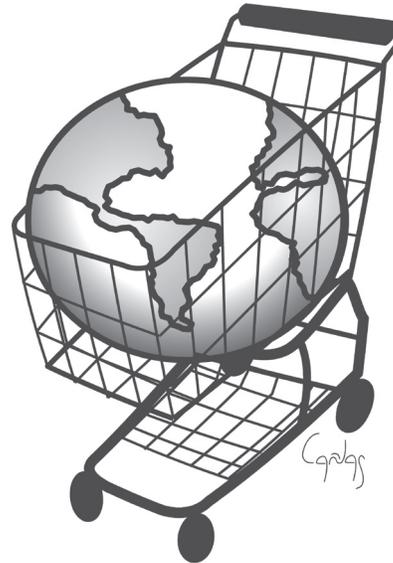


ENTRAMADOS AMBIENTALES: UN MODELO DIDÁCTICO INTEGRADOR

ARACELIS ARANA*

Aracelisarana2@yahoo.com
Universidad Pedagógica
Experimental Libertador.
Instituto Pedagógico de Maracay.
Maracay, Edo. Aragua.
Venezuela.

Fecha de recepción: 2 de mayo de 2007
Fecha de aceptación: 4 de octubre de 2007



Resumen

Abordar la complejidad de los sistemas ambientales como contenido temático, conduce a la aplicación de métodos pedagógicos destinados a la construcción, en los estudiantes, de modelos mentales representativos de dicha complejidad. En tal sentido, se requiere de una estrategia de enseñanza, que permita evidenciar el progreso de los estudiantes con respecto a la construcción de sus conocimientos acerca del ambiente, así como: las relaciones, interpretaciones y transferencias que realiza cuando los aplican a situaciones particulares de la realidad. El modelo didáctico que se presenta, tiene como propósito fundamental desarrollar en los estudiantes que cursan la asignatura de Educación Ambiental en el contexto educativo venezolano, una visión integradora de la dinámica de los sistemas ambientales a partir de un análisis interpretativo de su complejidad. Mediante su aplicación se propició la activación de procesos cognitivos y metacognitivos de especial relevancia en el desarrollo de las competencias cognitivas, procedimentales y actitudinales, para la comprensión de la dinámica ambiental.

Palabras clave: modelo didáctico, técnicas heurísticas, estrategia de aprendizaje, aprendizaje significativo.

Abstract

ENVIRONMENTAL NETWORK. AN INTEGRATIVE DIDACTICAL MODEL

Tackling the complexity of environmental systems as thematic content, leads to the implementation of pedagogical methods destined to building, in students, mental models that are representative of such complexity. In this sense, a teaching strategy is required that allows evidencing student progress regarding the building of their knowledge about environment, such as: relationships, interpretations and transfers it performs when they are applied in specific reality situations. The didactic model presented aims mainly to develop students of Environmental Education in the Venezuelan educational context an integrative vision of the dynamics of environmental systems from an interpretative analysis of its complexity. With its implementation cognitive and metacognitive processes of special relevance were activated in the development of cognitive, procedural and attitudinal competences, for the understanding of environmental dynamics. .

Key words: didactical model, heuristic techniques, learning strategy, significant learning.



esarrollar nuevos estilos de vida, que permitan afrontar en cierto modo la crisis ambiental planetaria, es el desafío de la humanidad en este nuevo siglo del cual somos protagonistas. La educación, entendida como proceso de transformación social, se postula como factor de primera línea en la búsqueda de modelos pedagógicos alternativos dirigidos a promover nuevas maneras de pensar y de interpretar la realidad a fin de producir cambios de actitudes en la población, que permitan la emergencia de una nueva forma de relacionarnos con el ambiente del cual formamos parte. Se aboga por una educación, de acuerdo con Ruscheinsky, citado por Carides (2000):

que suscite una verdadera metamorfosis de la ciudadanía y de sus comportamientos, de los valores de la sociedad civil y de su capacidad asociativa en la solución de los problemas de índole sacionatural; una educación que se oriente no sólo en función del “mundo tal y como es”, sino también del “mundo como puede ser”, en un momento en el que todavía podemos pensar en la implantación de un nuevo modelo económico, social y político que, conduzca a la realización de una vida colectiva solidaria que asegure una reforma del mundo (p. 2).

En consecuencia, la problemática ambiental nos coloca frente a una nueva racionalidad, que conduce a interpretar la complejidad de los fenómenos ambientales desde una perspectiva integradora, a fin de hallar las soluciones más adecuadas y pertinentes de acuerdo con el contexto social donde se desarrollan. En sintonía con estos planteamientos, el reto de la Educación Ambiental (EA), consiste en desarrollar en los ciudadanos, una nueva manera de pensar y expresar las ideas, que tomen en cuenta la dinámica ambiental en su sentido más amplio, donde se aborden los análisis en forma global, permitiendo configurar la red de interacciones entre los procesos sociales y naturales, que caracterizan a los sistemas ambientales complejos. Por consiguiente, se propone la aplicación de un modelo didáctico integrador denominado *Entramados Ambientales*, a fin de promover en los estudiantes, un enfoque integrador e interconectado de los sistemas ambientales.

1. Marco referencial

La complejidad

En el siglo XX, toma auge el enfoque sistémico (Von Bertalanffy, 1976) de los procesos y el advenimiento del *pensamiento complejo* (Morín, 1993), en la búsqueda de marcos teóricos que permitan entender el funcionamiento de los sistemas naturales y sociales. Los aportes del precitado autor, sobre la complejidad, constituyen un modelo teórico que permite explicar las relaciones de interdependencia y conectividad de los sistemas autoorganizados. Éstos son sistemas abiertos que operan alejados del equilibrio, para lo cual es necesario un flujo constante de energía y materia a través del mismo; la interconectividad interna de sus componentes de acuerdo con Capra (1998), es no lineal, van en todas direcciones formando patrones intrincados de tramas, es decir un patrón de organización en red. Son muchas y variadas las formas de relación entre las partes; más conexiones añaden más complejidad. Y cada nueva pieza que se añade incrementa el número de conexiones de forma exponencial.

Lo anterior conduce a inferir que, en la actualidad el proceso educativo debe dirigirse al desarrollo de un pensamiento sistémico-integrador en los estudiantes; para lo cual es necesario romper con la división, la fragmentación y la simplificación presentes en las estructuras disciplinares, promoviendo el análisis de los fenómenos en forma integrada, donde se relacionen al mismo tiempo el todo con las partes, a fin de generar la comprensión de nuevos niveles de la realidad. Se hace necesario desarrollar las competencias para relacionar unas cosas y fenómenos con otros, y así descubrir en todo momento los brotes emergentes de lo nuevo. En cierta forma esto es lo que propone Morin (1998) cuando señala lo siguiente:

El pensamiento complejo es ante todo un pensamiento que relaciona. Es el significado más cercano del término *complexus* (lo que está tejido en conjunto). Esto quiere decir que en oposición al modo de pensar tradicional, que divide el campo de los conocimientos en disciplinas atrincheradas y clasificadas, el pensamiento complejo es un modo de religación (p. 32).

De manera que, es recomendable promover en los estudiantes, la capacidad de relacionar los diversos fenómenos sacionaturales y tratar de explicarlos a través de los conocimientos que aportan todas las disciplinas. Al respecto Foust (2000) agrega lo siguiente:

Es preciso, partir de una actitud diferente: salir de nuestro caparazón de especialista en determinada ciencia o técnica y reconocer que el mundo es uno, la realidad es una y compleja, y en ella se ven inmiscuidas disciplinas sociales y naturales. Es artificial ver

las cosas con ojos de físico, matemático, administrador o sociólogo, únicamente. Partiendo de esta actitud básica, se podrá implementar acciones que tienda a un mayor diálogo entre distintas disciplinas, que se dirijan hacia la flexibilidad curricular y la movilidad académica (p. 1).

Es necesario entonces, un cambio en los enfoques pedagógicos con los cuales aplicamos diversas estrategias educativas, que conduzcan a la activación de un pensamiento crítico en los estudiantes, que involucre un análisis interdisciplinario dirigido a la construcción y reestructuración de nuevos significados acerca del ambiente y su complejidad. Este aspecto, es de primordial atención en el nuevo Diseño Curricular de la Educación Bolivariana planteado desde el Ministerio de Educación y Deporte (MED, 2004), cuando se señala en relación con lo pedagógico - curricular:

El carácter fragmentario y academicista de la educación tradicional comienza a ser superado por la necesidad de un proceso de aprendizaje integral... la necesidad de comprender la realidad para su transformación está obligando a desarrollar una experiencia de integración interdisciplinaria y transdisciplinaria que sólo es descubierta desde la vivencia con la indagación de los contextos... (p. 12).

Desde esta perspectiva el proceso educativo no se puede seguir orientando como hasta ahora, como un proceso de suministro de información, sino más bien como un proceso de cambio y de transformación personal, y del colectivo, centrado en el grupo participante y para el desarrollo integral del mismo. El conocimiento debe suministrarse como un soporte para el desarrollo de destrezas y habilidades, tanto físicas como mentales en la población, que le sirvan de plataforma para una investigación científico-social y tecnológica, orientada hacia el abordaje y la solución de los problemas que le corresponde enfrentar como parte de su desarrollo propio, y el de su país; tal como se refleja en los Planes para la formación del adolescente a nivel del Liceo Bolivariano (MED, 2006), al reconocer la escuela como un agente dinamizador del desarrollo comunitario promoviendo la ejecución de “los proyectos pedagógicos comunitarios para el desarrollo endógeno, diagnóstico e indagación de contextos, encuentro de saberes, los cuales propician la construcción colectiva y la participación protagónica en el proceso de formación” (p. 17).

La Educación Ambiental en el contexto venezolano

La inclusión de la dimensión ambiental en el sistema educativo venezolano a partir de 1987, surgió como parte de un convenio entre el Ministerio de Educación (ME) y el Ministerio del Ambiente y de los Recursos Naturales Renovables (MARNR, 1981), para llevar a cabo la forma-

ción integral del ciudadano en relación con el desarrollo de una cultura ambiental.

En el marco de este convenio, se incluyó por un lado la EA en la Educación Básica (a) como una dimensión que integraba todas las disciplinas (ME, 1987), y por otro (b) como asignatura obligatoria en el Componente General del Plan de Estudios de la Universidad Pedagógica Experimental Libertador (UPEL), (Diseño Curricular UPEL, 1987) a fin de preparar a los docentes en este ámbito de la educación venezolana. Más tarde, producto de la transformación curricular de la Educación Básica (ME, 1998) la EA se incorporó como un eje transversal en la segunda etapa del nivel de Educación Básica.

Posteriormente, en virtud de que la EA quedó establecida como un derecho cultural y educativo en la Constitución de la República Bolivariana de Venezuela (1999, Capítulo IV, p. 34); y por lo tanto, de obligatorio cumplimiento “en todos los niveles y modalidades del sistema educativo, así como también en la educación ciudadana no formal” (Artículo 107, p. 37), se asumió también, en el nuevo Diseño Curricular de la Educación Bolivariana (MED, 2006), en el nivel de Liceo Bolivariano, en lo referente a la ejecución de los seminarios de investigación para el Desarrollo Endógeno, cuando establece:

El desarrollo endógeno es un conjunto de acciones y fuerzas ejecutadas por la comunidad en su localidad, utilizando el potencial de desarrollo de la misma, para satisfacer las necesidades del presente sin afectar las capacidades de las futuras generaciones para satisfacer las suyas. En esta concepción del desarrollo están presentes la dimensión humana, la preocupación y respeto por el ambiente, un adecuado equilibrio entre el desarrollo y la preservación de la calidad de vida y de los recursos naturales (p. 24).

En tal sentido, la EA se postula como proyecto educativo para el abordaje interpretativo de la integralidad de los problemas ambientales, desde la consideración del *ambiente como un sistema*, conformado no sólo por los aspectos naturales, sino también por los aspectos sociales, donde se llevan a cabo las interacciones de los procesos provenientes de cada uno de estos ámbitos, y emergen las propiedades que surgen de esta interacción. Para Pardo (1995), el concepto de ambiente como sistema es “un instrumento de pensamiento que conduce a la idea de complejidad, que nos lleva a pensar en lo uno y lo múltiple conjuntamente, lo cierto y lo incierto, lo lógico y lo contradictorio, el orden y el desorden” (p. 24). Las implicaciones educativas de este enfoque como nuevo orden interpretativo para el estudio de los fenómenos ambientales, se enmarcan en el constructivismo pedagógico.

Es así como, sobre la base del enfoque constructivista que orienta este proyecto pedagógico, la EA se con-



cibe como un proceso mediante el cual, el ser humano va construyendo progresivamente una concepción del ambiente ligada a la posibilidad de su propia existencia, que le permite evaluar sus relaciones de interdependencia con el entorno socio-natural, a fin de comprender su dinámica compleja y construir un sistema de valores que le permitan actuar en concordancia con un sentido de pertenencia a él (Pardo, 1995; Febres Cordero, 1996).

Los planteamientos anteriores afectan desde luego, al proceso educativo, pues cada vez es más necesario buscar opciones didácticas centradas en enfoques inter y transdisciplinarios, que promuevan en los estudiantes la comprensión de la dinámica de los sistemas ambientales en forma integrada, y la elaboración de nuevas concepciones y significados acerca de la realidad donde interactúan. De aquí parte la inquietud de la autora, con respecto a la necesidad de diseñar un *modelo didáctico* dirigido a mediar en los aprendices la construcción de una visión integral del ambiente, en relación con los elementos sociales y naturales que lo conforman, así como las manifestaciones de interacción que se suceden entre ellos, producto de la dinámica de los procesos que en él - *ambiente* - se realizan, y que se describe a continuación.

2. El modelo: Entramados Ambientales

Así como las personas elaboran *modelos mentales* (Jonhson-Laird, 1983), del mundo que los rodea, la ciencia también ha elaborado sus *modelos conceptuales* para dar explicaciones a los fenómenos que acontecen en la realidad. Estos modelos surgen por la necesidad de expresar en forma concreta una idea o explicación teórica a ciertos fenómenos que pueden ser de origen natural o social. En el caso de la enseñanza, se generan los *modelos didácticos*, con la finalidad de explicitar de forma ordenada, los procedimientos instruccionales utilizados durante un curso; consiste en la organización estratégica de todas las actividades que se diseñan para promover, facilitar y mediar el aprendizaje en los estudiantes.

De manera que todo docente planifica el proceso educativo desde sus experiencias previas, combinando diversos procedimientos que le son familiares y que le han resultado exitosos. Es así como va construyendo su experiencia pedagógica y la va enriqueciendo progresivamente a medida que pone en práctica sus diseños instruccionales. Desde esta perspectiva, el modelo didáctico que se expone es fruto de esa dinámica educativa en la cual se involucra el docente interesado en mejorar los procesos y la calidad de la enseñanza.

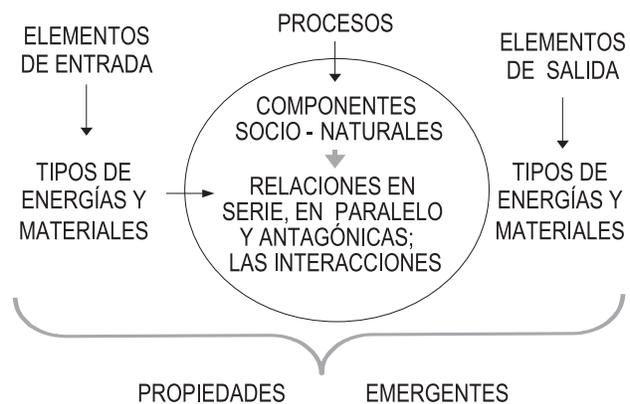
Fundamentación teórica del modelo

a) Procesos de mediación pedagógica

En virtud de que se desea desarrollar en los aprendices una visión integral del ambiente, el modelo que se

propone consiste en establecer una analogía entre la realidad observada -*el ambiente*- y el mundo de las ideas -*la teoría de sistema* (Von Bertalanffy, 1976)-, lo cual tiene como propósito que los estudiantes analicen el ambiente observado desde la perspectiva de su complejidad sistémica (Morin, 1998; la ecología profunda de Capra, 1998); la aplicación de este enfoque permite explicar diversos fenómenos que surgen de la dinámica ambiental, debido a que se orienta a la interpretación de problemas derivados de las relaciones entre las estructuras y su interdependencia, y no toma en cuenta los atributos constante de los objetos, de allí que se asume que el dominio de este conocimiento, por parte de los estudiantes, les facilitará la comprensión de los fenómenos derivados de las relaciones de interdependencia entre los seres vivos y su entorno. En tal sentido, el estudio del ambiente se realiza tomando en cuenta los elementos de entrada y salida, los componentes del sistema (naturales y sociales), se definen los procesos que realizan estos componentes, las relaciones en serie y paralelo, las interacciones que se suceden entre ellos; así como, las propiedades que emergen de esta dinámica (Ver gráfico 1).

Gráfico 1. Modelo Teórico de un Sistema Ambiental.



El análisis del *ambiente* como un *sistema* permite reconocer las características comunes que comparten estos dos conceptos, desde las cuales es posible establecer una proyección entre ellos, de forma que se identifican las características del *ambiente* sobre la base de los rasgos del concepto de *sistema complejo*. Esta función de transferencia, a través de un proceso de proyección, conduce a establecer una estructura relacional de un dominio de conocimiento a otro. Según Brown (1992), existen las analogías de naturaleza (a) abstracta (la relación entre los conceptos se establece en términos puramente abstractos) y (b) concreta (la relación entre los conceptos se establece en términos de la realidad). En este caso específico, la analogía se establece entre un concepto abstracto -sistema- y uno concreto -ambiente-, tanto en término estructural, como funcional; es decir, una analogía estructural-funcional

(Dagher, citado por Rodríguez, 1999), en la cual se explica la estructura y funcionamiento del ambiente, con base en la estructura y funcionamiento de un sistema.

b) Procesos de construcción de conocimientos

De acuerdo con diversos autores (von Glasersfeld, 1993; Maturana, 2003), las personas construyen en su mente estructuras complejas organizadas que representan el modo como perciben la realidad donde interaccionan, estas representaciones, también llamadas *modelos mentales* (Jonhson-Laird, 1983), no están presentes en los individuos cuando nacen (Rodríguez, 1999) ni se “adquieren de forma pasiva como una copia exacta de la realidad” (p. 17), sino que son construcciones que surgen de su relación con el entorno, a partir de la necesidad de dar sentido a éste. Una vez que las personas construyen sus significados y concepciones acerca de la realidad, éstos suelen ser expresados mediante modelos representacionales, de aquí deviene su definición como Modelos Mentales (MM), que incluyen información procedente de la percepción visual, experiencia vivida, inferencias realizadas, que dan sentido al mundo y por ello las personas tienden a construirlos. Desde esta perspectiva, el aprendizaje se concibe como una modificación y transformación progresiva de las estructuras internas del sujeto, que se derivan de su interacción activa con el medio; en tal sentido la pedagogía a ser aplicada se basa en la actividad del sujeto que aprende.

En síntesis, se aspira con la aplicación del *modelo conceptual* propuesto, que los estudiantes elaboren su *modelo mental* acerca del ambiente, en términos de la interacción de todos sus componentes y los procesos que se derivan de su dinámica compleja, desarrollando en él competencias de tipo: (a) cognitivas (conocimientos relacionados con el ambiente y su dinámica), (b) procedimentales (elaboración de esquemas conceptuales de la dinámica ambiental, expresados mediante gráficos y dibujos), y (c) actitudinales (valores evidenciados por la asunción de un comportamiento ético en sintonía con la propuesta de un desarrollo sustentable), todo lo cual se enmarca en las políticas educativas del Estado Venezolano (MED, 2004), orientadas a la formación del ciudadano republicano “dirigidas a fortalecer las condiciones de *ser* con esencia en el saber, hacer y convivir” (p.18).

3. Operacionalización del modelo

La aplicación del modelo se lleva a cabo en cuatro fases:

a) Diagnóstico de los conocimientos previos de los estudiantes: Tal como lo señalan diversos autores (Ausubel, Novak y Hanesian, 1998; Rodríguez, 1999; Ontoria, Gómez y Molina, 1999) los conocimientos y/o experiencias previas de los estudiantes influyen en el aprendizaje de las teorías científicas. De allí la necesidad de revisar cuales

son los conocimientos o experiencias previas que traen los estudiantes al inicio de un curso; en este caso específico se realizó, mediante la aplicación de un cuestionario, un diagnóstico en relación con el ambiente y su dinámica.

La información obtenida a través de la exteriorización de las representaciones de los estudiantes, mediante dibujos, gráficos y definiciones, permitió establecer las diversas formas de conceptualizar el ambiente, los elementos naturales y sociales que lo conforman y sus relaciones; todo lo cual constituyó, un marco de contrastación referencial para determinar el progreso alcanzado por los estudiantes durante el curso, desde sus conocimientos previos hasta la elaboración de sus propios esquemas conceptuales, en base a los conceptos institucionales de referencia. Es importante señalar, que de los 45 informantes, pertenecientes a la UPEL, núcleo Maracay, que participaron en los cursos de Educación Ambiental (Período 2003 I y II), correspondientes a las primera aplicación del modelo, sólo tres de ellos reportaron definiciones del concepto de ambiente en función del enfoque sistémico, de manera que se consideró necesario indagar sobre la contribución del modelo propuesto, en el aprendizaje de este concepto, y otros relacionados con esta temática, como: *sistema y complejidad*.

b) Planificación de las estrategias didácticas: La aplicación del modelo propuesto para el estudio integrado de los sistemas ambientales, requiere de la ejecución de al menos un trabajo de campo, que permita mediante un análisis cualitativo considerar las interacciones entre los elementos del sistema ambiental seleccionado, los procesos naturales y sociales que allí ocurren y evidenciar sus manifestaciones de auto-organización en el tiempo.

De manera que los procesos de mediación pedagógica, se inician con la realización del trabajo de campo, a partir del cual los estudiantes obtienen la información necesaria de la realidad, que posteriormente van a analizar en el aula de clase, en función de la teoría a ser aprendida. Cada trabajo de campo genera insumos para la elaboración de los productos intelectuales, derivados de las estrategias de procesamientos que los estudiantes ponen en práctica.

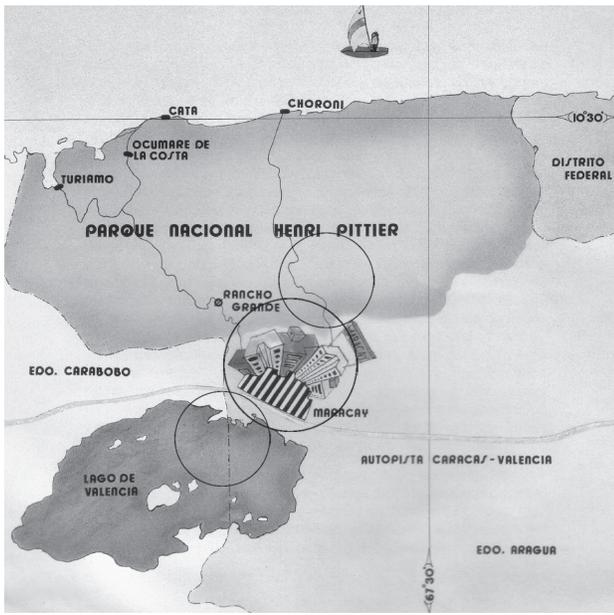
Para una adecuada ejecución de las actividades programadas, es necesario que los estudiantes cuenten con un material de apoyo instruccional, que englobe de forma ordenada las diversas actividades a ser ejecutadas por ellos, en cada uno de los trabajos de campo y en el aula de clases. Sus objetivos, las estrategias de procesamiento de la información, el listado de lecturas sugeridas para desarrollar los conocimientos teóricos necesarios en términos de su aplicación y transferencia en los diferentes contextos a ser estudiados.

El material de apoyo diseñado para llevar a cabo la aplicación de este modelo, se estructuró en tres partes: (a)



Presentación del modelo conceptual a ser aplicado (Gráfico 1), (b) Ejecución de las estrategias de procesamiento de la información para cada una de las actividades didácticas planificadas, (c) Elaboración de los productos intelectuales derivados de cada una de las actividades.

Gráfico 2. Ubicación geográfica de la Cuenca del Lago de Valencia, entre el Estado Carabobo y Aragua. Los círculos muestran los subsistemas estudiados.



Cada una de las estrategias involucradas en la aplicación de este modelo tiene como propósito poner en contacto a los estudiantes con los sistemas ambientales seleccionados, a fin de desarrollar en ellos un pensamiento sistémico (Morin, 1993 y 1998) que les posibilite un mejor y mayor entendimiento de la realidad donde ellos interaccionan. En este caso particular, la autora decidió aplicar el modelo para realizar un análisis cualitativo de la complejidad del sistema ambiental constituido por la Cuenca del Lago de Valencia, en tal sentido se planificaron tres trabajos de campo, (1) en Las Cocuizas, ubicado en el Parque Nacional Henri Pittier, (2) en la Ciudad de Maracay y (3) en el Lago de Valencia, como se observa en el Gráfico 2, estos tres subsistemas destacados por círculos, forman parte de un sistema más complejo que es la Cuenca del Lago de Valencia.

Teóricamente se asume en este modelo, que el hecho de analizar la complejidad de los sistemas ambientales conduce implícitamente al desarrollo de un Modelo Mental en los estudiantes; es decir, se infiere que los procesos mentales que necesariamente éstos activan durante la ejecución de un trabajo de campo para comprender esta complejidad, ejercen una influencia sobre la dinámica cognitiva de su pensamiento, conducente al establecimiento simultáneo de esta misma dinámica en la actividad mental de los ejecutantes. Los aportes teóricos de Morin (1993)

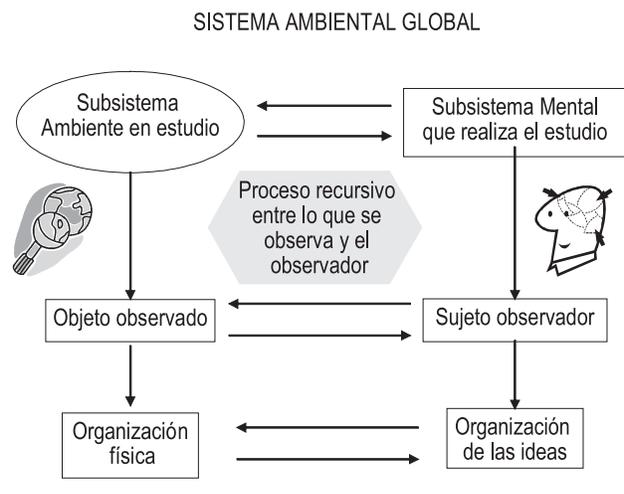
sustentan esta inferencia, cuando hace referencia al principio de recursividad organizacional del pensamiento:

Un proceso recursivo es aquel en el cual los productos y los efectos son, al mismo tiempo causas y productores de aquellos que los produce. Es decir, somos productos y productores, ... la idea recursiva rompe con la idea lineal de causa y efecto, todo lo que es producido entra de nuevo sobre aquello que lo ha producido en un ciclo en sí mismo auto-constitutivo, auto-organizador y auto-productor. El efecto vuelve sobre la causa por retroacción (p. 107).

Es decir, desde la perspectiva pedagógica, se propone una relación entre dos sistemas: el sistema ambiental en estudio y el sistema mental del aprendiz; partiendo de esta premisa, se establece una analogía entre el sistema ambiental en estudio y la actividad mental que ejecuta el individuo cuando interpreta ese sistema, para lo cual es necesario colocarse como un elemento dentro de un sistema más complejo que representa el “todo” o la “globalidad”. En relación con este argumento, de nuevo se encuentra un apoyo en los planteamientos filosóficos de Morin (1993) acerca de la complejidad de los sistemas:

Sistema es lo que un observador considera desde el punto de vista de su autonomía y de sus emergencias, de tal manera que en la consideración de un sistema no hay fronteras netas entre estas nociones (en la realidad) sino que son intercambiables (por el observador), así el sistema se convierte en una abstracción del espíritu operada por el observador / conceptualizador (p. 167).

Gráfico 3. Relación entre el subsistema observador y el subsistema ambiente en estudio. Nota. Interpretación hecha por la autora, de la lectura sobre La Organización (Morin, 1993, pp. 115-179).



De manera que según este autor, el observador-investigador (en este caso: el docente conjuntamente con los estudiantes) definen los límites del sistema en estudio, por

lo tanto es arbitrario, producto de la elección del sujeto en función de sus intereses y finalidades, “no hay sistema sin sujeto que lo defina” (p. 168). En tal sentido, el sistema seleccionado para ser observado y analizado, forma parte también del intelecto y de la cultura de quienes lo observan. Al estudiarlo, “busca explicar una articulación entre el conocimiento de la organización del sistema observado y la organización del conocimiento en el sistema del observador” (p. 171). Lo anterior se esquematiza en el gráfico 3.

Lo importante en la aplicación de este planteamiento teórico, está en la posibilidad de establecer una relación entre los procesos mentales que activa el sujeto (aprendiz) cuando, durante la ejecución de un trabajo de campo, analiza la complejidad de un sistema ambiental, y su recursividad a medida que activa procesos mentales cada vez más complejos para la comprensión del sistema en estudio, esto puede quedar de manifiesto en la exteriorización de sus representaciones mentales (pictóricas y gráficas) acerca del ambiente estudiado, lo cual se logra con la aplicación de estas técnicas heurísticas de procesamiento.

c) Ejecución de las actividades propuestas: La ejecución de los trabajos de campo dirigidos al análisis cualitativo de los procesos e interacciones involucradas en la dinámica de los sistemas ambientales complejos, implica la utilización de diversas técnicas heurísticas, tales como: mapas mentales y conceptuales, diagramas de flujos y los encadenamientos en serie y en paralelo; además de otros recursos didácticos como las ilustraciones, los libros de texto, artículos de revistas científicas, fotografías de diversos escenarios, entre otros; a partir de los cuales los estudiantes elaboran diversos productos intelectuales.

Asimismo, contempla la elaboración de los *Entramados Ambientales* que consiste en la construcción de las redes de interacción por parte de los estudiantes, que se tejen en un momento determinado, en un sistema ambiental específico. Dicha técnica (propuesta por la autora), promueve la activación de diversos procesos mentales en los participantes, que conducen a estructurar una visión holística e integradora del sistema ambiental estudiado.

El análisis interpretativo y la elaboración de los entramados ambientales se realizan en función de los siguientes principios:

- 1.- Todo sistema a analizar es construido por el ser humano, en un tiempo y espacio determinados por él. Los límites del sistema son abstractos, depende del centro de interés de quién los analiza.
- 2.- Tienen componentes fundamentales (necesarios para la existencia del sistema) y secundarios.
- 3.- La finalidad del sistema es dinámica, cambia constantemente de acuerdo con las interacciones que se generan dentro y fuera del sistema.

- 4.- Realizan procesos de transformación - vitales y secundarios - que se rigen por una dinámica interna propia, que se establece en función de las interrelaciones con otros sistemas.
- 5.- Consumo permanente de energía, materiales e información (corrientes de entrada)
- 6.- Exportan productos, energía e información, de forma permanente (corrientes de salida)
- 7.- Retroacción y equilibrio, tiene que ver con los procesos de retroinformación que se generan para mantener el equilibrio dinámico del sistema.
- 8.- Estabilidad y evolución, lo cual indica que se mantiene cierta estabilidad del sistema en el tiempo, pero si las condiciones externas cambian, entonces el sistema busca adaptarse y en esa adaptación evoluciona hacia niveles de mayor organización y complejidad.
- 9.- Autonomía y dependencia, hace referencia a los procesos de aprendizaje - autoorganización – autoconstrucción).

Se ponen en práctica también, ejercicios y recursos para motivar a los estudiantes en el desarrollo de un procesamiento profundo de interpretación y comparación permanente entre sus conocimientos previos y la nueva información suministrada.

Aplicación de las estrategias de procesamiento

Las estrategias de procesamiento constituyen una serie de técnicas heurísticas que los estudiantes ejecutan durante el trabajo de campo para procesar la nueva información; su aplicación permitió que los estudiantes exteriorizaran gráficamente sus representaciones mentales en torno a la realidad estudiada, y al mismo tiempo el docente pudo evaluar a través de ellas, cómo evolucionó la comprensión de los estudiantes, acerca del funcionamiento del ambiente, tal como lo refiere Gardner (2000) cuando argumenta que “Hacer hincapié en la representación no sólo estimula el uso activo del material de la clase por parte del alumno, sino que las frecuentes oportunidades para representarlo constituyen la mejor forma de lograr mejorar la comprensión del material” (p. 83). Es decir, la comprensión va más allá del dominio de las definiciones, para este autor entender significa la capacidad que el estudiante tiene para representar su comprensión con respecto al material de estudio. Por consiguiente, en este caso particular, los estudiantes pudieron enriquecer su entendimiento cuando exteriorizaron sus representaciones en forma gráfica y las compararon a la luz del nuevo conocimiento impartido. Esto lo apoyan los trabajos de Gardner (2000); Perkins y Unger (2000) denominado “Enseñar para comprender” que tiene su base en una postura de representación explícita (p. 102).

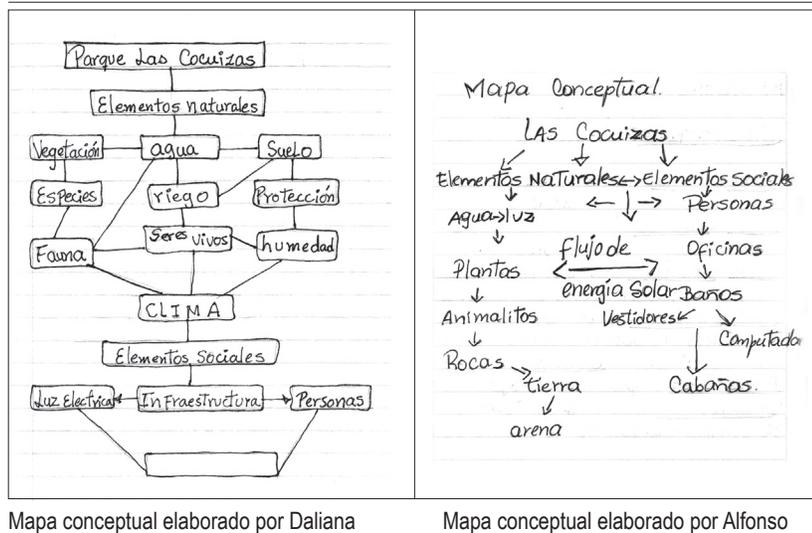
La fase de ejecución se inició delimitando el sistema en estudio, ya que, en sintonía con Morin (1993) los sistemas son abstracciones de la realidad, por consiguiente, es



el investigador que los define para su estudio. Ya fijados estos límites, se le sugirió a los estudiantes que localizaran en un mapa geográfico la ubicación del lugar en estudio, esta identificación era necesaria, por cuanto la construcción de las redes de interacción se realiza dentro del espacio especificado por ellos.

Una vez definido el espacio de estudio, se les propuso que señalaran los elementos tanto naturales como sociales presentes en ese contexto de análisis para su clasificación en subcategorías, de acuerdo con las características de los materiales que lo conforman; es decir, los elementos naturales se distinguieron en físicos, químicos y biológicos. Así también los elementos sociales se separaron en tecnológicos, culturales y organizacionales. Con este listado de elementos previamente clasificados, se les invitó a construir un mapa conceptual, a fin de concretar relaciones de significados entre ellos. A continuación en el cuadro 1, se muestran algunas de estas elaboraciones hechas por los estudiantes.

Cuadro 1. Mapas conceptuales en torno a los elementos naturales y sociales del ambiente.



Mapa conceptual elaborado por Daliana

Mapa conceptual elaborado por Alfonso

Hecha esta identificación, cuyo propósito fundamental es que los participantes tomen conciencia de que los elementos sociales están presentes en el ambiente, conjuntamente con los elementos naturales, a fin de que los consideren como parte del ambiente; se fomentó una discusión en torno a los seres humanos como un componente más del ambiente. El objeto de esta discusión fue la consideración de que todos los componentes del ambiente -tanto naturales como sociales-, son igualmente importantes en relación con el análisis de la dinámica energética presente en cada sistema ambiental.

Aquí se desarrolló el concepto de relación entre las partes y el todo; es decir, todos los elementos están involucrados en esa dinámica ambiental, la modificación en uno de los elementos, involucra un cambio en todos los

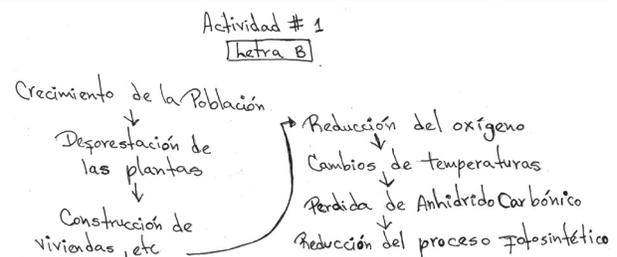
demás elementos del sistema; por consiguiente, las respuestas de retornos como consecuencia de un cambio en uno o más de los elementos del sistema, se manifiestan en forma global, de allí que no se pueden hacer inferencias de tipo lineal, considerando una sola causa, con un solo efecto; sino que, como el cambio involucra todos los elementos, entonces hay que considerar en el análisis inferencial la idea de complejidad, en torno a varias causas, varios efectos simultáneos, que a su vez se traducen en nuevos cambios. De manera que la dinámica de cambio en los sistemas ambientales es continua y permanente.

Para profundizar más en estos planteamientos, se propusieron unos ejercicios de *encadenamiento*, que tuvieron como objetivo estudiar con detalle los procesos de transferencia de energía en el sistema y las transformaciones de los materiales o componentes del sistema (relaciones en serie), luego se conectaron estos encadenamientos con otros (relaciones en paralelo), a fin de establecer conexiones entre los elementos y los procesos (Acosta y Fernández, 1997), dichas conexiones

se explicitaron a través de flechas (Cuadro 2 y 3). Tal como se observa en estos dos ejemplos, elaborados por los estudiantes, factores como el *crecimiento poblacional* (Cuadro 2), generan acciones en el ámbito social que modifican lo natural, produciendo cambios en la atmósfera y consecuentemente en el clima. Esta relación lineal, causa-efecto constituye una relación en serie, donde se interconectan procesos de índole social y natural. En el Cuadro 3, se ejemplifica una relación en paralelo, que consiste en la interconexión de dos o más relaciones en serie. Obsérvese en este ejemplo, que tanto el aire como el agua son elementos químicos de entrada al sistema; una vez que ellos entran al sistema en estudio, previamente definido, se procede a establecer los procesos en los cuales intervienen estos elementos, tanto en el ámbito

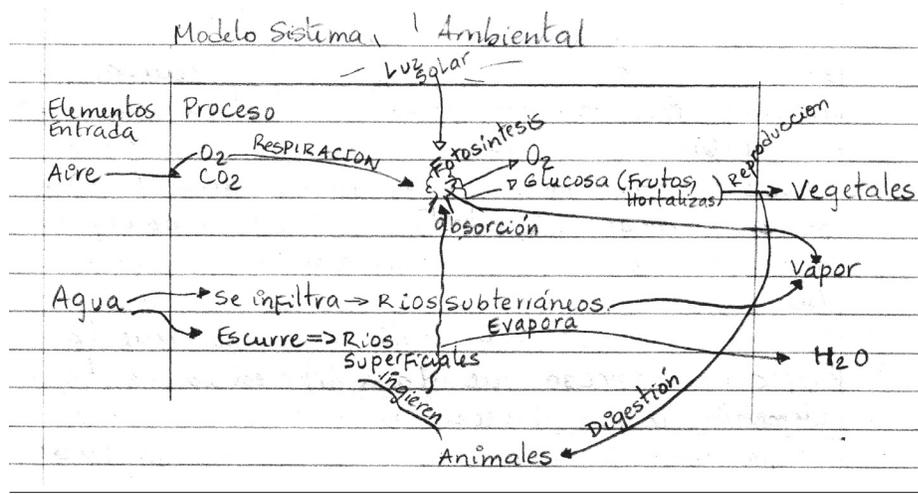
natural (Respiración, Fotosíntesis, evaporación, Digestión, excreción, entre otros), como en el ámbito social (Contaminación, refrigeración, gases medicinales, limpieza, etc.).

Cuadro 2. Encadenamientos elaborados en función de relaciones entre procesos.



Encadenamiento (relaciones en serie) elaborado por Yetsy, Daliana Francellis.

Cuadro 3. Encadenamientos, elaborados en función de relaciones en serie y paralelo (cuando los productos de un proceso son los insumos para otro proceso).

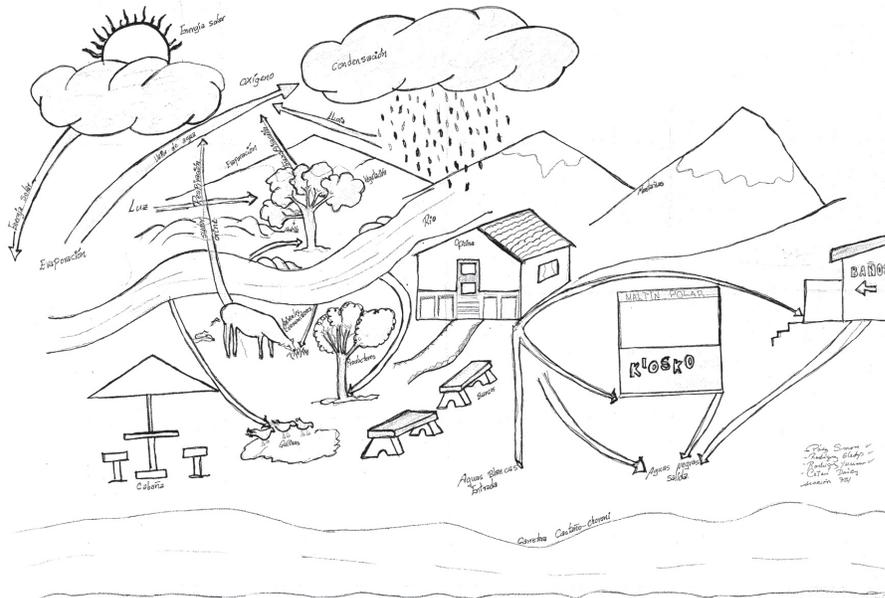


Encadenamiento (relaciones en paralelo) elaborado por Jacqueline.

Este análisis cualitativo, permitió llevar al plano de lo concreto la serie de relaciones e interconexiones que se suceden en el ambiente como parte de su funcionamiento, las cuales no se pueden ver, pero están allí y se producen constantemente.

Posteriormente en el aula de clases, con el aporte de todas las relaciones en serie y en paralelo construidas por los estudiantes durante los trabajos de campo, se procedió a la construcción (en equipos), de las redes de interacción ambiental, mediante la aplicación de la técnica heurística denominada *Entramados*, que se elabora en base al modelo conceptual presentado en el gráfico 1.

Cuadro 4. Entramado "Las Cocuizas" en el Parque Henri Pittier, interacciones entre procesos sociales y naturales.



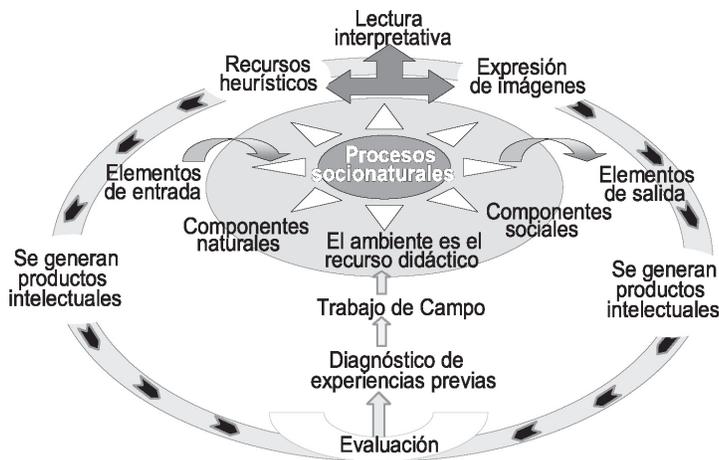
Elaborado por Gledys.



Asimismo, al contrastar los resultados de las evaluaciones escritas, con el avance mostrado en la realización de los entramados, también se observó una relación significativa entre estas dos formas de expresión; es decir, aquellos estudiantes que realizaron al menos dos entramados ambientales, mostraron un mayor enriquecimiento de los atributos conceptuales con los que definieron dichos conceptos, con lo cual se confirmó la efectividad de los Entramados Ambientales, como estrategia a ser empleada en el aprendizaje de conceptos científicos (Arana y González, 2006), que se consideran fundamentales en el desarrollo de un pensamiento sistémico-integrador para la comprensión de la dinámica ambiental.

Finalmente, en el Gráfico 4, se muestra la integración de las fases descritas anteriormente (a, b, c y d) y que conforman el *modelo didáctico* mediante el cual se operacionalizaron las estrategias de enseñanza y aprendizaje propuestas, en función de los trabajos de campo realizados.

Gráfico 4. Modelo Didáctico Integrador "Entramados Ambientales".



4. Conclusiones

Se considera, a partir de los resultados de su aplicación, que el modelo didáctico integrador propuesto "Entramados Ambientales", contribuye al logro de un aprendizaje significativo de conceptos relacionados con el ambiente desde la perspectiva de su complejidad, tales como: ambiente, sistema, relaciones en serie y en paralelo, interacciones, propiedades emergentes, entre otros. Asimismo, desarrolla en los participantes una visión integradora de la dinámica de los sistemas ambientales, propiciando en todo momento el desarrollo de competencias cognitivas de integración, interpretación, aplicación y transferencia.

Por otra parte, se pudo constatar, que el estudio interconectado de los subsistemas (en este caso: Las Cocuizas, ciudad de Maracay y Lago de Valencia) que conforman un

sistema mayor (Cuenca del Lago de Valencia) promueve un cambio progresivo de las imágenes elaboradas por los aprendices, en torno a la red de relaciones que se producen permanentemente en un ambiente determinado, interiorizando en ellos la idea del cambio permanente de los sistemas y su evolución en el tiempo.

Asimismo, mediante la secuenciación de las técnicas heurísticas propuestas: mapas conceptuales, encadenamientos y entramados, se logra desarrollar en los estudiantes, una visión de funcionamiento integrado o acoplamiento de las partes hacia una finalidad común, lo cual enriquece cualitativamente el modelo mental representativo que previamente han construido con base en sus experiencias vividas, este enriquecimiento incrementa la comprensión del objeto en estudio, en relación con la imagen, de manera que ese entendimiento se traduce en una nueva representación más elaborada, que en definitiva conduce al desarrollo de las competencias procedimentales necesarias para la comprensión de la dinámica ambiental y su explicitación representacional a través de los entramados.

Las evaluaciones realizadas a los estudiantes, tanto (1) del desarrollo de sus definiciones conceptuales, como (2) de la exteriorización de sus representaciones en forma gráfica y pictórica, permitieron evidenciar un incremento -dentro de su estructura cognitiva- de los atributos conceptuales, tanto en lo estructural, como en lo funcional, lo cual supone un enriquecimiento de sus representaciones mentales en relación con los conceptos en estudio, dotándolos de una mayor capacidad inferencial y explicativa a nivel proposicional, y por consiguiente mayor dominio de las aplicaciones teóricas de los mismos. Por otra parte, se logra implicar a los estudiantes en un

proceso de reflexión sobre las implicaciones del desarrollo tecnológico, sus efectos colaterales en la autoorganización de los sistemas, las respuestas de retorno, las propiedades que emergen de toda esta dinámica; contribuyendo así, a desarrollar una conciencia de corresponsabilidad en la problemática ambiental, además de un compromiso personal y colectivo de comportamiento ético en pro de un desarrollo sustentable.

Todo lo anterior tiene sus implicaciones desde el punto de vista pedagógico, ya que aporta algunos elementos relevantes para el diseño de modelos didácticos y la planificación de estrategias educativas, que involucren la exteriorización de los modelos mentales construidos por los estudiantes, a partir de la comprensión de sus representaciones conceptuales; utilizando para ello técnicas heurísticas, que posibilitan la mediación de los procesos de comprensión y aprendizaje. ©

* Profesora de Biología y Ciencias Naturales. Maestría en Educación, mención Planificación Curricular. Profesora asociada de la Universidad Pedagógica Experimental Libertador, Instituto Pedagógico Maracay, adscrita al departamento de Biología. Coordinadora del Centro de Investigaciones Educativas Paradigma. Coordinadora de la Línea de Investigación Experiencias Didácticas Novedosas.

Bibliografía

- Acosta, C. y Fernández, O. (1997) *Teoría de sistemas. Región y problemática Ambiental*. Maracaibo: Editorial de la LUZ.
- Arana, A. (2005). *El cambio conceptual en estudiantes de Educación Superior. Caso: UPEL Maracay*. Tesis doctoral no publicada. Universidad Pedagógica Experimental Libertador - IPC.
- Arana, A. y Moreno, C. (2005). Algunas consideraciones sobre la evaluación dentro del enfoque constructivista. *Revista Ciencias de la Educación*. Año 5 (1) 25, 63 - 85.
- Arana, A. y González, F. (2006) Enriquecimiento Conceptual Progresivo, una explicación teórica del proceso de desarrollo de los conceptos científicos. *Revista Pedagogía* (XXVII) 79, 193-230 Mayo-Agosto.
- Arana, A. (2007). Representando la complejidad. Dos estudios de caso. *Revista Investigación y postgrado*. 22 (1) Abril (en imprenta).
- Ausubel, D., Novak, J. y Hanesian, H. (1998). *Psicología educativa, un punto de vista cognoscitivo*. Primera edición en español (1983) México: Editorial Trillas. Décimoprimer reimpresión.
- Brown, A. (1992). Design experiments: Theoretical and methodological challenges in creating complex interventions. *Journal of the Learning Sciences*, 2, 141-178.
- Capra, F. (1998). *La trama de la vida*. Barcelona-España: Anagrama Edición original 1996. Traducción de Sempau, D. 1ª edición en español.
- Carides, J. (2000). *Educación Ambiental y desarrollo humano: nuevas perspectivas conceptuales y estratégicas*. España - Universidad Santiago de Compostela. Conferencia presentada en el III Congreso Iberoamericano de Educación Ambiental. Del 21 al 26 de Octubre. Caracas
- Coll, C. Martín, E., Mauri, T., Miras, M., Onrubia, J., Solé, I. y Zabala, A. (1996). *El constructivismo en el aula*. Barcelona: Graó. 5ª edición.
- Constitución de la República Bolivariana de Venezuela. (1999). *Gaceta Oficial* N°36.860. Dic. 30 de 1999.
- Febres-Cordero, M. (1996). *Análisis histórico del proceso de Educación Ambiental*. Material instruccional mimeografiado. Universidad del Zulia. Maracaibo. (Sin publicar).
- Foust, D (2000) *El pensamiento complejo y la flexibilidad curricular*. [Documento en línea] Disponible: <http://www2.uaem.mx/dcul/gaceta/7/pensamiento.html> [Consulta: Diciembre 2005]
- Gardner, H. (2000). Aproximaciones múltiples a la comprensión. En C. Reigeluth, (Ed), *Diseño de la Instrucción Teorías y modelos, Un nuevo paradigma de la teoría de la instrucción. Parte I*. (pp. 77-98). Madrid: Santillana. Traducción de Llanori, R. 1ª Edición en español.
- Glasser, B. y Strauss A. (1967). *The discovering of grand theory strategies for qualitative research*. New York: Aladine de Gruyter.
- Johnson-Laird. (1983). *Mental Models*. Cambridge. MA: Harvard University Press.
- Karmiloff-Smith, A. (1992). *Beyond Modularity. A developmental perspective of Cognitive Science*. Massachussets: MIT Pres.
- Maturana, H. (2003). *Desde la Biología a la Psicología*. Buenos Aires: Lumen
- Ministerio del Ambiente y de los Recursos Naturales Renovables. (1981). *Propuesta para un Programa Nacional de Educación Ambiental*. Caracas: Autor. Ponencia presentada en el Seminario Latinoamericano de Educación Ambiental.
- Ministerio de Educación. (1987). *Manual del Docente, Educación Básica*. Caracas: Autor.
- Ministerio de Educación. (1998). *Currículo Básico Nacional, nivel de Educación Básica*. Segunda etapa. Caracas: Autor.
- Ministerio de Educación y Deporte. (2004). *La Educación Bolivariana como continuo humano*. Fundamentación. Caracas: autor.
- Ministerio de Educación y Deporte. (2006). *Liceo Bolivariano. Adolescencia y juventud para el desarrollo endógeno y soberano*. Caracas: autor.
- 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.
- Ontoria, A., Gómez, J. y Molina, A. (1999). *Potenciar la capacidad de aprender y Pensar*. Madrid: Narcea.
- Pardo, A. (1995). *La educación ambiental como proyecto*. Barcelona, España: ICE Horsori.
- Perkins, D. y Unger, C. (2000). Enseñar y aprender para comprender. En C. Reigeluth, (Ed), *Diseño de la Instrucción Teorías y modelos, Un nuevo paradigma de la teoría de la instrucción. Parte I*. (pp. 99-124). Madrid: Santillana.
- Rodríguez, M. (1999). *Conocimiento previo y cambio conceptual*. Argentina: Aique.
- Universidad Pedagógica Experimental Libertador (1987). *Diseño Curricular*. Caracas: Autor.
- Von Bertalanffy, L. (1976). *Teoría general de los sistemas*. Madrid: Fondo de Cultura Económica.
- Von Glasersfeld, E. (1993). *Introducción al constructivismo radical*. En P. Watzlawick. *La Realidad inventada*. Barcelona, España: Gedisa.