan dos características fundamentales:

- a) Pensar con palabras e imágenes: La imagen estimula una gran variedad de habilidades en el cerebro, como forma, colores, líneas; las cuales estimulan la imaginación y por consiguiente, fomenta el pensamiento creativo y la memoria.
- b) Jerarquización y categorización: esta técnica facilita la ordenación y estructuración del pensamiento, por medio de la jerarquización y la categorización. Se establecen “Ideas Ordenadoras Básicas” (IOB) referidas a los conceptos claves a partir de los cuales se organiza una trama de nuevos conceptos en función de su importancia.

La importancia de su utilidad en el ámbito educativo está dada por su versatilidad, ya que, permite establecer una organización de las ideas prioritarias que hay que tener presente en el desarrollo de un trabajo como conferencia, libro, clase. Al mismo tiempo, permite comunicar las ideas con mayor claridad.

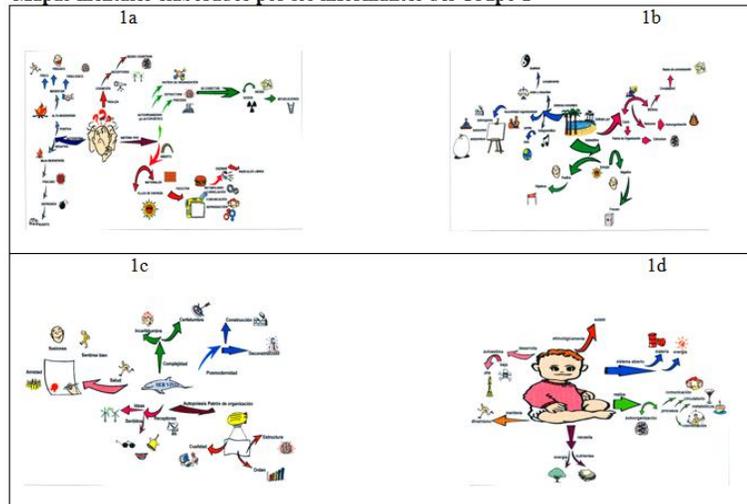
En el estudio realizado, se utilizó esta técnica en el aula de clase, con la finalidad de que los estudiantes asociaran los diversos contenidos y teorías propuestos por los autores recomendados en torno al tema, de manera que exteriorizaran relaciones de significado entre ellos, así cada uno expresó lo que se acordaba de las lecturas realizadas, y que de acuerdo con Posada (2000), es lo que tiene significado para ellos.

En tal sentido, se procedió a visualizar los operadores conceptuales utilizados por los informantes en estos productos intelectuales y categorizarlos de acuerdo con sus significados (Cuadros 3.1, 3.2, 3.3). La interpretación se realizó en base a tres indicadores: a) Imagen Central de Representación (ICR), que hace referencia a la imagen iconográfica del concepto en estudio, b) Ideas Ordenadoras Básicas (IOB), son las ideas inmediatas asociadas al concepto desde donde se jerarquiza la información, tienen que ver con el primer nivel de irradiación, y c) Encadenamientos Conceptuales Irradiantes (ECI), forma como se conectan jerárquicamente los operadores conceptuales en la trama, y que corresponden a los subsiguientes niveles de irradiación del pensamiento.

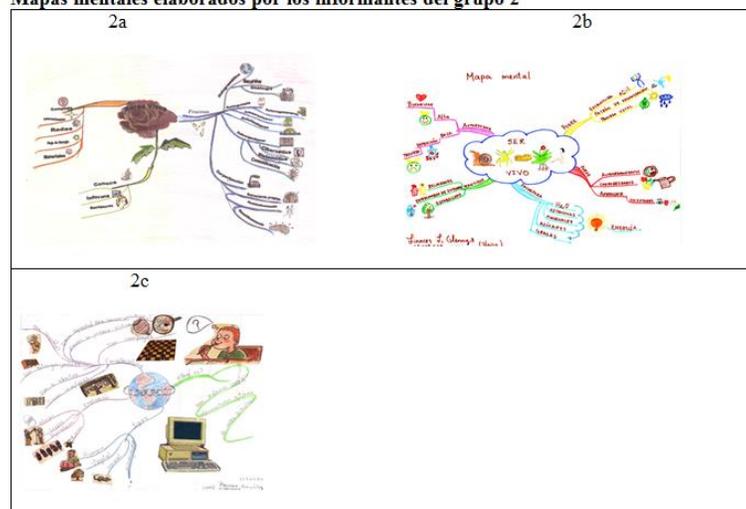
Al analizar la información procesada mediante esta estrategia, se observó el uso de operadores conceptuales relacionados con las lecturas de los autores recomendados. En todos los casos, cada informante articuló coherentemente dicha terminología, tanto en las ideas ordenadoras, como en la conexión jerárquica.

- a) En cuanto a la imagen central de representación, en la mayoría de los casos está representado por un ser vivo en particular, no obstante llama la atención tres casos: 2b, 2c y 3b, quienes colocaron como imagen central ejemplos singulares, como el Planeta Tierra (2c), La Célula (3b) y en el caso (2b) varios seres vivos representativos de especies unicelulares, invertebrados, vegetales y mamíferos, como una forma de expresar la Diversidad Biológica.
- b) En relación con la ideas ordenadoras básicas, destacan por su frecuencia de uso, las siguientes:  
*Autoestima* (1a,1b,1d,2b,3b,3c) seis informantes.  
*Sistema* (1a,1b,1c,1d,2a,3b) seis informantes.  
*Autopoiesis* (1c, 3a, 3c) tres informantes.

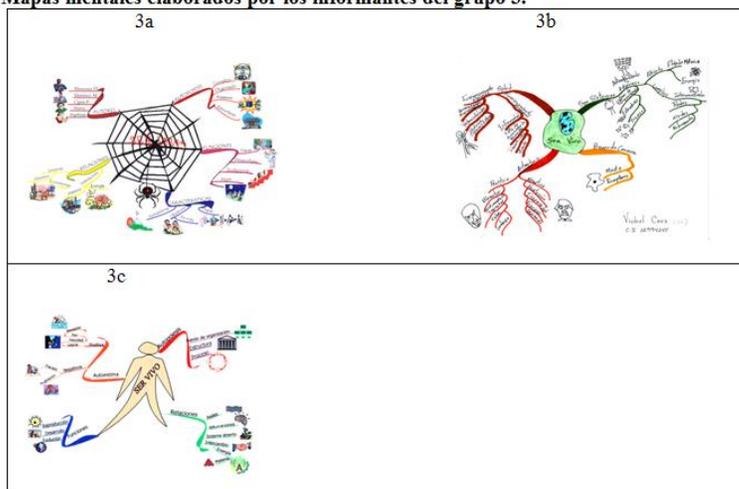
**Cuadro 3.1**  
**Mapas mentales elaborados por los informantes del Grupo 1**



**Cuadro 3.2**  
**Mapas mentales elaborados por los informantes del grupo 2**



**Cuadro 3.3**  
**Mapas mentales elaborados por los informantes del grupo 3.**



Los resultados que se muestran en los cuadros 3.1, 3.2 y 3.3 permite señalar que los operadores conceptuales más usados se relacionan con la nueva información aportada en términos de la temática en estudio, lo cual se evidencia con mayor énfasis en las conexiones que realizan en los encadenamientos conceptuales irradiantes.

c) Con respecto a los encadenamientos (ECI), se observan diversos patrones relacionales, que se asocian con los contenidos propuestos en las lecturas, como lo muestran los siguientes ejemplos en el cuadro 4.

**Cuadro 4.**  
**Ejemplos de algunos de los encadenamientos elaborados por los informantes**

Informantes Objetos de análisis	1A. Imagen central	1B. Ideas ordenadoras (1er. nivel de irradiación)	1C. Encadenamientos 2do. nivel de irradiación)
1a. Vicente	Ser humano	Sistema vivo	Autoorganización-Autopoietico / Patron de organización / Estructura-Procesos.
1d. Isbelia	Ser humano	Realiza	Procesos / comunica-metabolis-coordina-Autoorganización
2a. Katy	Ser vegetal	Procesos	Hologramático / recursivo-dialógico Autopoiesis / autoregene-autoperpet-autolimitarse
3c. Natalia	Ser humano	Autopoiesis	Patrón de organización / estructura-proceso

Los modelos mentales estructurados por los informantes a partir de la información leída y exteriorizada a partir de los mapas mentales, muestran la activación de diversos procesos cognitivos que conducen al desarrollo de competencias cognitivas, tales como:

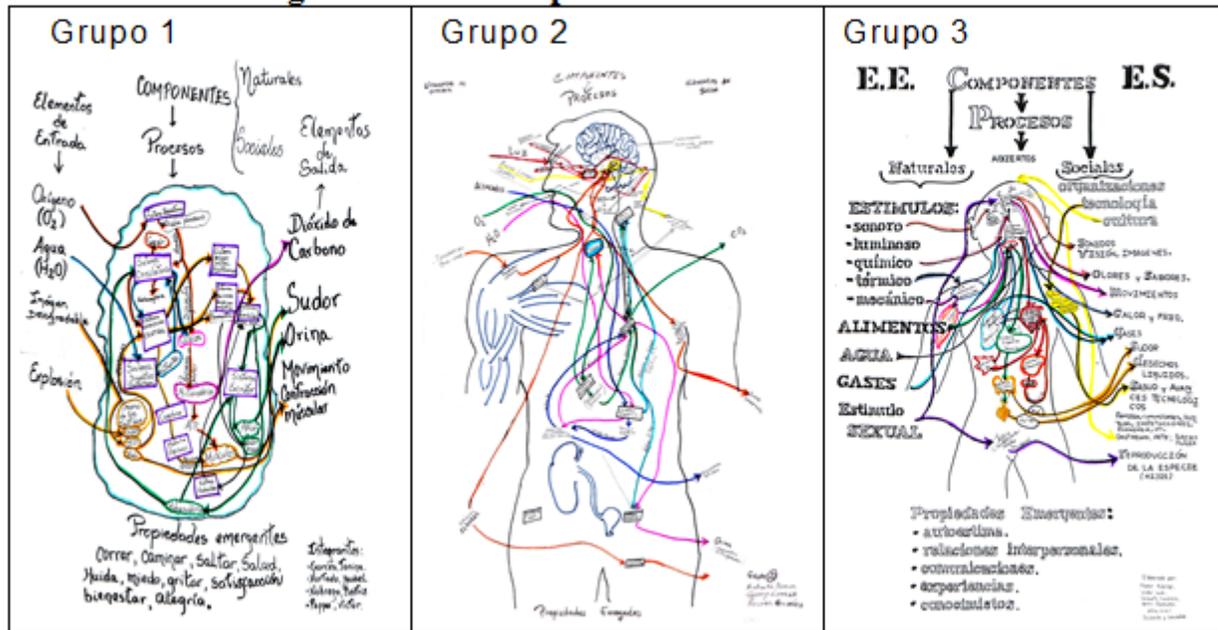
- a) Identifican nueva información de autores consultados: Seleccionan, agrupan, ordenan, jerarquizan.
- b) Seleccionan ideas principales: Analizan, describen, interpretan, relacionan, asocian, sintetizan.
- c) Procesamiento de la información:
  - Engloban en torno a una imagen central.
  - Categorizan la información en concordancia con descriptores específicos.
  - Caracterizan y analogizan en función de contenidos relacionados.

### **Los Entramados Biológicos**

El entramado es un recurso heurístico desarrollado por la autora (Arana, 2012) a los fines de promover una visión integradora de la dinámica de los sistemas complejos auto organizadores, estableciendo una analogía a partir de un modelo conceptual, con el objeto de desarrollar en los estudiantes un modelo mental integrador, en torno a los procesos que se desarrollan en los seres vivos como producto de su dinámica interna.

El procedimiento consistió en proponer a los estudiantes la ejecución del Entramado, sustentado en lecturas sugeridas de Maturana (1992), Capra (1998) y Morín (1993), a fin de establecer una analogía entre un concepto abstracto *-Sistema Complejo-* y uno concreto *-Ser Vivo-*, tanto en términos estructurales, como funcionales; es decir, una analogía estructural-funcional (Dagher, citado por Rodríguez Moneo, 1999), en la cual se explicita la estructura y funcionamiento del Ser Vivo, con base en la estructura y funcionamiento de un sistema complejo. Se aspiraba con esta estrategia a que los estudiantes (organizados en tres grupos), una vez procesada la nueva información, la conectaran significativamente con sus conocimientos previos, creando nuevos modelos representativos del ser vivo y pudieran exteriorizarlos a partir del modelo conceptual propuesto (Ver Gráfico 1). El resultado de la aplicación de esta estrategia, aplicada en colectivo, se muestra en el Cuadro 5.

**Cuadro 5**  
**Entramados Biológicos elaborados por los informantes seleccionados.**



Obsérvese que en los grupos 2 y 3, la analogía se focalizó en el ser humano, a diferencia del grupo 1, que configuró un esquema general centrado en los procesos, independizándose tanto de la figura humana, como de su organización interna, lo cual conduce a pensar que están en un nivel de abstracción más complejo con respecto a sus pares. Es decir, no están sujetos a una fisonomía en particular para aplicar los conceptos y relaciones propuestos, de manera que se visualiza un mayor dominio la teoría a ser aprendida.

En todos los casos, se aplica la teoría de sistema en términos de los elementos de entrada y salida, así como su relación coherente con órganos y sistemas que procesan dichos elementos para su adecuada utilización por el organismo en cuestión, esto se evidencia a partir de los colores que utilizaron para discriminar las conexiones entre los órganos de un mismo sistema (relaciones en serie), y luego su conexión con otro sistema (relaciones en paralelo), igualmente, se revela un dominio de los procesos asociado a las relaciones entre los sistemas, por ejemplo:

- a) Grupo 1- Línea roja para **Oxígeno**, sistema respiratorio, alvéolos pulmonares, sistema circulatorio, célula, mitocodrias..., **Procesos:** Difusión, respiración celular.
- b) Grupo 2- Línea anaranjada para **Temperatura**, receptores cutáneos, hipotálamo, glándula sudoriparas, sudor..., **Procesos:** Transpiración.

- c) Grupo 3- Línea verde para **Alimentos**, boca, sistema digestivo, nutrientes, sistema circulatorio, célula..., **Procesos**: asimilación.

Esto indica que el modelo mental construido, se estructura a partir del modelo conceptual dado por la docente investigadora durante las actividades de clase, para mediar la comprensión de la teoría a ser enseñada; de manera que se construye sobre un contenido que adquiere un significado, en tanto que le permite explicar la dinámica de funcionamiento de un sistema biológico en particular.

Con respecto a las interacciones que se dan entre los encadenamientos en serie, es decir las relaciones en paralelo que permiten los entrecruzamientos entre diversos sistemas, y a través de las cuales se expresan los procesos recursivos, se aprecia en los tres grupos un dominio de la dinámica energética involucrada en algunos de estos procesos, como por ejemplo: a) célula, mitocondria, ATP, músculo, contracción muscular (grupo 1 y 3), b) Luz, ojo, membrana celular receptora, sistema nervioso central, impulso nervioso, activa área visual.

Entre los aspectos relevantes que se aprecia a partir de los modelos exteriorizados, se pueden mencionar los siguientes:

- a) La movilidad representacional de lo macro a lo micro, que se demuestra en los tres grupos, a partir de la presencia de la célula y la mitocondria (nivel celular e intracelular), y su conexión con los órganos y sistemas relacionados, en este caso particular: sistemas circulatorio y respiratorio.
- b) La consideración del *conocimiento y la cultura* como elementos de entrada al sistema, aun cuando solo en uno de los grupos (3), se completó la relación en serie, en términos de su conexión con el sistema nervioso central, y su salida como: destrezas, arte, baile, música.
- c) El reconocimiento en dos de los grupos (1 y 3) de las emociones, la autoestima, los conocimientos como propiedades emergentes, entre otras.

En síntesis, en los entramados elaborados, se aprecia una correspondencia lógica y coherente entre los elementos de entrada y salida, y los respectivos componentes y procesos internos asociados a la dinámica del sistema en general; de manera que se puede concluir que la estrategia didáctica utilizada contribuyó a desarrollar en los estudiantes, una visión integral de la complejidad biológica de los organismos, tanto en lo estructural como en lo funcional.

## Conclusiones

Los resultados del diagnóstico permitieron precisar la variedad de definiciones que predominaban en el grupo de estudiantes seleccionados, acerca de los conceptos estudiados, lo cual resultó substancial, porque permitió establecer los niveles de complejidad inicial de los informantes, pudiendo contrastar a partir de estos datos su progreso posterior.

En la medida en que la nueva información fue procesada, mediante la utilización de estrategias que involucraron la elaboración de recursos heurísticos y/o modelos analógicos, la noción inicial se movilizó desde un nivel de complejidad elemental, básico, concreto en términos descriptivo; a niveles de mayor complejidad, que se alcanzó por la utilización de otros operadores conceptuales que definen mejor los conceptos, a las luz de las nuevas corrientes del pensamiento en torno a la temática en estudio.

Se infiere que la información procesada, enriqueció cualitativamente el modelo mental representativo que previamente habían construido los estudiantes a partir de sus experiencias vividas, este enriquecimiento incrementó la comprensión de los conceptos en estudio, en relación con la imagen, de manera que ese entendimiento se tradujo en una nueva representación que los capacitó mejor para expresarlos en términos proposicionales, por cuanto los dota de una mayor capacidad explicativa e inferencial respecto de los significados que construyeron.

Asimismo, se considera que sí es posible mediar la construcción de *modelos mentales dinámicos* (Johnson-Laird, 1983), es decir, aquellos donde se integran los elementos constitutivos de la estructura del concepto, sus propiedades y las relaciones entre ellos; a través de la aplicación de *modelos conceptuales* apropiados, que promuevan la activación por parte de los estudiantes, de diversas estrategias de procesamiento de la nueva información, que permita su incorporación de forma significativa.

Se pone en evidencia que los significados que se construyen a partir de los contenidos desarrollados en el aula son diferentes para cada estudiante, y están sujetos a un cambio continuo, en tal sentido el procedimiento utilizado en la investigación resultó adecuado a los fines del objeto de estudio, ya que permitió recabar la información necesaria para observar el carácter individual y dinámico del proceso de construcción conceptual de los informantes.

Lo anterior tiene sus implicaciones desde el punto de vista pedagógico, sobre el aprendizaje de los conceptos científicos, ya que aporta algunos elementos relevantes para el diseño de modelos didácticos y la planificación de estrategias instruccionales, que involucren la exteriorización de los

modelos mentales construidos por los estudiantes, a partir de la comprensión de sus representaciones conceptuales; utilizando para ello recursos heurísticos, que posibiliten la mediación de los procesos mentales involucrados en el aprendizaje.

### Referencias

- Arana, A. (2005). *El cambio conceptual en estudiantes de Educación Superior. Caso: UPEL Maracay*. Tesis de doctoral no publicada. Universidad Pedagógica Experimental Libertador IPC.
- Arana, A. (2010). Estrategias de aprendizaje y desarrollo de conceptos. Una programación didáctica para su mediación en el aula. *Revista Dialógica Multidisciplinaria*. Vol. 6 (2). Dic.
- Arana, A. (2012). *Entramados. Una mirada a la complejidad*. Saarbrücken: EAE. Publicado en: [www.morebooks.es](http://www.morebooks.es)
- Beltrán, J. y Fernández, M. (1998). Estrategias de aprendizaje. En J. Bueno y C. Castanedo (Coord.), *Psicología de la educación aplicada*. Madrid: CCS.
- Buendía, L., Colás, P. y Hernández, F. (1998). *Métodos de investigación en Psicopedagogía*. Madrid: McGraw Hill.
- Buzán, T. (1996). *El libro de los mapas mentales*. Barcelona España: Urano.
- Capra, F. (1998). *La trama de la vida*. Barcelona-España: Anagrama, Edición original 1996. Traducción de Sempau, D. 1ª edición en español.
- Gagné, R. M. (1985). *Las condiciones del aprendizaje*. Cuarta edición. México: McGraw-Hill.
- Garagorri, X. (2008). Currículo basado en competencias: aproximación al estado de la cuestión. *Aula de Innovación Educativa*. (N 181) p.48-54. En línea: <http://www.scribd.com> Sep. 2009.
- Glasser, B. y Strauss A. (1967). *The discovering of grand theory strategies for qualitative research*. New York: Aladine de Gruyter.
- Gutiérrez, F. y Prieto, D. (1999). *La mediación pedagógica*. La Crujía, Buenos Aires: Ciccus. 6ª Edición. 1ª Ed. 1992.
- Johnson-Laird. (1983). *Mental Models*. Cambridge MA: Harvard University Press.
- Malagón Terrón, F. (1999). La mediación pedagógica. *Mediaciones Sociales*. N°5 (175-180). Disponible en: [www.lacrujia.com.arg](http://www.lacrujia.com.arg)
- Maturana, H. en colb. Mpodozis, J. (1992). *La realidad: ¿Objetiva o Construida? Fundamentos biológicos del acto de conocer. Tomo II*. Santiago de Chile: Anthropos. Universidad Iberoamericana.
- Minstrell, J. (2001). La enseñanza de las ciencias para la comprensión. En L. Resnick, y L. Klopfer. (comp), *Currículo y Cognición* (pp. 209-240). Buenos Aires: Aique. 3ª Edición.
- Monereo, C. ( Mar. 2004). La enseñanza estratégica: enseñar para la autonomía. *Candidus*. Año 4 (27-29), 23-27.
- Morin, E. (1993). *El Método I. La naturaleza de la naturaleza*. Madrid: Cátedra. Colección Teorema. Edición original 1977. Traducción de Sánchez, A. y Sánchez, D. 3ª edición en español.
- Morin, E. (1998). *Introducción al pensamiento complejo*. Barcelona, España: Gedisa.

- O'Connor, J. y McDermott, I. (1998). *Introducción al pensamiento sistémico*. Barcelona, España: Urano.
- Ontoria, A., Gómez, J. y Molina, A. (1999). *Potenciar la capacidad de aprender y Pensar*. Madrid: Narcea.
- Pérez, G. (1998). *Investigación cualitativa. Retos e interrogantes*. II Técnicas y análisis de datos. Madrid: La Muralla
- Poggioli, L. (2007). Estrategias de aprendizaje: una perspectiva teórica. Serie: Enseñando a aprender. Caracas: Fundación Empresas Polar.
- Posada, J. M. (2002). Memoria, cambio conceptual y aprendizaje de las ciencias. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*. 1(2.), 1-17. Universidad Autónoma de Barcelona, España.
- Pozo, J. I. (1997). Teorías cognitivas del aprendizaje. Madrid: Morata. 1ª edición 1989. Quinta edición.
- Pozo, J. I. y Monereo, C. (1999). El aprendizaje estratégico. Enseñar a aprender desde el currículo. España: Santillana
- Ríos, P. (Jul. 2003 y Mar. 2004). Esbozo del enfoque estratégico del aprendizaje. *Candidus*. Año 4 (27-29), 18-22.
- Rodríguez Moneo, M. (1999). *Conocimiento previo y cambio conceptual*. Argentina: Aique.
- Segen, P. (1998). *La quinta disciplina*. Barcelona: Granica.
- Suárez Guerrero, C. (2003). *Los entornos virtuales de aprendizajes como instrumentos de mediación*. Disponible en: [www.usal.es](http://www.usal.es). Consulta: Abril. 2011.
- Valera, G., Madriz, G. Las preguntas pedagógicas en la enseñanza de las ciencias humanas. Un estudio ecológico de aula universitaria. *Revista Iberoamericana de Educación*. Disponible en: <http://www.campusoei.org> (Consulta: Marzo, 2012).
- Von Bertalanffy, L. (1976). *Teoría general de los sistemas*. Madrid: Fondo de Cultura Económica.
- Vygotski, L. (2000). *El desarrollo de los procesos psicológicos superiores*. Barcelona-España: Crítica, S.L. Biblioteca de Bolsillo. Edición original 1978. Traducción de Silvia Furió. 1ª Edición.

**Autora:**

[aracelisarana2@yahoo.com](mailto:aracelisarana2@yahoo.com), [aracelisarana3@gmail.com](mailto:aracelisarana3@gmail.com)

Doctora en Educación, Instituto Pedagógico de Caracas

Profesora Titular en Universidad Pedagógica Experimental Libertador (Núcleo Maracay, Venezuela)

Investigadora Activa adscrita al Centro de Investigaciones Educativas Paradigma (CIEP)