

ENTENDIMIENTO CONCEPTUAL DE ESTUDIANTES UNIVERSITARIOS SOBRE CONCEPTOS EN LAS CIENCIAS EXPERIMENTALES¹

HIGH SCHOOL STUDENTS' CONCEPTUAL UNDERSTANDING ON EXPERIMENTAL SCIENCE CONCEPTS

Grupo GECIT*

RESUMEN

El propósito de esta investigación fue estudiar el entendimiento conceptual de los estudiantes universitarios de ciencias naturales de la Universidad del Atlántico, mediante la implementación de la estrategia (ECA): exploración, conceptualización y aplicación, y la utilización de medidas repetidas obtenidas a partir de los mapas conceptuales acerca de los conceptos en las ciencias experimentales.

Palabras clave: Entendimiento conceptual, mol, calor, temperatura, ecosistema, estrategia ECA, mapas conceptuales, rúbrica.

ABSTRACT

The study intends to revise the University of Atlántico students' conceptual understanding, through the implementation of E.C.A. strategy, (exploration, conceptualization and application) of repeated measures based on conceptual maps of experimental science concepts.

Key words: Conceptual understanding, mol, heat, temperature, echosystem, strategy ECA, conceptual maps, rubric.

¹ Estudio financiado por el convenio Colciencias-Secab-Icfes, 2004.

* Grupo GECIT: Roberto Figueroa Molina, Carlos Utría Echeverría y Rafael Colpas Castillo. Profesores Universidad del Atlántico. Parte de este estudio fue presentada como ponencia en el 2do congreso sobre formación de profesores de ciencias del 25 al 28 de mayo de 2005. Facultad de Ciencia y Tecnología. Universidad Pedagógica Nacional.

INTRODUCCIÓN

A nivel mundial se desarrollan continuamente cambios en los sistemas educativos. Hay transformaciones en la enseñanza de las disciplinas, en los sistemas administrativos, en la reconceptualización de la escuela y la universidad, entre otros. Estos obedecen principalmente a nuevas tendencias curriculares y a métodos de enseñanza orientados hacia el complejo desarrollo de la asimilación de conceptos cuando se trata de experiencias en el aula.

En el área de las ciencias, a nivel curricular y en los métodos de enseñanza estas reformas se hacen imperativas para lograr mayor efectividad. Para la enseñanza de las ciencias se necesitan propuestas claras y modelos no tradicionales, que utilicen los procesos de investigar, de explorar la curiosidad natural de los seres humanos y el trabajo cooperativo, entre otros (Rivas, 1999). Éstos promueven el desarrollo de destrezas asociadas a la cultura científica, como requisito indispensable para comprender las teorías fundamentales y la asimilación de conceptos de las ciencias. El entendimiento de conceptos consiste en la habilidad que poseen los estudiantes para reconocer, interpretar, explicar e ilustrar adecuadamente las conexiones e interconexiones entre los conceptos subordinados de un macroconcepto y entre éstos con otros conceptos relacionados (Aguirre, 1998).

A raíz de lo anterior, profesores e investigadores en el campo de la educación y las ciencias, en los niveles secundario y universitario del país, realizan innovaciones en la didáctica, para promover el

entendimiento conceptual y la transformación de ésta mediante el desarrollo de currículos y el uso de estrategias innovadoras de enseñanza y la evaluación integral (Gallego-Badillo y Pérez (1993), Segura y otros (1997), Claret y otros (1994), Figueroa y otros (1998).

Los planteamientos presentados sirven de trasfondo al estudio, puesto que su finalidad fue describir el entendimiento conceptual de los estudiantes del programa de Ciencias Naturales y Educación Ambiental de la Universidad del Atlántico, sobre los conceptos de mol, temperatura, calor y ecosistemas. Por otro lado, estudiar la efectividad de la estrategia de enseñanza ECA en términos del desarrollo de asimilación conceptual que lograron los estudiantes. Por último, describir cualitativamente las características del entendimiento conceptual que logran los estudiantes de los conceptos mencionados.

PLANTEAMIENTO Y JUSTIFICACIÓN DEL PROBLEMA

Uno de los aspectos más relevantes de la investigación en educación en ciencias consiste en estudiar el grado de entendimiento de los conceptos en los alumnos. Según Krishnar y Howe (1994), las dificultades de los estudiantes para desarrollar esta asimilación en ciencias se debe, en parte, a la falta de conocimiento de los profesores respecto al saber previo de los estudiantes sobre los conceptos abordados.

Es evidente que la educación tradicional en ciencias es inadecuada y poco efectiva en cuanto a lograr que los estudiantes alcancen un entendimiento acep-

table de conceptos y principios (Cofrey, 1990). Gómez y Caraballo (1993) plantean que el entendimiento de conceptos en ciencias, por lo general, es muy bajo, aun después de la instrucción formal en el contexto de cursos universitarios medulares, y que los estudiantes, generalmente, han construido explicaciones alternas a las científicamente aceptadas en torno a los fenómenos de las ciencias.

En las últimas décadas se han formulado teorías, constructos y principios en las áreas de aprendizaje y desarrollo humano. Éstas se han divulgado ampliamente a través de las estrategias instruccionales que utilizan los educadores. A raíz de lo anterior, se han realizado estudios para determinar la efectividad de las estrategias de enseñanza que buscan desarrollar el entendimiento conceptual en el ambiente escolar (Boujaoude, 1992).

Aunque las concepciones erróneas están muy difundidas entre los estudiantes, los procesos instruccionales aplicados hasta hoy contribuyen muy poco para la eliminación de las mismas. Por tanto, la enseñanza de las ciencias pretende, entre sus metas, mejorar el nivel de entendimiento de los conceptos asociados a esta disciplina, según los estándares de ciencias naturales y educación ambiental (Ministerio de Educación Nacional, 2003).

Según Gabel et al. (1987), estudios relacionados con el entendimiento conceptual que desarrollan los estudiantes indican que, en general, quien aprende no asimila algunas de las ideas fundamentales que forman las bases de los conceptos propios de esta disciplina. En

las ciencias naturales, las concepciones erróneas acerca de los cambios físicos y químicos en los tres niveles (simbólico, macroscópico y microscópico) que los científicos utilizan para describir los fenómenos químicos son comunes en los estudiantes.

Se infiere, entonces, que las dificultades que presenta el estudiante para la asimilación de conceptos en ciencias naturales y educación ambiental pueden indicar la posesión de concepciones científicas erróneas. Esto constituye un obstáculo para formular juicios críticos relacionados con la ciencia y aplicar los conceptos en diversas situaciones naturales y artificiales.

Existe un considerable número de investigaciones que han ilustrado los problemas de los estudiantes para asimilar los conceptos, principios, leyes, postulados y teorías científicas (Novick y Nussbaum, 1981; Yaroch, 1985; Nurrenbern y Pickering, 1987; Sawrey, 1990; Pickering, 1990; Peterson y Treagust, 1989). En primera instancia, los problemas que destaca esta literatura son similares a lo planteado por Gabel et al. (1987): en el aprendizaje de los estudiantes predomina la repetición o memorización, y no la construcción activa de su conocimiento; los estudiantes no conocen los atributos más importantes de los conceptos, ni pueden establecer las relaciones entre conceptos necesarios para entender un macroconcepto o idea científica; la instrucción puede fallar al no ofrecer suficientes experiencias en las cuales quien aprende pueda reflexionar y expresar la forma como establece esas

relaciones. De esta forma, el educador aumentará las posibilidades de que el estudiante pueda encontrar sentido a lo que aprende y, por ende, desarrollar conceptos en forma aceptable.

ENTENDIMIENTO CONCEPTUAL

El objetivo más importante de la educación, en todos los niveles escolares, es aprender y aplicar conceptos (Klausmeier y Goodwin, 1977). La formación de conceptos es un proceso cognitivo, es decir, un proceso mental; el producto de dicho proceso es el concepto en sí mismo. Un concepto reúne aquellas regularidades en eventos u objetos, o grupo de ellos, que poseen atributos críticos en común y los designa algún signo o símbolo (Malone y Dekkers, 1984; Novak, 1979; 1991). En otras palabras, cuando algo se presenta consecutivamente y de forma muy similar, por lo que hay que darle un nombre.

Una de las prioridades en el proceso de enseñanza y aprendizaje es el desarrollo del entendimiento conceptual. Para lograrlo es esencial conocer cómo ocurre el desarrollo conceptual del estudiante. Se conceptualiza para imponer cierto orden a los múltiples datos que de manera caótica nos llegan del ambiente. En psicología cognoscitiva se explica la formación de conceptos a través de la categorización, es decir, al hecho de que los seres humanos dividen al mundo en categorías. Se reconoce que en dicho proceso influyen factores tanto genéticos como ambientales (Wessells, 1982). En un contexto más amplio, el enfoque piagetano explica la conceptualización a través de

la formación y modificación de esquemas o estructuras mentales por medio de las actividades físicas y mentales que realiza el individuo.

LA ENSEÑANZA Y EL APRENDIZAJE EN EL ENTENDIMIENTO DE CONCEPTOS

En la enseñanza de la ciencia, el profesor necesita comprender bien los puntos de vista de los científicos, los puntos de vista de los estudiantes y sus propios puntos de vista, en relación con un tema, para promover el aprendizaje de los alumnos. Hay que dar a éstos la oportunidad de que exploren el contexto del concepto, preferiblemente dentro de una situación real (cotidiana). Inagaki y Hatano (1983) afirman que la adquisición del conocimiento comienza, bien por la curiosidad natural de entender el mundo, o bien por el deseo de estudiar un suceso que la gente valora. Consideran que si ambos motivos se combinan, la búsqueda de la información se acelerará.

Adicionalmente, Marzano (1992) asevera que para que el aprendizaje ocurra, los estudiantes deben poseer ciertas percepciones y actitudes. Ambientes agradables facilitan el aprendizaje. Actitudes negativas afectan su formación. El foco principal de una instrucción efectiva, entonces, consiste en establecer percepciones y actitudes positivas acerca del aprendizaje. Estos elementos positivos son importantes para el entendimiento de conceptos en ciencias naturales.

MÉTODO, PRESENTACIÓN Y ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN

El diseño de este estudio es de naturaleza multimetodológica. Los métodos cualitativos y cuantitativos pueden emplearse a la vez mediante el uso independiente, pero simultáneo, de técnicas cualitativas y cuantitativas (Bravo, 1992).

En primera instancia, se realizó un análisis de tipo cuantitativo de las puntuaciones obtenidas de la construcción de los mapas conceptuales de los estudiantes y del uso de una rúbrica (Utria, 2000). Los mapas conceptuales se elaboraron en tres tiempos sobre los conceptos de mol, temperatura, calor y ecosistemas. En segunda instancia, se realizó una entrevista individual a seis estudiantes de los tres grupos seleccionados, para indagar con respecto a su desempeño conceptual en la elaboración de los mapas conceptuales. A partir de las entrevistas se logró determinar las características del entendimiento que alcanzaron los estudiantes.

Para conocer la efectividad de la estrategia de enseñanza, ECA se consideraron los datos obtenidos a través de la puntuación de los mapas conceptuales en el tiempo 1 y el tiempo 2. Las puntuaciones de los dos tiempos (mapa 1 y mapa 2) se compararon mediante una prueba *t* suponiendo varianzas iguales. Al observar los resultados obtenidos del análisis estadístico se encontró que existían diferencias estadísticamente significativas entre el tiempo 1 y el tiempo 2 de cada grupo con respecto al desarrollo de cada concepto estudiado.

Las estadísticas para el concepto de calor muestran que ($t = 7,95$, $gl = 60$, $p = 0,000$). Es decir, los estudiantes en el tiempo 2 (promedio = 13,50 varianza = 15,22), demostraron un mejor entendimiento del concepto calor que el que demostraron en el tiempo 1 (promedio = 6,66; varianza = 7,33). Iguales resultados se corresponden para los otros conceptos estudiados.

Para profundizar un poco más en el estudio de la efectividad de la estrategia ECA en el desarrollo de los conceptos mol, calor, temperatura y ecosistema, se examinó el nivel de entendimiento de los conceptos mencionados durante todo el semestre académico. Para esto, se realizó un análisis de medidas repetidas (ANOVA) obtenidas a través de mapas de conceptos elaborados en tres tiempos. Según Stevens (1990), existe una cantidad considerable de evidencia que sugiere que la prueba estadística ANOVA, utilizada para analizar las medidas repetidas en este estudio, es una prueba robusta contra la falta de normalidad multivariada con respecto al error tipo I.

El análisis de las estadísticas para el concepto temperatura ($f = 60,495$, $gl = 2$, $p = 0,000$), indica que existen diferencias estadísticamente significativas entre los tres tiempos. Esto corrobora y demuestra que el desarrollo del entendimiento del concepto temperatura es progresivo mediante la estrategia ECA. En los datos ($f = 277,073$, $gl = 1$, $p = 0,000$), se observan diferencias estadísticamente significativas entre los estudiantes en los tres tiempos al estudiar el concepto temperatura. Iguales resultados se corresponden para los otros conceptos estudiados.

Una de las preguntas de la investigación que guió este estudio hacía referencia a las características del entendimiento conceptual que logran los estudiantes con respecto a los conceptos mol, calor, temperatura y ecosistema. Para responderla, se analizaron las entrevistas de los seis estudiantes de los tres grupos de primero, segundo y tercer semestre. Los datos obtenidos se codificaron en categorías, tomando como base fundamental la teoría cognoscitiva del aprendizaje de Ausubel (1983).

Las categorías que se seleccionaron para describir las características del entendimiento conceptual que lograron los estudiantes fueron procesos descritos tomados de Ausubel (1983), que caracterizan la adquisición del entendimiento conceptual, a saber: organización jerárquica, diferenciación progresiva y reconciliación integradora. Estas categorías se dividieron en subcategorías que permitieron describir gradaciones o niveles dentro de las mismas. Así mismo, las tres categorías se derivaron de la literatura y de las mismas transcripciones de las entrevistas.

Organización jerárquica

Según Ausubel (1983), la estructura cognoscitiva está organizada jerárquicamente. Una estructura jerárquica apropiada para el entendimiento de un concepto empieza con conceptos amplios e inclusivos y continúa posteriormente con conceptos más específicos y menos inclusivos.

Las características (identificadas mediante subcategorías) asociadas a la organización jerárquica que caracterizan el entendimiento conceptual de los estu-

diantes son las siguientes: 1) relaciones conceptuales generales o concretas; 2) relaciones conceptuales sin distinción clara entre conceptos generales y concretos; 3) relaciones conceptuales sencillas de alto y bajo nivel, y relaciones conceptuales complejas de alto y bajo nivel. Las mismas denotan niveles progresivos en el entendimiento conceptual logrado por los estudiantes.

Al analizar la información proveniente de las entrevistas, se observó, en aquellos estudiantes con puntajes bajos en los mapas, una tendencia a realizar relaciones conceptuales sólo generales o concretas. Además, desarrollaban relaciones conceptuales sin distinguir claramente los conceptos generales y los conceptos específicos. En los estudiantes con puntajes altos en los mapas se observó una tendencia a realizar relaciones conceptuales de alto y bajo nivel, tanto sencillas como complejas, aunque las segundas ocurrieron en menor grado.

Los hallazgos muestran que los estudiantes con puntuaciones bajas en los mapas en el tiempo 2, en términos generales, presentan insuficiente asimilación de los conceptos bajo estudio, que se manifiestan en su organización jerárquica. Esto es consistente con los estudios de Herron (1990) y Abraham (1990), quienes señalan que los estudiantes presentan dificultades para asimilar conceptos, probablemente por la limitación de los conceptos que están relacionando; por ejemplo, el concepto mol y el uso de reglas y algoritmos memorizados. Por otro lado, los estudiantes con puntuaciones altas en el

tiempo 2 de los mapas definen los conceptos y establecen relaciones con otros que son consistentes con los hallazgos de Staver y Lumpe (1995, 1993); Cervellati, Montuschi, Perugini, Grimellini-Tomasini y Balandi (1982) y Novik y Menis (1976). Estos investigadores manifiestan que un indicio de un buen entendimiento de conceptos en los estudiantes, es que ellos expresen una definición clara del mismo. Además, que puedan relacionarlos con otros como estequiometría, masa molar, concentración de soluciones, entre otros, para el caso del concepto mol; energía, escalas de temperatura, convección, entre otros, para los conceptos de calor y temperatura; factores bióticos y abióticos, relaciones, ecosistemas terrestres y acuáticos, entre otros, para el concepto de ecosistema.

Diferenciación progresiva

El principio Ausbeliano de diferenciación progresiva establece que el aprendizaje significativo es un proceso continuo, en el transcurso del cual los nuevos conceptos alcanzan mayor significado a medida que se adquieren nuevas relaciones (Novak y Gowin, 1988). Por tanto, los conceptos “nunca se aprenden totalmente”, sino que siempre se están desarrollando, modificando o haciendo más explícitos e inclusivos a medida que se van diferenciando progresivamente.

Entre las características identificadas (subcategorías) relacionadas con la diferenciación progresiva, que caracterizan el entendimiento conceptual logrado por los estudiantes, se encuentran las siguientes:

1) asimilación de los significados de los conceptos; 2) reconocimiento de nuevas relaciones conceptuales; 3) reorganización de la estructura cognoscitiva.

La tendencia que se observa en los estudiantes con puntuaciones bajas es la asimilación de los significados de los conceptos. En el grupo con puntuaciones altas en los mapas conceptuales se observa que una tendencia hacia la diferenciación de los conceptos mol, calor, temperatura y ecosistema es la de reconocer nuevos conceptos; también se observa una tendencia a cambiar o reorganizar la estructura cognoscitiva.

De los resultados expuestos, se evidencia que una de las características del entendimiento de los conceptos en estudio es tratar de diferenciarlos. Es decir, lograr cada vez una mayor especificidad en la que se observe que el estudiante internaliza los significados de los conceptos. Además, que pueda establecer relaciones cada vez más diferenciadas de dichos conceptos. Estas explicaciones del estudiante son consistentes con los estudios realizados por Novak y Gowin (1988), que señalan que una alta diferenciación de los conceptos en la estructura cognoscitiva de los individuos es indicio de un buen entendimiento conceptual.

Reconciliación integradora

Novak y Gowin (1988) plantean que existe un buen entendimiento de un concepto si quien aprende reconoce nuevas relaciones (ilustradas como entrecruzamientos en un mapa conceptual) entre conjuntos relacionados de conceptos en

los niveles jerárquicos. Sostienen, además, que cuando se produce el entendimiento de un concepto por parte del estudiante, éste es capaz de resolver conflictos metacognitivos.

Entre las características (subcategorías) asociadas con la reconciliación integradora, que caracterizan el entendimiento conceptual logrado por los estudiantes acerca de los conceptos analizados, se encontraron las siguientes: 1) relaciones de conceptos no apropiadas; 2) relaciones memorísticas; y 3) relaciones significativas. Al analizar la información proveniente de las entrevistas se observó en el grupo con puntuaciones bajas en los mapas una tendencia a realizar relaciones de conceptos no apropiados. Otra característica fue la realización de relaciones memorísticas. Por otro lado, todos los estudiantes con puntuaciones altas en los mapas realizaron relaciones significativas entre conceptos.

Estos hallazgos son consistentes con los encontrados por Fernández y Casal (1995) en un estudio multimetodológico de las concepciones de los estudiantes del primer año universitario sobre el tema de ecología. Concluyeron que el aprendizaje de los componentes de los ecosistemas; la precisión conceptual de los componentes abióticos y su incidencia en el mantenimiento de los seres vivos; la variedad de interrelaciones entre los organismos del ecosistema y las relaciones entre los mismos; el significado de ecosistema incluyendo no sólo las partes, sino cómo se articulan para su funcionamiento, y en especial, lo que atañe a la función reproduc-

tora de los vegetales, son de gran importancia por su repercusión en el cuidado del medio y en la educación ambiental.

CONCLUSIONES

- El enfoque constructivista (ECA) fue aparentemente efectivo para promover el entendimiento conceptual de los conceptos mol, calor, temperatura y ecosistema.
- El entendimiento de un concepto, específicamente los conceptos analizados, aumentó progresivamente en los estudiantes a quienes se aplicó la estrategia de enseñanza ECA. Esto se comprobó mediante el análisis del entendimiento antes de estudiar los conceptos en clase, al terminar de discutirlo y luego de un tiempo de discutido.
- El estudio de temas relacionados con los conceptos analizados, en adición al estudio del concepto mismo, aumentó el entendimiento del concepto de acuerdo con los resultados de los análisis estadísticos. Por tanto, se detectó un incremento en la asimilación conceptual luego de un tiempo después de la instrucción y tras estudiar otros conceptos relacionados en ciencias.
- Se identificó una amplia gama de respuestas, que representan diversos niveles de organización jerárquica en el entendimiento de los conceptos. Esta abarcó desde la sola presentación de relaciones conceptuales generales o concretas, hasta el establecimiento de relaciones conceptuales de alto y bajo nivel.
- Los estudiantes que manifestaron un entendimiento aceptable o completo

de los conceptos fueron capaces de explicar la representación de su estructura conceptual, organizada en forma jerárquica, mostrando relaciones complejas de alto y bajo nivel.

- Se pudo identificar una diferenciación progresiva del entendimiento de los conceptos que desarrollaron los estudiantes. Esta asimilación progresiva se manifestó de diversas formas, a saber: mediante la asimilación de los significados del concepto en sí, del reconocimiento de nuevas relaciones respecto al mismo y mediante la reorganización de su estructura cognoscitiva.
- La formación de relaciones significativas utilizando conceptos subordinados de los conceptos analizados fue característico del proceso de reconciliación conceptual en los estudiantes.
- A pesar de que la instrucción mediante estrategias educativas constructivistas (ECA) fue efectiva para gran parte del estudiantado, en algunos estudiantes persistió la formulación de relaciones no apropiadas entre los conceptos.

Implicaciones educativas en la formación docente en ciencias naturales y educación ambiental

Las implicaciones educativas que se derivan de este estudio se fundamentan primordialmente en el análisis de los resultados y en la literatura que sirvió de referente teórico. Los avances obtenidos en el entendimiento, actitud y actividades relacionadas con la formación de los futuros maestros, ha contribuido en los últimos años a un cambio en las perspectivas sobre la didáctica de las ciencias. Las

propuestas actuales sobre las estrategias de formación del profesorado se centran en el docente como facilitador de la enseñanza y el aprendizaje, y buscan transformar las acciones del docente que actúa como difusor del aprendizaje.

Los cambios en los enfoques didácticos sobre la enseñanza en el aula, concretamente los logrados mediante la estrategia ECA, demuestran que alteran el método direccional o instruccional en la utilización del conocimiento como método para facilitar el aprendizaje, pues muestran que se requieren identificar los saberes previos de los futuros docentes sobre los conceptos básicos de las ciencias naturales y la educación ambiental, para promover nuevas perspectivas didácticas y pedagógicas en la formación de una cultura científica.

Las investigaciones sobre la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias, en su mayoría, se centran en caracterizar las ideas de los alumnos, sus construcciones personales de análisis, modelos, argumentos y exploraciones, que crean y recrean su manera de pensar (Gil, Carrascosa, Furió y Martínez-Torregrosa 1991; Osborne y Freyberg 1985). La aplicación de actividades de instrucción que promuevan que los estudiantes sean partícipes en la construcción y evaluación de argumentos y explicaciones es un elemento primordial para un programa de estudios de ciencias naturales y educación ambiental, que pretenda incluir las actuales prácticas de ciencias a partir de los resultados de estudios como éste y los ya mencionados.

Por eso, es de primordial importancia que las reformas y reestructuraciones académicas lleguen al aula y permitan que los docentes cumplan una función esencial en la supervisión y construcción del conocimiento de sus estudiantes. De aquí que las implicaciones que el presente estudio establece a través de su desarrollo, están enmarcadas en las creencias que aportan las evidencias empíricas, producto de la experiencia, en que los supuestos teóricos son rechazados e ignorados, del mismo modo que los modelos didácticos explicativos del comportamiento en la formación profesional del futuro docente.

También es necesario resaltar que el dominio de la simplificación y el reduccionismo didáctico y pedagógico dentro de los procesos de enseñanza impiden caracterizar las concepciones que obstaculizan el entendimiento de los conceptos en ciencias y traen como consecuencia la resistencia al cambio de las ideas en su estructura de pensamiento, la generación de concepciones más fuertes, la apatía hacia la ciencia y la intervención de profesionales ajenos a la problemática educativa.

Las dos perspectivas anteriores impiden que se generen cambios sustanciales en los procesos didácticos, incrementando una actitud de apatía frente a las acciones y principios que son esenciales para el entendimiento y los procedimientos en las ciencias experimentales. Como es lógico, esta actitud fragmentaria suele ser relativamente incompatible con los procesos de cuestionamiento, toma de decisiones y construcción de conocimiento, y de acciones que respondan a la naturaleza

del conflicto de la compleja problemática educativa.

Otra de las manifestaciones que ponen en entredicho el entendimiento de los conceptos tratados en este estudio es la homogenización de las tendencias tanto individuales como colectivas hacia determinadas creencias inspiradas en los procesos didácticos de carácter empirista, dada la misma naturaleza de las ciencias experimentales. La diversidad en el manejo de supuestos epistemológicos, que no son concebidos como producto de la profundización crítica y reflexiva, ni tampoco del entendimiento de una visión generada de la continuidad en el estudio y en la solución de problemas enfocados en este ámbito, traen consigo la necesidad de enfoques basados en la investigación rigurosa y profunda que den y sustenten los planes de acción, visiones menos reduccionistas y estereotipadas de los procesos de enseñanza y aprendizaje, y una actitud de apertura hacia la experimentación fundamentada de dichas teorías y hacia el cambio progresivo y gradual de una cultura científica.

Por eso, la formación de los futuros docentes debe basarse en alternativas que presenten características didácticas, pedagógicas y epistemológicas que superen las tendencias fragmentarias y reduccionistas, y actúen como referente estratégico en su futura formación profesional. Es decir, que el supuesto modelo debe considerar un conocimiento epistemológicamente diferenciado, mediador entre las teorías formalizadas y las actividades de formación profesional. Los contenidos deben estar

organizados en torno a las necesidades y problemas de su propia práctica formativa, y con base en ellos buscar la interacción y la integración constructiva de los saberes que debe soportar su formación académica.

Teniendo en cuenta lo anterior, es pertinente analizar e investigar el entendimiento conceptual que los docentes en ejercicio tenemos sobre los conceptos en ciencias naturales y educación ambiental, y contrastarlos con los de los estudiantes, pues, sería determinante en la reestructuración y construcción de las nuevas estructuras curriculares para los programas de formación docente. Lo que queremos plantear es cómo las concepciones y la actuación de los docentes activos reflejan una determinada visión epistemológica, y cómo dicha visión juega un papel en la estructura del pensamiento de los futuros profesionales de la educación, ya sea bloqueando, dinamizando o integrando la evolución conceptual de estos.

BIBLIOGRAFÍA

- Abraham, M. (1990). Sources of alternative conceptions in chemistry. En: Staver y Lumpe (Eds.), *Problem solving and conceptual understanding*, pp. 51-84. Symposium conducted at the midwest regional meeting. Manhattan, K.S.: American Chemical Society, Kansas State University.
- Aguirre, M. (1989) "Open-ended questions: An alternative mode to assess the students' performance in concept development and use of scientific vocabulary. *Unpublished dissertation*. State University of New York at Buffalo, p. 12.
- Ausubel, D. (1983). *Psicología educativa: un punto de vista cognoscitivo*. México: Trillas. p. 53.
- Boujaoude, S. (1992). The relationship between students' learning strategies and the change in their misunderstanding during a high school chemistry course. En: *Journal of Research in Science Teaching*, 29(7), pp. 687-699.
- Bravo, M. (1992). El enfoque multimetodológico en la investigación intercultural: bases conceptuales y epistemológicas. En: *Revista Pedagogía*, 28, pp. 42-49.
- Cervellati, R.; Montuschi, A.; Perugini, D.; GrimeLLini-Tomasini, N., y Bakandi, P. (1982). Investigation of secondary school students' understanding of the mole concept in Italy. En: *Journal of Chemical Education*, 10, pp. 852-856.
- Claret Zambrano, A. (1998). La relación entre conocimiento común y conocimiento científico en el contexto de la enseñanza, aprendizaje y cambio conceptual de las ciencias. *Revista Tecne Episteme y Didaxis No 3*. Bogotá: Universidad Pedagógica Nacional.
- Confrey, J. (1990). A review of the research on student conceptions in mathematics, science and programming. En: *Review of Research in Education*, 16, pp. 3-56.
- Fernández, R., y Casal, M. (1995). La enseñanza de la ecología. Un objetivo de la educación ambiental. En: *Enseñanza de las Ciencias*, 13 (3), pp.295-309.
- Figuroa, R. (1998). Concepciones de los estudiantes de primer año universitario sobre la naturaleza de la ciencia/conocimiento científico desde las perspectivas epistemológicas empirista/positivista y constructivista. En: *Revista Stvdia*, No. 2. Barranquilla: Universidad del Atlántico. pp. 25-43.
- Gabel, D.; Samuel, K., y Hunn D. (1987). Understanding the particulate nature of matter.

- En: *Journal of Chemical Education*, 64(8), pp. 695-697.
- Gallego Badillo, R., y Pérez, R. (1998). Aprendizabilidad-Enseñabilidad-Educabilidad: Una Discusión. En: *Revista Colombiana de Educación*, No 36-37 pp. 69-92.
- Gil, D.; Carrascosa, J.; Furió, C., y Martínez-Torregrosa, J. (1991). *La enseñanza de las ciencias en la educación secundaria*. Barcelona: Horsori-ICE Universitat de Barcelona.
- Gómez, P., y Caraballo, J. (1998). Visión constructivista y la enseñanza de las ciencias. En: *Actas del octavo encuentro nacional de educación y pensamiento. Proyecto para el desarrollo de destrezas de pensamiento*. San Juan, Puerto Rico.
- Herron, J. (1990). The role of reasoning in problem solving. En: Staver y Lumpe (Eds.), *Problem solving and conceptual understanding. Symposium conducted at the midwest regional meeting*. Manhattan, K.S.: American Chemical Society, Kansas State University.
- Inagaki, K., y Hatano, G. (1983). Collective scientific discovery by young children. En: Osborne, R., y Freyberg, P. (Eds.), *El aprendizaje de las ciencias: influencia de las ideas previas de los alumnos*. Madrid: Narcea.
- Klausmeier, H., y Goodwin, W. (1977). *Psicología educativa: Habilidades humanas y aprendizaje*. México: Harla.
- Krishnar, S., y Howe, A. (1994). The mole concept. Developing an instrument to assess conceptual understanding. En: *Journal of Chemical Education*, 71(8), pp. 653-655.
- Malone, J., y Dekkers, J. (1984). The concept map as an aid to instruction in science and mathematics. En: *School Science and Mathematics*, 84(3), pp. 220-231.
- Marzano; Pickering, y Mctighe. (1993). The concept map as an aid to instruction in science and mathematics. En: *School Science and Mathematics*, 84(3), pp. 220-231.
- Novak, J. (1979). Applying psychology and philosophy to the improvement of laboratory teaching. En: *The American Biology Teacher*, 41(8), pp. 466-470.
- Novak, J. (1991). Clarify with concept maps: a tool for students and teachers alike. *The Science Teacher*, 58(7), pp. 44-49.
- Novak, J., & Gowin, D. (1988). *Aprendiendo a aprender*. Madrid: Ediciones Martínez Roca.
- Novick, S., y Nussbaum, J. (1981). Pupils' understanding of the particulate nature of matter: A cross-age study. En: *Science Education*, 65(2), pp. 187-196.
- Novick, S., y Menis, J. (1976). A study of student perceptions of the mol concept. En: *Journal of Chemical Education*, 53(11), pp. 171-173.
- Nurrenbern, S., y Pickering, M. (1987). Concept learning versus problem solving: is there a difference? En: *Journal of Chemical Education*, 64(6), pp. 508-510.
- Osborne, R., y Freyberg, P. (1985). *El aprendizaje de las ciencias: influencia de las ideas previas de los alumnos*. Madrid: Narcea.
- Peterson, R., y Treagust, D. (1989). Grade-12 students' misconceptions of covalent bonding and structure. En: *Journal of Chemical Education*, 66(6), pp. 459-460.
- Pickering, M. (1990). Further studies on concept learning versus problem solving. En: *Journal of Chemical Education*, 67(3), pp. 254-255.
- Rivas, A. (1999). La importancia de la naturaleza de las ciencias en el desarrollo de una cultura científica. En: *El Gran Educador*, 1(2), pp. 7-8. Puerto Rico.
- Sawrey, B. (1990). Concept learning versus problem solving: Revisited. En: *Journal of Chemical Education*, 67(3), pp. 253-254.

- Segura, D. y Otros (1997). *Actividades de investigación en la clase de ciencias*. Sevilla: Diada Editora S. L. Serie Práctica No. 14. Colección *Investigación y Enseñanza*.
- Staver, J., & Lumpe, A. (1995). Two investigations of students' understanding of the mole concept and its use in problem solving. En: *Journal of Research in Science Teaching*, 32(2), pp. 177-193.
- Staver, J., Lumpe, A. (1993). A content analysis of the presentation of the mole concept in chemistry textbooks. En: *Journal of Research in Science Teaching*, 30(4), pp. 321-337.
- Stevens, J. (1990). *Intermediate statistics a modern approach*. New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates Publishers. p. 56
- Utría, C. (2000). *Entendimiento conceptual logrado por estudiantes en un curso de química general de corte constructivista*. Tesis de grado Universidad de Puerto Rico. p. 126
- Wessell, M. (1982). *Cognitive Psychology*. New York: Harper and Row Publishers. p. 43
- Yarroch, W. (1985). Student understanding of chemical equation balancing. *Journal of Research in Science Teaching*, 22(5), pp. 449-459.

ARTÍCULO RECIBIDO: 11-05-2005

Y APROBADO: 11-11-2005