

*LA ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS DE LA NATURALEZA y LAS COMPETENCIAS COGNOSCITIVAS*  
*SANDRA PATRICIA ROJAS ROJAS.*

Fundación de Educación Superior, Investigación y Profesionalización "CEDINPRO"  
Facultad de Educación.



Serie de Formación de Formadores  
V

**LA ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS DE LA NATURALEZA y LAS COMPETENCIAS COGNOSCITIVAS**

Mg. Sandra Patricia Rojas Rojas  
Bogotá, D.C. Colombia  
2007

## CONTENIDO

	Pág.
Presentación	2
Dedicatoria	3
Introducción	5
<b>CAPITULO 1. ALGUNAS POSTURAS EPISTEMOLOGICAS MODERNAS DE LA CIENCIA.</b>	6
1.1. Francis Bacon	6
1.2. Karl Popper	6
1.3. Tomas S. Kuhn	7
1.4. Imre Lakatos	8
<b>CAPITULO 2. DE LAS COMPETENCIAS</b>	10
2.1. Antecedentes	10
2.2. Origen, introducción y conceptualización	15
2.3. Dominios de la competencia.	17
<b>CAPITULO 3. ¿Cómo, desde donde, por qué y para que enseñar las ciencias de la naturaleza por competencias cognoscitivas?.</b>	19
3.1. Acerca de la didáctica de las ciencias de la naturaleza.	19
3.2. El aprendizaje total	20
3.3. La enseñanza y enseñabilidad de las ciencias de la naturaleza	21
3.3.1. La transposición didáctica.	21
3.4. La educabilidad y educación en ciencias.	23
3.4.1. La educabilidad de las ciencias	
3.4.2. La educación en Ciencias	
<b>4. BIBLIOGRAFÍA</b>	24

## Presentación

---

Para la Fundación Centro de Educación Superior, Investigación y Profesionalización "CEDINPRO" e motivo de satisfacción y regocijo, hacer entrega a la comunidad académica de esta nueva publicación de la serie Formación de Formadores V, escrito por la profesora Sandra Patricia Rojas Rojas, Magíster en "Docencia de la Química", Facultad de Ciencia y Tecnología de la Universidad Pedagógica NACIONAL (UPN).

El presente texto es, en gran parte, el resultado de un sin número de reflexiones pedagógicas que involucran los contextos educativos colombianos. Interrogantes tales como QUÉ ENSEÑAR, COMO ENSEÑAR, PARA QUE Y POR QUÉ ENSEÑAR, comportan una nueva mirada pedagógica, tanto al interior de las mismas prácticas como de los procesos investigativos que ellas mismas generan en el quehacer docente.

Al parecer las ciencias de la naturaleza no so ajenas a esta problemática y por ello, tiene sentido el aporte de la profesora Sandra Patricia Rojas al postular las competencias cognoscitivas como posibilidad para su enseñanza.

Es de mencionar que estas consideraciones pedagógicas y didácticas emergen en buena parte de las experiencia de la autora y, a la vez, de los resultados obtenidos en su trabajo de investigación adscrito al programa "Representaciones y Conceptos Científicos" - Grupo IREC, en la línea "Enseñanza por Competencias cognoscitivas" de la UPN.

Por tratarse de un tema tan actual y controversial en los diferentes escenarios educativos, CEDINPRO ha querido socializar esta experiencia investigativa a fin de contribuir de manera significativa por un parte a fortalecer la nueva didáctica de las ciencias y por otra, la de orientar y dinamizar principios válidos para el ejercicio de la formación inicia, avanzada en ejercicio de docentes y de cara a los retos que nos impone el nuevo milenio.

ALEJANDRO RUEDA NOVA  
Rector

ABEL ALFONSO TABARES  
Director de Investigación Institucional

CEDINPRO

**Dedicatoria**

---

A Ana Isabel Rosas, Rómulo Gallego, Royman Pérez y Gerardo Moreno mis maestros, quienes me enseñaron el camino y el poder de la escritura.

A Horacio, mi esposo.

## Introducción

---

Hoy por hoy en los contextos educativos colombianos una de las mayores preocupaciones que subyacen al interior de las mismas prácticas pedagógicas radica en el **QUE, COMO, POR QUE Y PARA QUE ENSEÑAR**. En este sentido, la enseñanza de las ciencias de la naturaleza no es ajena a esta finalidad. Por tanto, desde la nueva didáctica de las mismas, considerada como una disciplina teóricamente fundamentada (Gil y Colab. 1999; 2002 citado por Pérez, Gallego, Torres de Gallego y Gallego, 2003) que posee unos campos de conocimiento e investigación (Gil, Carrascosa y Martínez Terrades, 1999) y en consecuencia “es una ciencia de enseñar ciencias” (Izquierdo y Sanmartí (2001) postula a las competencias cognoscitivas como posibilidad para la enseñanza de las disciplinas, objetos de estudio en el aula.

Es así como, se asume que las competencias cognoscitivas son actividad cognoscitiva (Torrado, 1998), propias del intelecto, marcando diferencias sustanciales con las profesionales en el sentido que estas últimas son entendidas como meras acciones, desarrollos, aptitudes, destrezas o habilidades que se adquieren en la enseñanza de un arte u oficio arrojando como consecuencia, la conversión de docentes en operarios de un saber y se traslada al ámbito educativo.

En consecuencia y sumado a ello, las competencias cognoscitivas se definen como “capacidades y disposición para la interpretación y la actuación” (Chomsky, 1965, citado por Gallego, 1999), que han de contribuir a su construcción y reconstrucción desde las estructura conceptuales, metodológicas, actitudinales axiológicas de las y los estudiantes en cualquier grado de escolaridad, es decir del enseñante.

Los anteriores cuestionamientos que se recogen aquí, obedecen en buena parte a los resultados de un trabajo de investigación inscrito al programa “Representaciones y conceptos científicos (Gallego Badillo y Pérez Miranda, 1994)” en su línea de trabajo, “enseñanza por competencias cognoscitivas” de la Universidad Pedagógica Nacional. Departamento de Química, Facultad de Ciencia y Tecnología.

## **CAPITULO 1. ALGUNAS POSTURAS EPISTEMOLOGICAS MODERNAS DE LAS CIENCIAS**

Desde el punto de vista de la epistemología, es necesario reconocer su importancia para el planteamiento y desarrollo del currículo de las ciencias de la naturaleza; las diferentes aproximaciones para explicar como se produce, evoluciona y desarrolla el conocimiento científico que de una manera u otra influye en menor o mayor grado en los procesos de enseñanza-aprendizaje de las ciencias.

La epistemología y la ciencia guardan relación entre sí, mientras que la epistemología sin referirla al conocimiento general y el científico en particular se convierte en un esquema vacío. La ciencia sin epistemología es primitiva y confusa (Einstein, A., 1916 tomado de Holton, G., 1982, citado por Erazo, 2001) han sido planteadas desde las categorías de paradigma, teoría, programas de investigación y modelo científico las cuales han incidido en la construcción de una nueva didáctica de las ciencias.

A continuación se describen, de manera general, algunas de las diferentes posturas influyentes en el campo de la investigación en enseñanza de las ciencias.

### *1.1. Francis Bacon*

En 1620 Francis Bacon publicó la obra “Novum Organum” (2000) en donde critica la tradición filosófica de Aristóteles centrada en discursos sobre los significados y la metafísica del universo, haciendo un giro hacia la primacía de la observación libre de teorías conocida como empirismo. Bacon propone el método de las tablas: comparecencia de hechos, desaparición o ausencia en los análogos, de grados o de comparación y de exclusión o de separación; prohíben que en la investigación acerca de la naturaleza intervengan las suposiciones que el sujeto cognoscente pudiera tener acerca de la estructura y funcionamiento de la misma.

En Bacon se destaca que el conocimiento se halla en la naturaleza y es objetivo por cuanto se limita a describir las cosas y fenómenos naturales tal cual; por tanto, el conocimiento es verdadero, universal, producto de comprobaciones directas de los sentidos. Recomienda limpieza mental de cualquier supuesto que pudiera interferir y tergiversar la pureza con la que debían ser hechas las observaciones. Estas han de estar libres de preconcepciones. El conocimiento en Bacon obedece a una lógica inductiva.

Desde esta tendencia epistemológica se podría pensar que para la enseñanza de las ciencias de la naturaleza, es estimar, sostener y /o enseñar verdades absolutas. Un ejemplo de ello podría ser el de plantear la probabilidad de la aparición de la luna al día siguiente, sin optar por el planteamiento adverso ó hipotético al respecto.

### *1.2. Karl Popper*

El profesor Karl Popper (1962) propone la teoría sobre el conocimiento en la que retoma de manera radical la posición deductivista, rechazando por completo el método inductivo propuesto por Bacon. Para Popper la tarea de los científicos es formular y construir proposiciones y proponer sistemas de proposiciones (teorías). Al respecto, Popper plantea el criterio de demarcación que denomina “falsación”. Una

teoría científica es falsable en cuanto es científica. Si una proposición o un sistema de proposiciones es falsable, entonces es metafísico. Una teoría es falsada cuando los resultados de un experimento crucial la contradicen y se hace necesario falsarla o sustituirla. El hecho que las respuestas de muchos experimentos corroboran una teoría no significa que en el futuro los resultados de un experimento crucial demuestren que no era totalmente.

El profesor alemán, establece cuatro procedimientos para contrastar rigurosamente una teoría:

- Comparación lógica de las conclusiones unas con otras; se somete a análisis y coherencia interna.
- Estudio de la forma lógica para determinar su carácter; si es empirista o tautológica, por ejemplo.
- Comparación con teorías rivales.
- Contrastación por medio de la aplicación empírica de las conclusiones que pueden deducirse de ella.

Desde la perspectiva Popperiana, las ciencias de la naturaleza, no son un conjunto de observaciones, son un conjunto de teorías y el desarrollo del conocimiento científico lo explica por la sustitución de teorías, esta es la diferencia fundamental con las posiciones empiristas.

### 1.3. Tomas S. Kuhn

Por otro lado, el profesor Tomas S. Kuhn (1971), para explicar el desarrollo del conocimiento científico acude a la historia. Kuhn SE VALE igualmente a las categorías de paradigma, paradigmas en competencia, ciencia normal, ciencia madura y comunidad científica.

Para él, si bien presenta diferentes conceptualizaciones de este, dentro de este proyecto se retoma la concepción de paradigma como un modelo de formulación y solución de problemas que durante un tiempo genera una tradición en la práctica científica. Ese tiempo mientras que el paradigma está vigente lo denomina ciencia normal; sus consecuencias conducen a la ciencia madura en la que se rige por un solo paradigma que establece las normas, coordina y dirige la actividad de resolver problemas en el marco de estos. El paradigma es exitoso cuando al plantearse lo augura en gran parte y la fe en las teorías de la teoría subyacente es tal que, las "anomalías" no se consideran como refutaciones de estas, sino como "enigmas" para resolver.

Con el tiempo las anomalías y enigmas puede ser que aumenten en su número originando la inconformidad que la comunidad científica tiene de su teoría y entran en un periodo de "crisis paradigmática". Para Kuhn una teoría se transforma en paradigma después de que una comunidad de practicantes la acepta y la acepta como su modelo de trabajo. Una comunidad científica se caracteriza porque sus integrantes comparten un mismo paradigma. El paradigma que entra en crisis no es abandonado y sustituido por otro hasta el otro (nuevo) no se formule, entrándose en el período de ciencia normal. A este cambio discontinuista Kuhn lo llamó revolución científica; este nuevo paradigma será quién, guiará las futuras investigaciones

científicas normales hasta que se generen preguntas que no resuelva o choque con problemas y aparezca una nueva crisis seguida de una nueva revolución.

#### 1.4. Imre Lakatos

El profesor Imre Lakatos, (1983) rechaza y critica las afirmaciones de Karl Popper, además compara o retoma algunos de sus postulados utilizados por Kuhn (especialmente “paradigmas”) Referente a Popper le critica su propuesta como un programa empírico progresivo que busca obtener una descripción del crecimiento científico objetivo, el programa de Kuhn lo acusa de ser subjetivista.

Lakatos propone una metodología demarcacionista, establece una clasificación del falsacionismo (ingenuo, metodológico y sofisticado) y niega rotundamente que este criterio solucione el problema de la demarcación entre la ciencia y la pseudociencia.

Para este epistemólogo, las ciencias se han convertido en el “conocimiento respetable” que repercute en la ética y la política y afirma que ésta se podría considerar como “un enorme programa de investigación dotado de la suprema regla heurística de Popper: “diseñar conjeturas que tengan más contenido empírico que sus predecesoras”, sin embargo los relaciona con lo particular en los que “se desarrollan una serie de teorías”, quienes poseen la siguiente estructura:

Un centro firme o núcleo central (e irrefutable). Se desarrolla durante un proceso largo, inicial, de ensayos y errores. Se abandona cuando el programa deja de anticipar nuevos hechos; una heurística que incluye un conjunto de técnicas para la solución de problemas. Bajo esta categoría se destaca la heurística negativa (rutas de investigación que deben ser evitadas) y la heurística positiva (camino a seguir en esta); un cinturón flexible (es refutable) de hipótesis auxiliares sobre cuya base se constituyen las condiciones iniciales. Las anomalías (problemas genuinos) son refutaciones de estas hipótesis auxiliares. Este cinturón recibe los impactos de las contrastaciones.

Según Lakatos un programa de investigación científica tiene éxito si ello conduce a un cambio progresivo de problemática; fracasa, si conduce a un cambio regresivo. En un programa (en cualquier etapa de su desarrollo), las anomalías nunca desaparecen completamente y, además posee problemas no solucionados; la característica común de un programa progresivo es predecir hechos nuevos, en el regresivo las teorías se construyen para acomodar los hechos que ya se conocen. Las siguientes son las características de un programa de investigación:

- Existencia de un programa inicial.
- Heurística negativa y positiva.
- Problemas que trató de solucionar en todo su desarrollo.
- Llegada al punto de saturación de regresión.
- Aparición de un programa que lo superó.

A diferencia de Kuhn al considerar las revoluciones científicas cuando se presenta un antiguo paradigma y es reemplazado completamente o parte, por otro nuevo e incompatible, Lakatos considera que si se tienen dos programas de investigación rivales y uno de ellos progresa, mientras el otro degenera, los científicos tienden a alinearse con el programa progresivo.

Después de los bosquejos epistemológicos anteriores, la autora considera y decide acogerse a la propuesta de Kuhn en razón a que desde la nueva didáctica de las ciencias, ha de consolidarse la existencia de comunidades de especialistas en Colombia en la enseñanza de las ciencias de la naturaleza por competencias cognoscitivas, que con gran rigurosidad elaboren paradigmas al respecto y aumenten las publicaciones en revistas reconocidas.

Por consiguiente, el paradigma a competir es el repetición –transmisión y se tiene como paradigma en competencia en esta investigación, en el que se afirma que la enseñanza de las ciencias de la naturaleza por competencias cognoscitivas tiene como punto de partida la afirmación: “las niñas y niños poseen unas competencias, saben interpretar, argumentar y proponer ya sea desde el saber cotidiano o desde sus experiencias educativas anteriores, pero que no lo hacen desde las estructuras conceptuales y metodológicas de las ciencias, (Gallego y Pérez,2002)”. La enseñanza por competencias ha de contribuir a la construcción y reconstrucción de significados y formas de significar desde el marco conceptual y metodológico de las ciencias de la naturaleza.

## **CAPITULO 2. DE LAS COMPETENCIAS**

Este capítulo inicia con la presentación de una revisión bibliográfica sobre el origen, conceptualización y evolución del término “competencia desde el campo profesional” como primera instancia, para dar paso luego al contexto educativo colombiano, luego, se estableció diferencias e incidencias frente al reconocimiento de sus dimensiones: interpretar, argumentar y proponer en la enseñanza de las ciencias de la naturaleza.

Subráyese que se adjetivan esas competencias como cognoscitivas para distinguirlas de las denominadas profesionales. Estas últimas hacen referencia a las habilidades y destrezas necesarias para desempeñar un determinado trabajo, que puede ser o no, de carácter repetitivo, en cuanto a la aplicación de unos procedimientos, para la obtención de unos resultados específicos; procedimientos cuya eficacia y eficiencia han sido previamente probadas. Hay que tener en cuenta, para una contextualización, la regla aquella que afirma que cuando unos procedimientos pueden ser expresados en algoritmos, es posible construir una máquina que los lleve a cabo.

### **2.1. Antecedentes**

La revisión bibliográfica relacionada con las competencias permite establecer “en términos generales” que sus orígenes se postularon y remontaron desde el campo profesional y/o laboral tanto para Europa como para América Latina hacia los años 60<sup>^</sup>(s); propuesta inspirada en modelos estructurales funcionales, propios de la producción empresarial en donde se vincula, necesariamente, la educación para el trabajo (Maldonado, 2000) y caracterizada por una evolución conceptual que podría pensarse consecuente y busca una respuesta a las necesidades inmersas en las políticas económicas al pensarse el mundo laboral y profesional como “globalizado”; es así como para Colombia, el concepto adquiere relevancia hacia los años 90<sup>^</sup>s, movidos por la implementación de la apertura económica que permeó el campo educativo como se señalará más adelante.

En este contexto y centrando la mirada a la evolución conceptual del término “competencias” Maldonado (2000) señala que hacia los años setenta el alemán Gerhard Bunk introduce este término en el marco del mundo educativo y el mundo laboral, definiéndolas desde una perspectiva de capacidades entendidas como conocimientos, destrezas y aptitudes para ejercer una profesión, es decir, son acciones y actuaciones de los hombres que evidencian o muestran el desarrollo y adquisición de la misma para resolver problemas cotidianos internos y externos a la organización. Bunk la clasifica en competencias técnicas, metodológicas, sociales y participativas.

El holandés Mertens (1996) (asesor de países como México, República Dominicana y otros países latinoamericanos en la implementación de modelos similares al británico), amplía este término al considerarlas como necesarias para lograr un determinado resultado en un ambiente de trabajo y un contexto, es decir son “actuaciones”. Esta concepción es adoptada por el modelo británico de formación basado en competencias, regidos por los lineamientos de los gremios empresariales

representativos y no de las instituciones educativas ya que los anteriores son en gran medida los responsables de la formación profesional.

Llama la atención que este autor, al clasificar las competencias en fundamentación básica y transversales implica el dominio de la lectura, la escritura, las matemáticas, el razonar y el aprender, entre otras.

Hacia 1998, Mertens amplía la concepción del término competencias al analizar algunos modelos empresariales, europeos y especialmente después de haber identificado las tendencias de empresas latinoamericanas. Para ello, lo explica como un escenario específico como la unidad productiva y o desde la educación, ni el marco social en que se inserte. Desde este punto de vista, las competencias han sido enfocadas desde lo estructural (conjunto de conocimientos, habilidades, actitudes requeridas para lograr un determinado resultado) y lo dinámico (las empresas y las personas son competentes en tanto muestren capacidad para destacarse al ritmo de las competencias clave de la organización).

Como es de notarse, que la aparición del término “competencias” profesionales surgió en los años sesenta, pero los años noventa han supuesto su recuperación (Navío Gámez, 2001). En esta vía la concepción del término apunta varias causas que van desde los contextos laborales, mayor flexibilidad en el sistema educativo, impacto de las nuevas formas de organización laboral (Grooting, 1994), necesidad de evaluar el desempeño de los trabajadores (Mertens, 1998) hasta la inserción de las nuevas tecnologías en la producción.

Navío Gámez (2001), señala que desde una revisión bibliográfica en el periodo comprendido entre 1991 y 1999; el término competencias además de ser un enfoque en la formación de profesionales, son un conjunto de elementos combinados como conocimientos, habilidades, actitudes, saberes que se integran atendiendo a una serie de atributos personales como capacidades, motivos, rasgos de la personalidad, aptitudes, etc, tomando como referencia las experiencias personales y profesionales y esta condicionada por las características del entorno en el que se plantea.

Este autor esgrime, los referentes sociales e individuales propios de las competencias, sumándole el contexto, entonces es de concluirse que la competencia profesional puede adquirirse mediante acciones diversas; es de anotarse que el término de competencias desde este autor está referenciado a aquellas capacidades entendidas como desarrollos en cada individuo, entonces refleja, que las competencias son más requerimientos para el desempeño laboral y profesional.

Gonczi (1997, citado por Aristizabal, 2005)) las relaciona como un conjunto de atributos que se derivan del conocimiento, valores, habilidades y actitudes; una persona competente, es la que puede relacionarse en estos atributos en el desempeño de una actividad determinada, según una norma.

Los autores anteriores citados expresan concepciones muy parecidas en cuanto al concepto de competencias se refiere, infiriéndose así como habilidades, acciones, saberes, actuaciones, que se interrelacionan en la educación para el trabajo; sin embargo aunque poseen un marco conceptual de referencia no especifican la intencionalidad, es decir, para qué formar ó necesitar un profesional con unas

competencias....., tampoco es claro los procesos implicados en los mismos, por cuanto se pensaría que obedece a una educación inductivista, en donde los requerimientos están ligados con los resultados; en consecuencia, su necesidad radica en la adquisición de operarios de un saber, una técnica, un instrumento, cuyas finalidades han sido transpuestas, en buena parte, a la Educación Colombiana.

### **El término competencias para la Educación Colombiana como el segundo referente.**

Según Maldonado (2000), la disertación sobre la aparición del término “competencias” en Colombia pareciera tener dos referentes. El primero, obedece al campo profesional y el segundo los correspondientes al sistema educativo colombiano estructurados desde una plataforma lingüístico-comunicativa, pero con una perspectiva instrumental. Y en respuesta a unas necesidades de un mercado globalizado, donde la Educación no podría ser la excepción.

Maldonado (2000) afirma que la formación de competencias no es tan nueva en el contexto nacional como parece en primera instancia. Anuncios importantes se proponen en las recomendaciones de la OIT; la UNESCO (informe mundial sobre la educación, 1998); la Misión de Ciencia, Educación y Desarrollo; la ley 115 de 1994; el Decreto 2343 de 1996, entre otros.

El profesor Fabio Jurado (citado por Maldonado, 2000), realizó una compilación sobre los proyectos e investigaciones que se han adelantado de la siguiente manera: Grupo de lenguaje y evaluación (1991) cuando el MEN a través del ICFES convocó a investigadores y maestros innovadores en lenguaje, matemáticas y ciencias para evaluar la calidad de la educación. El grupo de lenguaje orientó la propuesta de evaluación desde las competencias y de igual forma las otras dos áreas; el grupo de evaluación censal de competencias (que se expone a continuación); el grupo del doctorado en educación, donde participaron cinco universidades pública: Antioquia, Valle, Pedagógica, Nacional e Industrial de Santander, en los cuales sus esfuerzos están orientados hacia los resultados de investigación sobre las competencias de matemáticas, lectura, escritura, el discurso y la cognición, así como los códigos regulativos del sistema y el Grupo SENA , quienes adelantan trabajos de investigación sobre las competencias laborales u ocupacionales tomando como referencia desarrollos de los países de la comunidad británica, España y México, especialmente.

Retomando el Grupo de evaluación censal de competencias, en el año de 1998 y hasta el 2002, dentro de su políticas educativas de mejoramiento de la Calidad de la Educación, el Gobierno Distrital aplicó para su jurisdicción en el segundo semestre del mismo año, la evaluación censal de competencias básicas o necesarias en las áreas de lenguaje y matemáticas en los grados tercero, quinto, séptimo y noveno; para el área de Ciencias correspondió a los grados séptimo y noveno respectivamente, en convenio con la Universidad Nacional y la Secretaría de Educación, cuyo propósito fue el propiciar el desarrollo de estas.

Bogoya (2000) afirma que al interior del grupo, se decidió por evaluar estas áreas en razón a que para la primera, se trata del vehículo de gran potencialidad no sólo para la comunicación en el mundo de la vida sino también para alcanzar altos niveles de

idoneidad en las demás áreas; para la segunda, es una herramienta universal para cualquier situación de la cotidianidad, entender la relaciones de causalidad, valorar el impacto que genera la variación de alguna condición, entre otros y para la tercera, se trata de tomarla como sistemas organizados de códigos especiales, con una gramática dinámica y concertada, rigurosa y única, de manera armoniosa y combinada con los saberes propios del lenguaje y la matemática, pero ¿Cuáles son los procesos pedagógicos y didácticos vivenciados en las instituciones educativas con respecto al tema?, ¿Qué sucede con las estructuras conceptuales, metodológicas, actitudinales y axiológicas de niñas, niños y jóvenes?

En esta vía, Bogoya, (1998) afirma que las competencias son vistas como potenciales o capacidades para poner en escena una situación problemática para controlar, resolver, explicar su solución y para controlar y posicionarse en ésta. Tras varias discusiones en foros distritales, y locales, el concepto competencia se describe dentro de un campo de acciones donde las y los estudiantes han de desarrollar como una actuación idónea que emerge de una tarea concreta. (Bogoya, 2000).

El concepto “competencias” ha pesar de sufrir cambios conceptuales (de capacidad a acciones) no especifican con certeza su origen, aparece allí como imposición, aunque dentro de este proyecto, lo aluden a la aplicación de la lingüística (Chomsky, 1965) y se desarrolla en otros campos del saber. Su evaluación es centrada en tres niveles en que se refleja, afirma Bogoya (2000 y 2003) el grado de dominio y profundidad cada vez mayor, una elaboración cada vez más conceptual más rigurosa y exigente. El primer nivel hace referencia al reconocimiento y distinción de los elementos, objetos o códigos propios de cada área o sistema de significación, en tanto campo disciplinar del saber; el segundo, tiene que ver con el uso comprensivo de los objetos o elementos de un sistema de significación y el tercero es referido al control y la explicación del uso, se interpreta, conjetura, formula juicios, etc.

Desde este propósito, la evaluación de competencias es vista desde y dimensiones y dominios conceptuales para cada área; en lenguaje, una textual y una comunicativa; para las matemáticas, se propone una dimensión desde la comprensión significativa, considerada desde 5 dominios conceptuales: numérico, geométrico, medición, probabilidad y estadística y para las ciencias dos relacionadas entre sí: teórico-explicativa y procedimental- metodológica, en las cuales se consideran cuatro dominios conceptuales: ecología y seres vivos, elementos de química, elementos de física y la tierra y el universo. ¿Cuál ha de ser la finalidad de una enseñanza por competencias? ¿Cuáles son las competencias propias a construir para estas áreas?

Continuando, para el año de 2003, (Bogoya, 2003) se observa que el término de competencias es mirado como una capacidad desarrollada en varios contextos, comprendida como saberes consolidados, confrontados y de gran significación. En esta vía, ¿las competencias son destrezas, habilidades presentadas en contextos diferentes?

Para el caso de las ciencias de la naturaleza, dentro de este marco de referencia, Cárdenas Salgado, Leal Contreras y Sarmiento Parra (2003) asumen que aunque no existe definición propia, las competencias se adoptan como saberes y acciones que le permite desenvolverse en un ámbito social. Continuando llama la atención, la afirmación que plantean dichos autores al considerar que las competencias son

posibles al desarrollo de los potenciales humanos, (dentro de los que se encuentran la interpretación, la argumentación), considerados como ejes o motores de una formación por competencias para esta área.

Los resultados de este tipo de evaluación por competencias, han permitido concluir que los estudiantes están poco preparados para leer y escribir en ciencias, de igual forma, el de interpretar en un lenguaje científico y en cuanto a producción escrita (asociado con conjeturar, deducir o predecir explicaciones de manifestaciones de la naturaleza) son los más bajos, por lo que supone un poco dominio de los dos niveles de la competencia anteriores.

El Instituto Colombiano para el fomento de la Educación Superior (ICFES), para el año de 2003 aplicó por primera vez en el grado quinto de Educación Básica las Pruebas Saber, en las que aluden el término competencias como el saber hacer en diferentes situaciones. Si las competencias son capacidades, entonces no obedecería a construcción y reconstrucción, sino a desarrollos que tendrían como meta un perfeccionamiento, cuyos límites estarían acotados por el tiempo.

Avanzando con la revisión bibliográfica acerca de las competencias en el campo de la educación, a continuación se señalan algunas desde algunas disciplinas del conocimiento. Tal es el caso de la física, Gómez, Cassa y Bonilla (2001) preocupados por inferir si las competencias en esta disciplina (acotadas por el tiempo) son una cuestión de educación o de cultura acuden a evidenciar su origen, definir las para finalmente especificarlas. Obsérvese a continuación la clasificación realizada desde su definición:

- Como capacidades:

Chomsky, 1965: "Capacidad y disposición para la actuación y la interpretación"  
Baker y Choppin, 1985: "Capacidad de aplicar prácticamente lo aprendido", es decir que pueda transferirlo a determinadas situaciones de la vida real o a estudios ulteriores.

- Como saberes:

Torrado, 1999: "Es esencialmente un tipo de conocimiento, ligado a ciertas realizaciones o desempeños, que van más allá de la memorización o de la rutina"  
Vincent, 1999: "Un saber hacer en el ámbito de un contexto determinado"

- Como acciones:

Bogoya, 2000: "Una actuación idónea que emerge en una tarea concreta, en un contexto con sentido"

Hernández y Rocha, 1996: priorizan que "Las competencias se presumen como presupuestos de determinadas acciones y han surgido de la voluntad teórica de establecer capacidades o potencialidades universales que harían posible la comunicación y la vida en sociedad"

Estos autores señalan el vínculo entre las competencias, el contexto escolar y el tiempo de formación en estas. Desde una perspectiva constructivista, las competencias son procesos de transformación que finalizan? ¿Son acotados por el tiempo?

Ante esta situación es importante señalar que actualmente, en la mayoría de los casos, la enseñanza de las ciencias de la naturaleza en los primeros años de escolaridad (1-5) se habla en su conjunto, situación que podría deberse ó es posible a la no existencia de comunidades de especialistas que con gran rigurosidad hayan elaborado paradigmas al respecto, tampoco publicaciones en revistas reconocidas y sumado al poco dominio de la ciencia a enseñar. Al respecto, Gil (1991) afirma que en la enseñanza de una ciencia es necesario saberla.

Es de anotarse que el grupo de Investigación: Representaciones y Conceptos Científicos (IREC) (Gallego Badillo, y Pérez, Miranda., 1994) de la Universidad Pedagógica Nacional, Departamento de Química, Facultad de Ciencias adelanta investigaciones en la Educación Básica Media sobre la Enseñanza de las ciencias en general por competencias cognoscitivas durante el año 2001, en los Grados Octavo y Noveno, pero vertebradas por el leer, escribir y hablar, (Gallego Badillo y Torres de Gallego, 2001). Estos autores manifiestan que existe una resistencia a leer, a discutir en grupo y plasmar por escrito los acuerdos grupales debido a que, en general, la educación científica se enmarca dentro del paradigma de la transmisión-repetición de conceptos, en la que se han formado los estudiantes con los que se realizó el trabajo citado; más que interpretar y argumentar solían resumir de los textos o el mejor de los casos a transcribir. Para los docentes que colaboraron, la consideración de una nueva propuesta de trabajo pedagógica y didáctica basada en estas competencias les fue sorprendente. (Gallego Badillo, Pérez Miranda y Torres de Gallego, 2002).

La experiencia académica y profesional de la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias en los primeros grados de Educación Básica se sitúan en su gran mayoría en el paradigma de la transmisión –repetición de contenidos curriculares; para que se genere un cambio es necesario incursionarse en otras corrientes pedagógicas y didácticas como el constructivismo para que el docente investigador tenga la oportunidad de reflexionar sobre su práctica pedagógica y didáctica, y profundice sobre ello. Un ejemplo es la propuesta implementando la metodología enseñanza y aprendizaje por investigación (Delgado, D., 2002), para quién la enseñanza de las ciencias y de otras áreas ha de potenciarse en educación inicial y Básica en la que según el parecer del autor, los niños y niñas se van acostumbrando al paradigma transmisionista, las competencias científicas disminuyen, la motivación se opaca y se desaprovecha su gran potencial de asombro y curiosidad por los temas científicos”

## **2.2. Origen, introducción y conceptualización**

En griego agon y agonistes significa quien competía y luchaba para ganar en las pruebas olímpicas; esa era su agonía. En el teatro griego, el protagonista es el personaje alrededor del cual gira la acción. Esta referencia da pie para proponer porque en una educación centrada en la reconstrucción y construcción de competencias no puede tener otro horizonte de sentido que aquel de formar “protagonistas” dentro de una comunidad de saberes” (Gallego, 1999).

La propuesta de una enseñanza por competencias cognoscitivas de las ciencias de la naturaleza se enmarca desde los planteamientos introducidos por Chomsky (1965) en lo referente al concepto “**competencias**” entendidas como “capacidades y disposición para la interpretación y la actuación” recuérdese que esta definición subyace en un contexto en el que se desprende como una contraposición a lo promulgado por B.F. Skinner, sobre la adquisición de la lengua materna, según su conocida fórmula E-O-R. Chomsky propone una teoría sobre el dominio del lenguaje como estructura cognoscitiva, y lo “**cognoscitivo**” se indica desde lo formulado por la profesora Torrado (1998) en tanto es una actividad de la estructura mental.

En esta vía y ampliando este concepto, Gallego Badillo (1999) discurre que capacidades al cual se refiere Chomsky, se alude a la inteligencia vista desde los planteamientos del psicólogo, biólogo, y filósofo suizo Jean Piaget de donde se sostiene que ningún ser humano nace en sí inteligente, sino que tal característica distinguidora es una construcción de cada quién dentro de las interacciones individuo – comunidad. La inteligencia no es un destino prefijado, contra el cual no hay nada que hacer. De la misma manera, no nace con unas competencias determinadas de antemano (Gallego, 1999); en cuanto a disposiciones se toman como las actitudes definidas como construcciones positivas (Furió y Vilches Peña, 1997).

Gallego (1999) afirma que la construcción de actitudes positivas están relacionadas con la constitución de ámbitos de estimación, cariño y reconocimiento, tanto por parte de los profesores como de todos los miembros en el colectivo aula.

En efecto, el trabajo en un saber como es el caso de las ciencias de la naturaleza debe producir un goce, una satisfacción en quién lo realiza; Carlos Furió y Amparo Vilches Peña (1997) afirman que la construcción de actitudes está enmarcada dentro de lo cognoscitivo para lo cual concluyen (resultados de investigaciones) que lo actitudinal esta constituido por lo menos por cuatro componentes: Lo cognoscitivo: en lo referente a percepciones, ideas y creencias, a partir de las cuales, la persona se pone en contra o a favor de la conducta perseguida; lo afectivo: esto es, la clase de sentimientos individuales de aceptación o rechazo en relación con el comportamiento perseguido y que se exige; lo connotativo o intencional: la inclinación voluntaria (toma de decisiones) para la realización de la acción y lo comportamental, la conducta propiamente dicha.

Gallego (1999), introduce un nuevo componente: el axiológico, para ello se vale de la siguiente explicación: “en virtud de que la aceptación o el rechazo están precedidos de una valoración personal, no sólo de si se encuentra en condiciones de seguir el comportamiento perseguido, sino también de los beneficios personales y comunitarios que los resultados de la conducta revierten.

Por otra parte, el interpretar visto desde el concepto de competencia formulado por Chomsky, se hace claro que hace relación a la interpretación desde las estructuras conceptuales, metodológicas, estéticas, actitudinales y axiológicas elaboradas por quién aprende. Estas interpretaciones también han de entenderse como las lecturas que hace del mundo, la naturaleza, eventos, hechos, como de igual manera la de símbolos y signos presentes en cada uno de ellos, o desde los textos.

Desde la actuación, entendida como la representación desde el sujeto para los demás (Toulmin, 1972) las competencias se evidencian desde el dominio de un saber que aprende a través indiscutiblemente del lenguaje tanto oral como escrito, sometiendo luego la representación a una comunidad de especialistas, empleando patrones temáticos elaborados y discutidos por esta y propios de una ciencia en particular.

### 2.3. Dominios de la competencia.

Contextualizando lo anterior, la enseñanza de las ciencias de la naturaleza por competencias cognoscitivas estaría propuesta bajo tres dominios de la misma: **el interpretar, el argumentar y el proponer**. **El interpretar** hace referencia a los actos que el sujeto realiza con el propósito de comprender los diferentes contextos de significación, de este modo, la interpretación alude fundamentalmente al fenómeno de la comprensión. Por tanto, es la construcción y reconstrucción de significados y formas de significar desde las lecturas de eventos, hechos, textos, signos y símbolos propios de un lenguaje científico, familiarizándose y adentrándose con el trabajo de una comunidad científica.



**Ilustración No1. Dominios de las competencias cognoscitivas.**

Desde las ciencias de la naturaleza, permite que al interpretar conozca la actividad propia de las ciencias, asumiéndola como colectiva, (kuhn, 1962). Al introducir al estudiante en este tipo de actividad comprenderá como la ciencia no es el fruto de los aportes de manera individual y aislada por algunos hombres de ciencia, es emprendida por una comunidad de especialistas; Gallego y Pérez (2001) afirman que el saber proponer, para los otros, exige el dominio de la competencias comunicativas agregado, que también lo es para las otras dos competencias y **el argumentar** en ciencias de la naturaleza se refiere a la puesta en juego de conceptualizaciones, procedimientos y actitudes en diversos contextos. Además, de establecer el diálogo auténtico al explicar las razones y motivos que dan cuenta del sentido de un texto, evento, fenómeno o hecho; entonces la argumentación fundada en la interpretación (Hernández, 1998) es una acción contextualizada que busca dar explicación de las ideas que se articulan; el argumentar está regido por la experimentación; quién propone, a de diseñar constructos de tal índole.

Se resalta en Popper, Kuhn y Lakatos que la argumentación de teorías, paradigmas, programas de investigación se sostienen lógicamente o no y, poseen el poder de la convicción, argumentar es divulgar en forma oral o escrita lo comprendido desde el lenguaje de la disciplina a partir de teorías, modelos, símbolos y signos. Es generar una experiencia de aprendizaje en el aula.

El **proponer** se caracteriza por ser una actuación crítica y creativa en el sentido que plantea opciones o alternativas ante la problemática presente en un orden discursivo o determinado, conlleva a la exigencia de haberse apropiado de su contexto, pues solo así se está en condición de legitimar un nuevo orden al interior de tal discurso.

Aquí, es de anotarse que las competencias interpretar, argumentar y proponer no pueden trabajarse desligadamente una de la otra. Es necesario que al reconstruirlas y construirlas desde las estructuras conceptuales y metodológicas de una ciencia en las y los estudiantes, se tomen indispensablemente las otras.

Es decir, la construcción y reconstrucción de las competencias están demarcadas por los dominios de: interpretar, argumentar y proponer desde el lenguaje propio de la ciencia objeto de estudio. El interpretar hace referencia a los actos que el sujeto realiza con el propósito de comprender los diferentes contextos de significación, de este modo, la interpretación alude fundamentalmente al fenómeno de la comprensión y en trabajados en conjunto, se familiariza con el trabajo de una comunidad científica; el proponer El proponer se caracteriza por ser una actuación crítica y creativa en el sentido que plantea opciones o alternativas ante la problemática presente en un orden discursivo o determinado, conlleva a la exigencia de haberse apropiado de su contexto, pues solo así se está en condición de legitimar un nuevo orden al interior de tal discurso y el argumentar en ciencias de la naturaleza se refiere a la puesta en juego de conceptualizaciones, procedimientos y actitudes en diversos contextos. Argumentar es divulgar en forma oral o escrita lo comprendido desde el lenguaje de la disciplina a partir de teorías, modelos, símbolos y signos. Es generar una experiencia de aprendizaje en el colectivo aula.

Desde esta perspectiva la enseñanza de las ciencias de la naturaleza estará determinado por la transposición didáctica (Chevallard, 1991) o recontextualización didáctica (Gallego y Pérez, 1999), en donde lo es lo enseñable para el otro, a partir de los documentos originales, publicados por los científicos que propusieron y desarrollaron sus teorías.

### **CAPITULO 3. ¿CÓMO, DESDE DONDE, POR QUE Y PARA QUE ENSEÑAR LAS CIENCIAS DE LA NATURALEZA POR COMPETENCIAS COGNOSCITIVAS?**

El interrogante que se plantea como título de este capítulo, se vislumbra desde cuatro aspectos fundamentales para la enseñanza de las ciencias de la naturaleza: la nueva didáctica de estas, una concepción de aprendizaje total y los criterios de la enseñabilidad y educabilidad. Veamos:

#### ***Acerca de la didáctica de las ciencias de la naturaleza.***

En la actualidad, la didáctica de las ciencias es una disciplina teóricamente fundamentada (Gil y Colab. 1999; 2002 citado por Pérez, Gallego, Torres de Gallego y Gallego, 2003) que posee unos campos de conocimiento e investigación definidos por los especialistas (Gil, Carrascosa y Martínez Terrades, 1999) y en consecuencia “es una ciencia de enseñar ciencias” (Izquierdo y Sanmartí (2001) veamos algunos:

- **Concepciones alternativas de los estudiantes.** Gil y otros afirman que esta línea de investigación, ha marcado en buena medida la emergencia de la didáctica de las ciencias como nueva disciplina científica. En este campo se reconoce las ideas alternativas con las cuales ingresan los niños y las niñas al proceso didáctico de identificación, caracterización y transformación de las mismas permitiendo la posibilidad de una discusión sobre lo que se entiende por conocer y saber y otra desde las elaboraciones realizadas por los profesores de ciencias al problema (Gallego Badillo, Pérez Miranda, Torres de Gallego y Amador Rodríguez, 2003).
- **La evaluación.** (Geli, 1996; Jorba y Sanmartí, 1993 y 1994) y Gil, A., Martínez Torregrosa, 1993. El concepto de evaluación en didáctica de las ciencias ha dejado claro que no se refiere al acto habitual de calificar y esta práctica se halla ligada a los procesos epistemológicos, pedagógicos y didácticos de los profesores de ciencias de la naturaleza, directivos docentes, autoridades distritales y nacionales.

Desde la nueva didáctica de las ciencias, la evaluación se establece como las múltiples posibilidades que los y las estudiantes tienen en el proceso de la enseñanza de una ciencia. Este proceso ha de emerger desde las estructuras conceptuales y metodológicas de la disciplina, por tanto, las estrategias han de ir en la misma marcha.

- **Enseñanza por competencias.** La enseñanza de las ciencias asumida por las competencias cognoscitivas: interpretar, argumentar y proponer. Tiene como punto de partida la afirmación: los estudiantes y las estudiantes saben interpretar, argumentar y proponer ya sea desde el saber cotidiano o desde sus experiencias educativas anteriores, pero que no lo hacen desde sus estructuras conceptuales y metodológicas de las ciencias, Gallego y Pérez, (2002).

- **La formación inicial y continuada de profesores de ciencias.** Para este campo, las múltiples investigaciones tiene en común que parten de la ideas que los profesores traen a sus cursos de formación sobre ciencia, actividad científica, fundamentos didácticos y pedagógico, una concepción de evaluación, procesos de reflexión del profesor y recientemente la elaboración histórica de los programas de formación de profesores y su caracterización actual de los fundamentos epistemológicos, didácticos y pedagógicos adelantada en las universidades y particularmente en las Facultades de Educación en Colombia ( Gallego, Pérez, Torres de Gallego, Amador, 2003).
- **Las concepciones de los profesores de ciencias.** (Pórlan, 1989; Gallego Badillo y Pérez Miranda, 2002). Este campo de conocimientos es relativamente reciente (Angulo, 2003). Tiene por interés desde la nueva didáctica de las ciencias la afirmación que al igual que los y las estudiantes, los profesores que inician su formación llegan al aula de ciencias con ideas acerca de la actividad científica, la ciencia, la enseñanza y evaluación; al igual que los y las estudiantes se espera que los profesores construyan y reconstruyan conscientemente nuevos significados y formas de significar.

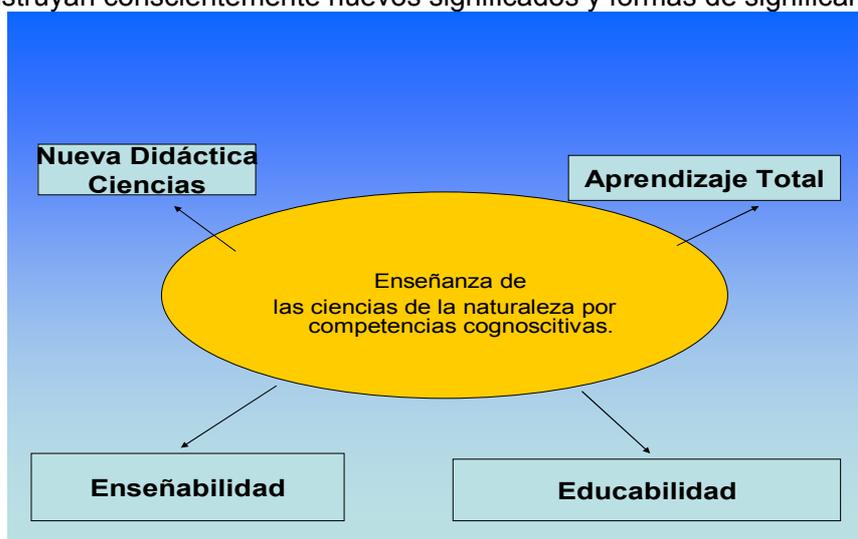


Ilustración No. 2. Factores que confluyen en la enseñanza de las ciencias de la naturaleza por competencias cognitivas.

### **1.1.El aprendizaje total.**

En el contexto de la nueva didáctica de la ciencias, el concepto de aprendizaje es visto como objeto de estudio en tanto que es una actividad entre otras de gestión de saberes científicos en el aula (Adúriz e Izquierdo, 2002). De igual forma no se podría enmarcar en los paradigmas memorístico y repetitivo al pie de la letra (Ausubel, Novak y Hanesian, 1976) que venían imperando en la práctica habitual; este concepto exige que sea definido desde sus propias intencionalidades curriculares. Desde esta panorámica a continuación se caracterizan algunos de estos como: aprendizaje memorístico, aprendizaje por descubrimiento, aprendizaje significativo,

aprendizaje como cambio conceptual, como cambio conceptual y metodológico, como cambio conceptual, metodológico, actitudinal y axiológico (aprendizaje total), entre otros.

Por tanto, el **Aprendizaje total** se refiere al cambio conceptual, metodológico, actitudinal y axiológico su punto de partida radica desde la afirmación: “los seres humanos, en comunidad, construyen y reconstruyen representaciones organizadas en estructuras conceptuales, metodológicas, actitudinales y axiológicas (estructuras de significación, de elaboración y atribución de significados) de sí mismo, de la naturaleza y del contexto en el que se desenvuelve, con el fin de ordenar la exterioridad para la intervención, el control y el dominio de ella”

Este aprendizaje no configura un todo como la suma de sus partes, ya que se funda en la integración epistemológica en la que cada una de las categorías se codefinen, se codeterminan, es decir, una va con la otra, no es posible interrogarse por una sola, involucra a las demás (Gallego y Pérez, 1997).

Implicarse en el cambio conceptual, metodológico, actitudinal y axiológico, supone que los estudiantes han de posicionarse de su reconocimiento de lo que sabe, las maneras como ha llegado a ese saber y se reconozca que ha sido él quien lo ha construido, reconociéndose a su vez en lo que sabe (Gallego y Pérez, 1997); en esta vía, el estudiante es un sujeto con una historia cognoscitiva. El papel del maestro ha de ser el de orientar estos procesos y la de un mediador teniendo presente las diferencias individuales, es decir, lo que cada estudiante construya y asigne significados a lo que ya sabe con lo nuevo en sus estructuras cognoscitivas. El maestro entonces, debe estar abierto a la inmensas posibilidades y / o múltiples aprendizajes y estar atento a sus progresos, sin que caigan en construcciones equivocadas de conceptos

### **1.2. La enseñanza y enseñabilidad de las ciencias de la naturaleza.**

La enseñabilidad y la enseñanza de una ciencia, como la química, la física, la biología, no debe prestar a confusión o asimilarse como dos en uno. La enseñabilidad de una ciencia estaría dada por lo enseñable para el otro. En estos términos, la enseñabilidad se reconoce como un conocimiento científico preparado para ser enseñable. Siguiendo a Forero (1999), para construir el concepto de enseñabilidad desde la ciencia objeto de estudio y para comprender como éste es básico para su enseñanza se deben sustentar los siguientes hechos: *el proceso racional del cambio conceptual* de las ciencias, es el progreso de una fase del conocimiento a otra fase de conocimientos más rigurosos y por ende más general; *en el proceso de cambio conceptual*, los científicos están envueltos en solucionar problemas, usando ciertos problemas previos para transformar su conocimiento actual acerca de la actualidad; *el progreso del conocimiento* acerca de un objeto, concepto o teoría es argumentar contra su propio concepto previo superando los obstáculos que se oponen a ello; *las ciencias en su proceso de construcción* tiene estructuras derivadas de su problema original, su desarrollo y sus derivados intentos de la solución del mismo y tales estructuras tienen una lógicas de explicación y comprensión de su contenido, necesarias para entender el proceso de producción científica.

### 3.3.1. *La transposición didáctica.*

No obstante, y a pesar de aproximaciones anteriores del problema de la enseñabilidad de las ciencias se concluye que para formular y resolver dicho problema era menester acudir al concepto de transposición didáctica creado por algunos especialistas en educación matemática (Chevallard, 1991) a lo que los ingleses denominan también recontextualización didáctica. (Gallego Badillo y Pérez Miranda, 1999).

El concepto de transposición didáctica es definido por Chevallard como el paso del saber sabido al saber enseñado y, por lo tanto a la distancia eventual, obligatoria que los separa. Para que las estructuras conceptuales se han enseñables Chevallard adiciona que en el proceso de transposición estos deben haber sufrido ciertas deformaciones (no cambios de significado o formas de significar o descontextualización de los significantes) que lo harán apto de ser enseñado.

Retomando el concepto de transposición didáctica o de recontextualización propio de la educación matemática, para incorporarlo a la didáctica de las ciencias ha de tenerse en cuenta que el carácter y el desarrollo histórico del conocimiento científico es radicalmente diferente desde las matemáticas; en efecto, en esta última no se presenta sustitución de teorías, cambios paradigmáticos, abandono de programas regresivos o sustitución de modelos científicos. En consecuencia, ese concepto de transposición o de recontextualización debe ser asumido de manera diferente; Gallego Badillo (2003), afirma que la ciencia que se hace objeto de trabajo desde las lecturas de los textos originales de modelos, teorías o paradigmas científicos que se desean socializar y de las intencionalidades curriculares de acuerdo con el grado y nivel del sistema educativo son direccionalidades para el saber a enseñar.

En lo relacionado con la enseñanza como problema didáctico, se traslada a una enseñanza de carácter conceptual y metodológico, que tal problema se desprende de los supuestos didácticos desde los cuales se ha recontextualizado cada teoría o modelo científico para hacerlo objeto de trabajo en el aula con los estudiantes del grado de Educación Básica en el que se realiza la experiencia investigativa. En este orden de ideas, han de formularse unas estrategias apropiadas para contrastar los supuestos didácticos que dirigieron la transposición.

Las preguntas que se desprenden de lo anteriormente establecido indagan por la veracidad de la transposición didáctica de una de las teorías, paradigmas o modelos desde donde los educandos construyan y reconstruyan las competencias interpretar, argumentar y proponer y de que manera se formulan unas estrategias de enseñanza que posibiliten contrastarlas. Se habla de reconstrucciones porque las niñas y los niños tienen de partida las competencias interpretar, argumentar y proponer sin ser desde un lenguaje propio de la ciencia.

La transposición didáctica en la enseñanza por competencias se convierte en foco de reflexión, de interpretación epistemológica de las teorías, modelos científicos o programas de investigación desde una ciencia en particular. En esta vía no sólo las y

los estudiantes reconstruyen o construyen, lo hace también el docente. Chevallard afirma que el enseñante o profesor al leer de un texto del saber, este ya ha comenzado una transposición didáctica. A partir de esta situación, el profesor de ciencias de la naturaleza y más aún para el caso de la Educación Básica rompe posibilidades de su propia elección, verificación de estos y de su capacidad de control, empezando por el texto mismo.

### **1.3. Educabilidad y educación en ciencias**

#### **3.4.1. La educabilidad de las ciencias**

**La educabilidad de las ciencias.** Este punto puede verse desde dos puntos de vista:

1. Según Gallego (2003) a la intencionalidad de la formación científica que deben los jóvenes que han optado por dedicarse a una de las ciencias, de acuerdo a sus intereses, particularidades, es decir, han decidido en su proyecto de vida, ser científicos. En este aspecto, la teoría de los gases pretende generar actitudes positivas hacia las ciencias; de igual modo orientar la formación científica y presentar la evolución y desarrollo de las ciencias a partir del trabajo colectivo de hombre de ciencias, más no individual.
2. Aquellos que al contrario de lo anterior, han seleccionado otros campos. En este punto, se hace necesario que la desde su propia intencionalidad sea vista como la posibilidad de apropiación de conocimientos en un mundo plagado de tecnología como el actual, es decir, de una educación en ciencias, una alfabetización básica (Fourez 1994). Estar científicamente alfabetizado es pues, saber cómo utilizar los conocimientos cuando se trate de una decisión (Fourez 1994), es decir ha de permitir una posibilidad diferente de leer el mundo y de actuar de acuerdo a esas interpretaciones, reconocer el lenguaje propio de una disciplina, la teoría de los gases apunta a este propósito.

#### **3.4.2. La educación en Ciencias**

**Educación en Ciencias.** Al plantear la educación en ciencias y para la Educación Básica, estaría dada en revisar los currículos operantes en los distintos grados de escolaridad, las intenciones curriculares, desde donde se infiere las aproximaciones histórico-epistemológicas imperantes. Con respecto al primero establecen, en cierto modo, qué ciencia enseñar modificando los grados de escolaridad. Hecho preocupante en la Educación Básica cuando los docentes que dirigen estas áreas no poseen un discurso racional sobre la ciencia a enseñar y se orientan por los textos, que han elaborado una transposición de los conceptos por enseñar, como la teoría de gases; para el segundo, la corriente constructivista ofrece una mirada diferente, las ciencias se han elaborado por colectivos de especialistas (Hodson, 1985) y que su desarrollo histórico es explicable asumiendo la propuesta de teorías (Popper), paradigmas (Kuhn), programas de investigación (Lakatos) o modelos científicos.

#### 4. BIBLIOGRAFÍA.

AUSUBEL, P. DAVID., 1976. Psicología Educativa: un punto de vista cognoscitivo. Editorial Trillas.

ARISTIZABAL, A, 2005. Los conceptos de calor y temperatura desde la enseñanza de las competencias cognoscitivas y los estándares de competencia. Tesis, Maestría de la Química, Universidad Pedagógica Nacional.

BACON, F., 2000. Novum Organum. Quinta Edición. Editorial Porrúa, México.

BARBOSA, L. M.C. y DE CARVALHO, A.M.P., 2001. "Ejercicios de razonamiento" En tres lenguajes: enseñanza de la física en los primeros años de la Escuela Primaria" en Revista de Investigación y experiencias didácticas, Número Extra. VI Congreso

BOGOYA, M. DANIEL, 2000. Evaluación de competencias en Revista Javeriana. Número 663, Tomo 134, Abril, Año 68. Pág. 177-186.

BOGOYA, M; TORRADO, P.; SOLSONA, et al., 1998. Hacia una cultura de la Evaluación para el siglo XXI. Taller sobre evaluación de competencias Básicas. Universidad Nacional de Colombia. Unibiblos.

BOGOYA. M, DANIEL, 2000. Evaluación de competencias en Revista Javeriana. Número 663, Tomo 134, Abril, Año 68. Pág. 177-186

BOGOYA, M. D. y otros, 2003. Trazas y Miradas. Universidad Nacional de Colombia. Unibiblos.

CARDENAS, A y LEAL CONTREARAS, H., 2003. Formación y evaluación de competencias en Ciencias Naturales. Trazas y Miradas. Universidad Nacional de Colombia. Unibiblos.

CHEVALLARD, Y., 1991. La transposición didáctica: del saber sabido al saber enseñado. Aique Grupo Editor S.A. Argentina.

CHOMSKY, N. 1965. Reflexiones sobre el lenguaje. Barcelona, Planeta Agostini.

ERAZO, M., 2001. El pensamiento del profesor: influencias empiropositivistas en las concepciones de investigación, ciencia, epistemología, enseñanza, aprendizaje y modelo didáctico. Bogotá, Universidad Pedagógica Nacional.

FOUREZ, G., (1994). Alfabetización científica y tecnológica. Buenos aires, Calihue.

FORERO, F. Y OTROS, 1999. Educabilidad y Enseñabilidad. Pedagogía y Educación. Reflexiones sobre el Decreto 272 de 1998, para la acreditación previa de programas de Educación. Colección de documentos de reflexión No. 2. Consejo Nacional de Acreditación. Bogotá, Colombia.

IZQUIERDO, A, M. y ADURIZ, B, A., 2002. Acerca de la didáctica de las ciencias como disciplina autónoma. Revista Electrónica de las Ciencias. Vol.1, No. 3. Universitat Autònoma de Barcelona.

JIMENEZ, A, M., 2001. Discurso de aula y argumentación en la clase de ciencias. Revista Enseñanza de las Ciencias. Número Extra. VI Congreso.

KUHN, T. S, 1971. La estructura de las revoluciones científicas. México. Fondo de la cultura económica.

GALLEGO, R. Y PEREZ, R., 1994. Representaciones y Conceptos científicos: un programa de investigación. Departamento de Química. Facultad de Ciencia y Tecnología. Universidad Pedagógica Nacional.

GALLEGO, R. Y PEREZ, R., 1997. La enseñanza de las ciencias experimentales. El constructivismo del caos. Mesa redonda. Magisterio.

GALLEGO, B. R, 1999. Competencias Cognoscitivas: un enfoque epistemológico, pedagógico y didáctico. Cooperativa Editorial Magisterio. Bogotá.

GALLEGO, R. Y PEREZ, M, R., 2002. El problema del cambio en estudiantes de formación avanzada. Enseñanza de las ciencias, 20(3), 401-414.

GALLEGO, B. R. y GALLEGO, T. A., 2003. La formación inicial de profesores de Ciencias: un problema didáctico y curricular. Congreso sobre Formación de Profesores de Ciencia. TEA. Revista de la Facultad de Ciencia y Tecnología. Universidad Pedagógica Nacional. Número Extra. Bogotá D.C.

GIL, P., D., 1983. Tres paradigmas básicos en la enseñanza de las ciencias. Enseñanza de la Ciencias. Pag. 26-33

GOMEZ, C., CASSA, L., y BONILLA, H., 2001. Competencias en la Física: ¿Educación o cultura? En Revista Colombiana de Física, Vol. 32, No 2.

HERNÁNDEZ, C., ROCHA DE LA TORRE, A. Y VERANO., 1998. *Exámenes de Estado: Una propuesta de Evaluación por Competencias*. ICFES, Serie Investigación y Evaluación Educativa.

LAKATOS, 1983. La metodología de los Programas de Investigación Científica. Madrid: Alianza Editorial.

LEMKE, L. Jay, 1997. Aprender a hablar ciencia: lenguaje, aprendizaje y valores. Temas de educación. Editorial Paidós.

- MALDONADO, 2000. Las competencias: una opción de vida. Editorial Magisterio.
- MERTENS, L., 1996. Competencia laboral, sistemas, surgimiento y modelos. Montevideo, Ed. Cinterfor.
- MERTENS, L., 1998. La gestión por competencia laboral en la empresa y la formación profesional, Programa de Cooperación Iberoamericana para el diseño de la Formación Profesional (IBERFOP). Edición Organización de Estado Iberoamericanos para la Educación, la Ciencia y la Cultura (OEI), Madrid, España.
- MONTENEGRO, A, 1999. Función de la pregunta en los procesos de Razonamiento en Ciencias. Estudio Etnográfico. Bogotá: Inédito. Informe Universidad Pedagógica Nacional.
- MONTENEGRO, A, 2002. Preguntas Cognitivas y Metacognitivas en el proceso de aprendizaje, Influencia de preguntas cognitivas y metacognitivas en comprensión conceptual y en habilidad para resolver problemas en Ciencias. TEA, Revista de la Facultad de Ciencia y Tecnología. Universidad Pedagógica Nacional, No. 11. Bogotá, D.C.
- NAVIO GAMEZ, A., 2001. Caracterización inicial de las competencias profesionales.
- PIAGET, J., 1985. Seis estudios de psicología. Barcelona: Editorial Planeta-De Agustini.
- POPPER., 1962. La lógica de la investigación Científica. Madrid: Tecnos, 1962.
- ROJAS, S., CASTELLANOS, M., Y VARGAS, E, 2002. La pregunta como estrategia didáctica en la interpretación de textos” P.F.P.D. Secretaría de Educación Distrital. Fundación Universitaria Monserrate, Bogotá.
- ROJAS, R, S., 2006. Las competencias Cognoscitivas y el concepto gases. Universidad Pedagógica Nacional. Tesis de Maestría, Departamento de Química, Facultad de Ciencia y Tecnología- Marzo.
- SANMARTI, N., 2001. Enseñar a enseñar ciencias en secundaria: un reto muy complejo. Revista Interuniversitaria de formación de profesores. (40), Pág. 31-48.
- SARDA, J., SANMARTÍ, N., 2000. Enseñar a argumentar científicamente: un reto de las clases de ciencias, en Revista de Investigación y experiencias didácticas, Vol. 18 (3), 405-422.
- SUTTON, C., 2003. Los profesores de Ciencias como profesores del lenguaje. Reviste Enseñanza de las Ciencias, Vol., 21 No. 1. Pág. 21-25
- TORRADO, M, C., 1998. De la evaluación de aptitudes a la evaluación de competencias. Aportes desde la psicología a la recontextualización del examen de estado. Serie Investigación y Evaluación Educativa.

*LA ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS DE LA NATURALEZA y LAS COMPETENCIAS COGNOSCITIVAS  
SANDRA PATRICIA ROJAS ROJAS.*

UNESCO, 1998. Informa mundial sobre la Educación. Los docentes y la enseñanza en un mundo en mutación. Madrid, Santillana-UNESCO.

