

# Énfasis Educación en Ciencias

## 1. Grupos Responsables:

Ciencias, Acciones y Creencias, Investigación en las Aulas Colombianas, INVAUCOL y Estilos Cognitivos, PROBLEMUCIENCIAS, Pedagogía Urbana y Ambiental, Conocimiento Profesional del Profesor de Ciencias, DIDAQUIM. Este énfasis cuenta además, con el apoyo del grupo Interculturalidad, Ciencia y Tecnología, INTERCITEC.

GRUPOS	INTEGRANTES		LINEAS DE INVESTIGACIÓN
	NOMBRE	FORMACIÓN	
1.CIENCIA, ACCIONES Y CREENCIAS	Lilia Reyes Herrera	Doctor of Philosophy in Science Education <i>Florida State University. U.S.A.</i>	1. Ciencia, acciones y creencias. 2. Evaluación en ciencias. 3. Elaboración de los conceptos científicos. 4. La relación entre el conocimiento común y el conocimiento científico en el contexto escolar. 5. El conocimiento y las epistemologías de los profesores.
	Luis Enrique Salcedo	Doctor en Química Analítica. <i>Universidad Estatal de Moscu (Lomonosov)</i>	
	Fabio Vélez Uribe	Doctor en Filosofía <i>Universitat Munster (Westfalische-Wilhelms)</i>	
	Fidel Antonio Cárdenas S.	Doctor en Química <i>Ph.D University of Strathclyde. U.K.</i>	
	Alfonso Zambrano Claret	Ph. D in Science Education. <i>London University. U.K.</i>	
	Carlos Julio Uribe Gardner	Doctor en Didáctica de las ciencias y las Matemáticas. <i>Universidad Autónoma de Barcelona. España</i>	
	Rita Linares Lopezlage	Doctora en didáctica de las ciencias y las matemáticas. <i>Universidad Autónoma de Barcelona. España</i>	
	Pedro Nel Zapata C.	Doctor en Educación <i>Universidad Pedagógica Nacional. Colombia</i>	
2. INVAUCOL	Gerardo Perafán Andrés	Doctor en Educación <i>Universidad Pedagógica Nacional. Colombia.</i>	1. El conocimiento y las epistemologías de los profesores.
	Alberto García Calderón	Doctor of Philosophy. <i>Florida State University. U.S.A.</i>	
3. INTERCITEC	Adela Molina Andrade	Doctora en Educación. Énfasis en enseñanza de las Ciencias y las Matemáticas. Universidad de Sao Paulo. Brasil	1. Enseñanza de las Ciencias y contexto cultural. 2. Relaciones CTS 3. Conocimiento profesional y

GRUPOS	INTEGRANTES		LINEAS DE INVESTIGACIÓN
	NOMBRE	FORMACIÓN	
	Carmen Alicia Martínez Rivera	Doctora en Educación. Didáctica de las ciencias <i>Universidad de Sevilla.</i> España	escolar
4. ESTILOS COGNITIVOS	Christian Hederich Martínez	Doctor en Psicología. <i>Universidad Autónoma de Barcelona.</i> España	1.Estilo cognitivo y logro educativo 2. Estilos pedagógicos 3. Ritmos cognitivos
5. PROBLEDOCENCIAS	Margie Nohemy Jessup	Ph. D. Biología. <i>Universidad Estatal de Kiev.</i> T.G. Schevchenko	1. Resolución de Problemas en Ciencias Experimentales e Ingenierías y 2. Estudios en Calidad de Vida, esta última con dos programas de investigación: - Educación ambiental y en población y - Educación para la salud.
	Rosalba Pulido de Castellanos	Doctora en Educación. Universidad Pedagógica Nacional	
	Joaquín Martínez Torregrosa	Doctor en Ciencias. Universidad de Valencia - España	
6. PEDAGOGÍA URBANA Y AMBIENTAL	Pablo Páramo Bernal	Ph.D. Psychology: environmental. <i>The City University of New York.</i> U.S.A.	1.La formación científica en los lugares públicos
7. CONOCIMIENTO PROFESIONAL DEL PROFESOR DE CIENCIAS	Edgar Valbuena	Doctor en Didáctica de las ciencias experimentales. <i>Universidad Complutense de Madrid</i> (España)	Conocimiento profesional del profesor de ciencias (CPPC).
8. DIDAQUIM	Carlos Javier Mosquera	Doctor en Didáctica de las Ciencias Experimentales. <i>U Valencia</i> (España)	1. Cambio Didáctico. 2. Diseño curricular en ciencias. 3. Historia y Epistemología de las ciencias: hacia las reconstrucciones didácticas de las teorías químicas. 4. La Educación en Ciencias en Colombia: Aspectos históricos, epistemológicos y culturales. 5. Desarrollo del Pensamiento Científico.
	Adriana Patricia Gallego	Doctora en didáctica de las Ciencias. Universidad de Valencia. España	Ciencia, Tecnología, Sociedad

## **2. Profesores que lo conforman**

Adela Molina Andrade, Adriana Patricia Gallego Torres, Alberto Calderón García, Alfonso Claret Zambrano Chaguendo, Carlos Uribe Gardner, Carmen Alicia Martínez Rivera, Christian Hederich Martínez, Fabio Vélez Uribe, Fidel Antonio Cárdenas Salgado, Gerardo Andrés Perafán Echeverri, Lilia Reyes Herrera, Luís Enrique Salcedo Torres, Margie Noemí Jessup Cáceres, Pablo Páramo Bernal, Pedro Nel Zapata Castañeda, Rita Linares Lopezlage, Carlos Javier Mosquera, Edgar Orley Valbuena todos ellos miembros de la Universidades Pedagógica Nacional, del Valle, Distrital Francisco que conforman el Programa de Doctorado Interinstitucional en Educación

## **3. Justificación**

El plan (2000-2005) del programa de estudios científicos en educación de COLCIENCIAS, después de un balance sobre los diferentes desarrollos de la investigación en el campo de la educación y la pedagogía en el país, señala la necesidad cada vez más creciente de la formación de alto nivel lo cual se constituye en una justificación importante para el impulso y desarrollo de programas doctorales en este campo.

Una visión de futuro de la investigación en educación y pedagogía estaría relacionada, con las políticas de fortalecimiento de la investigación en educación y pedagogía, en las que, necesariamente tienen presencia, entre otros: los programas de formación de investigadores (maestría y doctorado), los diversos tipos de problemas de la educación en el país; la organización en grupos y centros de investigación; las líneas y campos que requieren reflexión en el país; los proyectos de investigación; la vinculación y fomento a redes académicas; las publicaciones y demás materiales educativos.

Adicionalmente, el número de publicaciones y eventos de carácter nacional e internacional realizados en las dos últimas décadas en nuestro país ilustra la importancia creciente de la enseñanza de las ciencias en Colombia, y permite justificar que gran parte de los esfuerzos deben dirigirse hacia la consolidación de esta la disciplina mediante programas de formación doctoral.

Entre las investigaciones que se adelantan en el campo de la enseñanza de las ciencias es importante señalar las que se ocupan de las diferencias entre conocimiento común y conocimiento científico, las que exploran las concepciones de los alumnos a propósito del término de uso cotidiano, que tienen significados diferentes y precisos en el contexto de las teorías científicas, las que proponen una enseñanza a partir de problemas o de proyectos, las que proponen estrategias para el aprendizaje de conceptos básicos, las que apuntan a convertir el laboratorio en un espacio de trabajo construcción de conocimiento y no sólo de corroboración de lo aprendido en la teoría, las que atienden a las necesidades, la formación y actualización de docentes en los campos disciplinarios, las que intentan hacer una descripción de los imaginarios de los alumnos y profesores en relación con las ciencias, las que implementan propuestas derivadas de la psicología a la enseñanza de las ciencias, las que estudian los aportes de la filosofía y, particularmente, de la epistemología a la formación en ciencias, las que apuntan a la caracterización curricular proponiendo formas de aproximación a las conceptualizaciones más recientes de las ciencias en el aula, las que exploran posibles usos de la informática y las que se ocupan de proponer nuevas estrategias de trabajo y de interacción entre los estudiantes y estos y sus docentes de ciencias”

Como se observa en el anterior párrafo, las tendencias enunciadas por Hernández (2000) se recogen en las líneas de investigación propuestas en este énfasis. Lo anterior indica una creciente continuidad del trabajo investigativo tanto de los grupos como de las instituciones en el país, en concordancia con los desarrollos internacionales.

**Fortalezas en las Universidades:** Las universidades del convenio han tenido una creciente participación en la investigación educativa en el campo de la educación en ciencias. Lo anterior puede observarse a partir de varios indicadores: Aumento del número de investigaciones en esta área en las tres universidades, aumento del número de grupos de investigación, productos y eventos de comunicación científica con participación de invitados internacionales.

Es necesario resaltar la confluencia de voluntades y recursos materiales y humanos entre las tres universidades, que se concreta en la capacidad para desarrollar esta propuesta conjunta, lo cual favorece el fortalecimiento de una comunidad de educadores en ciencias, constructora de conocimientos que permite una inserción exitosa en la comunidad internacional.

Para un país en desarrollo como Colombia el número de personas con título de doctor escasamente alcanza al 0.05%, porcentaje que de acuerdo con indicadores internacionales (2% de la población) evidencia una profunda brecha en relación con los países de la región y del mundo. En particular con relación al énfasis en educación en ciencias, vale la pena resaltar que la formación doctoral es incipiente.

De acuerdo con las ofertas de formación avanzada de las Universidades locales se hace evidente la necesidad de fortalecer y aumentar la oferta de formación a nivel doctoral en el país.

Uno de los puntos fundamentales de las Agendas regionales de Ciencia y Tecnología Programa estratégico de COLCIENCIAS, que ha venido siendo desarrollado por universidades como: Valle, Sabana, Distrital y otras instituciones y organismos gubernamentales y no gubernamentales, es el énfasis en la formación de capital humano del más alto nivel para el progreso científico y tecnológico del país. La formación de este recurso requiere que sus formadores sean también de alto nivel y dado el evidente desequilibrio que se presenta se hace más urgente resolver esta situación.

#### **4. Marco Referencial**

##### **4.1 Antecedentes históricos de la educación en Ciencias**

La idea de introducir la enseñanza de las ciencias en los currículos escolares no es reciente. Así pues se ha señalado la necesidad de incorporar las ciencias en la escuela como parte esencial de una Educación Humanística. Estudios sobre la evolución histórica y conceptual de la educación en ciencias, permiten afirmar que esta, en sus inicios, no se presenta como un campo de trabajo consolidado, con un cuerpo teórico definido y autónomo dentro de la didáctica general; sino como una serie de investigaciones aisladas cuyo eje articulador se relacionaba con la preocupación por la calidad de la enseñanza de las ciencias naturales en la escuela. Así, la educación en ciencias como disciplina autónoma, se construye a partir de la emergencia de una comunidad académica, desde la cual se consolida un campo de trabajo autónomo, con un cuerpo teórico sólido y una estructura de coherencia propia, que permite la existencia de un discurso comunicable.

A partir de estos estudios, es posible distinguir varias etapas o fases de desarrollo:

- **Etapadisciplinar**

Caracterizada por una producción fragmentaria de trabajos e inexistencia de una disciplina. Esta etapa comienza desde finales del siglo XIX hasta mediados de la década del 50 en el siglo XX, caracterizada por un reducido número de trabajos y la no existencia de un campo teórico común; ello explica la presencia de trabajos situados en diferentes campos conceptuales, entre ellos: pedagogía, psicología, ciencias naturales, epistemología e historia de las ciencias. La disparidad en las producciones permite afirmar la inexistencia de un campo de problemas y la ausencia de conformación de comunidad académica. Así mismo, se atribuye la falta de consolidación de la disciplina a la inexistencia de clientes que demanden un conocimiento científico y tecnológico específico, aspecto que le daría más adelante su identidad.

Por otra parte, en este mismo contexto, mucho antes de hablar de Didáctica de las ciencias, la psicología de la educación se configuraba como una línea de investigación, preocupada por los problemas de enseñanza en el nivel primario. Es por eso que debemos los orígenes de la didáctica a la psicología, pero la psicología educativa no pudo dar respuesta a los problemas de la enseñanza de las ciencias. Los mismos psicólogos comprendieron que no se podía hablar de conocimiento o aprendizaje en general, rechazando la idea de que todos los individuos aprendían del mismo modo en cualquiera de los ambientes. Todo esto vino a

cuestionar la posibilidad de ir mas allá involucrando la didáctica de las ciencias dentro de la psicología educativa (Gallego, 2002)

- **Etapas Tecnológica**

Producción de estudios dirigidos a la reforma curricular. Esta etapa se inicia con la voluntad de cambio de los planes de alfabetización científica que se extiende por el mundo anglosajón durante la década del 50 y 60. En esta etapa se ponen en marcha programas que toman como orientación teórica investigaciones en Psicología del aprendizaje. La educación en ciencias se apoya en el conocimiento científico producido en áreas disciplinares periféricas generando una base teórica de recursos y técnicas de corte metodológico. Es por su fuerte voluntad de intervenir en el aula, más que por ocuparse del desarrollo de conocimiento básico, que se puede caracterizar como tecnológica.

Según Salcedo (1994) a raíz del lanzamiento del primer satélite orbital en 1957, por parte de la Ex-Unión Soviética, en los países occidentales se produce una gran conmoción pues era evidente el retraso científico y tecnológico. Para superar esta situación se decidió, entre otras acciones, impulsar y mejorar la enseñanza de las ciencias. Surgen así una serie de proyectos innovadores para mejorar la calidad de la educación en ciencias. Durante las décadas del 60 y del 70 son puestos en ejecución, en los Estados Unidos proyectos tan importantes como el CHEM STUDY (química), PSSC (física), BSSC y el CBA (Biología) y el proyecto NUFFIELD en Inglaterra. Como reacción a una enseñanza centrada en contenidos, la mayoría de estos proyectos fijaron su atención en los procesos de la ciencia.

En este contexto, se resolvió impulsar el trabajo de laboratorio para que los alumnos al ser puestos en situación de: observar, medir, clasificar, generalizar, etc. pudieran, mediante un proceso inductivo, descubrir las teorías, las leyes, los principios, en fin, el conocimiento científico. Sin embargo, investigaciones realizadas, demostraron que las transformaciones experimentadas en las clases de ciencias no produjeron los resultados esperados (Ausubel, Novak y Hannesian, 1978; Yager y Penick, 1983). Estos proyectos renovadores ejercieron influencia en la enseñanza de las ciencias en los países Iberoamericanos, entre ellos Colombia. Se hicieron esfuerzos por dotar a las escuelas, colegios y universidades de laboratorios y equipos para mejorar la enseñanza de las ciencias y en algunos países se utilizaron los materiales educativos producto de este movimiento renovador.

A raíz de dichos estudios se puso de manifiesto como la enseñanza de la ciencia se centraba de forma casi exclusiva en los contenidos conceptuales, así pues aunque anteriormente ya existían serias propuestas de aproximar el aprendizaje de la ciencia a las características del trabajo científico (Dewey, 1945), fue precisamente a partir de los años 60 cuando se produjo una eclosión de proyectos educativos en donde todos los esfuerzos estaban dirigidos a la superación de una enseñanza basado en la simple transmisión verbal de conocimientos – con una ausencia casi total de trabajos prácticos- para poner énfasis en el aprendizaje de la metodología científica, que pasó así a ser el objeto prioritario en la enseñanza de la ciencia.

El objeto de la mayor parte de estos proyectos era superar una orientación de la enseñanza que hasta entonces había estado basada fundamentalmente en la transmisión verbal, por parte del profesorado, de conocimientos ya elaborados. Esto hizo que se pusieran énfasis en que los alumnos “descubrieran por ellos mismos los conocimientos científicos”, pretendiendo de esta forma familiarizarlos con la metodología científica. Sin embargo, al evaluar los resultados, tras varios años de aplicar estas orientaciones, se pudo constatar que estos no habían sido, en modo alguno, lo satisfactorio que esperaban.

En realidad, la idea de aprendizaje “por descubrimiento” presenta una imagen distorsionada e inadecuada de la metodología científica. Una imagen de un marcado carácter positivista, que no contempla determinados aspectos claves del trabajo científico, tales como la emisión de hipótesis a la luz del cuerpo teórico de conocimientos disponibles o el propio diseño de experimentos, que ni siquiera parecen especificados entre los objetivos de los trabajos prácticos. Así Yager y Penick (1983), tras un detenido análisis de los cursos de ciencia impartidos en las escuelas estadounidenses se quejaban de que en la mayoría de ellos no se incluía ni tan sólo un experimento en donde los alumnos pudieran identificar y definir un problema, proponer diseños, o tomar deducciones.

Los pobres resultados obtenidos con la “enseñanza por descubrimiento” parecían mostrar que los objetivos de la enseñanza debían ser más modestos y centrarse en la transmisión de conocimientos para favorecer su adquisición significativa, no anecdótica ni memorística. Esta situación favoreció el retorno al modelo de enseñanza/ aprendizaje por transmisión recepción de conocimientos ya elaborados, tras proceder a una revisión crítica del mismo, destinada a evitar sus defectos y hacer posible un aprendizaje realmente significativo.

Dentro de dicha revisión han tenido un papel muy importante los trabajos de Ausubel y Novak, que pusieron de manifiesto un indudable impulso teórico a la investigación educativa. No obstante, ese cambio de orientación no consiguió tampoco sus objetivos iniciales. La persistencia de graves errores conceptuales cometidos por los alumnos, incluso universitarios, el bloqueo y abandono rápido de los estudiantes ante un problema que se separe, aunque sea ligeramente, de los realizados en clase y el deterioro progresivo del interés de la ciencia y su aprendizaje, que se produce en los alumnos conforme van avanzando de nivel educativo, son claros índices que ponen de manifiesto la eficacia de una enseñanza basada fundamentalmente en la transmisión verbal de conocimientos ya elaborados (Gallego, 2002).

- **Etapas protodisciplinar**

El campo integra la investigación básica. La delimitación de objetivos y metas, va perfilando un campo de trabajo académico, en el cual los investigadores al iniciar a considerarse como miembros de una misma comunidad, generan investigaciones, que al estar centradas en un campo específico, se van independizando de las disciplinas que los rodean, aspecto que propicia la formulación de problemas propios y originales. Inicialmente los aprendizajes se relacionan con los contenidos específicos de las ciencias. Se habla de una etapa protodisciplinar por la presencia de varias escuelas, aún no suficientemente estructuradas compitiendo por establecerse como base teórica de la comunidad; sin embargo, la presencia cada vez más creciente de un colectivo identificable, de personas guiadas por las mismas preocupaciones es un aspecto que posibilita la emergencia y consolidación de un campo teórico de trabajo.

- **Disciplina emergente**

Esta etapa se caracteriza por el inicio de consensos teóricos y metodológicos. Etapa que se ubica en la década de los 80 cuando los investigadores comienzan a preocuparse por la coherencia teórica del cuerpo de conocimiento acumulado. A la existencia de personas guiadas por una misma problemática, le sigue un análisis más riguroso de los marcos conceptuales y metodológicos que conduce a una exploración convergente y sistematizada de la problemática didáctica. Este tipo de estudios es lo que posibilita la creación de un modelo teórico robusto que guía la didáctica a modo de paradigma. Diversos autores hablan de la educación en ciencias como una disciplina en evolución acelerada y emergente, desde el punto de vista epistemológico, utilizando para ello los llamados modelos evolucionistas de la dinámica científica.

- **Disciplina consolidada**

Esta etapa se caracteriza por la formulación de modelos genuinamente didácticos. A partir de lo expuesto, se ha venido estructurando una comunidad académica desde la cual se consolida un campo de trabajo autónomo, con un cuerpo teórico sólido, con una estructura de coherencia propia, que permite la existencia de un discurso comunicable. La comunicabilidad y la enseñabilidad se convierten en elementos centrales que permiten dar cuenta de una disciplina consolidada; así, en el caso de la educación en ciencias, el crecimiento en número de producciones anuales, la consolidación de redes de difusión de resultados, y su reconocimiento como área de conocimiento específica y la complejidad heurística de varios de los modelos formulados son indicadores que dan cuenta de la madurez de la disciplina.

Desde las perspectivas epistemológica, histórica y sociológica es posible afirmar que la educación en ciencias no constituye actualmente una parte de la didáctica general, aunque se relaciona con ella; tampoco se inscribe estrictamente en el ámbito de las disciplinas pedagógicas, aunque se le pueda identificar con estudios educativos, en sentido amplio; se habla de un modelo de didáctica de las ciencias como disciplina autónoma.

Esta creciente independencia ha sido explicada por medio de un modelo epistemológico evolucionista. La educación en ciencias se ha construido a partir de un modelo de las ciencias naturales saliéndose de su propio cinturón meta teórico (Adúriz-Bravo, 1999) y enriqueciéndose con aportes epistemológicos y psicológicos, más que pedagógicos.

## **4.2 Contexto actual de la educación en Ciencias**

Durante las últimas décadas se ha asistido, en la didáctica de las ciencias, al establecimiento de lo que Novak (1988) determinó “un consenso emergente” en torno a los planteamientos constructivistas, calificados como la aportación más relevante de los últimos años. Como afirma Hodson (1992), “Hoy ya es posible construir un cuerpo de conocimientos en el que se integren coherentemente los distintos aspectos relativos a la enseñanza/aprendizaje de las ciencias” (Gallego, 2002)

En efecto, algunos autores han realizado revisiones de la imagen de la ciencia proporcionada por el currículo, así como las experiencias de enseñanza y aprendizaje asociadas al mismo. A la luz de tales revisiones se puede afirmar que:

- Existe aún hoy una concepción, muy extendida entre el profesorado y el alumnado, de la naturaleza y de la metodología científica marcada por el inductivismo, que ignora las aportaciones de la epistemología moderna.
- El llamado aprendizaje por descubrimiento, que pone el centro en el valor motivacional de la experiencia directa- el descubrir por uno mismo- y en el uso de términos, tales como observación, experimento e investigación, constituye un modelo de aprendizaje basado en concepciones empíricas e inductivistas de la ciencia. Tales métodos de aprendizaje presentan una imagen en la que faltaban absolutamente todos los aspectos claves de la metodología científica. Gauld (1982) señaló que enseñar que el trabajo científico tiene esas características es ya suficientemente grave, pero lo que resulta más grave es que los profesores de ciencias intenten moldear el comportamiento de sus alumnos a esta misma imagen.
- Existe una amplia falta de conexión entre la ciencia que se enseña y los problemas reales del mundo.

No se puede solamente señalar los negativos resultados del movimiento aprendizaje por descubrimiento, ya que su intencionalidad era favorecer el aprendizaje de las ciencias e iniciar un proceso de innovación que a la postre ha servido para el desarrollo de nuevas investigaciones en educación y más aun la necesidad de una alfabetización científica y tecnológica de todos los ciudadanos.

### **4.2.1 Campos de investigación actual en la educación en ciencias**

Una mirada rápida a la literatura existente sobre la investigación en educación en ciencias permite establecer, que tanto en el contexto internacional como nacional han sido grandes los avances que se han logrado en los niveles de la educación primaria y secundaria e incluso universitaria, en relación con este tema.

En efecto, en la actualidad los resultados de la investigación en educación en ciencias, psicología cognitiva, psicología del aprendizaje y acerca de la manera como aprenden y conocen los seres humanos, son más abundantes y más profundos, que hace veinte o treinta años; en otras palabras, en la actualidad la humanidad cuenta con un gran acervo de conocimientos sobre la mente humana y su funcionamiento, que llevado al aula de clase, contribuye al mejoramiento del aprendizaje y la enseñanza de las ciencias.

Desde el punto de vista teórico, la vida escolar se ha visto iluminada por nuevas formas de concebir el aprendizaje, la enseñanza, la didáctica y la pedagogía. Discusiones teóricas acerca del cambio conceptual, la transposición didáctica, los tipos de conocimiento que produce y porta el profesor, las competencias, la ecología conceptual, el procesamiento de información, el

aprendizaje significativo el constructivismo, han generado nuevas interpretaciones del acto educativo en ciencias tales como teorías pedagógicas, modelos pedagógicos, didácticos y disciplinares, que forman parte de la literatura y el debate pedagógico contemporáneo (Driver y Oldham, 1986; Clark y Peterson, 1990)

Desde estos paradigmas o desde otras concepciones teóricas, una comunidad académica en formación, pero en rápido crecimiento, estudia y produce conocimiento en lo que se considera una disciplina emergente de la enseñanza de las ciencias, que se desarrolla y adquiere su propia identidad con un carácter eminentemente interdisciplinario (Tobin y McRobbie, 1997).

Por vía de inventario solamente, a continuación se enuncian algunos de las áreas en las cuales se adelantan investigaciones en estos campos.

#### *a. Las ideas previas de los alumnos*

En la década del 80 y a raíz de los resultados de las investigaciones sobre los esquemas alternativos de los estudiantes, así como del aporte hecho por la epistemología de las ciencias y la psicología cognitiva, se han venido experimentando propuestas renovadoras para la educación en ciencias ligadas a la concepción constructivista del aprendizaje. Se han realizado varias propuestas didácticas para la enseñanza de las ciencias dentro del paradigma constructivista, diferentes autores han coincidido en plantear el aprendizaje de las ciencias como Cambio Conceptual (Gilbert y Watts, 1983) y como cambio conceptual, metodológico y actitudinal.

Una de las líneas de Investigación Didáctica más fecunda en los últimos 20 años, que podríamos llamar la línea de los errores conceptuales, ha puesto en evidencia la escasa efectividad de la enseñanza de las ciencias en cuanto a la comprensión de los conceptos científicos. Se han estudiado no sólo los errores conceptuales sino también sus causas constatando que los alumnos poseen ideas intuitivas, espontáneas (preconceptos) difícilmente desplazables por los conocimientos científicos enseñados en la escuela (Driver, 1986 y 1988). Dichas ideas: están dotadas de cierta coherencia interna, son comunes a estudiantes de diferentes medios y edades, presentan cierta semejanza con concepciones que estuvieron vigentes a lo largo de la historia del pensamiento humano, son persistentes, o sea, no se modifican fácilmente mediante la enseñanza habitual. Así, la adquisición de los conocimientos científicos exigiría la superación de ideas persistentes en la mente de los alumnos.

Estas investigaciones tienen una amplia tradición y vienen siendo objeto de estudio desde los años 60, actualmente toda esta problemática ha cobrado un nuevo impulso, desde planeamientos epistemológicamente distintos de aquellos primeros trabajos. En la actualidad se basan en una perspectiva constructivista, integrando al mismo tiempo todas las aportaciones de la historia y de la filosofía de las ciencias. Esta línea de investigación, ha marcado en buena medida la emergencia de la didáctica de las ciencias, cuestionando con rotundidad la eficacia de la enseñanza por transmisión de conocimientos ya elaborados. En esta línea de investigación cabe destacar los trabajos realizados por Viennot y Driver. Es preciso resaltar esta capacidad cuestionadora de las investigaciones en preconcepciones, puesto que han contribuido más que cualquier otro estudio a problematizar la enseñanza de las ciencias.

Diferentes estudios han demostrado que los profesores de ciencias enseñan los conceptos científicos de una manera arbitraria (Carrascosa, 1987), ya que no tienen en cuenta las ideas previas del alumno y se basan en definiciones operativas sin resaltar el aspecto físico, químico o biológico de los conceptos y el carácter de hipótesis que inicialmente tiene toda definición. La evaluación hace énfasis en la reproducción memorística de los conceptos científicos y deja de lado el aprendizaje significativo de los mismos.

#### *b. La resolución de problemas*

Otro campo que ha sido objeto de estudio por parte de los investigadores lo constituye la resolución de problemas (Martínez, 1987) Se ha reconocido que los profesores de ciencias,



utilizan con mucha frecuencia, después de la explicación de un tema, la realización de problemas de aplicación con el fin de lograr una mejor comprensión de los aspectos teóricos tratados. Sin embargo, el fracaso de los alumnos frente a esta actividad es muy grande y en el mejor de los casos lo que se consigue es la aplicación mecánica de fórmulas y/o definiciones estudiadas con anterioridad. La evaluación se reduce a verificar si los alumnos producen una respuesta adecuada o no a la solución de los problemas planteados, descuidando los procedimientos y los conceptos implicados en la solución (Alonso 1994).

Si analizamos la literatura existente en resolución de problemas podemos constatar que una buena parte se ha estado dedicada a mostrar las diferencias entre expertos y principiantes o, mas en general entre los buenos revolvedores y los mediocres, aquí yace la pregunta fundamental.

¿Qué diferencia hay entre un alumno brillante y uno mediocre?

La mayoría del profesorado apunta a la falta de conocimientos, escaso dominio de las matemáticas y la lectura no comprensiva de los enunciados. Se trata como vemos de echarles la culpa a los estudiantes, pero como podemos aceptar este tipo de razones, cuando el fracaso es casi total?

Las investigaciones han arrojado otro supuesto, hay quien aprende a resolver bien los problemas y quien por falta de interés no, estas teorías concuerdan con los paradigmas de la enseñanza por transmisión de conocimientos ya elaborados. (Gil 1983).

Es aquí donde debemos plantearnos las serias dificultades que a las que se enfrenta esta línea de investigación

- Cómo enseñamos a resolver problemas a nuestros estudiantes?
- Por qué no son capaces de enfrentarse a un problema que se separe solo un poco del realizado por el profesor en la pizarra?

Estas preguntas nos remontan a plantearnos un nuevo proceso de enseñanza de las ciencias, a cuestionarnos nuestra labor como docentes a rechazar una enseñanza basada en supuestos implícitos, aceptados por generaciones, escapando a toda critica, esto supone descender hasta lo mas obvio, hasta la clarificación misma de la idea de problema

#### *c. Las practicas de laboratorio*

Las prácticas de laboratorio tal como son orientadas por los profesores y/o planteadas por los textos no familiarizan a los alumnos con la metodología científica y no contribuyen al aprendizaje significativo de conceptos (Payá 1991). La visión del método científico que ellas generan sigue siendo demasiado simplista y conduce a creer que las teorías son simples conjeturas que los alumnos pueden elaborar después de breves períodos de trabajos de laboratorio y que pueden ser fácilmente contrastadas por medio de observaciones directas, aceptándose o rechazándose con base en experimentos aislados.

Detrás de esta manera de orientar las prácticas de laboratorio, subyace en los profesores una concepción sobre la naturaleza de la metodología científica marcada por el inductivismo que infravalora la creatividad del trabajo científico, llevando a los alumnos a pensar que la ciencia consiste en verdades absolutas, incontrovertibles y por consiguiente introduciendo rigidez e intolerancia por otras opciones. En tales casos la evaluación se reduce a la manipulación de instrumentos o implementos de laboratorio y a la presentación de informes escritos, descuidando aspectos claves del trabajo científico tales como la identificación de problemas, el reconocimiento de variables, la emisión de hipótesis, el diseño de experimentos, el montaje y ejecución de los mismos, la obtención y análisis de resultados, etc.

#### *d. Las actitudes hacia las ciencias y su aprendizaje*

Otro aspecto de vital importancia objeto de investigación es el relacionado con las actitudes hacia la ciencia y el aprendizaje (Schibeci, 1984). Cabe resaltar que el interés por la ciencia decrece

notoria y regularmente a lo largo del período de escolarización (Yager y Penick 1986). En este contexto ha surgido una nueva línea de trabajo referida a la introducción en las clases de ciencias de análisis críticos sobre las relaciones entre el conocimiento científico, la tecnología y la sociedad (Vilches, 1993)

En efecto, numerosas investigaciones han mostrado que el interés de los estudiantes por el aprendizaje de las ciencias decrece regular y notoriamente con los años de escolarización (Yager y Penick 1986; Vilches, 1993; Furió y Vilches 1997). Este problema del descenso del interés hacia la ciencia es de tal magnitud que su estudio se ha convertido en una línea de investigación prioritaria. Estos resultados negativos, unidos a que cada vez había menos alumnos en los cursos de ciencias, fueron los que llamaron la atención hacia el problema (Escudero 1985). Existen diversas hipótesis explicativas de este hecho: la más habitual en amplios sectores del profesorado, hace referencia a la interacción entre las características intelectuales de los alumnos y la dificultad creciente de los estudios de ciencias en los cursos superiores. Algunas aportaciones de la investigación didáctica han planteado, sin embargo, si el sistema educativo no será también responsable, al menos en parte, de dicha actitud negativa de los estudiantes frente a la ciencia. Así, entre otros aspectos, se hace referencia a:

- El tipo de enseñanza de las ciencias impartida, caracterizada habitualmente por limitar sus objetivos a conocimientos conceptuales; por enseñar en función del siguiente nivel, sin tener en cuenta el bagaje previo de los alumnos; por la falta de interés de las actividades escolares, reducidas a la transmisión verbal de conocimientos elaborados y a su simple recepción por los alumnos (Yager y Penick 1983; Solbes y Vilches, 1989; Duschl y Gitomer, 1991; Gil, et al 1991)
- El elevado fracaso escolar en las materias científicas; las expectativas negativas de los estudiantes en cuanto a su capacidad para las ciencias; el tipo de evaluación, centrado en exámenes, con énfasis casi exclusivo en los contenidos conceptuales (Yager y Penick 1983; Alonso, 1994).
- Determinadas características de los centros de enseñanza y del propio profesorado como, por ejemplo: la escasez de tiempo en que los alumnos están activamente implicados en tareas de aprendizaje; las bajas expectativas que los profesores poseen sobre los alumnos y sobre la propia institución escolar; así como la ausencia de un conjunto limitado de objetivos alcanzables, compartidos por todos los miembros de la comunidad educativa (Rivas, 1986).
- El tipo de lenguaje utilizado por los profesores, el cual influye notoriamente en la enseñanza de las ciencias. El lenguaje del aula establece una oposición entre un mundo de hechos científicos objetivos y el mundo cotidiano y personal de incertidumbres humanas, juicios, actitudes e intereses (Lederman, 1992; Llorens, De Jaime y Llopis, 1989; Lemke, 1997).

Como vemos, son muchos y complejos los factores que pueden incidir en las actitudes negativas de los alumnos hacia la ciencia y su aprendizaje, algunos como los ya mencionados, relacionados principalmente con el propio sistema educativo, y otros con el medio social, cultural y familiar. Todo ello tiene su importancia. No obstante son los primeros sobre los que el profesorado tiene una mayor capacidad de incidencia.

#### *e. Las relaciones Ciencia/tecnología/sociedad/ambiente CTSA*

Cuando se habla de relaciones ciencia- tecnología-sociedad –ambiente es importante tener en cuenta que en el mismo coexisten una diversa gama de interpretaciones de lo que debe ser una educación que relacione la ciencia, la tecnología y la sociedad, en otras palabras, de lo que debe ser una verdadera alfabetización científica (Ebenezer, y Haggerty, 1999). Esta variedad de representaciones va desde una visión positivista de las ciencias y la tecnología como parte del conocimiento y como solución a los problemas de la humanidad, hasta una visión más crítica de los paradigmas, tanto científicos como educativos, a la base de la educación científica y tecnológica.

Desde el punto de vista de la didáctica de las ciencias, estas controvertidas relaciones, se ocupan del avance de la ciencia y de la tecnología, y su utilización en la enseñanza de las ciencias. Hay que tener en cuenta que las orientaciones curriculares de nuestro sistema educativo contemplan la incorporación de las nuevas tecnologías como contenido curricular y como herramienta didáctica. Sin embargo, dentro de la complejidad que esto supone, hay que resaltar lo que esa línea de investigación ha supuesto para la educación científica entre las cuales cabe mencionar:

- Intenta dar una imagen más acorde de la ciencia y la tecnología, desmitificando los científicos como seres por encima del bien y del mal.
- Abre espacios de reflexión en cuanto al papel de la mujer y su contribución a la ciencia y la tecnología.
- Se interesa por promover una imagen de la ciencia interdisciplinar, donde se relaciona, las ciencias, las letras, las humanidades, etc.
- Da una gran importancia a la participación ciudadana

A sabiendas de las contribuciones y los aportes la relación entre la tecnología y la enseñanza tiene una gran problemática de fondo que no podemos dejar de lado, nadie duda de las ventajas de utilizar los computadores en un proceso investigación, pero hasta donde llegará, se ha llegado hablar de la “muerte del profesor” (a manos de los computadores) se le esta dando una importancia a la informática como una de las posibles soluciones al proceso de enseñanza aprendizaje de las ciencias, como una nueva tendencia, con una publicidad agresiva hacia los padres por parte de los colegios mas adinerados, que muestran entre sus grandes opciones grandes aulas de informática. Tras estas grandes presentaciones se esconden una vez más graves deficiencias en el aprendizaje de las ciencias.

La relación entre el avance de la ciencia y la tecnología, es una relación muy compleja, que para nuestro entender, es uno de los desafíos a los que nos tendremos que enfrentar los que nos dedicamos a la investigación en didáctica de las ciencias.

#### *f. la evaluación del aprendizaje*

Otra línea de investigación es **la evaluación**, la cual ha permanecido más bien al margen de los intereses de los investigadores en didáctica de la ciencia, hace una década se empezó por reconocer las cuestiones axiológicas que plantean las diferencias de origen sexual, racial, la creciente diversidad cultural, etc. En estos momentos se habla en todas la revistas especializadas de la evaluación por competencias, que nos sugiere que tengamos en cuenta muchos factores que a su vez forman parte de las problemáticas que hemos descrito, sin olvidar que es el profesor quien determina, los contenidos que el estudiante debe aprender y como se los debe aprender. El modo de evaluar de los profesores refleja en muchas ocasiones unas estrategias de aprendizaje obsoletas y totalmente desvirtuadas y basadas en una enseñanza tradicional la cual se lleva denunciando casi cinco décadas. Pero analizar la formación del profesorado y su forma de evaluar nos daría pie a toda una tesis doctoral, en este momento lo fundamental no es detenernos es la constatación de las diferentes problemáticas sino de ver un poco más allá y examinar lo que nos plantean los desafíos actuales y los retos que se nos avecinan.

En nuestro país, se puede reconocer el amplio predominio en escuelas, colegios y universidades del paradigma de **transmisión-asimilación**, es decir, el predominio de la reproducción memorística de conocimientos, muy ligado a una concepción del mundo altamente empirista y a una concepción de la enseñanza y el aprendizaje de corte conductista (Salcedo, et al. 1991). Hemos encontrado, por ejemplo, la prevalencia del aprendizaje memorístico sobre el aprendizaje procesual (Salcedo, 1991), la permanencia de las ideas sobre la continuidad de la materia en alumnos futuros profesores de química (Salcedo y García 1995), concepciones de los profesores de Química sobre las prácticas de laboratorio que no contribuyen al aprendizaje significativo de conceptos ni familiarizan al alumno con el trabajo científico (Salcedo, 1994).

Recientemente, vale la pena mencionar los grandes esfuerzos que se hacen por investigar en el campo de la evaluación, aspectos como: la pertinencia o no de un tipo particular de evaluación para un grupo de alumnos, las variaciones de los resultados cuando una misma prueba es vista por diferentes expertos bajo condiciones o recomendaciones especiales y la confiabilidad y la validez de las pruebas entre otros. A partir de los logros de la investigación en evaluación en ciencias en las aulas de la educación secundaria se aboga y se practica cada vez más una evaluación de aproximación múltiple, es decir, una evaluación en la cual se recoja información sobre un mismo aspecto a evaluar por distintas vías, en forma oral, escrita, trabajo grupal, ensayos u otras formas apropiadas a las circunstancias y las condiciones de los alumnos o grupos de ellos.

En los últimos tiempos, uno de los temas de mayor importancia y debate en el campo de la evaluación lo constituye la evaluación censal y sus relaciones con las evaluaciones muestrales, en términos de sus alcances y limitaciones para dar cuenta del rendimiento académico de grandes poblaciones de estudiantes y de los procedimientos estadísticos empleados para el tratamiento de los datos y el análisis de los resultados. En este ámbito, merece especial mención la evaluación censal de competencias en el Distrito Capital que ya tiene alguna tradición y resultados. (Polya, 1982)

#### *g. El pensamiento y la acción del docente de ciencias*

Es posible citar el pensamiento y la acción del docente, como otra de las dimensiones educativas sujetas a investigación; en la actualidad, se acepta más que en el pasado, que la concepción de ciencia, de educación, de aprendizaje y de enseñanza, que posean los docentes, influye y determina su comportamiento y sus prácticas escolares. Un docente que considera la ciencia acabada y verdadera, buscará en sus estudiantes a través de sus evaluaciones procedimientos científicos estrictos y verdades absolutas, mientras que un docente con una concepción de ciencia más abierta y dinámica y en proceso continuo de construcción, buscará y orientará a sus estudiantes hacia la comprensión de los fenómenos del mundo y su funcionamiento a través de distintos estados de evolución del pensamiento. Estos estados del pensamiento serán vistos como estados de desarrollo mental hacia el logro de explicaciones cada vez más racionales y más coherentes desde el punto de vista científico. Para él, los “errores conceptuales” representarían situaciones del pensamiento de sus estudiantes, que requieren más elaboración y más refinamiento que ellos irán logrando poco a poco en su recorrido hacia el establecimiento de explicaciones más científicas de la realidad.

En este contexto ha habido un creciente interés internacional por diferenciar el conocimiento profesional del docente de otros tipos de conocimientos históricamente reconocidos (el común y el científico). Desde 1986, Shulman llamó la atención sobre la necesidad de investigar acerca de los tipos de conocimiento que produce o mantiene el profesor y sobre las epistemologías que los legitiman. El conocimiento de contenido, el conocimiento pedagógico y el conocimiento curricular, entre otros, fueron identificados por este autor -en los informes de investigación a su alcance-, como los que el profesor produce históricamente.

Otros trabajos más recientes como los de Porlán y Rivero (1998) -que constituyen una primera síntesis importante-, han mostrado cómo la categoría Conocimiento Profesional del Docente integra los diferentes saberes que el profesor históricamente ha construido sin que hasta el momento se le reconociera su importancia fundamental en la educación en ciencias. En, efecto, los saberes académicos, los saberes derivados de la práctica profesional, las teorías implícitas y los guiones y rutinas han sido integrados en la categoría conocimiento profesional del docente cuyas condiciones de producción, circulación y validación dan origen a un tipo de conocimiento epistemológicamente diferente al común y al científico, y de alguna manera complejo más que estos. La pertinencia cultural de este tipo de conocimiento comienza a dibujarse en los debates más recientes, al igual que su impacto en la estructuración de los currículos para la educación en ciencias. La identificación de este tipo de conocimiento y su identificación como uno viable e históricamente legítimo, que debe ser incorporado en la educación en ciencias, constituye uno de los aportes más recientes y de mayor impacto de los debates sobre didáctica y educación en ciencias.

#### *h. la historia de las ciencias en la enseñanza de las ciencias*

Aquí es necesario referirse a las investigaciones que estudian la construcción del conocimiento escolar a partir del conocimiento del estudiante y el conocimiento del profesor, en el contexto de la enseñanza, aprendizaje, evaluación y cambio conceptual de las ciencias naturales, a partir de la historia y epistemología de los conceptos científicos de una disciplina. En este sentido se trata de conocer cómo los estudiantes de primaria, secundaria y universidad, estructuran los contenidos y procesos de algunos de los conceptos de las ciencias naturales a partir de referenciarlos conceptualmente con el desarrollo histórico de su descubrimiento y justificación en las ciencias. (Cobern, 2000).

#### *i. Los contextos culturales y la enseñanza de las ciencias*

De otra parte, también se encuentra, con una perspectiva diferente, la pregunta por los contextos culturales, no como un factor, sino como aspecto esencial por ser estructurante y constitutivo de nociones (Bizzo, 1991, Gioppo, 2000), compromisos epistemológicos (Desmastes, Settlaie, Peebles 1990, 1996) creencias religiosas (Dager y Boujaoude, 1997), visiones de mundo (Cobern, 1996), currículos y ambientes educativos (Jackson y Foster, 1995) y por tanto definitivo en la educación en ciencias.

Esta somera descripción de los campos actuales de investigación en educación en ciencias, muestra de una parte el gran interés de la comunidad académica nacional e internacional por el estudio de los problemas de la enseñanza, del aprendizaje y la evaluación en ciencias y algunos de los progresos y hallazgos en el campo y de otra, muestra la necesidad de estimular a los docentes para que desarrollen investigación en sus prácticas escolares e incorporen a ellas los conocimientos derivados de las mismas para su transformación.

## **5. Antecedentes del Énfasis**

A nivel interinstitucional los antecedentes del Programa de Doctorado en el Área de Educación en Ciencias Naturales se pueden ubicar desde comienzos de los años 90 cuando los rectores de la Universidad de Antioquia, el Valle y la Pedagógica, inician las primeras conversaciones sobre el tema.

La idea se concretó en el acuerdo inter-universitario suscrito por los representantes de las Universidades antes citadas y los rectores de la Universidad Nacional de Colombia y de la Universidad Industrial de Santander el 12 de Junio de 1991 y en el otrosí firmado el 14 de septiembre de 1991 en Bogotá. Estos convenios y acuerdos se modificaron en una reunión realizada en Cali el 19 de mayo de 1992, donde se propuso un segundo convenio el cual modificaba y ampliaba los documentos anteriores.

El 13 de octubre de 1993 en Bogotá, se firmó la última versión que se conoce como el Convenio Interinstitucional 139/93, mediante el cual las universidades se comprometieron a desarrollar el programa de Doctorado en forma Interinstitucional. Puesto que la duración de este convenio era de cinco años que se cumplían el 10 de Octubre de 1998, en ese mismo año se firmó el acta adicional que amplió su vigencia por cinco años más.

Con posterioridad a la firma de este convenio, académicos de las diferentes universidades se dieron a la tarea de organizar y estructurar una propuesta de formación doctoral, que después de varios años de discusión y perfeccionamiento, fue enviada al ICFES el 26 de abril de 1995. De esta manera, uno de los primeros logros de carácter interinstitucional puede considerarse la presentación de la propuesta en sí misma: la organización de un currículo de doctorado con una estructura básica común y una reglamentación conjunta. Otro logro del trabajo interinstitucional del doctorado fue la culminación, por primera vez en el país de una propuesta interinstitucional de formación doctoral en educación.

Desde el punto de vista académico se hicieron algunos intentos de desarrollo interinstitucional entre los cuales se cuentan dos seminarios de formación predoctoral, uno realizado en Cali en 1998 y el otro, en Bucaramanga en el año 2000. En estos seminarios participaron académicos de las diferentes universidades con el objetivo de intercambiar ideas acerca de las líneas y proyectos de investigación.

En 1996, y como respuesta a la solicitud de estudio y aprobación de la propuesta de doctorado registrada un año antes en el ICFES, el Ministerio de Educación Nacional emitió la Resolución 1991 de mayo 16 de 1996, mediante la cual se aprueba el Doctorado Interinstitucional en Educación.

Esta resolución se expidió con posterioridad a los trámites requeridos, es decir, a la entrega de la propuesta, a la asignación por parte de las autoridades competentes en aquella época de una comisión de evaluación para las cinco universidades. Esa comisión analizó las condiciones académicas existentes en la Universidad de Antioquia, en la Universidad del Valle y en la Universidad Pedagógica Nacional, se realizaron las visitas de rigor y las evaluaciones correspondientes, los diálogos con los académicos, y finalmente la comisión emitió su concepto al Ministerio de Educación, sobre el cual se produjo la resolución de aprobación del programa.

La idea de organizar la formación doctoral en la Universidad Pedagógica Nacional se remonta a comienzos de 1990, con la participación de la Universidad en las conversaciones iniciales con las de Antioquia y Valle, que culminaron con la firma del convenio 139/93.

De acuerdo con lo anterior se realizaron reuniones con académicos de diferentes facultades y departamentos de la Universidad para la organización del programa a nivel institucional. A partir de estas discusiones se propuso entonces el concepto de área y de línea de formación doctoral en Educación en Ciencias y se organizaron las líneas de investigación a partir de proyectos, para recibir estudiantes un poco más tarde.

Consolidado el grupo y definidos los parámetros generales de la estructura curricular y el plan de estudios, los esfuerzos del equipo se orientaron a la elaboración del documento: "El Área de Educación en Ciencias Naturales en la Universidad Pedagógica Nacional"; en éste se describe el concepto de área, se insertan las líneas de investigación con su respectiva organización y se establecen las responsabilidades del equipo doctoral encargado de ejecutarlas.

Simultáneamente con los trámites interinstitucionales, en la Universidad Pedagógica Nacional se realizaron los trámites internos que culminaron con la expedición de los acuerdos del Consejo Superior números 031 del 14 de Junio de 1995 y el 003 del 17 de enero de 1996, mediante los cuales se crea el Programa de Doctorado y se aprueba el respectivo plan de estudios y la resolución rectoral 1453 del 9 de Diciembre de 1997, que establece la normatividad administrativa y académica del programa. Algún tiempo después se perfeccionó la estructura curricular en términos de las actividades de Fundamentación Teórica, de Investigación y Tesis y de Integración y Complementación.

Previo la respectiva convocatoria y proceso de selección en septiembre de 1997 se recibió la primera cohorte de estudiantes, para la cual, se inscribieron 17 aspirantes, se seleccionaron 8, y finalmente se matricularon 5. Por un proceso semejante en octubre de 1998, se recibió la segunda cohorte con 8 estudiantes.

La experiencia académica de la formación doctoral adelantada en la Universidad Pedagógica Nacional permite establecer algunos desarrollos que se constituyen en referentes de ésta nueva propuesta y que se describen someramente a continuación:

- Con los dos grupos matriculados se ha logrado desarrollar el currículo en todas sus dimensiones. Cuatro de ellos a la fecha ya se han graduado, dos más a punto de hacerlo y el resto están en proceso de preparación de su tesis (3). Es de anotar sin embargo, que a lo largo de la evolución del programa algunos estudiantes han aplazado sus estudios (1) y otros han desertado (3).
- Igualmente, durante el tiempo de funcionamiento del programa, los profesores del Doctorado han cumplido con sus labores de tipo académico en términos de desarrollo de los seminarios de Fundamentación Teórica, de Integración y Complementación y de la dirección de trabajos de grado.
- Por otra parte, el programa, que antes era en el área de educación en ciencias y que hoy se prepara para continuar como un énfasis, ha logrado mayor cualificación en la investigación en educación en ciencias por parte tanto de estudiantes como de docentes lo cual se evidencia en las publicaciones en libros y revistas, en una mayor participación de los integrantes del énfasis en eventos nacionales e internacionales, así como también en la preparación y puesta en marcha de nuevos proyectos de investigación, como se observa en los gráficos 1 y 2. Nótese además, que el énfasis se ha visto fortalecido con la participación de los grupos INTERCITEC y Estilos Cognitivos. Véase tabla 1.

Otro de los elementos que argumenta a favor de la apertura de formación doctoral, en los campos mencionados, se relaciona con la no existencia de oferta educativa a nivel doctoral en Cali y Bogotá. Lugares estos en los cuales no solamente es acentuada la necesidad de doctores, sino que también el número potencial de estudiantes que acudirían al programa, es alto.

## **6. Descripción General del Énfasis**

Dada la complejidad de la enseñanza en los diferentes niveles del sistema educativo colombiano, y con el propósito de atender los cambios y mejoras exigidos por la sociedad para mantener vigentes sus opciones educativas, se hace necesario desarrollar y fortalecer programas tendientes a la formación de un profesorado de calidad en la educación en ciencias, no solamente en el área disciplinar sino también en el área pedagógica y didáctica.

Impulsar la investigación en este ámbito es vital si queremos facilitar una formación auténtica de profesionales de la educación en ciencias que contribuyan al perfeccionamiento de su propia labor académica mediante la reflexión sistemática sobre su práctica. Enseñar involucra un amplio rango de experiencias simples y complejas, pero muchos profesores parecen percibir esta actividad como la adquisición de experiencias a ser usadas, sin percatarse que aprender de la propia enseñanza es parte del mismo trabajo.

Si enseñar es un acto de liderazgo y el docente es el principal agente de cambio en su comunidad, entonces la concepción de enseñanza trasciende la mera apropiación de habilidades técnicas. Es precisamente en el campo de la educación en ciencias donde se ha mostrado una perspectiva crítica en torno a esta visión que la proyecta y la transforma. Una enseñanza de calidad reclama despertar la pasión por el conocimiento en una disciplina particular de manera que los problemas estudiados y las respuestas asociadas invadan la dimensión social y cultural del sujeto. (Clark y Peterson, 1990).

Tal como señala Tobin y Macrobbe (1997) “actualmente existe una guerra paradigmática en la educación; nuestras aulas no son la excepción ya que los paradigmas convencionales y estrategias metodológicas comúnmente usadas, no han dado los resultados esperados. A pesar de los avances en el campo de la investigación en la educación en ciencias, los problemas prácticos en el aula aún no están resueltos, y requieren investigaciones puntuales y generales vinculadas a la dinámica de la nascente disciplina: educación en ciencias. En la mayoría de las aulas existen problemas de aprendizaje y enseñanza que tienen sus raíces en los referentes teóricos, casi siempre implícitos, usados por los docentes y estudiantes; pero ante todo en las formas tradicionales de concebirlos por parte de los investigadores. En efecto, se requieren investigaciones de alto nivel que den cuenta de los conocimientos de los profesores y los estudiantes, no sólo como ideas previas asociadas a obstáculos epistemológicos, sino como un saber culturalmente viable que debe ser identificado, caracterizado e integrado al desarrollo de un proyecto nacional de educación en ciencias asociado a la solución de los problemas sociales del país.

Algunos profesores justifican que sus buenas prácticas tradicionales les han servido para despachar los fundamentos básicos de sus cursos, ya que en la educación los contenidos son fundamentales y además no hay tiempo suficiente cuando se tienen 40 o más estudiantes con dos o tres horas para cubrir el libro completo. Estos profesores argumentan que los problemas existen independientemente de quien los percibe por lo tanto, frecuentemente buscan respuestas y soluciones objetivas e identifican relaciones causales.

Una de las alternativas a los enfoques tradicionales es precisamente la práctica de una opción epistemológica diferente, que tienda a mejorar la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias en las aulas. Pero esta opción no debe ser vista como una nueva y única verdad para remplazar las prácticas convencionales; por el contrario, pretende abrir formas diferentes de pensar acerca del conocimiento, el aprendizaje y la enseñanza, de construir modelos didácticos tendientes a producir reformas curriculares pertinentes y efectivas, provenientes de la propia investigación del docente sobre su acción pedagógica y didáctica. Pues es preciso reconocer que diferentes modelos serían más apropiados en diferentes contextos de acción docente. Los marcos teóricos de referencia, que acogen cambios epistemológicos pueden proveer bases adecuadas para alcanzar las metas propuestas. Un aspecto importante de esta reflexión, lo constituye el análisis sobre las propias epistemologías del profesor, que sin descuidar la historia y la epistemología de la ciencia, indaga por los referentes epistemológicos construidos históricamente por el profesor sobre su propio conocimiento profesional.

Se hace claro entonces, que bajo estos planteamientos no se propone una sola forma correcta de enseñar, aprender y evaluar; existen distintos enfoques que enfatizan diferentes aspectos

del conocer, tanto centrados en el individuo y en su construcción de conocimientos a partir de la experiencia, como centrados en procesos socio culturales de enseñanza y aprendizaje; se espera por lo tanto, que el pensamiento evolucione o cambie en formas diversas y con diferentes énfasis y niveles, de acuerdo con los contextos y situaciones idiosincrásicas en las cuales se hallan inmersos los actores de la academia.

De acuerdo con Von Glasersfeld (1994), al romper con la visión clásica de que, el conocimiento es una representación independiente del mundo, la epistemología constructivista asume la existencia de una realidad que puede ser conocida solamente de manera personal y subjetiva, a través de nuestras experiencias. Por ejemplo, bajo una posición constructivista la gravedad existe, y es a través de nuestras experiencias como nosotros llegamos a conocer acerca de ella. Nuestro conocimiento es a la vez individual y social y son las negociaciones dentro del sistema social lo que proporciona al concepto sus propiedades, de esta forma, construimos un modelo (de gravedad) que es viable, pues nuestro conocimiento de este concepto responde a la experiencia. En otras palabras, la construcción de conceptos está limitada por la experiencia personal y por la mediación social.

De acuerdo con Tobin (1993), la ciencia no existe como un cuerpo de conocimientos separado de quienes conocen, por el contrario, es considerada como una serie de comprensiones de los eventos y fenómenos del universo que son negociadas socialmente. De esta manera, el énfasis en la cantidad de contenidos de la enseñanza tradicional es reemplazado por comprensiones que capacitan al individuo para alcanzar sus metas en contextos específicos. No se debe olvidar que el conocimiento no responde solamente a construcciones personales, sino que debe ser validado socialmente en los contextos en los cuales ocurren las acciones.

Si entendemos el currículo como una serie de experiencias de aprendizaje, entonces habilidades científicas tales como clasificación, comparación, elaboración, justificación, generación de alternativas y toma de decisiones bien informadas, serán comunes en las aulas. No será difícil observar aprendizajes centrados en problemas con estudiantes trabajando colaborativamente en pequeños grupos, dándole sentido a las tareas realizadas y solucionando problemas auténticos. En este tipo de aula, el profesor tendrá una gran responsabilidad como mediador de los aprendizajes, como guía en las discusiones y como proveedor de numerosas y variadas oportunidades de aprendizaje y recursos para todos sus estudiantes y estará más ocupado por su aprendizaje que por la transmisión de unos contenidos. (Aguirre, Haggerty y Linder, 1990), (Thomas, Cruz, Martins y Cachapuz, 1996).

Por lo tanto, si realmente queremos contribuir a la formación de profesores universitarios mejor cualificados, se requiere tomar muy en serio la investigación de la acción pedagógica del docente y de los referentes teóricos que la orientan pues las creencias de los profesores de ciencias se constituyen en filtros de sus visiones de cambio de la enseñanza de las ciencias.

En las condiciones anteriores, el énfasis en educación en ciencias, se presenta como un escenario para la formación doctoral y como un espacio de profundización y producción de conocimiento que integra los desarrollos nacionales e internacionales, en pro de la búsqueda de soluciones a los problemas derivados de las prácticas y procedimientos llevados a cabo en el aula. En este énfasis confluyen intereses y desarrollos académicos propios de los grupos responsables de la formación doctoral. Es por esto, que los objetos fundamentales en la investigación en el énfasis son: el pensamiento y la acción de los docentes, los problemas derivados de la evaluación, la resolución de problemas, las dificultades de los aprendizajes, la relación entre el conocimiento del estudiante y el conocimiento del profesor, los tipos de conocimiento del profesor, las epistemologías del profesor sobre su propio conocimiento profesional, así como también, el impacto de los factores sociales y culturales en el aprendizaje y la enseñanza de las ciencias.



## **7. Descripción Detallada de las Líneas de Investigación.**

### **7.1. La Problemática de la Evaluación en Ciencias**

**Fidel Antonio Cárdenas Salgado:** [cardena@pedagogica.edu.co](mailto:cardena@pedagogica.edu.co)

Doctor en Química: Ph.D University of Strathclyde. U.K.

Profesor Universidad Pedagógica Nacional

**Pedro Nel Zapata Castañeda:** [pzapata@pedagogica.edu.co](mailto:pzapata@pedagogica.edu.co)

Dr. En Educación. Universidad Pedagógica Nacional

Profesor Universidad Pedagógica Nacional

#### **7.1.1 Presentación**

Cuando una persona inicia su escolaridad, formalmente comienza a establecer sus propias relaciones con el conocimiento científico, en cuyo proceso lo apoyan fundamentalmente un bagaje genético presente en su constitución biológica como ser humano y el ambiente dentro del cual ha crecido. Hipotéticamente se puede pensar que cada ser humano, bajo condiciones particulares, puede establecer dos niveles de relación con el conocimiento, un primer nivel elemental o mínimo y un nivel más profundo y de relaciones significativas.

Estos dos niveles de relación pueden ser establecidos a partir de la evaluación. En el primer caso la evaluación cumple una función social, producir información para comunicar los desempeños académicos de un estudiante, en el segundo caso la evaluación trasciende el propósito anterior y se asienta en la compleja tarea de dar cuenta de las relaciones significativas entre el hombre y el conocimiento.

En el contexto anterior, esta línea de investigación propende por la búsqueda de alternativas de formas de evaluación que, además de constituirse en medios de aprendizaje de conceptos para los estudiantes sea también una forma de perfeccionamiento del docente y de obtención de información acerca del segundo nivel de relaciones del hombre con el conocimiento.

Desde el punto de vista teórico se trata de la propuesta de formas de evaluación que, tomando como base lo universal y lo local del conocimiento, cruzado con la autonomía y el direccionalismo, permitan sistemáticamente estudiar el proceso de establecimiento de relaciones del hombre con el conocimiento científico en sus distintas etapas de escolaridad.

#### **7.1.2. Antecedentes**

Dentro de esta línea de investigación se ha realizado recientemente la evaluación censal de competencias en el Distrito Capital, dos tesis de doctorado, una de las cuales ya ha sido presentada y evaluada con el calificativo de laureada, la otra, se encuentra en proceso de culminación de su escritura. También han sido objeto de trabajo en la línea una tesis de pregrado y la elaboración de un estudio comparativo de los currículos de ciencias en 17 países latinoamericanos como base para la realización del segundo estudio regional comparativo de evaluación de la calidad de la educación en ciencias, SERCE con el auspicio de UNESCO e ICFES.

Dentro de las perspectivas de la línea se proyecta la continuación de investigaciones en este campo mediante la realización de nuevos proyectos como el de la organización de la red nacional de evaluación en convenio con la Universidad Nacional y la Universidad Distrital, la dirección de trabajos de pregrado, de tesis de maestría y de doctorado.

Un perfil de evaluación en un grupo de docentes universitarios. Trabajo enviado para aprobación y posible publicación. VII Congreso Internacional sobre investigación en la Didáctica de las Ciencias. Educación Científica para la ciudadanía. A realizado en la ciudad de Granada España entre el 7 y el 10 de septiembre del 2005.

Ciencias Naturales y Educación en Ciencias: dos escenarios teóricos y prácticos para la formación de profesores. 23 al 27 de noviembre. III Coloquio Internacional sobre formación de

profesores. Universidad Pedagógica Nacional de México. México 2004. Fidel Antonio Cárdenas S.

Visualización y aprendizaje. XXVI Congreso Latinoamericano de Química y XXVII Reunión Anual de la Asociación Brasileira de Química. 30 de mayo al 2 de junio, en Salvador, Bahía, Brasil. 2004 Cárdenas, F., García, N.

### 7.1.3. Justificación

La investigación en el campo de la evaluación en ciencias en la actualidad en el país reviste gran importancia entre otros aspectos por los siguientes:

En primer lugar se focaliza en un campo de gran importancia en el proceso de descentralización de la educación en el cual se adelanta poca investigación; desde este punto de vista el proyecto viene a producir conocimiento y a ampliar el existente, en un campo donde los docentes requieren de él para poder mejorar su desempeño.

En segundo lugar se presenta la oportunidad para que aquellos docentes que estando en condiciones de conocimiento y práctica de aplicación de innovaciones en el área se vinculen al proyecto y puedan ampliar sus experiencias investigativas y sus conocimientos acerca de la evaluación como proceso sistemático; este aspecto es de gran importancia ya que se presenta como un ejemplo para que otros docentes en servicio y en preparación se interesen por la investigación educativa.

En tercer lugar, la investigación puede facilitar el conocimiento de otros factores dignos de investigar en el área de la educación en ciencias, con lo cual no solo se produce una ampliación de la investigación sino que estos factores debidamente clasificados y clarificados pueden servir como puntos de partida para la emisión de políticas y perspectivas diferentes en el campo de la educación y particularmente en la formación de docentes.

### 7.1.4 Objetivos

#### Generales

Contribuir a la consolidación de una comunidad académica de investigadores en el campo de la evaluación en ciencias, tomando como base diferentes modelos de aprendizaje y de evaluación.

### 7.1.5 Fundamentos Teóricos

Aunque es posible rastrear algunas concepciones sobre la evaluación antes del siglo XIX, es evidente que fue Tyler quien durante la década de los años 1930 elaboró el primer modelo educativo sobre la evaluación. Según Tyler (1949) la evaluación se concibe como:

“La evaluación es una constante comparación de los resultados del aprendizaje de los alumnos con los objetivos previamente determinados en la programación de la enseñanza.”

En esta conceptualización aparece como aspecto importante la idea según la cual la evaluación es un proceso de comparación entre el estado inicial y el estado final de quien aprende. Esta conceptualización se basó en las denominadas taxonomías de objetivos y fundamentó lo que sería el modelo curricular tecnológico vigente durante la década de los años 50 al 70.

Debe señalarse, de todas formas, que en esta concepción la evaluación se ve como un proceso externo, lo que muestra un predominio de la heteroevaluación.

En una conceptualización posterior Cronbach (1963) define la evaluación como:

“La evaluación consiste en la búsqueda de información y en su comunicación a quienes han de tomar decisiones sobre la enseñanza”

En esta conceptualización se plantean dos funciones importantes para la evaluación las cuales aun hoy se mantiene vigentes, a saber: la obtención de información y la toma de decisiones. Adicionalmente, descentra el sujeto de la evaluación y señala que esta debe referirse a la enseñanza, lo que supone tener en cuenta el papel del profesor en el logro de los objetivos educativos.

Scriven (1967) definió la evaluación como:

“La evaluación es una estimación o constatación del valor de la enseñanza, considerada no solo en sus resultados, sino también en su proceso de desarrollo. La evaluación sumativa se centra en el estudio de los resultados, mientras que la evaluación formativa constituye una estimación de la realización de la enseñanza y contiene en si el importante valor de poder servir para su perfeccionamiento al facilitar la toma de decisiones durante la realización del proceso didáctico”.

En esta conceptualización se definen y asignan nuevas funciones al proceso de evaluación. Así pues se hace una distinción entre la evaluación sumativa, diagnostica y formativa y se plantea que esta ultima se refiere no solo a los resultados, propio de la evaluación sumativa, sino también al proceso educativo.

Macdonald (1971) considera que la evaluación

“debe ser holística, es decir, debe tomar en consideración todos los posibles componentes de la enseñanza: proceso, resultados, contexto.... así mismo considera que la enseñanza adquiere unas determinadas características distintas para cada situación, por lo que es necesario acercarse desde una perspectiva ecológica y contextual de la evaluación misma”.

Como aspecto fundamental, esta conceptualización propone la necesidad de elaborar diversas metodologías de evaluación que tengan en cuenta la singularidad de los contextos educativos. Esta conceptualización supone además que no existe un único método, técnico o instrumento que nos permita aproximarnos a una comprensión de la realidad educativa, por lo que es necesaria la diversidad de fuentes, instrumentos y técnicas de obtención de información.

Más recientemente, Stufflebeam (1971, 72, 87) propone:

“La evaluación es el proceso de identificar, obtener y proporcionar información útil y descriptiva acerca del valor y el mérito de las metas, la planificación, la realización y el impacto de un programa determinado, con el fin de servir de guía para la toma de decisiones, solucionar los problemas de responsabilidad y promover la comprensión de los fenómenos implicados”.

Como aspecto importante se plantea en esta conceptualización que la evaluación debe centrarse no solo en los resultados y en el proceso (ejecución), sino que debe mejorar los procesos de planificación pues es solo de esta manera que se puede lograr una mejora de un programa determinado.

El Joint Commitee of Standards for Educational Evaluation (1981) incorpora en las conceptualizaciones sobre la evaluación la dimensión ética del proceso y señala:

“La evaluación es el enjuiciamiento sistemático del valor o mérito de un programa.”

En esta definición otorgan una considerable importancia a la dimensión valorativa o de juicio, mas allá de la simple recogida de datos. Consideran que la evaluación debe proyectarse hacia el desarrollo y el resultado de la enseñanza. Así mismo este comité señala:

La evaluación debe poseer las siguientes características:

- a. Utilidad. Ha de servir para un mejor conocimiento de las características de la enseñanza y una consiguiente adopción de decisiones de perfeccionamiento sólidamente fundamentadas
- b. Viabilidad. Se debe poder llevar a cabo sin grandes dificultades.
- c. Ética. Debe respetar los derechos de los implicados mediante la realización y cumplimiento de los compromisos explícitos.
- d. Exacta. Debe proporcionar conclusiones validas y fidedignas.

Según Kemmis (1986)

“La evaluación es el proceso de proyectar, obtener y organizar informaciones y argumentos que permitan a las personas y grupos interesados participar en el debate crítico sobre un programa específico. Sus características deben ser: la racionalidad o sensatez, autonomía y responsabilidad, comunidad de intereses y de valores, pluralidad de criterios de evaluación, oportunidad en la elaboración y distribución de información y adaptación”.

Como aspecto importante la conceptualización planteada por este autor señala la necesidad de que en los procesos de evaluación exista una participación democrática y cooperativa de todos los implicados en una actividad educativa desde la planeación hasta la ejecución y seguimiento, lo que supone un proceso en el que todos participan deliberativamente.

En general, hoy existe el consenso en la comunidad académica de que la evaluación tiene como funciones principales la obtención de información, la emisión de juicios y la toma de decisiones sobre todos los componentes del proceso educativo. Cada una de estas funciones puede ser analizada en detalle, pues cada una implica diversidad de formas de pensar y proceder según las concepciones, actitudes, valores y metodologías de quien evalúa.

#### 7.1.6 Los Objetos de Investigación en esta Línea

Si bien es cierto que en los años anteriores se ha puesto un gran esfuerzo por parte de los docentes, particularmente en Australia, para evaluar el grado de razonamiento complejo en sus alumnos (21,22,23) aun falta mucho por definir, se ha llegado a establecer que, en la mayoría de los casos, los intentos de diseñar y aplicar instrumentos para determinar el razonamiento complejo de los alumnos en las escuelas, no solamente carecen de un alto poder de discriminación en sus preguntas sino que sino también tales procesos se han reducido al empleo de pruebas de lápiz y papel (22,23).

Por otra parte en todos estos reportes de revisión literaria se puede observar un cierto acuerdo en el sentido de que tales pruebas son muy adecuadas para la evaluación de conocimientos declarativos pero no parecen ser muy útiles en el establecimiento de los procedimientos de razonamiento complejo.

Se abre aquí la posibilidad de analizar las relaciones entre lo que se desarrolla en el aula y lo que se evalúa través de las diferentes técnicas, en primer lugar estas deben evaluar lo que se hace en el aula, es decir si allí se están desarrollando procesos de razonamiento complejo se debe evaluar esto y no algo diferente; en segundo lugar es necesario hacer claridad sobre lo adecuado o no de las técnicas tradicionales de evaluación para aplicarlas al control sistemático del desarrollo de procesos de pensamiento complejo.

Así, si se acepta que a través de la educación en ciencias es posible desarrollar en los estudiantes la habilidades de pensamiento complejo y además se juzga importante y necesario que estas competencias sean adquiridas por los estudiantes, entonces algunos de los problemas a investigar se pueden formular en los siguientes términos: Cuales son, si existen, los métodos mas adecuados para la evaluación del grado de desarrollo del las habilidades de pensamiento complejo en un grupo de estudiantes?; Cuales de estas habilidades se están evaluando en este momento en los alumnos a través de la educación en ciencias en el país?; Cuales son las ideas que los docentes de ciencias tienen acerca de lo que son habilidades de pensamiento complejo? y principalmente y en forma mas general: Como llevar a cabo una

evaluación válida y confiable de las habilidades de los estudiantes para solucionar problemas, pensar críticamente y tomar decisiones?.

### 7.1.7 Referencias Bibliográficas

- Schlesinger, Allen B. Explaining Life. McGraw-Hill, Inc. 1994.
- The A.S.E. Science Teacher's Handbook. Edited by Jhon Nellist and Brian Nicholl. Hutchinson and Co.Ltd. 1986.
- Board of Senior Secondary School Studies. Queensland. Chemistry Senior Syllabus. 1995.
- Butler J. Teachers Judging Standards in Senior Science Subjects. Fifteen Years of the Queensland Experiment. Studies in Science Education. 26. p 135-157. 1995.
- Bice T.K.G. , McGregor J., Robertson I. J. y Weston R. A. J. Techniques for Assessing Process Skills in Practical Science. TAPS II. Heineman Education Book . 1989.
- Benderson A. Critical Thinking: Critical Issues. Princenton N.J. Educational Testing Service.1990.
- Karmel, P. Quality of Education in Australia. Report of The Quality of Education Review Committee. AGPS, Camberra. 1985.
- Mayer Committee. Employment-Related Key Competencies: A Proposal for Consultation.Mayer Committee, Melburne.1992.
- Butler J. Classroom Strategies to Develop Complex Reasoning Skills: Problem Solving, Decision Making and Critical Thinking. The Queensland Science Teacher, 1993. vol 19 Nª 4. P 12-33.
- Lordan C.P. Assessing Complex Reasoning Processes in Biological Sciences in Queensland. Master of Sciences Thesis. Graduate School of Education. Queensland University. 1996.
- Board of Senior Secondary School Studies. Queensland. Physics Senior Syllabus. 1995.
- University of Queensland. Graduate School of Education. Science Area Curriculum Study .1996.
- Edwards J. y Dall'Alba G.Development of a Scale of Cognitive Demand for Analysis of Printed Secondary Science Materials. Research in Science Education. 11. 1981.
- Ennis R.H. A Taxonomy of Critical Thinking. In J.Baron and R. Sternberg (Eds). Teaching Thinking Skills: Theory and Practice. New York. W.H. Freeman and Company.1987
- Kean M. Assessing Higher Order Thinking Skills: An Overview of The Issues, Princeton, NJ: ERIC Clearinghouse on Tests, Measurement and Evaluation. 1986.
- Quellmalz E.S. Developing Reasoning Skills. In J.Baron and R. Sternberg (Eds). Teaching Thinking Skills: Theory and Practice. New York. W.H. Freeman and Company.1987.
- Baron J.B. Evaluating Thinking Skills in the Classroom. In J.Baron and R. Sternberg (Eds).Teaching Thinking Skills: Theory and Practice. New York. W.H. Freeman and Company.1987.
- White R. Implications of Recent Research on Learning for Curriculum and Assessment. Journal of Curriculum Studies. 24. 2. 1992.
- Wakefield J. Creative Thinking: Problem Solving Skills and The Arts Orientation. Norwood, N. J: Ablesh Publishing Corporation.1992.
- Jordan P and Kerr C. The Getting of Wisdom: Assessing Critical Thinking In The Chemistry Classroom. Proceedings of The 14<sup>th</sup> International Conference on Chemical Education. Workshop 2-12.The University of Queensland. 14-19 July 1996.Brisbane Australia. Editor: Warren F. Beasley.
- Hadden B and Johnstone A.H. Mini-projects: An Introduction to the " World of Science"? . Chemed. Australian Journal of Chemical Education. Vol. 27. Pp 39-45. March 1990.
- Cohen L. and Manion L. Research Methods in Education.Third Ed. Routledge. London. 1989.

## **7.2. Estilo Cognitivo y Logro Educativo**

**Christian Hederich Martínez:** [hederich@pedagogica.edu.co](mailto:hederich@pedagogica.edu.co)

Doctor en Psicología. Universidad Autónoma de Barcelona. España

Profesor Universidad Pedagógica Nacional

### **7.2.1 Presentación**

A partir de la premisa general de que existen diferencias individuales en las formas de aprendizaje y de sólida evidencia empírica que permite identificar perfiles de aprendices de acuerdo con el estilo cognitivo, esta línea intenta identificar los niveles de efectividad de modelos educativos o de enfoques pedagógicos claramente definidos en poblaciones estudiantiles caracterizadas cognitivamente, con miras a subsanar sus eventuales limitaciones para grupos específicos de estilo cognitivo.

Esta línea tiene un amplio desarrollo actual en tesis de maestría y doctorado. En todos los casos se intenta examinar el efecto diferencial de diferentes estrategias y programas pedagógicos en el aprendizaje de las más variadas habilidades. Las temáticas abarcadas incluyen en análisis de diferentes enfoques para la enseñanza inicial de la lectura y la escritura, el efecto del aprendizaje cooperativo en la resolución de problemas de proporcionalidad, el examen de dispositivos de enseñanza computacional en el aprendizaje de las ciencias a nivel universitario, el efecto del aprendizaje de estrategias metacognitivas de autorregulación, el efecto de la enseñanza de las artes escénicas en el aprendizaje de habilidades sociales, entre otras.

### **7.2.2 Aspectos teóricos**

En psicología, es posible establecer la distinción entre la sustancia y el estilo de una determinada actividad o tarea cognitiva. Mientras la sustancia alude al contenido y al nivel de ejecución de la tarea, es decir, responde a las preguntas: ¿qué? y ¿qué tanto?, el estilo se refiere a la forma como se realiza la tarea, es decir, responde a la pregunta: ¿cómo? (Messik, 1994). Así, se define el estilo cognitivo como **el modo habitual o típico de una persona para resolver problemas, pensar, percibir y recordar** (Tennant 1988).

En la medida en que es un modo habitual de procesar información, el estilo es una característica consistente y estable de un individuo. Podría decirse que forma parte de aquello que lo identifica como persona. En este sentido, el estilo cognitivo debe diferenciarse de la noción de estrategia cognitiva. Mientras esta última tiene que ver con decisiones de acción coyunturales que cambian cada vez dependiendo de contenidos, condiciones y contextos particulares, el estilo cognitivo es una tendencia consuetudinaria a procesar la información de una cierta forma.

Un rasgo importante de la noción de estilo cognitivo es que, contrario a lo que se pudiera inferir del término, el estilo cognitivo involucra características individuales que abarcan mucho más que el funcionamiento exclusivamente cognitivo de la persona, para trascender a sus modalidades de funcionamiento afectivo o social. Desde esta última perspectiva, el estilo cognitivo se asocia con el concepto de general de personalidad.

La literatura referencia muchos tipos diferentes de estilo cognitivo, técnicamente conocidos como "dimensiones". Casi todas estas dimensiones se nombran por medio de polaridades que reflejan los extremos a los que cada estilo cognitivo tendería. Algunas de ellas son:

- **Dimensión impulsividad/reflexividad:** si la persona prefiere llegar a una decisión rápidamente, después de considerar brevemente las opciones; o si prefiere considerar cuidadosamente cada opción, antes de tomar la decisión.
- **Dimensión divergencia/convergencia:** si la persona enfrenta típicamente un problema o tema de manera abierta y exploratoria o si lo hace de manera cerrada y altamente focalizada.
- **Dimensión holismo/serialismo:** si la persona tiene la tendencia a responder a una tarea de aprendizaje por medio de una aproximación holista, basada en hipótesis, o por medio de

una aproximación focalizada que se caracteriza por un proceso paso a paso, basado en datos.

- **Dimensión adaptación/innovación:** si frente a una situación problemática la persona tiene preferencia por "hacer las cosas mejor" o si tiende más bien a "hacer las cosas de manera diferente".
- **Dimensión visualización/verbalización:** si la modalidad preferida de representación de ideas y conceptos en la mente es el visual (imágenes) o si, por el contrario es verbal (palabras, oraciones).
- **Dimensión centración/barrido:** si, frente a una serie de tareas, la persona prefiere ordenarlas una después de la otra y no comenzar una hasta tanto haya terminado la otra, o si su tendencia es a ir trabajando en todas por periodos cortos de tiempo.
- **Dimensión concreción/abstracción:** si para el aprendizaje de algo nuevo la persona acude a experiencias concretas o si prefiere manejar ideas abstractas.

Estos ejemplos son apenas una muestra del amplio rango de dimensiones de estilo cognitivo identificadas en psicología. Como puede inferirse, cada una de estas dimensiones tiene claras repercusiones en el contexto del aprendizaje escolar. En esta medida, es difícil decidir cuál de ellas es más importante o cuál menos.

En lo que sigue, nos centraremos en una dimensión que tiene inmediata aplicación en la enseñanza y el aprendizaje y que, desde nuestro punto de vista, tiene dos ventajas reales frente a las otras: 1) es una dimensión que se encuentra integrada a una teoría general del funcionamiento psicológico del individuo y 2) es una dimensión que ha sido profusamente estudiada en términos de sus implicaciones educativas, pedagógicas y didácticas. Se trata de **la dimensión independencia/dependencia de campo** o, como preferimos llamarla:

- **Dimensión de independencia del medio/sensibilidad al medio**, y consiste básicamente en la tendencia de una persona a asignarle una organización y una estructura propias a la información disponible para realizar una tarea o resolver un problema, con independencia de la forma como tal información ha sido presentada o, en contraste, la tendencia a resolver la tarea o el problema manejando la información disponible sin desprenderla del contexto en que ha sido presentada y sin cambiarle su estructura y organización iniciales.

El estilo cognitivo de independencia/sensibilidad al medio fue desarrollado por un grupo de investigadores liderados por el psicólogo norteamericano Herman Witkin, durante los años 1950 y la noción forma parte de la Teoría de la Diferenciación Psicológica; una teoría que no sólo abarca el funcionamiento perceptual-cognitivo de los individuos sino aspectos relativos a los factores sociales y afectivos del ser humano. Esta teoría tiene, entre otras, una fuerte base de tipo neurofisiológico.

Una teoría de tales grados de amplitud y generalidad permite aplicaciones que van bastante más allá de las diferencias en el proceso de aprendizaje. Como ya lo hemos mencionado, es posible ampliar nuestro análisis a diferencias de carácter actitudinal, relacional y ético, presentes tanto en la situación de aprendizaje como en todos los ámbitos de nuestra vida.

El estilo cognitivo, en su dimensión de independencia-sensibilidad al medio ha tenido amplia aplicación en el ámbito educativo desde sus inicios (Witkin y Goodenough, 1981; Davis, 1991). Se destacan en este sentido desarrollos en las áreas de: planeación y diseño curriculares (Ramírez, Herold y Castañeda, 1974); la construcción de pedagogías y didácticas específicas (Davey, 1990; Franck, 1984; McLeod, 1991; Regnier, 1995, entre otros); el diseño y elaboración de materiales impresos e hipermediales aplicados a la enseñanza y el aprendizaje (Hall, 2000, Davies, 1991, entre otros).

### 7.2.3. Objetivos

- Llevar a cabo diagnósticos de los niveles de logro de aprendizaje, rendimiento académico y/o adaptación a la cultura escolar de poblaciones estudiantiles diferenciadas por estilo cognitivo.
- Diseñar propuestas didácticas específicas y validar el efecto diferencial de las mismas sobre el logro de aprendizaje de estudiantes con diferente estilo cognitivo.



- Construir modelos descriptivos y explicativos de la incidencia del contexto cognitivo cultural de la escuela sobre la constitución del estilo cognitivo en el individuo.
- Diseñar y validar propuestas educativas conducentes al aprovechamiento del potencial cognitivo y socioafectivo del cada una de las polaridades de estilo cognitivo en la búsqueda de un ideal de movilidad funcional.
- Construir perfiles estilísticos de la actividad cognitiva, emocional y social de los estudiantes en alguno(s) de los aspectos del proceso de aprendizaje en contextos escolares.
- Identificar la naturaleza de las relaciones entre las diferentes dimensiones de estilos de aprendizaje propuestas y proponer modelos integradores de este constructo

#### 7.2.4. Publicaciones

HEDERICH, C.; CAMARGO, A. (2001). Estilo cognitivo y logro educativo en la ciudad de Bogotá. Bogotá: Universidad Pedagógica Nacional, Centro de Investigaciones (CIUP) - IDEP.

HEDERICH, C.; CAMARGO, A. (2001). Estilo cognitivo y logro académico en la ciudad de Bogotá. En Revista colombiana de Educación, no. 40-41. Bogotá: Universidad Pedagógica Nacional, Centro de Investigaciones (CIUP) - IDEP.

HEDERICH, C.; CAMARGO, A. (2001). Estilos cognitivos en el contexto escolar. Bogotá: Universidad Pedagógica Nacional, Centro de Investigaciones (CIUP) - IDEP



### **7.3. Estilos Pedagógicos**

**Christian Hederich Martinez:** [hederich@pedagogica.edu.co](mailto:hederich@pedagogica.edu.co)

Doctor en Psicología. Universidad Autónoma de Barcelona. España  
Profesor Universidad Pedagógica Nacional

#### **7.3.1. Presentación**

En la medida en que el estilo cognitivo es un rasgo consistente y estable de la personalidad de los individuos, el estilo cognitivo del profesor se convierte en una variable importante que influye en su comportamiento como docente y en el aprendizaje del alumno. En este orden de ideas, la línea propone una exploración de las implicaciones pedagógicas de las similitudes y diferencias en estilo cognitivo entre docentes y estudiantes a través del concepto de “estilo pedagógico”

Esta línea tiene un desarrollo reciente en el grupo de estilos cognitivos y cuenta en la actualidad con dos proyectos de tesis, uno de maestría, que intenta caracterizar estilos de enseñanza de los docentes, y otro de doctorado en el que se profundiza en las modalidades específicas de comunicación en el aula relacionadas con el estilo cognitivo en la dimensión de independencia-dependencia de campo.

#### **7.3.2. Aspectos teóricos**

La noción general de “estilo” no tiene su origen en el entorno educativo. Ésta proviene principalmente de las artes y se refiere al conjunto de características que definen una tendencia estética identificable y distintiva. Por extensión, el término estilo comienza a utilizarse en psicología hace unos 60 años para referirse a ciertos rasgos diferenciadores o individualizadores en la caracterización de una persona. Así, English e English definen el estilo como “...la suma total de detalles de la conducta que influyen comparativamente poco en la consecución de una meta, pero que dan una manera característica, casi una identificación, a un individuo o a una actuación particular” (English e English, 1958, citados por Witkin y Goodenough, 1981). En este mismo ámbito, para Messick (1987) el estilo se entiende como un conjunto de regularidades consistentes en la forma de la actividad humana que se lleva a cabo, con independencia del contenido, esto es, de los dominios propios de la actividad.

En este sentido general del que hemos venido hablando, se han distinguido diferentes tipos de estilos relacionados con dimensiones comportamentales específicas, tales como los estilos expresivos (por ejemplo, Allport, 1961), los estilos de respuesta (p. e. Block, 1965), los estilos defensivos (p. e. Messick, 1987), los estilos de aprendizaje (p. e. Schmeck, 1988) y los estilos cognitivos (p. e. Kogan, 1983).

En una nueva extensión del concepto general de estilo, el término estilo de enseñanza ha sido adoptado entre los investigadores para referirse a diferencias claramente identificables entre los profesores respecto de su forma de enseñar. Es importante aquí distinguir los elementos de forma, o manera de enseñar, de los elementos de contenido, referidos a lo que es enseñado. La noción es intuitivamente comprensible si nos remitimos a nuestra propia experiencia como alumnos: cada uno de nuestros profesores tenía la tendencia a hablar de una cierta forma, plantear cierto tipo de actividades, evaluar de una determinada manera, interactuar con cierto nivel de cercanía, etc., en suma, cada profesor tenía un cierto estilo de enseñanza característico e identificable.

Sin embargo, en contraste con conceptos como el de estilo de aprendizaje, que resulta bastante claro dada la condición inequívocamente individual y distintiva del proceso mismo del aprendizaje, la noción de estilo de enseñanza ha dado lugar a diversas interpretaciones que es necesario aclarar. ¿Debe proponerse realmente un concepto como el de “estilo de enseñanza”? ¿No son suficientes las nociones que ya tenemos para describir la actividad de los profesores, tales como la de “enfoque pedagógico” o “perspectiva didáctica” para describir al profesor? ¿Tiene esta noción sentido, interés o utilidad en el contexto de las investigaciones psicopedagógicas contemporáneas?

Una revisión de la literatura sobre el tema elaborada recientemente revela claramente la existencia de dos líneas de investigación con propósitos y desarrollos teóricos diferentes: una psicológica y otra pedagógica (Camargo y Hederich, en prensa).

La primera de las líneas de investigación sobre el estilo de enseñanza tiene un origen vinculado con la psicología diferencial y concibe los estilos de enseñanza como una manifestación más del concepto general de estilo cognitivo. En esta tradición psicológica, los tres términos más comúnmente usados para referirse a estilos son estilo cognitivo, estilo de aprendizaje y estilo de pensamiento. Así, el término estilo de enseñanza se adopta aquí para referirse al estilo cognitivo, de aprendizaje y de pensamiento del profesor durante su actividad docente y el término estilo de aprendizaje para describir el estilo cognitivo, de aprendizaje y de pensamiento del estudiante durante su actividad como aprendiz Zhang (2004).

Los primeros trabajos en esta línea psicológica se remontan a finales de los años 60 con el estilo cognitivo en la dimensión de dependencia-independencia de campo (DIC)<sup>1</sup> y caracterizaban las preferencias en el uso de estrategias de enseñanza por parte de profesores diferenciados por su estilo cognitivo en esta dimensión. De acuerdo con Wu (1967, citado por Witkin y Goodenough, 1981), los profesores independientes de campo favorecen procedimientos en los que puedan asumir un rol directivo impersonal, tales como la exposición o la disertación, frente a roles que supongan un contacto más personal con los estudiantes, que serían los preferidos por los profesores dependientes de campo. En el mismo sentido, Witkin y sus colaboradores (1977), en su caracterización de las implicaciones educativas de la DIC, encontraron que mientras que los profesores independientes de campo hacían un mayor énfasis en el manejo de contenidos en la clase, los profesores dependientes de campo preferían un mayor énfasis de los aspectos interpersonales de la situación de aula.

La tradición investigativa sobre tendencias estilísticas de los profesores desde la dimensión de independencia-dependencia de campo ha sido continuada recientemente por el grupo de Olivia Saracho, de la Universidad de Maryland, el cual ha trabajado principalmente la relación entre los estilos de enseñanza y los estilos de aprendizaje en el aula de clase. Saracho y sus colaboradores (2000) han venido construyendo un modelo descriptivo de todas las dinámicas que podrían surgir de las correspondencias o incongruencias entre los estilos cognitivos de profesores, de estudiantes, e incluso del estilo cognitivo “implícito” en diversos contenidos de aprendizaje. Un ejemplo del tipo de investigaciones que se apoya en esta construcción teórica es el trabajo de Ford y Chen (2001), en el cual se examinan las implicaciones del grado de correspondencia entre el estilo cognitivo que resultaría favorecido en diferentes ambientes de aprendizaje computacional y el estilo cognitivo de los estudiantes. Esta investigación arrojó como resultado que la correspondencia favorece el logro de aprendizaje de estos últimos. La favorabilidad de la correspondencia entre estilos no es, sin embargo, completamente universal; en otros casos es la incongruencia la que favorece el logro (p. e. Saracho, 1997).

La segunda de las tradiciones intelectuales sobre el tema de los estilos de enseñanza, más claramente ligada con la investigación pedagógica, enmarca los estilos de enseñanza en el contexto de las necesidades de cualificación docente en busca de una enseñanza cada vez más efectiva, para algunos, o una enseñanza cada vez más reflexiva y consciente, para otros.

Muchas de las dimensiones de estilo de enseñanza desarrolladas desde la tradición pedagógica tienen en común el hecho de que toman en consideración las mismas dimensiones del comportamiento docente en el aula de clase: el grado de énfasis en el contenido específico a ser enseñado, la fuente de la autoridad del maestro, la naturaleza de la interacción social entre profesores y alumnos y el grado de control ejercido por el docente en la situación de clase. Identificando los comportamientos del profesor en cada una de estas dimensiones, estas tipologías proponen rótulos que resultan ser imágenes más sugerentes que definitorias, y a las que les hace falta una descripción más sistemática de las características estructurales que las precisarían. Estos rótulos constituyen, sin embargo, aproximaciones muy valiosas al concepto de estilo de enseñanza que aún permanecen en fases iniciales de su desarrollo. Por sus

---

<sup>1</sup> El estilo cognitivo en la dimensión de independencia-dependencia de campo hace alusión a diferencias individuales en el tipo de información que se privilegia a la hora de llevar a cabo una tarea cognitiva. Mientras unos sujetos privilegian información interna (independientes de campo) otros privilegian información externa (dependientes de campo). En consonancia con esta descripción general, los sujetos dependientes de campo desarrollan espontáneamente habilidades sociales y los sujetos independientes de campo desarrollan espontáneamente habilidades analíticas, tales como la capacidad de reestructuración perceptual (Witkin y Goodenough, 1979; Hederich y Camargo, 1999).

características, podríamos rotular estas tipologías de estilos de enseñanza como tipologías prototípicas del rol personal del maestro.

En general, un examen de los trabajos que, de forma explícita, utilizan el término estilo pedagógico o estilo de enseñanza muestra un campo de reflexión que, progresivamente, ha ido ganando terreno en la investigación pedagógica pero que, al momento presente, se encuentra en sus fases iniciales de desarrollo.

Así, se vislumbran necesidades apremiantes de desarrollo del conocimiento en el campo. En particular es necesario clarificar las dimensiones utilizadas en la definición de las tipologías estableciendo, para cada una de ellas, sus condiciones diferenciadoras, su estabilidad temporal, su neutralidad valorativa y su co-ocurrencia con las otras dimensiones utilizadas. Estos aspectos han tenido aun poca atención por parte de los investigadores en el campo.

Otro de los campos en los que se requiere de mayor investigación se relaciona con la elaboración de instrumentos que permitan la identificación del estilo de enseñanza. Aún existen demasiadas propuestas de auto-reporte del profesor acerca de sus prácticas que arrojan información no muy confiable sobre las mismas. Es necesario avanzar en la construcción de cuestionarios dirigidos a los alumnos, así como de metodologías que permitan la triangulación de esta información.

Por último debe señalarse que existe un vínculo evidente entre el estilo de enseñanza del profesor y los estilos, cognitivos o de aprendizaje, de sus alumnos; el cual explicaría en muy buena medida el logro educativo de estos últimos (Saracho, 2003). Este vínculo ha sido reconocido desde la génesis misma de algunas de las tipologías más importantes de estilo de enseñanza, tales como la tipología de Grasha o la de Felder, que plantean de forma simultánea estilos de aprendizaje y de enseñanza. Ésta representa un área de indudable interés que la consideración de estilo de enseñanza aportaría a la reflexión pedagógica.

### 7.3.3. Objetivos

- Construir perfiles estilísticos de la actividad pedagógica y didáctica del profesor en alguno(s) de los aspectos del proceso de enseñanza.
- Identificar la naturaleza de las relaciones entre las diferentes dimensiones de estilos de enseñanza propuestas y proponer modelos integradores de este constructo.
- Diseñar y poner a prueba propuestas de formación inicial o continuada de profesores que asuma la existencia de una dimensión estilística en la enseñanza y tome ventaja de ella.
- Elaborar modelos descriptivos y explicativos de la interacción entre el estilo de enseñanza del profesor y el estilo de aprendizaje de sus alumnos respecto del logro de aprendizaje de estos últimos.

### 7.3.4. Publicaciones

CAMARGO, A.; HEDERICH, C. (en prensa). Los estilos de enseñanza -Elementos para un estado del arte-.

## 7.4. Ritmos Cognitivos

**Christian Hederich Martinez:** [hederich@pedagogica.edu.co](mailto:hederich@pedagogica.edu.co)

Doctor en Psicología. Universidad Autónoma de Barcelona. España  
Profesor Universidad Pedagógica Nacional

### 7.4.1. Presentación

La pedagogía ha centrado su atención en la respuesta a las preguntas sobre ¿qué enseñar?, ¿cómo enseñar?, e incluso ¿dónde hacerlo?, pero ha ignorado la pregunta ¿cuándo enseñar?. Como resultado de esta omisión tenemos jornadas diarias demasiado pesadas, una gestión del tiempo excesivamente rígida y uniforme, una repartición irracional de los períodos de vacaciones, jornadas con ritmos monótonos, y una repartición anárquica de los contenidos de aprendizaje que sobrecarga los últimos períodos. Estos factores deben estar en relación inmediata con el nivel de logro escolar.

Maneja entonces la escuela un ritmicidad propia que no necesariamente se acopla con las fluctuaciones cognitivas espontáneamente desarrolladas por los estudiantes. ¿Cuál es la medida de la sincronía entre los horarios escolares, y las características ecoculturales y cognitivas de la población colombiana? El conocimiento que se construya en la presente línea dará luces para la formulación de respuestas a esta pregunta.

### 7.4.2. Aspectos teóricos

A partir de los hallazgos iniciales de la cronobiología<sup>2</sup>, la disciplina de la cronopsicología surge como programa de investigaciones que parte del hecho comprobado de que la actividad mental humana se encuentra sujeta a ciclos de mayor o menor eficacia<sup>3</sup>, los cuales varían en periodicidad (Testu, 1992). Uno de sus propósitos principales es analizar las funciones psicológicas humanas en términos de las fluctuaciones observables de su operatividad; a fin de identificar entre otras cosas, los ritmos de cada una de ellas, la periodicidad de estos ritmos y la forma como los individuos responden o se adaptan a tales ciclos.

La idea de una ritmicidad cognitiva de la escuela descansa, en términos generales, en que, en tanto actividad humana organizada e institución social, la escuela tiene una estructuración temporal: define periodos de actividad y descanso en momentos específicos y duraciones concretas, que se cristalizan en la definición del horario escolar.

Para el caso colombiano, la escuela organiza las actividades académicas en períodos anuales y semestrales separados por vacaciones de variada longitud. Estos periodos, a su vez, se encuentran distribuidos en agendas bimensuales de evaluación y en horarios de clase que se repiten cada semana.

En general, la distribución de las clases durante el día se hace usualmente sobre la base de la disponibilidad horaria de los maestros, en los casos en que este factor representa alguna limitación. En otros casos, la definición del horario escolar se hace de acuerdo con una creencia, bastante generalizada, que recomendaría que las asignaturas más difíciles, o que requirieran mayor esfuerzo intelectual (matemáticas, por ejemplo) tuvieran lugar temprano en la mañana, puesto que los alumnos estarían más “frescos” y descansados. Esta creencia estaría pues, en directa contradicción, con los resultados obtenidos en los estudios cronopsicológicos.

Actualmente se sabe que, en la situación escolar, el niño pasa por fluctuaciones periódicas de sus estados de vigilancia, atención y memoria de corto y largo plazo. Durante el día, existen dos periodos en los que el niño presenta bajos niveles de eficiencia cognitiva: entre las 8 y las 9:30 y entre las 13:30 y las 15 horas. Existen por otro lado dos periodos de alta productividad: entre las 10 y las 12 horas, y entre las 15 y las 17 horas.

En cuanto al rendimiento de la memoria, se sabe que la segunda mitad de la mañana es especialmente adecuada para tareas que requieran del alta capacidad de memoria de corto

---

<sup>2</sup> La cronobiología estudia las fluctuaciones rítmicas de las funciones de carácter biológico (temperatura corporal, presión sanguínea, pulso, etc.).

<sup>3</sup> Niveles de precisión y/o rapidez en la ejecución de tareas.

plazo (matemáticas y lectoescritura, por ejemplo), mientras que la segunda mitad de la tarde coincide con un nivel óptimo de tareas que requieran de memoria de largo plazo (ciencias, por ejemplo).

Con respecto a los días de la semana, se sabe también que los días lunes, que suponen una ruptura entre los ritmos familiares y los escolares se asocian con bajas capacidades de vigilancia y atención. Los días viernes, por otro lado, han mostrado gran variabilidad, asociada con los niveles de fatiga acumulada.

Esta síntesis de resultados no puede dejar de lado la relación necesaria y evidente entre la edad y el tiempo de trabajo escolar efectivo. Se ha mencionado que este tiempo no debe sobrepasar las 3 horas diarias en niños de 6 a 7 años, las 4 horas en niños de 8 a 9 años, las 5 horas en niños de 10 a 11 años, siendo el máximo de 6 horas en el adolescente, incluyendo el trabajo en casa (Rodríguez y otros, 1994). Estos resultados señalan la importancia de incluir la variable temporal en la situación educativa.

#### 7.4.3. Objetivos

- Explorar y describir los hábitos horarios de poblaciones escolarizadas caracterizadas respecto de su sistema ecocultural de referencia, la jornada y el calendario escolar de la institución a la que asiste.
- Explorar y describir diferentes patrones rítmicos de eficiencia cognitiva en poblaciones escolarizadas y caracterizadas respecto de su sistema ecocultural de referencia, la jornada y el calendario escolar de la institución a la que asiste.
- Formular y validar recomendaciones acerca de la constitución del horario y el calendario escolar sobre la base de evidencia cronopsicológica para instituciones en diferentes jornadas escolares.

#### 7.4.4. Publicaciones

HEDERICH, C.; CAMARGO, A.; REYES, M. E. (2004). Ritmos cognitivos en la escuela. Bogotá: Universidad Pedagógica Nacional, Centro de Investigaciones (CIUP)

HEDERICH, C. (2005) Cognitive Rhythms in the Colombian Schools. En las memorias del Congreso Europeo de Psicología celebrado en Granada, España, en Junio de 2005.

## **7.5. Ciencia, Acciones y Creencias**

**Luis Enrique Salcedo:** [salcedo@pedagogica.edu.co](mailto:salcedo@pedagogica.edu.co)

Doctor en Química Analítica. Universidad Estatal de Moscu ( Lomonosov)  
Profesor Universidad Pedagógica Nacional

**Lilia Reyes**

Doctor of Philosophy in Science Education. Florida State University. U.S.A.  
Profesora Universidad Pedagógica Nacional

### **7.5.1. Presentación**

A comienzos de la década de los noventa profundos cambios socio-políticos en Colombia involucraron nuevas direcciones, nuevos retos y nuevos compromisos para el proceso educativo. Se promulgó una nueva Constitución Política Nacional y se aprobó la Ley General de Educación.

Nuestra propuesta de investigación responde a la necesidad de consolidar procesos alternativos a los tradicionales para la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias en nuestro país. Se espera ampliar las fronteras del conocimiento en el campo de la educación en ciencias y dar posibles respuestas a los problemas presentes en la mayoría de las clases. En particular, pretende ser una estrategia de formación y fortalecimiento de recursos humanos de alta calidad investigativa y apoyo teórico para la formulación de políticas educativas en este campo.

La investigación se convierte así en un espacio de exploración, reflexión, análisis y construcción de conocimientos en torno a las relaciones entre las acciones de los profesores de ciencias y sus referentes filosóficos, epistemológicos, sociológicos, pedagógicos didácticos y disciplinares. En la medida en que por medio de la investigación, se construyan nuevos significados acerca de las creencias, roles, metas y contextos en los cuales se halla embebida la acción del docente, se potenciarán cambios en los procesos de enseñanza y de aprendizaje que respondan de manera más coherente a los problemas que presenta la educación en ciencias en nuestro país.

### **7.5.2. Propósito de esta línea de investigación.**

Se pretende con este estudio explorar las acciones de los profesores y de los estudiantes en las aulas de clase de ciencias de diferentes grados del sistema escolar y analizar cómo estas acciones están influenciadas por referentes derivados de su historia personal y del grupo social al cual pertenecen. Se dará especial consideración:

- A la filosofía personal que posee cada maestro en torno al por qué, al qué y al para qué del conocimiento científico, de la enseñanza y del aprendizaje.
- A referentes sociales asociados con las formas en las cuales el maestro construye los ambientes para el trabajo de sus estudiantes.
- A los conocimientos personales sobre las disciplinas específicas y en particular a sus creencias y acciones sobre: conceptos científicos, prácticas de laboratorio, resolución de problemas, actitudes hacia el aprendizaje de la ciencia, evaluación de la enseñanza y del aprendizaje y relaciones entre ciencia, tecnología y sociedad.

### **7.5.3. Importancia de esta línea investigación.**

Esta línea es importante al menos por dos razones: Primera, parece ser uno de los primeros estudios sistemáticos de investigación interpretativa realizado en aulas de enseñanza de ciencias en Colombia que, desde el punto de vista de los maestros e investigadores, analiza holísticamente sus acciones e interacciones. Segunda, se sugieren tres hipótesis cuya comprobación basada en evidencia proveniente de los datos de la investigación aportará elementos indispensables para el mejoramiento de la enseñanza de las ciencias.

Estas hipótesis son:

- Los desequilibrios de poder entre la institución educativa, el maestro y el estudiante representan importantes obstáculos para la enseñanza y el aprendizaje.
- Planteamientos filosóficos coherentes con el empirismo dificultan la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias.
- Al experimentar estrategias de formación inicial y permanente del profesorado que tengan en cuenta su propia reflexión sobre sus creencias y acciones, será posible transformar la educación en ciencias

#### 7.5.4 El Problema

El problema central de este estudio es analizar referentes (culturales, sociales, epistemológicos, filosóficos, metodológicos y disciplinares) de acciones y cómo estas acciones e interacciones del maestro limitan o favorecen el aprendizaje de los estudiantes y de los mismos maestros. También se analiza la influencia de la retención por parte de los maestros de formas establecidas de enseñanza que pueden inhibir su propia habilidad para introducir procesos de cambio; por lo tanto, como resultado de estas acciones los estudiantes no están adecuada y oportunamente preparados para tener éxito en esta sociedad que evoluciona tan rápidamente en materia científica y tecnológica.

La construcción de una visión teórica por parte de cada profesor puede proveer un punto de partida para iniciar los cambios requeridos en la práctica educativa y en la reforma de la enseñanza de las ciencias hacia el mejoramiento de los ambientes de aprendizaje de los estudiantes.

#### 7.5.5. Preguntas de Investigación

Las respuestas a las siguientes cuestiones son importantes consideraciones que contribuyen a elaborar modelos teóricos para pensar y actuar acerca de la educación en ciencias: ¿Cuáles son los referentes básicos de las acciones del maestro? ¿Cómo estos referentes se ven afectados por los contextos en los cuales actúa el maestro? ¿Cómo se ven afectadas las acciones del maestro por las creencias que consciente o inconscientemente mantiene? ¿Cuál es la relación entre las acciones del maestro y las metas que él o ella han identificado para el aprendizaje de sus estudiantes? ¿En qué medida los propósitos del maestro inherentes al desarrollo de su práctica son coherentes con sus creencias en los contextos en los cuales el currículo de ciencias es desarrollado? ¿Cuáles son las interacciones entre el sistema social del aula de clase y otros sistemas de influencia que también limitan las acciones del maestro? ¿Cuáles son las características de su enseñanza de: conceptos científicos, resolución de problemas, prácticas de laboratorio, relaciones ciencia/tecnología/sociedad?

#### 7.5.6. Referentes Conceptuales

Se han tomado proposiciones de cuatro tendencias teóricas: el constructivismo con su enfoque radical y socio-cultural; los enfoques para el análisis de los sistemas sociales desde el punto de vista de los actores y de la sociedad; la teoría de la acción holística y las orientaciones de la pedagogía crítica.

#### 7.5.7. Metodología

##### **Naturaleza de datos.**

Esta línea de investigación etnográfica será desarrollada siguiendo los criterios de calidad propuestos por Guba and Lincoln (1989). Los datos de esta investigación provendrán de una permanencia intensiva en aulas de clase de los maestros estudiados mientras desarrollan sus clases de ciencias con sus estudiantes en grados de educación básica, media o superior. Fuentes importantes de datos serán notas diarias de campo, video-grabaciones, entrevistas formales reportadas en audio-grabadora, memorandos y otros documentos pertinentes. También se buscará la oportunidad de hablar informalmente con los maestros en ámbitos diferentes al aula. Los maestros tendrán la oportunidad de ofrecer sugerencias y comentarios



acerca de lo que se está aprendiendo de la investigación. De esta manera, los aprendizajes posteriores se beneficiarán de lo aprendido anteriormente.

### **Criterios para juzgar el mérito de esta investigación.**

**A. Criterio de verdad.** Este criterio es paralelo al criterio positivista de rigor. Contempla: credibilidad, transferencia, dependencia y confirmabilidad.

Desde un punto de vista constructivista, credibilidad es un criterio más apropiado que el de validez interna, hace referencia a la coherencia entre la realidad de los actores y las construcciones atribuidas a ellos. Algunas de las técnicas que incrementan la credibilidad son: compromiso y permanencia prolongada, observación persistente, discusión de pares, revisión y discusión de los mismos actores (Guba y Lincoln, 1989,). Transferencia es el criterio cualitativo que equipara la validez externa o generalización de los datos. Una “abundante” descripción o descripción minuciosa y detallada es la principal técnica para establecer condiciones significativas que “facilitarían a otras personas que así lo deseen, juzgar la meritividad y aplicar lo aprendido en este estudio a su propia situación y contexto”. La dependencia hace referencia al contexto específico en el cual se desarrollan las acciones. La confirmabilidad es la característica que debe permitir que investigaciones similares en contextos semejantes puedan ser reproducidas.

### **B. Criterio Hermenéutico.**

Se fundamenta en el proceso hermenéutico que consiste básicamente en un meta-análisis de la investigación lo cual implica una auto-evaluación. Uno de los beneficios de este proceso es la posibilidad de una retroalimentación continua e inmediata de las interpretaciones. Por lo tanto, errores que no han sido detectados antes, no tienen opción de permanecer ocultos por largo tiempo.

### **C. Autenticidad.**

Hace referencia al grado en el cual lo que está sucediendo en el aula de clase de enseñanza de las ciencias es representado textualmente por el investigador. Este criterio de autenticidad requiere que lo descrito corresponda con lo sucedido, también hace referencia al grado de coherencia entre las construcciones autónomas del investigador y su estructura de valores. La autenticidad involucra evolución, mejoramiento, madurez, elaboración de información y uso de nuevos conocimientos por parte de los participantes (Guba y Lincoln, 1989).

## **7.5.8. Beneficios de esta Línea de Investigación**

Ya que el propósito fundamental de esta investigación es explorar los referentes que guían las acciones e interacciones de maestros de ciencias, se da especial atención al análisis de referentes sociales y mitos culturales que puedan incidir en la construcción de ambientes de aprendizaje en dominios tales como la Biología, la Química, la Física y otras ciencias de la vida y ciencias de la tierra. Cuidadosas investigaciones interpretativas pueden ofrecer a los maestros, administradores y directivos que las desarrollen grandes posibilidades para reconocer la existencia de poderosas fuerzas sociales en sus comunidades, que actúan como mitos culturales limitando las acciones e interacciones del maestro. La reflexión y pensamiento crítico puede asistir a los maestros en la identificación y demitificación de mitos culturales y en la iniciación de esfuerzos de reforma educativa tendientes a beneficiar el aprendizaje de las ciencias. Si los maestros pueden identificar los mitos que sirven de referentes a sus prácticas educativas un análisis profundo de estos referentes podría llevar a los maestros a generar formas alternativas de pensamiento acerca de la enseñanza y el aprendizaje y a proponer y comprometerse con cambios correspondientes que favorecerán reformas curriculares.

## **7.5.9. Productividad Académica**

### *A. Presentación en Ponencias Nacionales*

*XXXVI Congreso Nacional de Ciencia Biológicas. Cartagena, 10 al 13 de octubre de 2001.*



Títulos:

Hacia una construcción de estándares pedagógicos para la educación en ciencias en la escuela primaria. Autores: Almanza, C. Liliana., Clavijo, O. Myriam., Reyes, H. Lilia.

Imaginario en relación con la naturaleza de las ciencias en algunos maestros de educación primaria en la localidad doce de Bogotá D.C. autores: Ladino, N, Reyes, L

Portafolios como consolidación de procesos evaluativos en la enseñanza de la biología. Autores: Laverde, S. Reyes, Lilia.

*Congreso Sobre Formación de Profesores de Ciencias”, Bogotá, D.C; Septiembre de 2003. Universidad Pedagógica Nacional – Universidad Distrital.*

Concepciones de los profesores y estudiantes sobre prácticas de laboratorio del nuevo proyecto curricular de la licenciatura en química de la UPN. Salcedo, L. Rivera, J

### B. Presentación en Ponencias Internacionales

*VI Congreso Internacional Sobre Investigación en la Didáctica de las Ciencias. Barcelona, España, 12 al 15 de septiembre de 2001.*

Titulo:

Creencias acerca del cambio en la enseñanza de las ciencias. Autores: Reyes, H. L, Salcedo, L., Perafán A.

Creencias sobre la ciencia, la enseñanza y el aprendizaje de profesores de química. Autores: Salcedo L, Perafán A, Reyes L.

Apropiación del discurso sobre competencias por parte de profesores. De la política educativa al aula de ciencias. Autores: Arteta J, Chona G, Fonseca G, Martínez S, Sarmiento R, Gutiérrez L, Sierra M.

Formación permanente de profesores de ciencias basada en la investigación Salcedo, L.

Enseñanza y aprendizaje de la química por investigación. Salcedo, L. Villarreal, M.

Creencias acerca del cambio en la enseñanza de las ciencias. Reyes, L. Salcedo L. Perafán, A.

Creencias sobre la ciencia, la enseñanza y el aprendizaje de profesores de química. Salcedo, L. Perafán, A. Reyes L

Relación entre concepciones de ciencia y prácticas evaluativas del profesor: un eje articulador de la enseñanza y el aprendizaje en ciencias. Salcedo, L. Perafán, A. Reyes, L

Formación permanente de profesores de ciencias basada en la investigación. Salcedo, L

Preparación de abono orgánico: una estrategia para mejorar la actitud frente al aprendizaje de las ciencias naturales. Salcedo, L. Cruz, C. Cruz, N. Dávila E. Ramírez, O.

*VII Congreso internacional sobre investigación en didáctica de las ciencias. Educación científica para la ciudadanía. Revista de enseñanza de las ciencias. Granada. España. 2004*

Incorporación de NTIC en prácticas de laboratorio de química desde la enseñanza y aprendizaje por investigación. Salcedo, L.; Villarreal, M; Zapata P.; Rivera, J; Colmenares E.; Moreno P.

Las prácticas de laboratorio en la enseñanza de la química en la educación superior. Salcedo L., Villarreal M; Rivera C.

*Congreso de la Sociedad Química Brasileira. Salvador – Bahía. Mayo 30 a Junio 2 de 2004.*

“Incorporación de las Nuevas Tecnologías de la Información y la Comunicación en las prácticas de Laboratorio: Un Complemento al Modelo de Enseñanza Aprendizaje Por Investigación”. Salcedo, L; Rivera J; Villarreal, M.

“Las Prácticas De Laboratorio En La Enseñanza De La Química En El Nivel Superior” Salcedo, L; Rivera J; Villarreal, M

### C. Proyectos de Investigación a Nivel Internacional

Cooperación bilateral Colombia Alemania con el Proyecto “Estándares Pedagógicos para el mejoramiento de la Alfabetización Científica en la Escuela Primaria”.

#### D. Proyectos de Investigación a Nivel Nacional

Las Prácticas de Laboratorio en la Enseñanza de la Química en el Nivel Superior. Proyecto financiado por CIUP- UPN. CODIGO – DQU-014-02. 2002-2003.

“Incorporación de las nuevas tecnologías de la información y la comunicación en las prácticas de laboratorio: un complemento al modelo de enseñanza aprendizaje por investigación- código: 1108 – 11 – 14433. Proyecto financiado por Colciencias – UPN.

#### E. Apoyo a Prácticas Docentes en el Pregrado

Desarrollo de prácticas pedagógicas en la Fundación Santamaría con el objeto de fortalecer las actividades del proyecto (Dos practicantes).

Aporte al equipo pedagógico del departamento de química de la universidad Pedagógica Nacional. Diseño y ejecución de un proyecto de investigación

#### F. Publicación de Textos

Colección Acciones y Creencias:

Tomo II: Análisis e Interpretación de creencias de docentes en Física

Tomo III: Análisis e Interpretación de creencias de docentes en Química

Tomo IV: Análisis e interpretación de creencias de docentes en biología y ciencias naturales.

#### I. Publicación de Artículos en Revista Ted

“Explorando Creencias Acerca De La Naturaleza De La Enseñanza En Maestros De Ciencias Naturales Del Grado Sexto En Bogotá, D. C”. Lilia Reyes H., Luis Enrique Salcedo T. Gerardo Andrés Perafán E.

#### J. Participación en la Cátedra ICFES Agustín Nieto Caballero

“La investigación acción en el mejoramiento de la práctica profesional: Hacia la construcción de un sistema de creencias en los docentes de ciencias”. Septiembre, 5, 6 y 7, Bogotá.

### **7.5.10. Referencias**

**COLOMBIA**, Congreso de la República (1991). Constitución Política Nacional de Colombia.

**FREIRE, P.** (1993). Pedagogy of the oppressed. (M, Bergman Ramos, Trans.) New Revised 20 th-Anniversary. Ed. New York: The Continuum. Publishing Company. (Original Work published 1970).

**GALTUNG, J.** (1980). The true worlds. A transnational perspective. New York: The Free Press.

**GLASERSFELD, E. von** (1995). Radical constructivism: A Way of knowing and learning. London: The Falmer press.

**GRUNDY, S.** (1987). Curriculum: Product or praxis. London: The Falmer press.

**GUBA, E. G., & Lincoln, Y.S.** (1989). Fourth generation evaluation. Newbury Park, CA: SAGE.

**McROBBIE, C., & Tobin, K.** (1995). Restraints to reform: The congruence of teacher and student actions in a chemistry classroom. Journal of Research in Science Teaching, 32(4), 373-385.

**POPE, M., & Scott, E.** (1983). La epistemología y la práctica de los profesores. Constructivismo y Enseñanza de las Ciencias, p. 179-191.

**REYES, H.L.** (1996) An interpretive study of social forces that constrain actions and interactions in a science classroom in Colombia. Doctoral dissertation. The Florida State University, Tallahassee, Florida.

**SALCEDO, L.** (1994). Concepciones de los profesores de química del nivel medio sobre prácticas de laboratorio. En Memorias Congreso Colombiano de Química. Santa Marta.

**Tobin, k.** (1993) Constructivist perspectives on teacher learning. In K. Tobin (Ed). The Practice of Constructivism in Science Education. Washington, D.C. AAA Press.

## **7.6. Conocimiento Profesional de los Profesores de Ciencias y Conocimiento Escolar.**

**Carmen Alicia Martínez Rivera:** [camartinezr@udistrital.edu.co](mailto:camartinezr@udistrital.edu.co)

Doctora en Educación. Didáctica de las ciencias Universidad de Sevilla. España  
Profesora Universidad Distrital Francisco José de Caldas

**Adela Molina Andrade:** [amolina@udistrital.edu.co](mailto:amolina@udistrital.edu.co)

Doctora en Educación. Énfasis en enseñanza de las Ciencias y las Matemáticas. Universidad de Sao Paulo. Brasil  
Profesora Universidad Distrital Francisco José de Caldas

**Alberto Calderón:** [acalderon@pedagogica.edu.co](mailto:acalderon@pedagogica.edu.co)

Doctor of Philosophy. Florida State University. U.S.A.  
Profesor Universidad Pedagógica Nacional

### **7.6.1. Presentación**

La Didáctica de las Ciencias<sup>4</sup> se ha venido constituyendo en un campo de investigación el cual se han desarrollado numerosas investigaciones relacionadas con la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias (Gil y otros, 2000; Porlán, 1998; Moreira, 2005; Tobin, 1998).

En particular, Porlán (1996,1998) propone cuatro problemáticas para el desarrollo de la Didáctica: la construcción de un modelo alternativo de enseñanza-aprendizaje de las ciencias, el desarrollo de una nueva teoría del conocimiento escolar así como estrategias para su construcción, el desarrollo de una nueva teoría del conocimiento profesional y de estrategias para su construcción, con base en lo anterior, el diseño y experimentación de propuestas de formación de profesores así como de hipótesis curriculares para la enseñanza y aprendizaje de las ciencias.

La línea que aquí se señala se centra en dos grandes problemáticas la comprensión y el desarrollo de propuestas en torno al conocimiento profesional de los profesores de ciencias, así como del conocimiento escolar, en la mira de aportar en un futuro en el desarrollo de propuestas de formación profesional de los profesores y de hipótesis curriculares para nuestros contextos particulares.

### **7.6.2. Justificación de la línea**

Esta línea de investigación asume al profesor como eje central en el proceso de transformación educativa, compartimos el planteamiento de que los cambios educativos no se dan por cambios en la legislación, es necesario desarrollar investigación que contribuya en el reconocimiento del profesor como profesional, como productor de un saber particular (Shulman, 1987). En este sentido partimos de la necesidad de dar razón de esta especificidad epistemológica del conocimiento del profesor, como de la del conocimiento escolar teniendo en cuenta nuestros contextos socioculturales particulares (Molina, 2004; El Hani y Sepúlveda, 2005). Cabe preguntarse, ¿cómo se entiende al conocimiento escolar? ¿Qué papel cumple el conocimiento científico, el conocimiento cotidiano en su elaboración?, ¿es posible aludir a diferentes ciencias en las clases de ciencias? (Aikenhead, 2007); Elementos fundamentales en el desarrollo de propuestas de formación de profesores y de currículos fundamentados.

La línea contribuirá en el debate entorno a la diferenciación de la didáctica de las ciencias como disciplina, así como la elaboración de propuestas relativas a los fines de la enseñanza de las ciencias en Colombia. Es de anotar que en nuestro contexto la comunidad académica ha asumido de diferentes maneras la diferenciación conceptual entre pedagogía y didáctica (Martínez y otros, 2005), y que el para qué de la enseñanza de las ciencias debe ser motivo de reflexión permanente, más aún cuando otras miradas posibilitan la comprensión y construcción de alternativas a los problemas que se viven en torno a la enseñanza de las ciencias (Hodson,

---

<sup>4</sup> Asumiendo que en otros ámbitos se entiende como Science Education.

2004; Lemke, 2005). Consideramos de gran relevancia los aportes que desde la perspectiva cultural se hace a la enseñanza de las ciencias (Martínez, 2007; Molina, 2004).

### 7.6.3. Antecedentes de la línea

Diferentes investigaciones señalan problemas relacionados con el conocimiento profesional de los profesores de ciencias en torno al conocimiento escolar, por ejemplo se indica: Se busca cubrir totalmente el contenido prescrito, otros, no el profesor, quienes tienen el poder de decidir sobre los contenidos (Tobin y Mc Robbie, 1997). Se suele tener poco en cuenta a los estudiantes en la selección y formulación de los contenidos”(Sánchez y Valcárcel, 1999). Los profesores consideran “conocimiento válido” al que coinciden con los textos especializados, con lo previsto para enseñar, o con su propio conocimiento del tema (De Longhi, 2000). Además, como lo indican Porlán, R.; Rivero, A. y Martín, R. (1997), uno de los obstáculos epistemológicos del conocimiento profesional de los profesores es la tendencia a la fragmentación y disociación entre la teoría y la acción y entre lo explícito y lo tácito.

Así, tanto investigadores extranjeros (por ejemplo Porlán y Rivero, 1998; García, 1998; Izquierdo, 2005; Van Driel et al, 2002), como nacionales (Reyes y otros, 2001; Claret, 2000; Hernández, 2001; Martínez, 2000, 2005), señalan la necesidad de realizar investigaciones para comprender el conocimiento profesional de los profesores, y en particular cómo se entiende el conocimiento escolar, tanto en el plano de lo declarativo como del saber práctico de los profesores.

En este sentido el conocimiento didáctico del contenido se ha venido constituyendo en un campo de investigación que consideramos relevante (Valbuena, 2007). En este sentido, Hashweh (2005), se refiere al conocimiento didáctico del contenido (Pedagogical Content Knowledge PCK), e indica que ha sido fundamentalmente de carácter privado y actualmente se requiere de investigaciones que contribuyan en transformarlo en un conocimiento más público. También Park y Oliver (2007) resaltan la importancia de desarrollar investigaciones que nos permitan comprender el conocimiento del profesor, como un profesional, de enriquecer las diferentes propuestas teóricas que se han venido elaborando frente al conocimiento del profesor, en particular respecto al conocimiento didáctico.

Finalmente, es de resaltar que investigaciones anteriores (Martínez, 2000, 2005) señalan como elementos fundamentales en la epistemología del conocimiento escolar las categorías: referente (científico, cotidiano, escolar, otro), fuentes y criterios de selección (ideas e intereses de los estudiantes, el texto escolar, la legislación, etc.) y criterios de validez (la autoridad del maestro, el texto escolar, u otro). Pero se plantea la necesidad de continuar con investigaciones en nuestros contextos particulares así como desarrollos metodológicos para la investigación y la práctica educativa.

En este sentido, esta línea se articulada a la línea Enseñanza de las ciencias y cultura del grupo INTERCITEC y recoge los desarrollos conceptuales en el sentido de reconocer el proceso de enseñanza de las ciencias como un proceso intercultural (Molina y otros, 2004).

### 7.6.4. Fundamentos conceptuales

Es de anotar que los referentes fundamentales son los elaborados por el proyecto IRES de España (Porlán y Rivero, 1998; García, 1998) y los Grupos de Investigación e Didáctica de las Ciencias (Martínez, 2001,2005), e INTERCITEC (Molina, 2004), esto es, el enfoque constructivista, la teoría crítica, la teoría de la complejidad y la perspectiva cultural. Perspectiva constructivista, según la cual todos tenemos concepciones sobre la realidad y herramientas para interpretarla; estas concepciones evolucionan en un proceso de reestructuración y construcción de significados. Perspectiva sistémica y compleja; en tanto que se considera que las ideas aumentan en cantidad y calidad de significados que las constituyen, así como de sus interacciones. Y la perspectiva crítica; desde la cual se reconoce la relación íntima entre interés y conocimiento (Porlán, Rivero y Martín, 1997); y la perspectiva cultural en tanto que todo proceso de enseñanza de las ciencias se da en un contexto particular a modo de un encuentro de culturas (Molina y otros 2004).

Por ejemplo cabe señalar que Molina y otros (2004) indican que las investigaciones en torno a la enseñanza-aprendizaje de las teorías de la evolución y las ideas de los estudiantes se aprecian particularidades según el país en donde son realizadas, especificidad que se expresa en las formas como las sociedades y culturas se apropian de un conocimiento.

Desde esta propuesta también se requiere asumir el conocimiento profesional de los profesores desde una perspectiva compleja caracterizada por ser: un conocimiento práctico, un conocimiento integrador y profesionalizado, evolutivo y procesual, que reconoce la complejidad y singularidad de la escuela (Porlán, Rivero y Martín, 1997). De modo que así como el conocimiento escolar, el conocimiento profesional de los profesores trasciende el conocimiento disciplinar, y se constituye en un conocimiento diferenciado.

En particular destacamos los siguientes referentes centrales:

- La Consideración de la Didáctica de las Ciencias como disciplina: La Didáctica de las Ciencias deja de ser entendida como un conjunto de técnicas, hoy se señala la necesidad de un conocimiento específico que aborde los problemas específicos de enseñanza-aprendizaje de las ciencias (Gil et al, 2000, Porlán, 1998, Moreira, 2005).

- El conocimiento de los profesores de ciencias y del conocimiento escolar como conocimientos particulares: Consideramos que uno de los retos en la formación de profesores es la construcción de un conocimiento práctica profesional fundamentado (Azcárate y otros, 1997).

Compartimos la perspectiva de que se ha venido elaborando como un eje fundamental en la didáctica de las ciencias el reconocimiento de una epistemología escolar particular, y por ende, del conocimiento escolar y el conocimiento profesional del profesor como dos conocimientos epistemológicamente diferenciados (Porlán y Rivero, 1998; García, 1998). Estos son conocimientos diferentes al conocimiento disciplinar y al cotidiano, son concebidos como una constante reformulación desde visiones simples hacia visiones más complejas, resultado de procesos constructivos y evolutivos, que buscan centrarse en problemas que se consideren relevantes para la práctica educativa.

- La investigación didáctica: eje del cambio en la enseñanza de las ciencias: la investigación escolar implica una manera particular de asumir la realidad escolar y la práctica profesional: como fuente de problemas a investigar Martín del Pozo (1994), es a través de la problematización y producción de conocimiento en torno a estos objetos de estudio particulares que podremos realizar propuestas que enriquezcan los procesos educativos.

Finalmente, es de resaltar que asumimos como referente fundamental **el papel de la cultura en la construcción** de estas particularidades del conocimiento profesional del profesor de ciencias y el conocimiento escolar, en especial teniendo en cuenta que nuestros contextos son identificados como culturalmente diversos (Molina y otros, 2008). Al respecto, la línea de investigación enriquecerá las perspectivas actualmente en desarrollo en la elaboración de propuestas de enseñanza de las ciencias sensiblemente culturales (Douglas, 2007).

Asumir el conocimiento profesional de los profesores de ciencias, así como al conocimiento escolar como objetos de estudio desde la perspectiva antes enunciada conlleva a reconocer su complejidad, por ello a su vez asumir como objeto de trabajo las metodologías e instrumentos que nos permitan su comprensión, análisis y proceso de cambio. En este sentido, las categorías de análisis ejes DOC, dinamizadores, obstáculo y cuestionamiento (Martínez, 2000; Ballenilla 2003) las retomamos para la comprensión del conocimiento de los profesores y el conocimiento escolar. Los ejes obstáculo comprende concepciones, procedimientos, actitudes que si bien, posibilitan la actuación no posibilitan el desarrollo profesional o el mejoramiento de las propuestas de enseñanza; los ejes cuestionamiento comprende concepciones, procedimientos, actitudes que señalan problemas, sugieren alternativas pero que no son incorporadas, estos ejes son posible "fisuras" para promover el cambio; los ejes dinamizadores

comprenden concepciones, procedimientos, actitudes que desencadenan el desarrollo profesional y el mejoramiento de las propuestas de enseñanza.

#### 7.6.5. Problemáticas o campos de interés para la línea de investigación

Como antes lo planteamos se requieren investigaciones que permitan comprender qué aspectos han caracterizado al conocimiento profesional de los profesores de ciencias en Colombia, cuáles han sido los ejes DOC?, abordar el estudio tanto en el nivel declarativo como de intervención que además permita comprender cuáles son las relaciones entre estos dos niveles, e identificar los ejes DOC para ser considerados en futuras propuestas de formación profesional de los profesores.

Como señala Hewson (2005), se requiere emprender investigaciones que permitan pasar de un conocimiento profesional privado a uno público. En particular realizar investigaciones para comprender cuáles son las propuestas de conocimiento escolar, cuál es el conocimiento profesional que vienen elaborando los profesores de ciencias. Dirigimos nuestra atención a aquellas experiencias innovadoras, a profesores expertos, con el supuesto que desde allí se encuentra una fuente fundamental para la elaboración de propuestas que tengan en cuenta las características de nuestro medio.

Algunas posibles preguntas están relacionadas con: ¿Cuáles son las características del conocimiento de los profesores, en Colombia, sobre conceptos fundamentales de su práctica educativa (didácticos y científicos)? ¿Cuáles son las particularidades del conocimiento profesional de los profesores de ciencias desde las didácticas específicas? ¿Cuáles son las características de las propuestas de conocimiento escolar que se diseñan y que se desarrollan en las clases de ciencias en Colombia?, ¿Cuáles serían las características de las propuestas de conocimiento profesional y de conocimiento escolar que subyace en las políticas educativas colombianas?

Otras preguntas de interés son: ¿Cuáles son las características del conocimiento profesional de los profesores de ciencias, innovadores, respecto a lo que declaran y desarrollan en las clases de ciencias en cuanto al conocimiento escolar? ¿Es el conocimiento escolar equivalente al conocimiento científico? ¿Cuáles son sus particularidades? ¿Cuáles serían las propuestas de conocimiento profesional deseable de los profesores de ciencias, y las propuestas de conocimiento escolar deseables para nuestros contextos?

#### 7.6.6. Productividad académica

Grupo Investigación en Didáctica de las Ciencias y Grupo INTERCITEC:

- MARTÍNEZ RIVERA, CARMEN ALICIA, CALDERON, A.; GUZMÁN, G., (2006). Educación, pedagogía y didáctica en la escuela: encuentros y desencuentros. Lúdica Pedagógica. Bogotá, v.2, n.10, p.113 - 120, 2006.
- MARTÍNEZ RIVERA, CARMEN ALICIA.(2006). La investigación del profesor universitario: ¿Investigación formativa o investigación científica? Una mirada desde la didáctica de las ciencias. Notas Universitarias. Facultad de Humanidades y Ciencias Sociales, n.17, p.21 - 40.
- MARTÍNEZ RIVERA, CARMEN ALICIA, RIVERO GARCÍA, ANA (2005). Algunos aspectos a considerar en una propuesta de conocimiento escolar desde una perspectiva compleja. Reflexiones en torno a un estudio de caso en las clases de ciencias. Enseñanza de las Ciencias. Barcelona, v. Extra, p.1 - 5,.
- MARTÍNEZ RIVERA, CARMEN ALICIA (2005) De los contenidos al conocimiento escolar en las clases de ciencias. Educación y Pedagogía. Universidad de Antioquia: , XVII, n.43, p.149 - 162.
- MARTÍNEZ RIVERA, CARMEN ALICIA, NIDIA CHAPARRO (2004). La Didáctica de las Ciencias en la Universidad: un análisis a partir de las concepciones epistemológicas de los profesores. Revista Itinerantes. Cultura, Educación y Formación. RUDECOLOMBIA, p.117 - 126.

- MARTÍNEZ RIVERA, CARMEN ALICIA. (2004). El conocimiento profesional de los profesores de ciencias: entre el conocimiento científico y el conocimiento escolar En: Tendencias del Pensamiento Educativo científico. Simposio Internacional sobre enseñanza de las ciencias y cátedra institucional Héctor Noel Gómez Lora.1 ed.Cali : Universidad del Valle, Instituto de Educación y Pedagogía.
- MARTÍNEZ RIVERA, CARMEN ALICIA (2003). Conocimiento profesional de los profesores de ciencias: retos contemporáneos. Tecne Episteme y Didaxis. Bogotá, v.Extra, p.42 - 51.
- MARTÍNEZ RIVERA, CARMEN ALICIA, RIVERO GARCÍA, ANA (2001). El conocimiento profesional sobre el conocimiento escolar en la clase de conocimiento del medio. Investigación en la Escuela. Diada Editora-Sevilla, n 45, p.67 - 75.
- MARTÍNEZ RIVERA, CARMEN ALICIA, RIVERO GARCÍA, ANA (2001). Las propuestas curriculares de los profesores sobre el conocimiento escolar: dos estudios de caso en el área de conocimiento del medio. Enseñanza de Las Ciencias. España: Tomo I, p.103 - 104, 2001.
- MOLINA, NIÑO, SEPULVEDA, LÓPEZ, MOJICA, ESPITIA (2004). Enfoques culturales en la educación En ciencias: Caso de la evolución de la vida. Cuadernos de Investigación N4. Bogotá: Universidad Francisco José de Caldas.
- MOLINA, A. (2004). Investigaciones acerca de la enseñanza, el Aprendizaje y los textos escolares en la Evolución de la vida: enfoques culturales. En: Enfoques culturales en la educación en ciencias: Caso de la evolución de la vida. Cuadernos de Investigación N4. Bogotá: Universidad Francisco José de Caldas.

#### 7.7. Referencias:

- AIKENHEAD. (2007). Expanding the research agenda for scientific literacy. In DOUGLAS, Roberts. Promoting scientific literacy: science educations research in transaction. Uppsala University, Uppsala Sweden.
- AZCÁRATE, P.; MARTÍN, R. y PORLÁN, R. (1997). Una perspectiva epistemológica para analizar y transformar la formación inicial del profesorado. Comunicación presentada en: Congreso Enseñanza de las Ciencias. Murcia.
- BALLENIILLA (2003). El practicum en la Formación Inicial del Profesorado de Ciencias de Enseñanza Secundaria. Estudio de caso. Tesis doctoral. Universidad de Sevilla.
- CLARET ZAMBRANO (2000). Relación entre el conocimiento del estudiante y el conocimiento del maestro. Unidad de artes gráficas. Universidad del Valle: Cali.
- COBERN, W. (1993). Contextual constructivism: The Impact of culture on the learning and teaching of science. In: Tobin, K. (edt). The practice of constructivism in Science Education.
- DOUGLAS, R. (2007). Linné scientific literacy symposium. In DOUGLAS, Roberts. Promoting scientific literacy: science educations research in transaction. Uppsala University, Uppsala Sweden.
- DE LONGHI, A. (2000). El discurso del profesor y del alumno: análisis didáctico en clases de ciencias. Enseñanza de las Ciencias, 18 (2), 201-216.
- EL-HANI, Ch. Y SEPULVEDA, C. (2006). Referenciais teóricos e subsídios metodológicos para a pesquisa sobre as relações entre educação científica e cultura. Em: TEXEIRA, GRECA organizadoras. A Pesquisa em ensino de ciências no Brasil e suas Metodologias. Ijuí: Editora UNIJUI.
- GARCÍA DÍAZ, J.E. (1998). Hacia una teoría alternativa sobre los contenidos escolares. Sevilla: Díada.
- GIL, D.; CARRASCOSA, J. y MARTINEZ, F. (2000). Una disciplina emergente y un campo específico de investigación. En: Perales, J. y Cañal, P. Didáctica de las Ciencias Experimentales. Alcoy: Marfil.
- GIL, D.; CARRASCOSA, J. y MARTINEZ, F. (2000). Una disciplina emergente y un campo específico de investigación. En: Perales, J. y Cañal, P. Didáctica de las Ciencias Experimentales. Alcoy: Marfil.
- HASHWEH, M. (2005). Teacher pedagogical constructions: a reconfiguration of pedagogical content knowledge. Teachers and Teaching: theory and practice, 11(3), 273–292.
- HERNÁNDEZ, C. (2001). Aproximación a un estado del arte de la enseñanza de las ciencias en Colombia. En: HENAO Y CASTRO (2001). Estados del Arte de la Investigación en Educación y Pedagogía en Colombia. Bogotá: ICFES, COLCIENCIAS, SOCOLPE.



- HODSON (2003). Time for action: science education for an alternative Future. *Int. J. Sci. Educ.*, 25 (6), 645–670
- IZQUIERDO, M. (2005). Hacia una teoría de los contenidos escolares. *Revista Enseñanza de las Ciencias*, 23(1), 111.
- MARTÍN DEL POZO, R. (1994). El conocimiento del cambio químico en la formación inicial del profesorado. Estudio de las concepciones disciplinares y didácticas de los estudiantes de magisterio. Tesis doctoral inédita. Universidad de Sevilla.
- MOLINA, A., MARTINEZ, C., MOJICA, L., UTGES, G. (2008). Concepciones de los profesores sobre el fenómeno de la diversidad cultural y sus implicaciones en la enseñanza de las ciencias (Primera parte). Proyecto de Investigación. Universidad Distrital Francisco José de Caldas. COLCIENCIAS. Bogotá.
- MOREIRA (2005). Una visión Toulminiana respecto a la disciplina Investigación Básica en Educación en Ciencias: el rol del foro institucional. *Revista Ciencia & Educación*, 11(2), 181-190
- LEMKE, J. (2006). Investigar para el futuro de la educación Científica: nuevas formas de aprender, Nuevas formas de vivir. *Revista Enseñanza de las Ciencias*, 2006, 24(1), 5–12
- PERAFÁN (2004). La epistemología del profesor sobre su propio conocimiento profesional. Bogotá: Universidad Pedagógica Nacional.
- PORLÁN, R. (1998). Pasado, presente y futuro de la didáctica de las ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*, 16 (1), 175-185.
- PORLÁN, R. y RIVERO, A. (1998). El conocimiento de los profesores. Sevilla: Díada Editora.
- PORLAN, R.; RIVERO, A. y MARTIN, R. (1997). Conocimiento profesional y epistemología de los profesores I: Teoría , métodos e instrumentos. *Enseñanza de las Ciencias*, 15 (2), 155-173.
- PARK y OLIVER (2007). Revisiting the Conceptualisation of Pedagogical Content Knowledge (PCK): PCK as a Conceptual Tool to Understand Teachers as Professionals. *Res Sci Educ*
- REYES, SALCEDO Y PERAFAN (2001b). Acciones y creencias. Análisis e interpretación de creencias de docentes en biología y ciencias naturales. Tomo IV. Bogotá: Universidad Pedagógica Nacional.
- SÁNCHEZ, G. y VALCÁRCEL, V. (1999). Science Teachers' View and Practices in Planning for Teaching. *Journal of Research in Science Teaching*, 36 (4), 493-513.
- SHULMAN (1987). Knowledge and Teaching. *Foundations of the New Reform*. Harvard Educational Review, Vol. 57, N° 1.
- TOBIN (1998). Issues and Trends in the teaching of Science. In . FRASER and TOBIN(eds). *International handbook of science education*. London: Kluwer Academic Publishers
- TOBIN, K. y McROBBIE, C.J. (1997). Belief about the nature of Science and the Enacted Science Curriculum. *Science & Education*, 6, 355-371.
- VAN Driel et al (2002). The development of preservice chemistry teachers pedagogical content knowledge. *Science Education*, 86 (4).



## **7.7. La Elaboración de los Conceptos Científicos**

**Fabio Vélez Uribe:** [fvelez@pedagogica.edu.co](mailto:fvelez@pedagogica.edu.co)

Doctor en Filosofía.

Profesor Universidad Pedagógica Nacional

### **7.7.1. Presentación**

La línea de investigación nació en el año 2003 a partir de un proyecto realizado con el patrocinio de Colciencias y de la Universidad Pedagógica Nacional con el nombre de la elaboración histórica del Principio de conservación del momento lineal en el siglo XVIII. El resultado de la investigación fue publicado por la Universidad Pedagógica en forma de libro, que se puede adquirir en los almacenes de la Universidad.

Hasta el momento, ha sido promovido un candidato con una tesis doctoral sobre el fenómeno de la caída libre y los conceptos de masa inercial y gravitacional, copia de la cual se puede adquirir en las oficinas del Doctorado.

En este momento, febrero de 2006, la línea tiene dos estudiantes adscritos, uno de ellos con una investigación histórica sobre el principio de la equivalencia mecánica del Calor y el otro, con una investigación sobre el principio de Carnot y la máquina de vapor.

### **7.7.2. Justificación de la Línea**

Si se entiende por pedagogía el arte de la enseñanza, es posible distinguir entre la pedagogía natural y las pedagogías artificiales. Las pedagogías artificiales, como su nombre lo indica, son construcciones individuales, algunas de ellas de reconocida prestancia en el mundo de la enseñanza. El conductismo, el constructivismo, el estructuralismo y sus múltiples ramificaciones tienen algo en común a pesar de que sus postulados sean opuestos y con frecuencia contrarios: son creaciones de un individuo o de un grupo de individuos a partir de principios psicológicos, antropológicos y sociales. No se puede negar que todas estas grandes escuelas han hecho aportes valiosos al arte de la enseñanza. Hay, sin embargo, una pedagogía que no es fruto de la especulación de uno o más individuos, sino del esfuerzo por explicar y comprender del espíritu humano, no, problemas artificiales, sino problemas naturales. En comparación con las pedagogías artificiales, esta pedagogía, espontánea y única, recibe el nombre de pedagogía natural. Si los antiguos consideraban la historia, de acuerdo con el célebre aforismo, maestra de la vida, la línea de investigación que proponemos considera la historia de los conceptos maestra, no de la ciencia, sino de los maestros de la ciencia.

En la enseñanza de la ciencia, un problema se puede afrontar de innumerables formas, todas igualmente justificadas, pero solo hay una forma de afrontar un problema naturalmente, a través de la reconstrucción de la discusión y solución del problema en y a través de la historia. Pero no de una historia anecdótica, sino de una historia problemática.

### **7.7.3. Fundamentos conceptuales**

#### *a) Los conceptos no se transmiten, se elaboran*

Los conceptos no se transmiten como se transmite, por ejemplo, una información. Los conceptos se elaboran, tanto, por parte de quien los aprende, como de quien los enseña. El aprendizaje y la enseñanza son procesos de refinamiento de los conceptos, desde el nivel más superficial al más profundo. Entre elaboración y la construcción hay una diferencia de matiz que es importante resaltar. La construcción hace referencia a las estructuras o esquemas generales, la elaboración, además, a la consolidación y ornato de esas estructuras.

#### *b) El estructuralismo y el conductismo*

Los conceptos son sistemas de operaciones formales que tienen una génesis perfectamente definida a partir de los esquemas más primitivos de las acciones reflejas. Estos sistemas de operaciones tienen las características de los grupos matemático y de las clases lógicas (identidad, asociatividad, transitividad, reversibilidad, etc.). Los conceptos se construyen según

determinadas leyes, de acuerdo con las investigaciones de Piaget y de sus colaboradores dentro de la psicología de la inteligencia. Dentro de este contexto abundan los estudios estructuralistas sobre la génesis del número, sobre la formación de los conceptos de masa, peso, velocidad, tiempo, etc. Pero el constructivismo piagetiano no va más allá de la constatación de estas leyes de construcción, que dependen en último término de las etapas de maduración psico-biológicas del individuo. La psicología genética se ocupa por lo tanto de la construcción espontánea de los conceptos, no de su elaboración intencional con vistas a una explicación. Se trata por tanto de dos aproximaciones diferentes y no excluyentes: La aproximación psicológica de los estructuralistas y las aproximaciones “fenomenológicas” que proponemos en esta Línea de Investigación y cuya justificación se hará a lo largo de esta exposición.

Para la escuela conductista o skinneriana, el concepto no es más que una conducta o comportamiento determinado. El individuo que resuelve exitosamente problemas que implican el concepto de aceleración tiene dicho concepto y este concepto se perfecciona en cada nueva solución exitosa. La elaboración interna se lleva a cabo a través de la ejecución externa de acciones apropiadas. La elaboración externa o magisterial se lleva a cabo a través de la programación de la secuencia de acciones y de su correspondiente refuerzo. Las aproximaciones de Skinner y de Piaget son en último término aproximaciones psicológicas, desde fuera de la actividad científica como tal, y no aproximaciones interiores a dicha actividad. Evidentemente no es lo mismo resolver un problema de matemáticas que reconstruir los pasos que uno mismo ha llevado a cabo en la solución, ambas son actividades matemáticas, la primera directa y la segunda refleja.

#### *c) La aproximación fenomenológica*

El término fenomenología, que nació en un contexto puramente filosófico a partir de Husserl, tiene la propiedad de expresar el carácter inmanente de cualquier aproximación. La investigación fenomenológica de los conceptos científicos debe hacerse desde dentro de la ciencia misma. No se trata de hacer psicología de la física, sino física de la física o de una forma equivalente, fenomenología de la física. La fenomenología es la actividad por medio de la cual el pensamiento descubre o intenta descubrir el propio proceso de razonamiento con sus aciertos, errores y suposiciones equivocadas, etc.

#### *d) fenomenología e Historia*

La fenomenología es eminentemente personal, nadie puede pensar por otro, ni mucho menos reconstruir el proceso de pensamiento de otro. Sin embargo, es posible una fenomenología de la historia de las ideas científicas en la medida que se acepte que la ciencia es producto histórico y que hacer ciencia es en gran medida apropiarse de la tradición histórica. No otra cosa hace el físico cuando por ejemplo utiliza el concepto de conservación del impulso en la solución de un problema determinado. El concepto es suyo, pero el concepto es así mismo el resultado de un largo proceso histórico de elaboración que el científico toma como propio. Lo que se afirma de los conceptos físicos se afirma también de los conceptos químicos y biológicos: son elaborados históricamente y pueden ser estudiados fenomenológicamente por el físico, químico o biólogo, según el caso y como objetos de física, química o biología. Ambos aspectos son importantes, pues así como el psicólogo puede hablar de física, así el físico puede hablar de psicología. Nuestra Línea de investigación se define entonces como una investigación fenomenológica de la elaboración de algunos conceptos científicos a partir del estudio de la historia de la disciplina en cuestión y realizada desde dentro de la disciplina. La intención de las diferentes Historias de las Ciencias varía de un autor a otro, sin embargo es posible mencionar cuatro intenciones bien definidas:

- 1º. La confirmación de una teoría sobre la elaboración o construcción de los conceptos en el niño como sería el caso de las epistemologías genéticas de Piaget
- 2º. La elaboración del Documento histórico de las Ciencias, sin intenciones filosóficas o pedagógicas, como sería el caso de A D'abro en *The Rise of the New Physics* o de H. A. Klein en *The Science of Measurement* (R. Dugas, *A History of Mechanics*, etc.)
- 3º. Una reflexión sobre el fenómeno de la Ciencias, bajo el supuesto de que la ciencia es un producto histórico y el conocimiento de su historia no solo contribuye a su esclarecimiento sino que es una condición necesaria de cualquier tipo de epistemología. Dentro de este grupo de

investigadores cabría poner a T. Kuhn (las estructuras de las revoluciones científicas, el surgimiento de lo nuevo), Eduardo Nicole (los principios de las Ciencias), etc.

4°. El descubrimiento de elementos pedagógicos que de alguna forma contribuyan a la enseñanza de las ciencias, como sería el caso de Koyré, Bachelard, etc.

Nuestra Línea de investigación se inscribe dentro de la escuela francesa liderada por A. Koyré con acentuación del aspecto fenomenológico. G. Bachelard pretende hacer un psicoanálisis de las ideas científicas, a partir de la historia y con intenciones pedagógica, nosotros pretendemos hacer una fenomenología, no ya de las ideas científicas en general, sino de las ideas (o conceptos) de una Disciplina como la Física (Química, Biología). Mientras que el psicoanálisis busca remover los “obstáculos epistemológicos”, la fenomenología busca reconstruir los procesos ocultos que llevan a la construcción de los conceptos. M. de Foucoult prefiere hablar arqueología. Como lo indica el término, la preocupación de una posible arqueología de las ciencias son los obstáculos, ni la elaboración de los conceptos, sino los estratos sobre los cuales se construyen las ciencias.

#### **7.7.4. Productividad Académica**

##### **A. Libros**

###### **1. EL PRINCIPIO DE CONSERVACIÓN DEL IMPULSO EN EL SIGLO XVII**

Autor: Fabio Vélez U.

Universidad Pedagógica Nacional

Talleres ECM, diciembre 2002

ISBN 958-9097-93-6

##### **B. Artículos**

- ALBERT EINSTEIN: UNA EXPLOSIÓN DE GENIALIDAD  
Autor: Fabio Vélez U.  
Revista de la Escuela colombiana de Ingeniería  
ISSN 0121-5132  
Octubre-diciembre de 2006  
Año 16, No. 64
- LA EDUCACIÓN NO ES UNA CIENCIA, ES UN ARTE  
Autor: Fabio Vélez U.  
Revista de la Escuela colombiana de Ingeniería  
ISSN 0121-5132  
Abril-junio de 2003  
Año 13, No. 50
- LA RELATIVIDAD Y EL PROBLEMA DE LAS FUERZAS CENTRÍFUGAS  
Autor: Fabio Vélez U.  
Simposio Internacional Einstein  
Noviembre de 2005, Universidad del Valle, Cali  
Ponencia (disponible en CD)  
ISSN 670-470
- LA DETERMINACIÓN DE LA LONGITUD: HISTORIA DE UN GENIO  
Autor: Fabio Vélez U.  
Revista de la Escuela de Ingeniería  
ISSN 0121-5132  
Enero-marzo de 2002  
Año 12, No. 45
- LA MEDICIÓN DEL VALOR DE (g) EN EL SIGLO XVII  
Autor: Fabio Vélez U.  
Revista de la Escuela de Ingeniería  
ISSN 0121-5132  
Enero-marzo de 2000  
Año 10, No. 37
- LA ELABORACIÓN DE LOS CONCEPTOS CIENTÍFICOS

- TED, revista de la Facultad de Ciencia y Tecnología de la Universidad Pedagógica Nacional  
Año 1998, No. 3
- LA ELABORACIÓN DE LOS CONCEPTOS CIENTÍFICOS  
TED, revista de la Facultad de Ciencia y Tecnología de la Universidad Pedagógica Nacional  
Año 1998, No. 2

### C. Tesis Doctoral

Los conceptos de masa inercial y masa gravitacional

Autor: María Lilia Perilla

Archivos del Doctorado, U.P.N.

Mayo 2006

## **7.5. Bibliografía**

### *Las Fuentes*

Todos los científicos que han aportado algo al desarrollo de las ciencias son objeto posible de consulta. Más aún, la bibliografía fundamental, como se explicó con anterioridad está constituida por las obras clásicas en cada una de las áreas elegidas, física, química o biología

### *Historiadores*

Bachelard G., Etude sur L'evolution d'un probleme de Physique, Vrin, Paris, 1973

Crosland M.P., Historical Studies in the Language of Chemistry, 1978

D'abro A., The evolution of Scientific Thought, Dover, N.Y., 1950

D'abro A., The Rise of the New Physics, Dover, N.Y., 1951

Dugas R., A History of Mechanics, Dover, N.Y., 1988

Duhem P., to save the Phenomena, The University of Chicago Press, 1969

Heitler W., The Quantum Theory of Radiation, Dover Publications, N.Y., 1954

Jaffe B., Crucibles: the story of Chemistry, Dover Publications, N.Y., 1976

Klein A., The Science of Measurement, Dover, N.Y., 1974

Kleiner A., Physik im 19. Jahrhundert, Darmstadt, 1980

Koyré A., Estudios de Historia del Pensamiento Científico, siglo XXI editores, 1978

Koyré A., La revolution astronomique, Histoire de la Pensée III, Hermann, 1965

Koyré A., Newtonian Studies, The University of Chicago Press, 1965

Whittaker S.E., A History of the Theories of Aether and Electricity, Dover, N.Y., 1989

## **7.8. Enseñanza de las Ciencias y Contexto Cultural**

**Adela Molina Andrade:** [amolina@udistrital.edu.co](mailto:amolina@udistrital.edu.co)

Doctora en Educación. Énfasis en enseñanza de las Ciencias y las Matemáticas. Universidad de Sao Paulo. Brasil  
Profesora Universidad Distrital

**Carmen Alicia Martínez Rivera:** [camartinezr@udistrital.edu.co](mailto:camartinezr@udistrital.edu.co)

Doctora en Educación. Didáctica de las ciencias Universidad de Sevilla. España  
Profesora Universidad Distrital

### **7.8.1 Presentación**

Esta línea de investigación se basa en el estudio de las relaciones enseñanza de las ciencias y el contexto cultural, teniendo como objetivo el profundizar sobre la comprensión de cómo se han dado estos procesos en Colombia. Lo que pretendemos fomentar, es un modelo donde las oportunidades educativas sean las mismas para alumnos culturalmente diferentes, basándonos en dos premisas fundamentales:

- a) Los estudiantes culturalmente diferentes a la mayoría experimentan sus desventajas cuando no son consideradas sus culturas de base en los procesos de enseñanza aprendizaje
- b) Se deben promover programas de educación multicultural, que a diferencia de los actuales no asuman la diferencia de culturas como una patología e intente remediarla cambiando a los estudiantes (lengua, pautas, creencias, etc.) (Cobren 2004)

El enfoque teórico, de nuestra línea de investigación se basa en las propuestas de los antropólogos, los sociólogos de la ciencia, y las nuevas aproximaciones históricas y epistemológicas de las ciencias de la naturaleza y las tecnologías.

En esta línea de investigación se desarrollan problemáticas entorno a cuatro ejes fundamentalmente:

1. las relaciones contexto cultural y enseñanza de las ciencias y las tecnologías.
2. las relaciones CTS estudiadas desde una perspectiva situada
3. el conocimiento escolar en las clases de ciencias tomando como referencias los contextos culturales
4. El conocimiento profesional de los profesores de ciencias.

### **7.8.2 Justificación**

Uno de los grandes problemas que la investigación en enseñanza de las ciencias ha identificado es la falta de interés y una actitud negativa hacia la ciencia y su aprendizaje, reflejado en parte, en los bajos resultados académicos registrados en las diferentes pruebas estatales, en el caso de Colombia y los diferentes estudios reportados en revistas especializadas, dentro de estos resultados identificamos otros problemas, al que la enseñanza le ha prestado menos atención, y es el de educación en igualdad de condiciones, es decir, educar atendiendo a las diferencias culturales.

Teniendo en cuenta estas problemáticas, creemos necesario estudiar la implementación de programas de educación multicultural en la educación de las ciencias de la naturaleza y la tecnología, que permitan enriquecer perspectivas conceptuales y epistemológicas con enfoques semánticos, culturales e históricos. A nivel internacional ya se encuentran enfoques de este tipo, por ejemplo, Hills 1989, (pág. 183)<sup>5</sup> llama la atención sobre como Los profesores tienden a enfocarse solamente en la explicación de conceptos científicos, los “sujetos domésticos” de la enseñanza de las ciencias, lo cual conllevan a una visión centrada en la transferencia de un plan de estudios. Alternativamente, este mismo autor considera que los

---

•  
International Journal Science Education 1996, vol 18, No. 3, 295-310.

5 En W. W. COBERN. Constructivism and non- western science education research.

profesores deben ayudar a los estudiantes para que le den sentido a los conceptos de la ciencia que son muchas veces extranjeros para ellos<sup>6</sup>. Este enfoque de “conceptos extranjeros” está basado en dos premisas: primero que la ciencia existe en un contexto cultural y, segundo que la enseñanza y el aprendizaje de la ciencia es a menudo una actividad de intercambio cultural.

Todo indica que para atender a la pregunta por el significado y sentido dado a la actividad científica y tecnológica en el país y en particular a la educación en dichos campos, requiere reenfocar la extrema importancia dada a la eficacia de los métodos de enseñanza utilizados, por un gran esfuerzo investigativo que involucre la pregunta por la eficacia de nuestra cultura para adoptar creativamente y críticamente desarrollos de otras culturas. La idea de Wilson (1981)<sup>7</sup> - citado por Cobern- [...] para que la enseñanza de las ciencias sea efectiva, se debe tomar en cuenta explícitamente el contexto cultural de la sociedad de quienes la necesitan, el cual, proporciona los escenarios para que dicha enseñanza sea útil [...] introduce el problema de la eficacia y la historicidad de una propuesta educativa, en particular en ciencias y tecnología. Como ya se había anotado, los bajos resultados en las pruebas de competencias, las pruebas TIMS y en general la queja de los profesores, políticos, académicos por estos bajos logros, que al ser comparados con otros países, ratifica la necesidad de un estudio local del problema. De hecho, Lewin (1990, pág. 1)<sup>8</sup> notó que todavía “muchos niños que estudian ciencias en los países en vías de desarrollo”, según las evidencias anteriores, sugieren que la gran mayoría no domina más de una pequeña proporción de las metas propuesta para ellos”.

En segundo lugar, la necesidad de realizar investigaciones que permitan comprender tal fenómeno, para lo cual se requieren enfoques contemporáneos sobre el conocimiento, que lo entiendan más como una acción, en la cual, el sujeto (científico, ciudadano, estudiante...) decide sobre lo que es válido y verdadero. Con lo anterior se ratifica, aún más, que la educación de las ciencias de la naturaleza y la tecnología requiere ser comprendida dentro de un contexto cultural específico; porque la apropiación y construcción conceptual dependen del valor, de las decisiones sobre lo que es verdadero, creíble, cognoscible, lógico, para el sujeto que conoce. Decisiones que finalmente se justifican dentro de una determinada cultura.

### 7.8.3 Fundamentos conceptuales

Para poder establecer una relación entre la cultura y la enseñanza de las ciencias, debemos empezar por definir el vocablo cultura y las diferentes connotaciones que ha tenido.

Etimológicamente la palabra “cultura” proviene del latín cultura, cuya última palabra trazable es colere, colere tenía un amplio rasgo de significados, habitar, cultivar, proteger, honrar con adoración. Eventualmente, algunos de estos significados se separaron, sobreponiéndose ocasionalmente en los sustantivos derivados. Así habitar se convirtió en colonus, honrar con adoración se convirtió en cultus, entre otros. Cultura tomó el significado principal de cultivo o tendencia a cultivarse, en castellano la palabra cultura estuvo legalmente asociada a las labores del campo, significando cultivo; por extensión, cuando se reconocía que una persona sabia mucho se decía que era cultivada (Austin Millán 2000).

Así mismo, el entorno es todo aquello que envuelve a un individuo o a un grupo humano, por hecho de estar ahí, pero sin examinar el grado de significado que sus componentes o elementos tengan para esos individuos o grupos humano. El contexto es el entorno más la significación cognitiva para un determinado grupo social, por ello la palabra contexto cultural, para la enseñanza de las ciencias, estaría asociado, entre otros, a la representación mental de un concepto relacionándolo, interpretándolo e interiorizándolo a través de su propia cultura, un ejemplo de esto podría ser el concepto y la significación del tiempo en las culturas indígenas, de hecho, esta idea se ha desarrollado en torno al concepto de Worldview.

---

•  
•  
International Journal Science Education 1996, vol 18, No. 3, 295-310.  
•  
International Journal Science Education 1996, vol 18, No. 3, 295-310.  
•

6 En términos de extraños. Se utiliza la metáfora de extranjero.

7 En W. W. COBERN. Constructivism and non- western science education research.

8 En W. W. COBERN. Constructivism and non- western science education research. En

9 Subrayado nuestro.

Para la antropología, la cultura es el sustantivo común que indica una forma particular de vida, de gente, de un periodo, o de un grupo humano como expresiones en las que podríamos enmarcar la cultura Muisca, Maya, etc. Relacionándolo a la apreciación del análisis de elementos como valores costumbres, normas, estilos de vida, formas o implementos materiales, la organización social, política, etc. Para las sociedades actuales la cultura se entiende en términos de adjetivos, es decir, las cultura es la que le da sentido a su vida social (García 200\*).

Para la sociología, la cultura es un concepto abstracto que describe procesos de desarrollo intelectual, espiritual y estéticos del acontecer humano incluyendo la ciencia y tecnología, cuando se habla de desarrollo cultural de un pueblo o país, en otras palabras, la cultura tiene una fuerte connotación con la apreciación del desarrollo o progreso de una sociedad, para alcanzar lo que llaman patrimonio cultural o simplemente cultura universal (Merton 200\*)

Por otra parte, y debido a la intencionalidad de nuestras investigaciones, se hace necesario establecer la relación entre ciencia y cultura, ha este respecto Elkana afirma que: la cultura occidental le ha otorgado un privilegio al sistema cultural de la ciencia colocándola como una supra cultura que puede privilegiarse dentro de un sistema cultural (como la ciencia, el arte, la política) sobre otro, siempre que no se excluya su relación con otros sistemas. La cultura no es una suma aritmética de elementos, sino un sistema abierto de relaciones en el que se lleva acabo un proceso constante de construcción y resignificación por parte de los individuos que se encuentran inmersos en él. Retomando el concepto semiótico de cultura desarrollado por Geertz, la ciencia es un sistema cultural porque está históricamente construido en i8un entramado de significaciones que el mismo ser humano elabora y, por lo tanto, es un sistema que puede ser cuestionado, modificado, enseñado y resignificado de una disciplina a otra y de una época a otra.

Es posible ubicar investigaciones en la línea de enseñanza de las ciencias y cultura con diferentes perspectivas: (a) papel del contexto cultural cuando sucede el traslado de currículos de un país a otro, de una cultura a otra (Bryan,1983<sup>10</sup>; Cobern, 1996<sup>11</sup>, Cobern y Aikenhead, 1998<sup>12</sup>, Molina 2000<sup>13</sup>); (b) visiones de mundo de los profesores y estudiantes y sus culturas de base, en relación con la enseñanza y el aprendizaje de la ciencia (Cobern 1991<sup>14</sup>, Sepulveda & El Hani 2004<sup>15</sup>), (c) relaciones creencias religiosas y enseñanza de la ciencia (Cobern 1991, Sepulveda & El Hani 2004<sup>16</sup>, Molina, 2004<sup>17</sup>. El Hani & Sepulveda 2004) y (d) enseñanza de las ciencias y multiculturalismo. Por otra parte, en Colombia este tipo de investigaciones ha sido desarrollado de manera incipiente (Segura y Molina<sup>18</sup>, 1995; Molina, 2000, 2002<sup>19</sup>, 2004<sup>20</sup>, Reyes y Molina, 2007<sup>21</sup>). Por ello nuestro proyecto se aproxima al problema en torno a cómo han sido asumidas estas reflexiones por parte de los profesores de ciencias, en particular respecto a las relaciones y jerarquías que ellos establecen entre el conocimiento científico y el conocimiento escolar cuando formulan objetivos de enseñanza para contextos multiculturales.

Contextos de descubrimiento y de justificación: Se encontró que además de las diferencias naturales entre los conocimientos especializados y los escolares, los constantes procesos de significación e interpretación los hacen más disímiles. Dichos procesos de significación e interpretación están sujetos a conflictos de intereses, cambios de contextos, asares de la interacción comunicativa y otros variados factores. Existen diferencias entre los contextos de descubrimiento (de los estudiantes que se pueden asemejar y aproximar a la dinámica de una cultura, en un sentido amplio) y los contextos de descubrimiento de los científicos, que de

- 
- |   |    |
|---|----|
| . | 10 |
| . | 11 |
| . | 12 |
| . | 13 |
| . | 14 |
| . | 15 |
| . | 16 |
| . | 17 |
| . | 18 |
| . | 19 |
| . | 20 |
| . | 21 |

acuerdo con lo planteado por Mathy (1992)<sup>22</sup>, se relacionan con una forma específica de preguntarse y la producción de una especialización en un “sector específico de la cultura”; es así como emergen contextos culturales “especializados” originados de dicho contexto matricial. Así este autor destaca la constitución de epistemes, en torno a teorías y conceptos específicos, asociadas con aspectos históricos y culturales. En esta misma perspectiva epistémica, Desmastes y otros (1995, 1996)<sup>23</sup>, estudian la ecología conceptual de los estudiantes y caracterizan como diversa y heterogénea; la importancia de dicha caracterización, con relación a lo cultural, radica en que dicha ecología es integrada no solo por factores lógicos, sino que involucra creencias, valores, compromisos epistemológicos y relaciones entre conceptos y ambientes conceptuales.

Otra forma de entender esta relación entre contextos (descubrimiento y justificación) es la que establece Cobern (1996)<sup>24</sup>, quien señala dos aspectos: (a) las diferencias y aproximaciones que se presentan entre el contexto de descubrimiento en el cual emergen las teorías y el contexto de descubrimiento de los sujetos que las aprenden y (b) en consecuencia, si los contextos de descubrimiento aluden al Worldview de los mismos, concepto que se entiende como una organización fundamental de la mente compuesta por presuposiciones y creencias que predisponen a pensar, sentir, actuar dentro de patrones previsibles, entonces su conocimiento (del Worldview) se constituye en un aspecto fundamental para la enseñanza de las ciencias, ya que ella debe proponer actividades para aproximar estos dos contextos, o para decidir que en algunos casos no es posible.

El currículo y la selección cultural: Un contexto amplio para la discusión que se presenta a continuación, se relaciona con la planeación y desarrollo curricular. D. Swift (1992)<sup>25</sup> plantea como el desarrollo curricular debe tener en cuenta el tipo de país al cual está dirigido, así establece una diferencia entre países del primer y tercer mundo y llama la atención de cómo la transferencia de currículos en ciencia puede implicar procesos de colonización. Al respecto Forquín (1993)<sup>26</sup> desarrolla dicha idea y propone que ella depende (la selección cultural) de la relación entre Conocimiento y Cultura que cada proyecto posea; así, la selección dentro de una cultura posee una doble importancia: con ella se realiza una reelaboración de los contenidos culturales, los cuales, se transmiten a las nuevas generaciones; pero no se transmite la cultura como un repertorio simbólico unitario, tal transmisión está sujeta a los asares de la relación simbólica y los conflictos de interpretación. Así se observa que existe, cuando el sujeto (estudiante) establece una relación con el conocimiento en la escuela, un doble proceso selectivo o de meta-selección que se observa muy claramente en el currículo, los textos escolares, las disciplinas escolares; es por ello, que la selección realizada por el sujeto que aprende, es selección de conocimientos, que alguien ya determinó como importantes, necesarios, útiles, etc. De hecho, existe una selección previa a la selección realizada por el individuo que conoce, entonces se traslapan, compiten, etc., valores (los cuales determinan la decisión) en dos niveles.

Como parte de dicho proceso de selección, se puede considerar la aceptación de teorías científicas que se identifican con los enfoques sociales, políticos y culturales de una sociedad, este caso señalado por Swetz (1986)<sup>27</sup> y Jackson y Dossier (1995)<sup>28</sup> que muestran como (en el primer caso) la aceptación de la Teoría de la Selección natural de Darwin tuvo una gran aceptación en china, ya que se podía identificar con tendencias marxistas; en el segundo caso,

- 
- 22 MATHY, P. 1992. Las teorías de la Evolución en los manuales escolares. Análisis crítico-histórico-epistemológico y proposición de alternativas. Département Sciences, Philosophies, Sociétés Facultés Universitaires de Namur-Bruxelles.
  - 23 DESMASTES, J. SETTLAJE, PEEBLES. Student's of Natural Selection and Its Role in Evolution: Cases of Replication and Comparison. IN J R IST. Vol 32. N°5:535:550. 1990.
  - ----- Patterns o Conceptual Chance in Evolution in Journal Research in Science Teaching. Vol (33) 4. 407-431 (1996)
  - 24 COBERN, W. 1996. Worldview Theory and Conceptual Change Science Education. 80(5):579-610.
  - 25 SWIFT, D. Indigenous Knowledge in the Service of Science and Tehnology in Developing Countries. Studies In Science Educations, 20 .1992.1-20.
  - 26 FORQUIN, J. C. Escola e Cultura: As bases sociais e epistemológicas do conhecimento escolar. Artes Médicas: Porto Alegre, 1993.
  - 27 SWETZ, F. Peking Man To Socialist Man : The Teaching Human Evolution in China Instituto Science Education. 70(4):401-411,1986.
  - 28 D.F, Jackson and E, C Foster: Hearts and Mind in Science Classroom: The Evolution of Confirmed A Evolutionist. Journal of Research in Science Teaching 32(6): 585-61. 1995.



se estudia la recepción y rechazo de dicha teoría en los Estados Unidos. En los dos casos, su inclusión en el currículo escolar fue distinta.

Esta dinámica de selección cultural de la enseñanza, y que no termina en el currículo formalizado, sino que se prolonga en la acción misma de la enseñanza, puede observarse en las siguientes investigaciones en el campo de la enseñanza de las ciencias naturales.

Textos escolares, sociedades y religiones: Una perspectiva se puede observar en la relación existente entre asunción y aceptación de teorías científicas, que se identifica con los enfoques sociales, políticos y culturales de una sociedad, y que se expresan en el conocimiento escolar por intermedio de los textos escolares; este es el caso señalado por Swetz (1986) y Jackson y Doster (1995)<sup>29</sup>, que muestran como (en el primer caso) la aceptación de la Teoría de la Selección Natural de Darwin tuvo una gran aceptación en la China por dos razones. Los descubrimientos de fósiles humanos se han constituido en un aspecto nacional (un emblema), y también porque ella (la teoría de Darwin) se podía identificar con tendencias marxistas presentes en el sistema social y político de la época. En el segundo caso, (retomando nuevamente el ejemplo) es la recepción y rechazo de dicha teoría en los Estados Unidos, ella estuvo marcada por la discusión de los derechos civiles como una respuesta a las discriminaciones raciales, así el derecho y respeto a la libertad de cultos se constituyó en un argumento para rechazarla dado que esta teoría entra en contradicción con la visión religiosa de los pobladores. En los dos casos, su inclusión en el currículo y textos escolares fue distinta. Dagher y Boujaude (1997)<sup>30</sup> estudian la relación entre concepción religiosa y aceptación de una teoría que proviene de un marco religioso de una cultura diferente, en este caso, el concepto estudiado es el de creencia (se acepta conscientemente en lo que se cree), así se estudia la relación entre el grado de aceptación de esta teoría de acuerdo con sus cánones religiosos y su aprendizaje, en una población de Libaneses pertenecientes a diferentes religiones.

Relaciones centro-periferia en la ciencia y enseñanza de las ciencias: Bizzo (1991)<sup>31</sup> relaciona directamente la recepción de teorías originadas en una cultura diferente y establece la secuencia, factores de “distorsión” y recepción social y escolar en otra cultura. El concepto analizado fue el de evolución y a partir de las afirmaciones de los estudiantes (presente), se remonta en el tiempo 140 años aproximadamente para establecer los aspectos que han determinado los cambios de significado. Otro trabajo, en esta línea, es el realizado por Cristiane Gioppo (2000)<sup>32</sup>, quién establece los orígenes y conceptos implícitos en las prácticas que se utilizan en el Brasil, para auxiliar a una persona que ha sido mordida por un ofidio y, establece que ellas llegaron con la conquista Portuguesa y se mantuvieron en los textos oficiales y aún se conservan. El estudio es muy importante, porque establece además, la razón del aceleramiento de la muerte del paciente; en este sentido, al ser las especies americanas diferentes en cuanto a la forma de propagación del veneno que las especies europeas, se acelera la muerte con las prácticas utilizadas para las especies no endémicas, prácticas que como ya se anotó llegaron con los portugueses.

#### 7.8.4 Problemáticas de interés para la línea de investigación:

Los problemas a abordar, en este campo del énfasis, se originan en una tematización del concepto de contexto cultural, caracterización orientada hacia la educación en ciencias de la naturaleza y la tecnología. En este sentido, la importancia de dicho concepto se fundamenta en la posibilidad, que éste ofrece, para comprender los significados que asignan las comunidades y sujetos al conocimiento en general, conocimiento científico y tecnológico y conocimiento “científico y tecnológico” escolar en particular; significados que se han venido construyendo a lo largo del tiempo en nuestro país y que denotan procesos históricos y culturales posibles de observar en los libros de textos, los currículos y los trabajos sobre historia de la ciencia

---

• 29 JACKSON, D. F. and FOSTER, E. C. Hearts and Mind in Science Classroom: The Evolution of Confirmed A Evolutionist. *Journal of Research in Science Teaching* 32(6): 585-611. 1995

• 30 DAGHER, Z. and BOUJAOUDE, S. 1997. Scientific Views and Religious Beliefs of College Student: The case of Biological Evolutions. *Journal of Research in Science Teaching* 34 (5) 429-445.

• 31 BIZZO, N. 1991. “Ensino de evolução e história do Darwinismo”. Tese de Doutorado. 1991. Universidade de São Paulo- Brasil.

• 32 GIOPO, C. O. Ovo da serpente. Tesis de Maestría, Faculdade de Educação- USP. São Paulo- Brasil. 2000

nacional, las investigaciones didácticas, entre otros. Esta perspectiva sobre el conocimiento, en términos de la cultura, es desarrollada por Elkana (1983)<sup>33</sup> con el nombre de Imágenes de Conocimiento.

Dado que una de las preocupaciones de los investigadores en educación en ciencias de la naturaleza, es la construcción conceptual, sin embargo ella, aunque está vinculada íntimamente con las Imágenes de conocimiento<sup>34</sup>, requiere un tratamiento específico. Al respecto, ella puede ser estudiada involucrando aspectos como las cogniciones específicas, las formas de categorizar, las visiones de lo natural y tecnológico de los sujetos, etc., que a su vez, como se argumenta más adelante, pueden ser entendidos en interacción con el contexto cultural.

Estas dos perspectivas, tanto las imágenes de conocimiento como la construcción conceptual, permiten afirmar que en la educación en ciencias de la naturaleza y la tecnología, influyen los aspectos culturales. Igualmente, si se consideran las relaciones centro-periferia<sup>35</sup> y el enfoque cultural sobre la ciencia adoptada (entendida como sistema cultural); la enseñanza y la educación en ciencias y tecnología deben ser entendidas como un proceso intercultural. Esencialmente, debe considerarse que en la clase entran en contacto dos culturas: la cultura occidental y lo que ha resultado de nuestra relación con occidente nuestra cultura. En términos de Elkana, la ciencia es producto de la cultura occidental, resultado de una cultura diferente a la nuestra y que en la apropiación que se propone de la misma mediante la educación y la enseñanza, supone una acción en la cual entran en contacto valores, perspectivas, comprensiones y categorizaciones variadas y que depende de la forma como esta acción se realice, puede conducir a respuesta negativas hacia la ciencia y la tecnología.

Por lo anterior, la educación en ciencias y tecnología requiere de investigaciones interdisciplinarias, que involucren lo cultural, histórico, filosófico y didáctico para que ellas (la ciencia y la tecnología) tengan sentido y significación para el sujeto y ciudadano que se forma en la escuela<sup>36</sup>.

---

33 ELKANA, Y. La ciencia como sistema cultural: una visión antropológica. Boletín de la sociedad colombiana de epistemología III 10-11 Santa fe de Bogotá Colombia 1983.

34 En Segura, Molina y otros (1995), Cobern (1993, 1996)

## 7.9. CIENCIA, TECNOLOGÍA, SOCIEDAD

**Adriana Patricia Gallego Torres:** [Adriana.p.gallego@uv.es](mailto:Adriana.p.gallego@uv.es)

Doctora en didáctica de las Ciencias. Universidad de Valencia. España  
Profesora Universidad Distrital

### 7.9.1 Presentación de la línea

Esta línea de investigación trabaja fundamentalmente, las problemáticas de la relación de la ciencia, la tecnología y la sociedad.

### 7.9.2. Justificación

Dada la importancia que la comunidad académica ha otorgado al movimiento CTS desde hace ya varias décadas, nosotros la justificamos desde los siguientes argumentos

- La importancia de la alfabetización científica y tecnológica, donde a través de las investigaciones y reflexiones intentamos difundir que la ciencia y la tecnología son actividades humanas y que estas tienen una gran incidencia social que forman parte de la cultura general en las sociedades actuales.
- Trata de favorecer el desarrollo y consolidación de actitudes, intereses y prácticas democráticas en cuestiones de importancia social relacionadas con la innovación tecnológica y los problemas medioambientales.
- Trabaja el compromiso respecto a la problemática de género, así como el estímulo para un desarrollo socioeconómico respetuoso con el medio ambiente y equitativo con relación a generaciones futuras.

El enfoque general de la línea es de índole interdisciplinar, ya que en ella interactúan distintas disciplinas como, la filosofía y la historia de la ciencia y la tecnología, la sociología del conocimiento científico, la teoría de la educación y la economía del cambio técnico y las matemáticas.

### 7.9.3. Antecedentes

Esta línea nace en el Doctorado Interinstitucional de la Universidad Distrital en el año 2006, en ella se está desarrollando una tesis Doctoral y un grupo de trabajo orientado a estudiar el cambio climático, en este sentido se ha presentado un proyecto a la convocatoria de ColCiencias de banco de proyectos, orientado a trabajar el cambio climático y la formación docente. De igual forma se adelanta un proyecto, orientado a determinar la imagen y los modelos epistemológicos sobre la tecnología. En ella trabajan estudiantes del doctorado de la Universidad Distrital, Pedagógica y profesores de la Universidad Distrital.

### 7.9.4. Fundamentos Conceptuales

Las investigaciones en CTS emergieron de los estudios sociales de las ciencia, particularmente a partir de los trabajos R. K. Merton, Science, technology, and society in seventeen century England, de 1938, y Theory and social structure, de 1949 (Barona, 1994). La historia social de la ciencia como campo de estudios, recupera el convencimiento de que la ciencia hace parte de y han estado ligadas a la cultura, en cada una de las épocas de su desarrollo. Se opone a versiones históricas y filosóficas que legitiman una imagen de esta ciencia que la califica como la más genuina expresión de la racionalidad, esto es, sus elaboraciones son asumida como el conocimiento por excelencia (Eslava, 2004). Estos estudios destacan que la ciencia de la naturaleza es un fenómeno social, es decir, el conocimiento científico es una construcción social, por lo que son comprensibles las investigaciones de las relaciones entre ciencia, tecnología y sociedad (Restivo, 1992; Gallego y Gallego 2009).

El origen de este movimiento se remonta a Inglaterra, cuando un grupo de profesores introdujo en sus clases un examen crítico de la tecnología, que se llamo en Ingles STS (Solomon, 1995). Se afirmaba que este movimiento estimulaba la enseñanza y el estudio de las ciencias, sobre

todo en alumnos que no se preocupaban por estos saberes al relacionarlos con las discusiones sobre aspectos humanos, éticos y políticos. La profesora Salomón en su día, sostuvo que no se había alcanzado aun la forma de enseñar la ciencia, la tecnología y todo lo que conlleva esta interrelación, y nosotros hoy después de varias décadas, nos adherimos a ella, ya que no solo no hemos logrado que nuestros estudiantes consigan un aprendizaje significativo de las ciencias sino que además, los productos resultantes de la ciencia y la tecnología y sus consecuencias nos están desbordando.

Los estudios y programas CTS se han desarrollado desde sus inicios en tres grandes direcciones:

- En el campo de la investigación, los estudios CTS se han planteado como una alternativa a la reflexión académica tradicional sobre la ciencia y la tecnología, promoviendo una nueva visión no esencialista y socialmente contextualizada de la actividad científica.
- En el campo de la política pública, los estudios CTS han defendido la regulación social de la ciencia y la tecnología, promoviendo la creación de diversos mecanismos democráticos que faciliten la apertura de los procesos de toma de decisiones en cuestiones concernientes a [políticas científico-tecnológicas](#).
- En el campo de la educación, esta nueva imagen de la ciencia y la tecnología en sociedad ha cristalizado la aparición de programas y materias CTS en enseñanza secundaria y universitaria en numerosos países (González García, M., J.A. López Cerezo y J.L. Luján 1996; Gallego y Gallego 2009).

#### *La Didáctica de las Ciencias y sus Relación con el Movimiento CTS*

La conformación de la didáctica de las ciencias como una disciplina específica, tenía entre sus objetivos transformar las concepciones de los estudiantes y de los profesores sobre la ciencia, el trabajo científico y los científicos. Todo esto con el objetivo de lograr un aprendizaje significativo de las ciencias de la naturaleza y mejorar las actitudes y los intereses de los estudiantes hacia la ciencia y su aprendizaje. Entre las concepciones que los investigadores encontraron era una descontextualización total de la forma en la que los científicos lograban sus hallazgos y además de eso que los estudiantes e incluso los profesores poseían una concepción de la ciencia y de la tecnología muy apartada de la sociedad, es decir, que los conflictos eran ajenos a los problemas de la sociedad y no respondían a problemas sociales. No podemos olvidar que la historia nos relata que las tecnologías se separaron del saber de los artesanos y se constituyeron en saberes relativamente autónomos. En estos momentos ya se habla de la tecnología como una disciplina completamente separada de la ciencia, bajo estos supuestos, hay quien ha llegado a afirmar que la ciencia y la tecnología son como un matrimonio de convivencia y otros que hablan de investigaciones científico-tecnológicas o tecnociencia. (Gallego Torres y Gallego Badillo, 2007). Ésta es la razón por la cual aquí se habla de una visión epistemológica, con base en la cual podría elaborarse una didáctica de las tecnologías, separada de la concepción habitual de que son aplicaciones del conocimiento científico. Y recalcando, que uno de los problemas por los cuales los investigadores no se ponen de acuerdo de que si son juntas o separadas creemos que es a causa de una historia contada como una serie de episodios que casi siempre culminaron con un gran adelanto científico o tecnológico Debemos diferenciar y en esto quiero ser enfática que una cosa es hacer historia y otra muy distinta es hacer historiografía de la ciencia. La historia de la ciencia que conocemos, ha sido criticada por los epistemólogos no obedece a la acumulación lineal de descubrimientos como suelen presentarla algunos libros de texto (Stony, 2005) Donde en muchas ocasiones, se desarrolla por sustitución de teorías o de modelos científicos (Popper 1992; Kuhn, 1962 Gallego y Castro 2008

Debido a esto la didáctica de las ciencias comenzó a intentar modificar estas concepciones en estudiantes y profesores. En la actualidad está demostrado que no solamente hace falta modificar las concepciones de los estudiantes y los profesores sino también tenemos que acercar al público en general hacia una concepción de la ciencia y de la tecnología más humana y más cercana a la sociedad. A partir de estos problemas la didáctica de las ciencias e incluso la didáctica de las tecnologías empezaron a conformarse y para ello fue necesaria la realización de una revisión histórico-epistemológica.

## *El Enfoque CTS*

El movimiento CTS respondió en su día a la complejidad de establecer unas pautas generales que guiaran la educación científica, por un lado y por otro, al esfuerzo de los gobiernos por propiciar una comprensión pública de la ciencia y la tecnología. Estos cambios fueron la respuesta a las realidades sociales que incluyeron: La guerra fría, el movimiento Pugwash, El lanzamiento del Sputnik, los intentos de renovación de la enseñanza de las ciencias que dieron origen a la conformación de la didáctica de las ciencias como una disciplina específica., la necesidad de gestionar los grandes laboratorios industriales militares y los centros de I+D, asociados a big science high technology, a emergencia de una conciencia crítica respecto a los efectos negativos de la ciencia y tecnología en la sociedad y el medio ambiente, La necesidad de crear instituciones en política científico tecnológica y evaluación de tecnologías. Los estudios CTS definen hoy un campo de trabajo reciente y heterogéneo, aunque bien consolidado, de carácter crítico respecto a la imagen deformada de la ciencia y la tecnología, y del carácter interdisciplinar por concurrir en él disciplinas como la filosofía y la [historia de la ciencia y la tecnología](#), [la sociología del conocimiento científico](#), la teoría de la educación y la [economía del cambio técnico](#). De igual forma, buscan comprender la dimensión social de la ciencia y la tecnología, tanto desde el punto de vista de sus antecedentes sociales como de sus consecuencias sociales y ambientales, es decir, tanto por lo que atañe a los factores de naturaleza social, política o económica que modulan el cambio científico-tecnológico, como por lo que concierne a las repercusiones éticas, ambientales o culturales de ese cambio.

### **7.9.5. Problemáticas o Campos de Interés Para la Línea de Investigación**

- Origen y génesis de los movimientos CTS: Líneas de investigación que la conforman en la actualidad.
- Las actitudes sociales hacia la ciencia y la tecnología
- Historia y epistemología de la ciencia y la tecnología.
- La alfabetización científico tecnológica
- Análisis de la problemática de género
- ¿El cambio climático? Una perspectiva CTS para la enseñanza de las ciencias y la educación científica.
- Análisis de la situación de CTS en la enseñanza de las ciencias. Nuevas perspectivas y finalidades.

### **7.9.6. Publicaciones y Productos de la Línea**

GALLEGO TORRES, P, 2006, Imagen Popular De La Ciencia Transmitida Por Los Cómics Rev. Eureka. Enseñ. Divul. Cien., 2007, 4(1), pp. 141-151

GALLEGO TORRES, P, 2007, Los mitos de la actividad científica, Revista Tecne, Episteme y Didaxis, ISSN 0121-3814

GALLEGO TORRES, A.P, 2008, Segundo congreso colombiano de experiencias pedagógicas y programas de excelencia educativa, Las relaciones CTS. Conferencista, Cartagena

GALLEGO TORRES, A.P, 2008 Congreso Iberoamericano de Género, la mujer en la ciencias a pesar de los obstáculos. Febrero 18 al 21 Cuba

GALLEGO TORRES, A.P, 2008 Segundo congreso colombiano de experiencias pedagógicas y programas de excelencia educativa, desarrollo Tecnológico sustentable. Conferencista

GALLEGO TORRES, A.P I, 2008 congreso Regional de educación ambiental en el Choco Biogeográfico, Relaciones entre la filosofía, la historia y el medioambiente. Conferencista 2008

GALLEGO TORRES, A.P, Castro M, John, 2008 "La importancia de unas relaciones CTS" En: Argentina.. Evento: Noveno simposio de investigación en educación en física Ponencia.

GALLEGO TORRES, P, 2007, Los mitos de la actividad científica, Revista Tecne, Episteme y Didaxis, Numero Extra.

GALLEGO TORRES, A.P Y GALLEGO BADILLO R., 2009 Relaciones ciencia, tecnología, sociedad y cultura, una perspectiva desde el cambio climático, ED. Eco, en edición

GALLEGO TORRES, P, 2007 "Ciencia, concepciones de ciencia y divulgación científica" En, La didáctica aportes para la discusión. En: Colombia ISBN: 0 ED: UPN, núm. , p.136 - 150

## **7.10. La Formación Científica en los Lugares Públicos**

**Pablo Páramo:** [pdeparamo@gmail.com](mailto:pdeparamo@gmail.com)

Ph.D en Psicología: The City University of New York

Profesor Universidad Pedagógica Nacional

### **7.10.1 Presentación y Justificación de la Línea**

Los agentes educativos en la formación científica han sido tradicionalmente los profesores en la escuela y las universidades. Los centros universitarios son por excelencia los principales escenarios de la formación de los investigadores. Para ello cuentan con profesionales organizados en grupos de investigación, recursos tecnológicos como laboratorios, bibliotecas y revistas especializadas para difusión de sus hallazgos, organizan eventos académicos y diversas actividades para socializar sus hallazgos y finalmente entrega a sus egresados a la sociedad.

Existen sin embargo otros escenarios de formación que pretenden hacer una contribución en la formación científica del ciudadano común que no tiene acceso a la universidad, mediante el proceso de educación no formal e informal valiéndose de lugares públicos de la ciudad. Los museos, jardines botánicos, bibliotecas públicas, zoológicos, instituciones, centros de investigación, las mismas universidades, los centros culturales y los medios, representan un recurso de la ciudad de gran valor para la formación científica de sus ciudadanos. Sin calificaciones, niveles y sin títulos los habitantes pueden aprender en ellos sin las tensiones y costos que exigen los estudios formales.

Estos recursos que ofrece la ciudad sumados a las experiencias y a la conceptualización que se ha generado en los últimos años sobre el papel educativo que cumple la ciudad han dado lugar a un cuerpo teórico conocido como Pedagogía Urbana entendido éste como el desarrollo teórico sobre la formación del ciudadano mediante mecanismos no formales e informales a partir de los recursos espaciales y educativos que ofrece la ciudad. Esta definición y acción educativa se sitúa en los lugares públicos principalmente y está encaminada a fortalecer la identidad urbana, la apropiación de la ciudad, la formación sobre comportamientos urbanos responsables, las reglas de convivencia entre extraños y a formar al ciudadano en valores y en el conocimiento científico.

Pensar en Pedagogía Urbana implica que la educación formal y no formal centrada en el sistema educativo y expresado desde la escuela, es limitada y no abarca las posibilidades educativas de todos los ámbitos de una sociedad. Por otra parte supone el reconocimiento que en la permanente interacción entre una sociedad, su diversidad, sus diferentes dimensiones y sus complejas expresiones se construye la ciudad como espacio (tangible y no tangible) vital individual y colectivo desde las transacciones cotidianas de los sujetos con su ambiente. Finalmente, plantea repensar la idea de lo urbano para plantear un nuevo concepto y proyecto de ciudad.

A pesar de su potencial educativo, es poco el trabajo de investigación que se ha desarrollado en nuestro medio que explore el valor de los recursos que ofrece la ciudad para la formación científica de las personas. No hay un centro académico especializado en la formación científica informal y no formal. La línea de investigación sobre la **formación científica del individuo en los lugares públicos** de la ciudad pretende llenar este vacío contribuyendo a crear el nexo entre el desarrollo científico de los centros universitarios con el público en general.

### **7.10.2 Algunas Preguntas que Guían el Trabajo de Investigación de la Línea**

Algunas preguntas que aborda esta línea de investigación son: Aprende y ¿qué aprende el ciudadano común de la visita a museos, centros culturales y demás lugares públicos? ¿Qué tan efectiva es la educación científica informal y no formal? ¿Quiénes organizan las exhibiciones en los centros culturales tipo MALOKA, el Jardín Botánico, el Museo Nacional saben lo que están haciendo? ¿Tienen una base teórica para examinar lo que hacen?

¿Persiguen unos propósitos educativos? Las respuestas a estas preguntas deben conseguirse mediante la investigación sobre la educación científica informal y no formal.

### 7.10.3 Publicaciones

Ito, M y Páramo, P (2000). Conceptualización transcultural de “lugares” genéricos. Revista Latinoamericana de Psicología. Vol.32 No.1

Páramo, P (2002): Aprehendiendo la ciudad. En: J. Guevara y S. Mercado: Temas Selectos de Psicología Ambiental. México: UNAM-GRECO-FUNDACION LIBRE. ISBN: 970-933730-0.

Páramo, P (2002): La “identidad de lugar” del bogotano: Interacción con el pasado de la ciudad en el espacio público. Revista Territorios No. 8. CIDER. Universidad de los Andes.

Páramo, P y Mejía, M.A. (2004a): Los parques urbanos como oportunidades para la interacción de los niños y los animales. Revista Latinoamericana de Psicología. Vol 36. No.1

Páramo, P (2004b) Algunos conceptos para una perspectiva optimista de vivir la ciudad. Revista Territorios No.10-11

Páramo, P y Cuervo, M (2006) Historia social situada en el espacio público de Bogotá desde su fundación hasta el siglo XIX, Bogotá: Universidad Pedagógica Nacional.

Páramo, P (2007) El significado de los lugares públicos para la gente de Bogotá. Ediciones Universidad Pedagógica Nacional.



## **7.11. Grupo de Investigación en Didáctica de la Química - DIDAQUIM**

### **7.11.1. Integrantes:**

**CARLOS JAVIER MOSQUERA SUÁREZ:** [cmosquera@udistrital.edu.co](mailto:cmosquera@udistrital.edu.co)

Doctor en Didáctica de las Ciencias Experimentales – Universidad de Valencia (España).

**CARLOS ARTURO SOTO:** [csoto@ayura.udea.edu.co](mailto:csoto@ayura.udea.edu.co)

Doctor en Didáctica de las Ciencias Experimentales – Universidad de Valencia (España).

**AGUSTIN ADURIZ – BRAVO**

Doctor en Didáctica de las Ciencias Experimentales – Universidad Autónoma de Barcelona (España).

### **7.11.2. Presentación**

El Grupo de Investigación en Didáctica de la Química, en sus trece (13) años de existencia, ha desarrollado varias investigaciones que le han permitido incursionar y aportar en las siguientes Líneas de Investigación, todas activas a la fecha:

1. Cambio Didáctico.
2. Diseño curricular en ciencias.
3. Historia y Epistemología de las ciencias: hacia las reconstrucciones didácticas de las teorías químicas.
4. La Educación en Ciencias en Colombia: Aspectos históricos, epistemológicos y culturales.
5. Desarrollo del Pensamiento Científico.

### **7.11.3. Antecedentes**

Las líneas de investigación que aborda el Grupo de Investigación en Didáctica de la Química (DIDAQUIM), surgen como resultado del desarrollo curricular iniciado desde los comienzos en la década de los noventa del siglo pasado en el Programa de Licenciatura en Química de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas. Considerando que este programa por su naturaleza se especializa en la formación inicial y continuada de Profesores de Química, fue necesario para atender las políticas institucionales de la Universidad Distrital y particularmente del Proyecto Educativo de la Facultad de Ciencias y Educación, integrar este propósito formativo con propósitos de investigación en los campos de la Educación en Ciencias y especialmente en Educación en Química. En tal sentido las líneas de investigación fortalecidas con resultados de proyectos de investigación, con programas de formación permanente de docentes de ciencias, y con aportes a desarrollos curriculares del programa de Licenciatura en Química, ha permitido consolidar experiencias dirigidas al cambio en concepciones, actitudes, y prácticas de profesores; a proponer rutas alternativas para considerar la formación inicial y continuada de profesores de ciencias en general y de química en particular tanto a nivel básico, como medio y superior; abordar relaciones interdisciplinarias entre la historia de la ciencia, la epistemología de la ciencia y la didáctica de la ciencia; así como a estudiar el desarrollo de la educación en ciencias en Colombia y el pensamiento científico, todo lo anterior como alternativa para proponer estrategias eficaces en la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias y en la construcción de ciudadanía a partir del fortalecimiento de la cultura científica en los diferentes sectores del ámbito educativo.

### **7.11.4. Justificación**

La educación científica es hoy considerada prioritaria para el desarrollo económico y socio cultural de las personas. Vivimos en un mundo impregnado por el desarrollo de la Ciencia y de la Tecnología. Sin embargo así como es necesario favorecer aprendizajes en estudiantes de diferentes niveles educativos que desmitifiquen la ciencia y que permitan a quien aprende explicar fenómenos naturales o artificiales desde una perspectiva científica y solucionar problemas relevantes a los contextos de las personas, también es importante apreciar la



ciencia como una subcultura académica que ha generado no solo efectos positivos para las personas y para el mundo en general, y que por tanto debe tratársela en su real dimensión. La apropiación de aprendizajes significativos sobre las ciencias, y de una visión crítica y responsable de la ciencia requiere la organización de currículos que superan la idea de ésta como conocimiento perfecto, acabado, objetivo y neutral, con el propósito de pasar a considerarla como un conocimiento en permanente construcción que se valida por su consistencia interna y por su capacidad de resolver problemas en un espacio y tiempo determinados, que corresponde a invenciones humanas que se validan intersubjetivamente, que cambian constantemente y que se desarrollan bajo propósitos e intencionalidades muchas veces ajenas a los propios intereses de las comunidades científicas.

En consecuencia, las implicaciones sociales de la ciencia en lo cultural, lo político, lo científico e incluso en lo cotidiano requieren replantear las estrategias habituales de enseñanza. Hoy se hace relevante aproximar la manera como se produce, valida y transforma el conocimiento científico con las maneras que deberíamos seguir las personas para aprender ciencia, esto es a partir de situaciones problemáticas y retadoras para transformar nuestras representaciones, concepciones, ideas, creencias y prácticas de modo que el resultado sea un conocimiento útil e interesante y probablemente diferente al cotidiano. En este contexto se propone una educación científica que abordada con profesores y estudiantes de ciencias de diferentes niveles educativos, orientada desde currículos críticos y coherentes con la investigación contemporánea en ciencias cognitivas y en historia y epistemología de las ciencias, favorezcan cambios en la forma de pensar, sentir y actuar respecto a y desde la ciencia, lo cual debe expresarse en forma oral, escrita y textual usando un lenguaje científico apropiado.

#### 7.11.5. Objetivos

##### **Objetivo General**

Generar y consolidar espacios de reflexión científica en torno a problemáticas asociadas a la enseñanza de las ciencias en general con marcado acento en la formación de profesores de ciencias en general y de química en particular en todos los niveles del sistema educativo, que permitan la formación de talento humano formado para ejercer una docencia e investigación calificada, mediante la formalización de alianzas estratégicas con pares nacionales e internacionales en el campo de la Didáctica de las Ciencias Experimentales.

##### **Objetivos Específicos**

- Desarrollar proyectos de investigación e innovación en torno a las líneas prioritarias de desarrollo del Grupo.
- Asesorar instituciones educativas de diferentes niveles con miras a fortalecer su desarrollo curricular y la cualificación profesional de los profesores de ciencias con el propósito de alcanzar criterios propios de una educación de calidad.
- Desarrollar procesos de formación inicial y permanente de profesores de ciencias que contribuyan a la redimensión de sus concepciones, actitudes y prácticas docentes y, por ende, a la consolidación de la profesión.
- Fortalecer alianzas estratégicas con pares académicos de reconocimiento nacional e internacional que permitan proyectar al grupo para su consolidación como grupo de referencia

#### 7.11.6. Algunos Referentes Conceptuales

La didáctica de las ciencias, se ha desarrollado vertiginosamente hasta el punto de reconocérsele en la actualidad como disciplina con cuerpo teórico propio teniendo en cuenta entre otros indicadores, los resultados de las investigaciones sobre la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias logrados principalmente en las dos últimas décadas (Furió 1994; Gil et al. 1999-b). En este sentido, la didáctica de las ciencias contextualiza su expansión teórica y experimental en el ámbito de la investigación asociada con los problemas de la educación en general y de la educación científica y tecnológica en particular. Algunas caracterizaciones históricas que se han hecho sobre ella (Gil et al. 1999-a; Porlán 1998) permiten entender su desarrollo gracias a la importancia concedida a la educación científica como factor de

desarrollo cultural y al fracaso escolar que no ha podido explicarse y superarse desde los modelos habituales de enseñanza y aprendizaje de las ciencias.

La creciente necesidad de una educación científica de calidad que reclama el mundo contemporáneo, plantea serios retos para acceder a una alfabetización en ciencias que supere la simple preparación de estudiantes para niveles educativos superiores (Pozo et al. 1999; Furió et al. 2000). Profesores y alumnos, para asumir y ser coherentes con los principios y propósitos actuales de la educación científica, tendremos que cambiar nuestras concepciones y nuestras prácticas sobre la enseñanza y el aprendizaje, transformación que ha de tener en cuenta los resultados de la investigación y la innovación producidos en el campo de la didáctica de las ciencias al ser ésta la disciplina que fundamenta la educación científica. En lo que respecta a la investigación sobre formación de profesores, uno de los factores con que más ha contribuido la didáctica de las ciencias y cuyos resultados justamente permiten que se le caracterice como una disciplina emergente (Gil et al 1999-b) tiene que ver con lo que hemos de saber y saber hacer los profesores de ciencias (Gil 1991). Uno de los grandes bloques de conocimientos necesarios para resolver esta cuestión es el relativo al pensamiento docente espontáneo o pensamiento docente de sentido común (Furió et al. 1992). De hecho, el auge de la investigación didáctica aplicada a la formación de profesores es importante desde la última parte de la década de los noventa; como afirma Furió (1994), se está pasando de investigar lo que piensa y hace el alumno hacia lo que piensa y hace el profesor.

Como consecuencia de lo anterior, comienza a surgir el interés por realizar reformas curriculares en educación científica que consideren e impulsen la investigación en didáctica de las ciencias (Furió y Gil 1999) favoreciendo la participación del profesorado en la construcción de los nuevos conocimientos didácticos, pues se ha destacado que si en la escuela los colectivos profesoriales de las ciencias valoran como suya la innovación en la enseñanza de las ciencias, los resultados podrán ser significativos de cara a una mejora en la calidad del aprendizaje de las ciencias.

Dentro de este contexto, para la investigación actual en el dominio de la formación de los profesores de ciencias resulta imprescindible conocer por lo menos: a) las concepciones que los profesores de ciencias tenemos en relación con el conocimiento científico, tanto sobre contenidos disciplinares (teorías y conceptos) como sobre la naturaleza de la ciencia; b) las concepciones que los profesores de ciencias tenemos sobre la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias; c) nuestras actitudes hacia la actividad de la enseñanza de las ciencias; y d) los esquemas de acción docente (prácticas de aula) que empleamos los profesores de ciencias en el acto de enseñanza. La identificación de las concepciones espontáneas docentes acerca de estos ejes de la actividad docente tienen como propósito, que no se conviertan en un obstáculo respecto a los objetivos planteados por una reforma curricular de orientación constructivista (Furió et al. 2000); en otras palabras, se subraya la importancia y la necesidad de conocer nuestros estilos o modelos de enseñanza que están en la base de nuestras concepciones, actitudes y comportamientos docentes, aspectos que pueden con miras a su operativización, considerarse como fundamentos de la epistemología personal y las prácticas docentes de los profesores de ciencias.

En consonancia con lo anterior, en la línea de investigación didáctica centrada en el problema de la formación de profesores de ciencias, recientemente se viene proponiendo el análisis de las concepciones, las actitudes y los comportamientos habituales de profesores y profesoras (identificación de su epistemología y de sus prácticas docentes habituales), para poder descifrar las claves de su desarrollo profesional (Furió 1994) que favorezcan cambios de naturaleza didáctica hacia una epistemología y unas prácticas docentes coherentes con la investigación y la innovación actual en la enseñanza de las ciencias (Mosquera 2000).

Estas ideas son consecuentes con los avances logrados por diversas investigaciones que han demostrado que los profesores, al igual que los estudiantes, tenemos ideas previas (Furió 1994). Por tal razón, se hace posible considerar equivalencias entre el aprendizaje de las ciencias en los estudiantes y el aprendizaje de la didáctica de las ciencias en los profesores de ciencias. De hecho, así como el aprendizaje de las ciencias por parte de los estudiantes es considerado como un cambio conceptual, metodológico y actitudinal, por analogía se considera el aprendizaje de la didáctica de las ciencias por parte de los profesores como un cambio

conceptual, metodológico y actitudinal pero aplicado a la enseñanza, es decir, como un cambio didáctico (Furió 1994).

La literatura en didáctica de las ciencias resalta que uno de los principales obstáculos al cambio didáctico está en lo que “ya sabe” el profesor respecto al proceso de enseñanza y aprendizaje de las ciencias, de manera que desde las perspectivas de una educación científica de orientación constructivista, la investigación sobre el cambio didáctico puede ser una alternativa prometedora que conduzca a la reorientación de los currículos para la formación inicial y continuada de los profesores, así como para la revisión y recontextualización de los criterios y estándares de su formación continuada. En efecto, la investigación didáctica sobre la formación de profesores de ciencias indica que si se elaboran conscientemente concepciones explícitas sobre la ciencia y sobre la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias y se desarrollan actitudes positivas hacia la investigación y la innovación en la educación científica, podríamos comprender que las prácticas en el aula no son el resultado de una labor empírica ingenua y por tanto desprovista de organización teórica, sino que por el contrario se encuentran sustentadas en paradigmas didácticos.

Podemos clasificar las concepciones de los profesores (tanto acerca de la ciencia y de la actividad científica como acerca de la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias) y sus actitudes dentro de una dimensión que para efectos de este trabajo se organicen en lo que podríamos denominar una epistemología docente, si se tiene en cuenta que estos dos factores brindan para la investigación didáctica, información en relación con el conjunto de conocimientos, creencias y predisposiciones del profesorado en relación con la actividad inherente a la enseñanza de las ciencias. Por otra parte, los esquemas de acción (prácticas de aula) corresponden al factor que nos ayuda a identificar y a comprender la práctica docente de los profesores de ciencias.

En la actualidad, la investigación didáctica intenta explicar las formas de relación entre el eje epistemológico y el eje práctico en la actividad profesional de los profesores de ciencias. De hecho, en esta investigación no partimos del supuesto absoluto de que todas las ideas sobre el aprendizaje y la enseñanza de las ciencias que tienen los profesores (en formación o en activo) se derivan lógicamente de sus visiones distorsionadas de la ciencia y de la actividad científica; y más aun, ponemos en cuestión una correspondencia biunívoca y directa entre la epistemología personal docente sobre la ciencia y las prácticas de aula. En otras palabras, una correspondencia directa entre los conocimientos, las actitudes y los esquemas de acción del profesorado de Ciencias puede ser cuestionable (Mellado 1998-a; Lederman 1992) y es justamente la falta de integración entre teoría y práctica uno de los principales problemas que se están comenzando a tratar en la investigación didáctica, concretamente en el campo de la formación de los Profesores de Ciencias.

Pero, ¿cuáles deberían ser las características de los programas de formación inicial y continuada de profesores de ciencias, que puedan contribuir con el fortalecimiento teórico y práctico del profesor desde el paradigma de la didáctica de las ciencias como factor esencial de su saber profesional? Esta pregunta cobra mayor vigencia si tenemos en cuenta que la línea de investigación didáctica en formación de profesores está tomando mucho impulso recientemente ya que se considera que cualquier intento de renovación curricular o de renovación en el trabajo en el aula, pasa por el logro de cambios didácticos en los profesores de ciencias, que como se ha mencionado anteriormente, corresponden a cambios de naturaleza conceptual, metodológica y actitudinal aplicados a la enseñanza de las ciencias. De hecho, parecería que si bien se entiende la importancia de las nuevas propuestas, basta con regresar al trabajo cotidiano para advertir fácilmente que se sigue haciendo lo mismo (Mosquera y García 2000). Investigaciones sobre esta problemática, ponen especial énfasis en las diferencias que se encuentran entre los objetivos que diseñan los planificadores de los currículos y los que los profesores realizan efectivamente en la práctica (Cronin-Jones 1991).

Un consenso orientador para responder a esta pregunta, apoyado en desarrollos recientes de la investigación y la innovación en didáctica de las ciencias, considera que los programas de formación inicial y continuada de profesores de ciencias para cumplir con las expectativas de la educación científica contemporánea, han de tener en cuenta las siguientes necesidades

formativas si se quiere efectivamente romper con visiones simplistas de dicha formación (Furió y Gil 1999):

- Conocer en profundidad la materia a enseñar, conocimiento que además debe propender por superar las visiones reduccionistas que usualmente lo acompañan. Para ello es importante comprender que lo que el profesor debe saber de la disciplina que enseña, no se reduce simplemente al conocimiento “de” sus teorías y conceptos, sino que debe abordar conocimientos “sobre” la disciplina los cuales se apoyan en perspectivas filosóficas, históricas y sociológicas del conocimiento científico (McComas 1998; Duschl 1997).
- Tener en cuenta y cuestionar las ideas de sentido común de los profesores acerca de la ciencia y acerca de la enseñanza y el aprendizaje de la ciencia.
- Adquirir un conocimiento teórico acerca de la enseñanza y el aprendizaje de la ciencia.
- Favorecer las implicaciones en investigaciones e innovaciones en educación científica.
- Desarrollar estos programas de formación evitando caer en la simple transmisión de nueva información, en este caso, en materia de educación científica.
- Tener en cuenta los problemas de aula y los problemas escolares que frecuentemente acompañan el desarrollo de la práctica docente de los profesores de ciencias.

#### 7.11.7. Bibliografía y Autores de Referencia Principal

- Anderson, R. y Mitchener, C. (1994). Research on science teacher education. En: Handbook of Research on Science Teaching and Learning, Gabel, D. (Ed). New York: MacMillan.
- Bachelard, G. (1938) La formación del espíritu científico. Madrid: Siglo XXI editores.
- Baird, J.R.; Fensham, P.J.; Gunstone, R.F. y White, R.T. (1991) The importance of reflection in improving science teaching and learning. Journal of Research in Science Teaching, 28, 163-182.
- Bell, B.F. (1998) Teacher development in science education. En: International Handbook of Science Education. Fraser, B. y Tobin, K. (Eds). London: Kluwer academic publishers.
- Brickhouse. N.W. (1990) Teacher's beliefs about the nature of science and the relationships to classroom practice. Journal of Teacher Education, 41(3), 53-62.
- Briscoe, C. (1991) The dynamic interactions among beliefs, role metaphors and teaching practices. A case study of teachers change. Science Education, 75(2), 185-199.
- Burbules, N. y Linn, M. (1991) Science education and philosophy of science: congruence or contradiction? International Journal of Science Education, 13(3), 227 – 241.
- Carter, K. (1990) Teachers knowledge and learning to teach. En: Handbook of Research on Teacher Education, Houston, W.R. (Ed). New York: MacMillan.
- Chi, M.; Feltovich, P. y Glaser, R. (1981) Categorization and representation of physics problems by experts and novices. Cognitive Science, 5, 121-152.
- Clark, C. y Peterson, P. (1986) Teacher's thought processes. En: Handbook of Research on Teaching (3a. edición). Wittrock, M. (Ed). New York: MacMillan.
- Claxton, G. (1987) Vivir y aprender. Madrid: Alianza psicología.
- Cochran – Smith, M. (1991) Learning to teach against the grain. Harvard Educational Review, 61, 279-310.
- Cronin – Jones, L. (1991) Science teaching beliefs and their influence on curriculum implementation: two cases studies. Journal of Research in Science Teaching, 38(3), 235-250.
- Dana, T.M. y Tippins, D.J. (1998) Portfolios, reflection and educating prospective teachers of science. En: International Handbook of Science Education. Fraser, B. y Tobin, K. (Eds). London: Kluwer academic publishers.
- De Jong, O.; Korthagen, F. y Wuffels, T. (1998) Research on science teacher education in Europe: teacher thinking and conceptual change. En: International Handbook of Science Education. Fraser, B. y Tobin, K. (Eds). London: Kluwer academic publishers.
- Désautels, J. y Larochelle, M. (1998) About the epistemological posture of science teachers. En: ICPE Books. Connecting Research in Physics Education with Teacher Education. Tiberghien, A.; Jossem, L. y Barojas, J (Eds). International Commission on Physics Education.

- Duschl, R. (1997) *Renovar en la Enseñanza de las Ciencias*. Madrid: Narcea S.A. de Ediciones.
- Feiman – Nemser, S. (1990) *Teacher preparation: structural and conceptual alternatives*. En: *Handbook of Research on Teacher Education*, Houston, W.R. (Ed). New York: MacMillan.
- Fraser, B. y Tobin, K. (1998). *International Handbook of Science Education*. London: Kluwer Academic Publisher.
- Furió, C. (1994) Tendencias actuales en la formación del profesorado de ciencias. *Enseñanza de las ciencias*, 12(2), 188-199.
- Gabel, D. (1994) *Handbook of research on science Teaching and learning*. New York: MacMillan Pub Co.
- Gil, D. (1993) Contribución de la historia y de la filosofía de las ciencias al desarrollo de un modelo de enseñanza/aprendizaje como investigación dirigida. *Enseñanza de las Ciencias*, 11(2), 197-212.
- Giordan, A. (1989) De las concepciones de los alumnos a un modelo de aprendizaje alostérico. *Investigación en la escuela*, 8, 3-14.
- Gitomer, D. y Duschl, R. (1998) Emerging issues and practices in science assessment. En: *International Handbook of Science Education*. Fraser, B. y Tobin, K. (Eds). London: Kluwer academic publishers.
- Gunstone, R.F. y White, R. (1998) Teacher's attitudes about physics classroom practice. En: *ICPE Books. Connecting Research in Physics Education with Teacher Education*. Tiberghien, A.; Jossem, L. y Barojas, J (Eds). International Commission on Physics Education.
- Hewson, P.W. y Hewson, M. (1987) Science teacher conceptions of Teaching: implications for teacher Education. *International Journal of Science Education*, 9(4), 425-440.
- Hodson, D. (1985) Philosophy of science, science and science education. *Studies in Science Education*, 12, 25-57.
- Izquierdo, M. (1996) Relación entre la historia y la filosofía de la ciencia y la enseñanza de las ciencias. *Alambique*, 8, 7-21.
- Kuhn, S.T. (1962) *La estructura de las revoluciones científicas*. Madrid: Fondo de Cultura Económica.
- Lakatos, I. (1978) *La metodología de los programas de investigación científica*. Madrid: Alianza editorial.
- Laudan, L. (1978) *Progress and its problems. Towards a Theory of Scientific Growth*. California: University of California Press.
- Lederman, N.G. (1992) Student's and teacher's conceptions of the nature of science: a review of the research. *Journal of Research in Science Teaching*, 29(4), 331-359.
- Matthews, M.R. (1994) Historia, filosofía y enseñanza de las ciencias: la aproximación actual. *Enseñanza de las Ciencias*, 12(2), 255-277.
- Millar, R. y Driver, R. (1987) Beyond processes. *Studies in Science Education*, 14, 33-62.
- McComas, W.F. (1998) The principal elements of the nature of science: dispelling the myths. En: *The Nature of Science in Science Education. Rationales and Strategies*. McComas, W.F. (Ed). London: Kluwer Academic Publishers.
- McDermott, L. (1990) A perspective on teacher preparation in physics –other sciences-. The need for special science courses for teachers. *American Journal of physics*, 58(8), 734-742.
- Mellado, V. (1998) The classroom practice of preservice teachers and their conceptions of teaching and learning science. *Science Education*, 82(2), 197-214.
- Mortimer, E.F. (1995) Conceptual change or conceptual profile change? *Science & Education*, 4(3), 267-285.
- Munby, H. y Russell, T. (1998) Epistemology and context in research on learning to teach science. En: *International Handbook of Science Education*. Fraser, B. y Tobin, K. (Eds). London: Kluwer academic publishers.
- Perales, F.J. y Cañal, P. (2000). *Didáctica de las Ciencias Experimentales*. Alcoy: Ed. Marfil.
- Pomeroy, D. (1993) Implications of teacher's beliefs about the nature of science: comparison of the beliefs of scientists, secondary science teachers, and elementary teachers. *Science Education*, 77(3), 261-278.
- Posner, G.J.; Strike, K.A.; Hewson, P.W. y Gertzog, W.A. (1982) Accomodation of a Scientific conception: towards a theory of conceptual change. *Science Education*, 66, 211-227.

- Pozo, J.I. (1989) Teorías cognitivas del aprendizaje. Madrid: Morata.
- Resnick, L.B. (1983) Mathematics and science learning: a new conception. *Science*, 220, 477-478.
- Russell, T. (1989) Defective, effective, reflective: can we improve science teacher education programs by attending to our images of teachers at work? En: *Improving preservice / inservice science teacher education: future perspectives*. Barufaldi, J. (Ed). Columbus, OH: AETS and ERIC (Eric document reproduction service No. ED 309922).
- Schibecci, R.A. (1986) Images of science and scientist and science education. *Science Education*, 70(2), 139-149.
- Schön, D.A. (1983) *Educating the reflective practitioner: how professionals think in action*. New York: Basic Books.
- Shulman, L.S. (1986) Those who understand: knowledge growth in Teaching. *Educational Research*, 15(2), 4-14.
- Simpson, R.D.; Kobala, T.R.; Oliver, J.S. y Crawley, F.E. (1994) Research on the affective dimension of science learning. En: *Handbook of Research on Science Teaching and Learning*. Gabel, D. (Ed). New York: MacMillan Pub. Co.
- Taber, K.S. (2000) Multiple frameworks? Evidence of manifold conceptions in individual cognitive structure. *International Journal of Science Education*, 22(4), 399-417.
- Tamir, P. (1998) Assessment and evaluation in science education: opportunities to learn and outcomes. En: *International Handbook of Science Education*. Fraser, B. y Tobin, K. (Eds). London: Kluwer academic publishers.
- Thagard, P. (1992) *Conceptual revolutions*. Princeton, N.J: Princeton University press.
- Traver I Ribes, M.J. (1996) *La història de les ciències en l'ensenyament de la física i la química*. Tesis doctoral. Universidad de Valencia.
- Tobin, K. (1999) Teachers as researchers and researchers as teachers. *Research in Science Education*, 29(1), 1-3.
- Toulmin, S. (1972) *La Comprensión Humana*. Vol. I: El uso colectivo y la evolución de los conceptos. Madrid: Alianza Editorial.
- Viennot, L. (1976) *Le raisonnement spontané en dynamique élémentaire*. Tesis doctoral. Université Paris 7. París (Publicada en 1979 por Herman: Paris).
- Vosniadou, S. Y Brewer, W.F. (1987) Theories of knowledge restructuring in development. *Review of Educational Research*, 57, 51-67.
- White, R. (1998) Comments on Section D. En: *ICPE Books. Connecting Research in Physics Education with Teacher Education*. Tiberghien, A.; Wittrock, M. (Editor). (1986) *Handbook of Research on Teaching* (Third Edition). New York: MacMillan.
- Yager, R.E. y Penick, J.R. (1986) Effects of instruction using microcomputer simulations and conceptual change strategies on science learning. *Journal of Research in Science Teaching*, 23(1), 27-93.
- Zeichner, K.M. (1987) Preparing reflexive teachers: An overview of instructional strategies which have been employed in pre-service teacher education. *International Journal of Educational Research*, 11, 565-575.

## **7.12. Conocimiento Profesional del Profesor de Ciencias (CPPC).**

**Édgar Orlay Valbuena Ussa:** [valbuena@pedagogica.edu.co](mailto:valbuena@pedagogica.edu.co)

Doctor en Didáctica de las Ciencias Experimentales. Universidad Complutense de Madrid.

Profesor Universidad Pedagógica Nacional

### **7.12.1. Presentación**

Nuestra la Línea de investigación se constituyó en el 2006. Está conformada por profesores adscritos al Departamento de Biología de la Universidad Pedagógica Nacional (Édgar Orlay Valbuena Ussa, Julio Alejandro Castro Moreno, Carlos Arturo Sierra Diosa, Alice Marcela Gutiérrez, Análida Hernández y Dolly Margret Ruíz), y por estudiantes de los programas: Proyecto Curricular de Licenciatura en Biología (Universidad Pedagógica Nacional), Especialización en Enseñanza de la Biología (Universidad Pedagógica Nacional), Maestría en Educación de la Universidad Pedagógica Nacional (Línea de investigación Docencia Universitaria, mención Conocimiento Profesional del Profesor de Ciencias) y Doctorado Interinstitucional en Educación (Universidad Pedagógica Nacional, Universidad del Valle, Universidad Distrital Francisco José de Caldas).

Tenemos como misión, la producción de conocimiento y la reflexión, en torno a la caracterización y construcción del saber y del conocimiento que identifican al docente de Ciencias de la Naturaleza y que lo diferencian de otros profesionales. En ese sentido, pretendemos producir conocimiento pedagógico y didáctico relacionado con: las fuentes, los componentes y las relaciones que hacen posible la construcción de dicho conocimiento; al igual que en lo referente a su estatus. Esto, en la convicción de que dicho conocimiento es epistemológico diferenciado y le permite al docente integrar y transformar los saberes que confluyen en la enseñanza de las Ciencias.

Consecuentemente, intentamos contribuir a la dignificación académica, cultural y social de la profesión docente. Pretendemos así, que los hallazgos de investigación trasciendan la producción de conocimiento teórico, contribuyendo a la formación del profesorado de Ciencias, tanto en los niveles iniciales como en ejercicio. En consecuencia, buscamos propiciar la meta-reflexión de los profesores acerca de su conocimiento docente con el fin de fortalecer su identidad profesional; abordamos además la caracterización y análisis de programas de formación inicial y permanente de docentes, en aras a incidir en su mejoramiento.

En lo que atañe al Conocimiento Didáctico del Contenido, en ésta Línea de Investigación perseguimos realizar estudios referentes al conocimiento que requiere el profesor para hacer enseñable los contenidos correspondientes a las diferentes disciplinas de las Ciencias de la Naturaleza.

### **7.12.2. Problemas de Investigación**

A continuación se mencionan los principales problemas que justifican la existencia de nuestro Grupo de Investigación, los cuales se pretenden abordar y resolver mediante el desarrollo de diferentes estudios:

- Existe un inadecuado reconocimiento del estatus de la profesión docente, este hecho contribuye a la falta de identidad profesional de los profesores en ejercicio y en formación inicial, hecho que repercute de forma negativa en la enseñanza. Es necesario entonces saber cuál es el conocimiento profesional que identifica al profesor de Ciencias Naturales en general y en particular de las diferentes disciplinas (Biología, Química, Física).
- 
- En la producción de conocimiento pedagógico y didáctico se presenta un distanciamiento y desarticulación entre la comunidad académica que lo gesta (grupos de investigación, universidades) y los profesores que a diario ejercen su profesión en las instituciones educativas. Se requiere así, que en la producción del conocimiento del profesor también se tengan en cuenta el conocimiento experiencial con que cuenta el docente, al igual que sus concepciones; es decir, se debe tener presente que el profesor es un sujeto de

conocimiento. Para ello es necesario hacer explícito lo que está implícito, en otras palabras, se requiere averiguar las ideas de los profesores acerca de los diferentes componentes que hacen parte del conocimiento profesional del profesor de ciencias y en particular del conocimiento didáctico del contenido disciplinar.

- 
- En la formación de docentes existe un distanciamiento y más aún, una polarización entre el conocimiento disciplinar específico, por una parte, y los conocimientos pedagógico y didáctico, por la otra. Además, se tienen poco en cuenta (e inclusive se llegan a desconocer) las concepciones del profesor en formación. Los anteriores hechos dificultan la construcción de un conocimiento profesional (del profesor), epistemológicamente diferenciado. Incluso este problema tal vez se hace más evidente para el caso de los programas de formación del profesorado de Ciencias Naturales, dadas las diferencias existentes entre la naturaleza de estas y la de las ciencias sociales. Se requiere así:
  - a) Identificar los constituyentes del conocimiento profesional del profesor de Ciencias Naturales.
  - b) Activar, contrastar, confrontar y reestructurar las concepciones de los docentes en formación (inicial ó permanente) acerca de los constituyentes del conocimiento profesional, así como de la integración entre las mismas.
  - c) Promover, en la práctica, la integración y transformación de los diferentes componentes constituyentes del conocimiento profesional del profesor de Ciencias.
  - d) Formular y desarrollar estrategias que contribuyan a la construcción de Conocimiento Profesional del Profesor de Ciencias.
- Tanto en la formación inicial de docentes como en la permanente, se requiere identificar y caracterizar las diferencias existen entre el Conocimiento Disciplinar Científico, el Conocimiento Cotidiano, el Conocimiento Didáctico del Contenido y el Conocimiento Escolar. Al respecto, cabe aclarar que la visión mayoritaria corresponde a creer que en la escuela se produce conocimiento científico, lo cual constituye un obstáculo para el aprendizaje significativo de las ciencias.
- Otros problemas que pretendemos abordar desde la investigación en nuestro Grupo corresponden a los siguientes cuestionamientos: ¿cómo relacionar los aspectos históricos y epistemológicos de las ciencias y de las disciplinas científicas específicas con la construcción del CPPC?, ¿De qué manera se puede promover en la formación de los profesores de Ciencias la construcción de Conocimiento Profesional docente? ¿Cómo cualificar la formación inicial y permanente del profesorado, implementando en los proyectos curriculares y programas de actualización e innovación docente propuestas que incluyan el conocimiento profesional como un contenido formativo?, ¿Cuál es la contribución de los Proyectos Curriculares (relacionados con la formación de profesores de Biología, Química y Física) en los niveles de pregrado y postgrado, en la construcción del CPPC?, ¿Cuál es el estado del arte de los estudios relacionados con : las didácticas específicas y con el CPPC?

### 7.12.3. Propósitos

- Contribuir a la producción de conocimiento pedagógico y didáctico acerca del Conocimiento Profesional del Profesor de Ciencias y del Conocimiento Didáctico del Contenido de las diferentes disciplinas científicas.
- Contribuir al mejoramiento en la formación de profesores de Ciencias por medio de la producción del Conocimiento Profesional Docente.
- Contribuir a la producción de Conocimiento Didáctico de Contenidos disciplinares específicos de las Ciencias Naturales y en particular de la Biología, la Física y la Química.
- Describir y analizar las concepciones de los docentes en formación inicial y en ejercicio acerca del conocimiento profesional que identifica a los profesores de Ciencias Naturales en general y de la Biología, la Química y la Física en particular.
- Indagar y analizar el conocimiento experiencial de los profesores de Ciencias Naturales acerca de la pedagogía, la didáctica, la disciplina específica y su relación con la construcción de conocimiento profesional docente.
- Describir y analizar procesos formativos en relación con el Conocimiento Profesional del Profesor de Ciencias.



- Desarrollar propuestas tanto en la formación inicial como permanente del profesorado, tendientes a la construcción de Conocimiento Profesional docente como contenido formativo.

#### 7.12.4. Marco Referencial

Las investigaciones realizadas y las proyecciones del Grupo, se hallan enmarcadas en el referente del Conocimiento Profesional del Profesor y el Conocimiento Didáctico del Contenido, a los cuales haremos referencia a continuación.

#### 7.12.5. El Conocimiento Profesional del Profesor (CPP).

Así como el médico, el abogado, ó el ingeniero poseen un conocimiento que los distingue entre si y entre los demás profesionales, los profesores contamos con un conocimiento profesional particular. Según Tardif (2004) el trabajo docente se diferencia de otros trabajos teniendo en cuenta que:

- Su objeto es heterogéneo y está conformado por sujetos humanos e interacciones humanas,
- Sus objetivos son ambiguos, amplios, ambiciosos y a largo plazo,
- Implica relaciones complejas,
- Su producto es intangible e inmaterial ya que el proceso de aprender a ser maestro es simultáneo con la producción (enseñar, es decir, hacer aprender), con lo cual es difícil separar al trabajador del resultado. O sea, es difícil observar al profesor fuera de su lugar de producción.

Teniendo presente la complejidad tanto conceptual como contextual de la enseñanza, para el caso del conocimiento profesional del profesor resulta complicado identificar los componentes que lo integran y vislumbrar su estructura. Las investigaciones al respecto, fundamentalmente diferencian como componentes cuatro grandes dominios: el conocimiento de los contenidos del objeto ó materia de enseñanza que en adelante se llamará Conocimiento Disciplinar; el Conocimiento Pedagógico; el conocimiento necesario para enseñar un saber en particular, llamado Conocimiento Didáctico del Contenido (CDC), o bien conocimiento pedagógico del contenido (Pedagogical Content Knowledge: PCK, denominación utilizada en el ámbito anglosajón); y el Conocimiento del Contexto. Respecto al término didáctico, Ogborn et al (2002) aclaran que “para el lector de lengua inglesa, es probable que le indique una enseñanza excesivamente autoritaria. En un sentido más amplio, en otros idiomas europeos, didáctica hace referencia al análisis cuidadoso de la materia con fines educativos” (p. 93).

El conocimiento disciplinar contempla los contenidos concretos que se enseñan de una disciplina en particular, así como la forma como están organizados en estructuras sustantiva y sintáctica, según la clasificación de Joseph Schwab (1978, citado en Shulman, 1986: 9). El conocimiento pedagógico es quizás el más conocido, teniendo en cuenta los numerosos estudios realizados acerca de tópicos como las concepciones acerca de la enseñanza-aprendizaje, la organización y administración en el aula de clase, los principios generales de la instrucción, los sistemas de evaluación, etc. (Grossman, 1990). Dicho conocimiento es común a la enseñanza de diferentes saberes. Algunos modelos del Conocimiento Profesional docente como el de Morine, Dersheimer y Kent (1999) hacen distinción entre una pedagogía general y otra personal, esta última marcada por el saber experiencial.

El conocimiento del contexto es otro dominio importante que influye en el resto de componentes pero muy especialmente en el Conocimiento Didáctico del Contenido ya que el conocimiento cotidiano está determinado prácticamente por la relación del sujeto con los elementos contextuales a diferentes niveles (sociedad, cultura, familia, escuela, etc).

Por su parte, el Conocimiento Didáctico del Contenido trata sobre cómo enseñar una disciplina determinada en concreto; diferentes investigadores coinciden en que este dominio es el que realmente identifica al saber profesional y es el que genera un mayor impacto en las acciones de enseñanza en el aula de clase. Teniendo en cuenta que el conocimiento didáctico del

contenido es el que se involucra más directamente en la presente investigación, merece su profundización en un aparte que se presentará más adelante (Valbuena, 2007).

Al referirse al desarrollo del concepto de CPP Barnett y Hodson (2001) hacen referencia además de la perspectiva del PCK propuesto por Shulman en 1986, al conocimiento práctico profesional, igualmente formulado en la década de los ochenta. Dicho conocimiento práctico profesional plantea que el profesor en un aula de clase no se comporta de manera objetiva y no necesita un cuerpo de conocimiento preexistente para aplicarlo en la práctica; además de los elementos cognitivos, incluye en el conocimiento docente las dimensiones afectiva y social. En esta perspectiva tienen gran peso los sentimientos, las actitudes y las aspiraciones personales de los profesores. En cuanto a la dimensión social, cobra importancia en el conocimiento del profesor la identidad cultural y social que comprende aspectos tales como lo ético, la religioso y político.

Se han propuesto diferentes modelos de CPP. Así, Shulman en 1987 “define hasta siete categorías de conocimiento del profesor: conocimiento del contenido; conocimiento pedagógico; conocimiento del currículo; conocimiento de los alumnos y del aprendizaje; conocimiento del contexto; conocimiento didáctico del contenido [PCK]; y conocimiento de filosofía educativa, fines y objetivos” (Marcelo, 1999: 154).

Por su parte Bromme (1988) define el CPP como el conocimiento que los docentes utilizan en su práctica cotidiana, en la cual es menester acercar los conocimientos teóricos de las disciplinas a los conocimientos prácticos escolares. Para él, los conocimientos teóricos no derivan tan directa y simplemente en aplicaciones en el conocimiento práctico, sino que demanda transformaciones que no pueden ser emprendidas por un profesional aislado. El profesor requiere un conocimiento tal que le permita interrelacionar e integrar los conocimientos científicos y los cotidianos (los adquiridos mediante la práctica). De igual manera, necesita integrar los conocimientos psicopedagógicos y su experiencia profesional, para lograr la transformación de la estructura lógica de los conocimientos teóricos de la disciplina que se esté enseñando. Según este autor, el conocimiento profesional requiere la interrelación de diferentes tipos de conocimientos como lo son: los conocimientos específicos de la asignatura que se enseña (conocimientos disciplinares); los conocimientos sobre didáctica específica; el conocimiento pedagógico; y el metaconocimiento.

Pamela Grossman (1990), a partir de sus investigaciones con profesores de inglés, construyó un modelo del conocimiento del profesor, en él identifica cuatro componentes: el conocimiento del contenido de referencia, es decir el conocimiento disciplinar; el conocimiento pedagógico general; el conocimiento del contexto y el PCK, interrelacionados entre sí, especialmente alrededor del PCK. Dicha autora sostiene que el conocimiento que los profesores tienen acerca de los contenidos de la disciplina y su estructura influye en la manera como se han de presentar los contenidos a los estudiantes en el momento de la enseñanza. En el componente del conocimiento pedagógico general incluye además de las características de los alumnos y del aprendizaje, la gestión y organización del aula de clase, el currículum y las estrategias de enseñanza, otros aspectos como el conocimiento y creencias sobre los propósitos de la enseñanza y los sistemas de evaluación de los aprendizajes. En lo que tiene que ver con el conocimiento curricular y las estrategias de enseñanza, hay un solapamiento entre los dominios del conocimiento pedagógico y el PCK. No obstante, es de anotar que en el dominio PCK se hace referencia a contenidos y actividades de enseñanza específicos de un contenido en particular. Grossman defiende que el PCK es el componente que mayor incidencia tiene en las acciones de enseñanza en el aula de clase y enfatiza en la importancia que tiene conocer las concepciones (principalmente las ideas erróneas) y los intereses de los alumnos para la definición y estructuración de los contenidos curriculares y de las estrategias de enseñanza.

William Carlsen manifiesta que “los dominios del conocimiento del profesor son visualizados mejor de una forma heurística y no como un mapa inmutable sin ninguna estructura cognitiva individual” (1999: 135). Propone un modelo integrado por los conocimientos: del contexto general educativo, del contexto específico educativo, general pedagógico, disciplinar y el PCK. En contraste con otros modelos, en este se considera que los componentes del conocimiento profesional docente no pueden existir independiente y aisladamente sino que por el contrario, cobran sentido únicamente dentro de un sistema, esto especialmente es válido para

el caso del PCK, el cual solamente es posible como producto de la integración de los otros conocimientos siendo impensable su existencia de forma desarticulada.

Magnusson, Krajcik y Borko (1999) adaptan el modelo de Grossman, concretamente a la enseñanza de la ciencia. En consecuencia, en el CPK focalizan las actividades de enseñanza y los contenidos curriculares a las particularidades de la ciencia.

Desde la perspectiva de Greta Morine-Dersheimer y Todd Kent (1999) acerca de los componentes del conocimiento profesional docente. Al igual que en los modelos antes descritos, el PCK es el componente central alrededor del cual se integran los otros conocimientos; comparte con el modelo de Carlsen (1999) el discriminar dos tipos de conocimientos contextuales: uno general educativo y otro específico más cercano al PCK, no obstante el tipo de relación de este conocimiento no es con todos los otros componentes del conocimiento profesional sino exclusivamente con el PCK. De otra parte, da un lugar destacado tanto a las finalidades de la educación como a la evaluación, como elementos que influyen en los conocimientos curriculares, pedagógico y PCK. Esta propuesta se estructura de una manera más dinámica teniendo en cuenta las interrelaciones entre los diferentes tipos de conocimientos que la integran.

Por su parte, el grupo Didáctica e Investigación Escolar (DIE), gestor del Proyecto Curricular Investigación y Renovación en la Escuela (IRES), entiende el CPP como la interrelación e integración sistémica y compleja, (que requiere un profundo proceso de reelaboración y transformación epistemológica y didáctica) de saberes de distinta índole, que se genera desde las situaciones y problemas prácticos del contexto educativo particular. La práctica constituye el ámbito epistemológico específico donde se presentan los problemas profesionales. Dicho conocimiento es asumido como una transformación formativa desde una perspectiva evolutiva en la que se formula una hipótesis de progresión con miras a reestructurar de una forma progresivamente compleja el conocimiento de hecho del profesor (con el que cuenta) en un conocimiento deseable. Así pues, los productos de esa reelaboración y transformación se constituyen como sistemas de ideas en evolución, de carácter tentativo, procesual y evolutivo (Porlán, Azcárate, Martín del Pozo, Matín y Rivero, 1996; García, 1998; Porlán y Rivero, 1998; Martín del Pozo y Porlán, 1999; Martín del Pozo, 2000; Martín del Pozo y Rivero, 2001; Porlán, 2003).

Barnett y Hodson (2001) proponen un modelo de conocimiento de los profesores enfocado a docentes de ciencias. Los autores hacen énfasis en que el conocimiento profesional está notablemente definido por las características personales de los docentes y por un conocimiento colectivo definido por los contextos educativo, social y cultural específicos, al igual que por factores institucionales y políticos de diferente nivel. En cuanto a las primeras características, señalan que cuando el profesor ejerce su profesión no se limita a aplicar de una manera imparcial los currículos generalizados que han sido elaborados por expertos, los cuales suelen estar distantes de la realidad escolar. Por el contrario, responden atendiendo a sus creencias personales, sus valores y experiencias. De otra parte, el conocimiento colectivo de los profesores se gesta a partir de la constante socialización e interacción entre los colegas docentes. Expresan que “el conocimiento está íntimamente relacionado con las situaciones y las interacciones sociales específicas, las cuales han sido generadas, validadas y utilizadas” (p. 435).

### ***El Conocimiento Didáctico del Contenido (CDC).***

Grossman (1990), en su investigación con profesores de inglés busca las relaciones entre los contenidos que sabe el profesor, cómo conoce dicho conocimiento y cómo lo enseña. La autora en mención pone de manifiesto la importancia del CDC en el sistema del conocimiento del profesor, de hecho en su modelo lo ubica ocupando el lugar central como elemento de integración de los conocimientos pedagógico general, disciplinar y contextual. Esta investigadora identifica cuatro componentes del CDC. Las concepciones y propósitos de la enseñanza de la disciplina, las cuales están en estrecha relación con las metas y objetivos en el momento de enseñar. El conocimiento de los procesos de aprendizaje de los alumnos, al respecto hace especial énfasis en que el profesor conozca tanto las concepciones como los intereses de los alumnos, como base para la selección y organización de contenidos

curriculares específicos, pone acento en el conocimiento que se ha de tener de las ideas erróneas de los alumnos. El conocimiento del currículum específico, en lo que respecta a los contenidos y libros de texto que se han de utilizar concordantes con el área y nivel en el que se enseña. Y finalmente el conocimiento de las estrategias y metodologías para la enseñanza tales como metáforas, experimentos y explicaciones.

Para Grossman (1990) el CDC se desarrolla a partir de cuatro fuentes principales. El docente cuenta con un cúmulo de recuerdos de su experiencia en la vida como estudiante, este aspecto constituye un importante referente para la construcción del CDC, así, con frecuencia los profesores reproducen en su práctica las estrategias, actitudes y experiencias que vivieron con sus profesores. Esa experiencia en la vida escolar que poseen los profesores también influye en sus referentes de aprendizaje, al recordar cómo aprendieron ellos cuando fueron estudiantes, de lo que ellos observaron de sus profesores qué resultó significativo, trasladando esas situaciones a al ejercicio profesional con sus alumnos; incluso la experiencia escolar que han tenido los docentes también puede transferirse en los aspectos atinentes a las secuencias curriculares. Al respecto la autora en mención manifiesta que “el conocimiento pedagógico del contenido [PCK] que deriva del aprendizaje de observación, puede ser más tácito que explícito, más conservador que innovador, y puede plantear resistencias durante la formación del profesorado” (pp.11-12). Esta fuente del CDC constituye una potente impronta y puede llegar a constituir un obstáculo para los cambios en la enseñanza, en el caso de que los profesores se limiten a reproducir los esquemas experimentados durante su vida como estudiantes.

Otra fuente del CDC identificada por Grossman es el bagaje disciplinar que posea el profesor. Esto es especialmente válido para el caso de los docentes en ejercicio. Por ejemplo, si un profesor de ciencias cuenta con una experiencia en investigación experimental de determinado tópico, seguramente tendrá un enfoque diferente en la toma de decisiones relacionadas con la selección y secuenciación curricular tanto de contenidos como de actividades, al enfoque que pueda tener un profesor que no posea esa experiencia investigadora. Las otras dos fuentes identificadas por la autora en mención son las características de la formación inicial del profesor y su experiencia profesional, destacando en esta última, la importancia del aprendizaje en la práctica.

Por su parte Magnusson, Krajcik y Borko (1999) hacen aportaciones al modelo de conocimiento profesional docente de Grossman (1990), especialmente en lo concerniente a los componentes y estructuración del CDC. En contraste con los modelos de Shulman de 1986 y 1987, y el de Grossman, la propuesta de estos autores es más dinámica, integradora y compleja. Ellos argumentan que el profesor demanda de un conocimiento que le permita transformar e integrar los diferentes tipos de conocimiento (incluido por su puesto el disciplinar) y que a la vez le faculte para abordar de forma idónea asuntos concretos como las dificultades de aprendizaje de los alumnos, la forma de evaluar los aprendizajes, la planificación y organización de contenidos y actividades de enseñanza, y la manera de ayudar a los alumnos a comprender conceptos científicos. Ponen de manifiesto, además, que uno de los problemas del conocimiento de los profesores es la fragmentación que tienen de los diferentes conocimientos implicados en su ejercicio profesional.

Para estos autores los propósitos, contenidos, metodologías y evaluación de la enseñanza de la ciencia están influenciadas determinantemente por el enfoque que se tenga de la enseñanza de la ciencia. Dicho con otras palabras, dependen de las orientaciones que el profesor tenga sobre la enseñanza de la ciencia. Es decir, las orientaciones de la enseñanza de la ciencia constituyen el referente conceptual en la toma de decisiones. Así, por ejemplo, lo que enseñe un profesor, la manera como lo enseñe y como lo evalúe diferirá dependiendo si él tiene una visión transmisionista de la enseñanza de la ciencia, o si por el contrario la perspectiva está relacionada con el cambio conceptual.

Para Martín del Pozo y Rivero (2001), un conocimiento que tiene gran relevancia en el conocimiento profesional, por cuanto posibilita la integración de saberes, es el conocimiento didáctico del contenido. Como lo manifiestan estas investigadoras, es deseable que un profesor de ciencias tenga un dominio específico de los contenidos necesarios para reelaborar el conocimiento científico y facilitar su construcción en el contexto escolar. Para ello es menester

que el profesor sepa la materia a enseñar (conocimiento del contenido). No obstante, no es suficiente puesto que a pesar de que los contenidos científicos son correctos, no están diseñados para saber qué y cómo enseñar en el contexto escolar. Es decir, el conocimiento disciplinar particular (de las ciencias) no es el que se enseña sino que se requiere además procurar un conocimiento profesionalizado del contenido del currículo. Se necesita pues un conocimiento didáctico del contenido como conocimiento práctico y profesionalizado, el cual implica conocer los aspectos relacionados particularmente con la enseñanza-aprendizaje de un contenido: para qué se enseña un contenido, las estrategias para enseñar dicho contenido, cómo aprenden los alumnos un contenido, el currículum. Así, el conocimiento didáctico del contenido posibilita la transposición didáctica, o sea esa transformación del conocimiento científico desde la lógica disciplinar hacia la lógica de la enseñanza.

En la misma línea, Mellado (1998) define el conocimiento didáctico del contenido como un conocimiento específico desarrollado por los docentes sobre la forma de enseñar, entendiendo que no es suficiente con el conocimiento de la materia ni con el conocimiento psicopedagógico, y que el profesor es el mediador entre el conocimiento científico y el de los alumnos. Considera dos componentes constitutivos del conocimiento didáctico del contenido: los estáticos (conocimientos de ciencias, conocimientos psicopedagógicos, conocimientos teóricos de la didáctica específica) y los dinámicos que surgen y evolucionan a partir de las creencias, los conocimientos y las actitudes del propio docente (conocimiento de sí mismo, reflexión personal, prácticas de enseñanza) (Mellado, 1996). Según el autor, el conocimiento profesional resulta de la integración de conocimientos de la materia que se enseña y del conocimiento psicopedagógico, como una forma de razonamiento y acción pedagógica para transformar la materia en representaciones comprensibles al estudiante.

Respecto a las implicaciones del CDC, tal y como lo destaca Gess-Newsome (1999a), dadas sus características dicho conocimiento constituye un interesante modelo porque: posibilita estudiar el conocimiento del profesor; constituye un marco adecuado para adelantar investigaciones sobre la cognición del profesor; y provee una visión integradora del conocimiento del profesor y la práctica en el aula. Además, es un excelente referente para la estructuración de los programas de formación del profesorado.

#### 7.12.6. Proyecciones

La línea adelantará acciones investigativas, formativas y de proyección social que permitan caracterizar y construir el Conocimiento Profesional Deseable en los programas de formación docente (inicial, postgradual y permanente) y, por lo tanto, incidir significativamente en la cualificación de la educación en Ciencias en nuestro país.

En consecuencia buscará:

- Desarrollar investigaciones referentes a:
  - o Los diferentes componentes del Conocimiento Profesional del Profesor de Ciencias (CPPC), tales como: el conocimiento disciplinar (biológico, físico, químico, etc.), el conocimiento pedagógico, el conocimiento didáctico, el conocimiento contextual, el conocimiento experiencial, el conocimiento didáctico del contenido disciplinar, etc.
  - o Las fuentes del Conocimiento Profesional (académica, concepciones, experiencias).
  - o La construcción del CPPC.
  - o Las relaciones entre los aspectos históricos y epistemológicos de las disciplinas científicas y el CPPC.
  - o El estado del arte del campo de conocimiento de las didácticas específicas y su relación con el CPPC.
  - o Los elementos de proyectos curriculares y programas de formación permanente de docentes que promueven la construcción del CPPC.
- Realizar prácticas docentes de programas de formación de docentes de Ciencias en el contexto del CPPC.
- Continuar desarrollando trabajos de grado y tesis en los niveles de pregrado y postgrado, en el ámbito del CPPC.
- Socializar el conocimiento producido mediante: la publicación de materiales de investigación pedagógica y didáctica, y de material para la enseñanza de las Ciencias; la

- participación en eventos particulares de Enseñanza de las Ciencias y de Formación de Docentes.
- Realizar cursos sobre el CPPC en los niveles de pregrado, especialización, maestría y doctorado.
- Realizar programas de formación permanente de docentes (PFPD) en el contexto del CPPC.

#### 7.12.7. Referencias Bibliográficas

- BARNETT, J. and HODSON, D. (2001). Pedagogical Context Knowledge: Toward a Fuller Understanding of What Good Science Teachers Know. *Science Education*, 85 (4), 426-453. *Enseñanza de las Ciencias*, 6 (1), 19-29.
- BROMME, R. (1988). Conocimientos profesionales de los profesores.
- CARLSEN, W. (1999). Domains of Teacher Knowledge. In: GESS-NEWSOME, J. and LEDERMAN, N. (Eds.). *Examining Pedagogical Content Knowledge. The Construct and its Implications for Science Education*. Dordrecht, Boston, London: Kluwer Academic Publishers. pp. 133-144.
- GESS-NEWSOME, J. (1999). Pedagogical Content Knowledge: An introduction and orientation. In: GESS-NEWSOME, J. and LEDERMAN, N. (Eds.). *Examining Pedagogical Content Knowledge. The Construct and its Implications for Science Education*. Dordrecht, Boston, London: Kluwer Academic Publishers.
- GROSSMAN, P. (1990) The making of a teacher knowledge and teacher education, New York: Teachers college, Columbia University.
- MAGNUSSON, S.; KRAJCIK, J. and BORKO, H. (1999). Nature, Sources, and Development of Pedagogical Content Knowledge for Science Teaching. In: *Content Knowledge. The Construct and its Implications for Science Education*. Dordrecht, Boston, London: Kluwer Academic Publishers. pp. 95-132.
- MARCELO, C. (1999). Cómo conocen los profesores la materia que enseñan. Algunas contribuciones de la investigación sobre conocimiento didáctico del contenido. En: MONTERO, L. y VEZ, J. (Eds.). *Las didácticas específicas en la formación del profesorado*. Santiago de Compostela: Tórculo. pp. 151-185.
- MARTÍN DEL POZO, R. y PORLÁN, R. (1999). Tendencias en la formación inicial del profesorado sobre los contenidos escolares. *Revista Interuniversitaria de Formación del Profesorado*, 35, 115-128.
- MARTÍN DEL POZO, R. (2000). Proyecto Docente. Madrid: Universidad Complutense de Madrid, Facultad de Educación, Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales.
- MARTÍN DEL POZO, R. y RIVERO, A. (2001). Construyendo un conocimiento profesionalizado para enseñar ciencias en la educación secundaria: Los ámbitos de investigación profesional en la formación inicial del profesorado. *Revista Interuniversitaria de Formación del Profesorado*, 40, 63-79.
- MELLADO, V. (1998). La investigación sobre el profesorado de Ciencias Experimentales. En: BANET, E. y PRO, A. (Eds.). *Investigación e innovación en la enseñanza de las ciencias*. Vol. I. Lleida: Poblagrafics, S. L. pp. 272-283.
- MELLADO, V. (1996). Concepciones y prácticas de aula de profesores de ciencias en formación inicial de primaria y secundaria. *Enseñanza de las Ciencias*, 14 (3), 289-302.
- MORINE-DERSHIMER, G. and KENT, T. (1999). The Complex Nature and Sources of Teachers' Pedagogical Content Knowledge. In: GESS-NEWSOME, J. and LEDERMAN, N. (Eds.). *Examining Pedagogical Content Knowledge. The Construct and its Implications for Science Education*. Dordrecht, Boston, London: Kluwer Academic Publishers. pp. 21-50.
- OGBORN, J.; KREES, G.; MARTINS, I. y MCGILLICUDDY, K. (2002). Formas de explicar la enseñanza de las ciencias en Secundaria. Traducción de Rafael Llavori de Micheo. Madrid: Aula XXI Santillana.
- PORLÁN, R.; AZCÁRATE, P.; MARTÍN DEL POZO, R.; MARTÍN, J. y RIVERO, A. (1996). Conocimiento profesional deseable y profesores innovadores: Fundamentos y principios formativos. *Investigación en la Escuela*, 29, 23-38.
- PORLÁN, R. y RIVERO, A. (1998). El conocimiento de los profesores: una propuesta formativa en el área de ciencias. Sevilla: Díada.
- PORLÁN, R. (2003). Principios para la Formación de Profesores de Secundaria. *Revista Interuniversitaria de Formación del Profesorado*, 17 (1), 23-35.

SHULMAN, L. (1986). Those who understand: Knowledge growth in teaching. *Educational Researcher*, 15 (2), 4-14.

TARDIF, M. (2004). Los saberes del docente y su desarrollo profesional. Traducción de Pablo Manzano. Madrid: Narcea.

VALBUENA, E. (2007). *El Conocimiento Didáctico del Contenido Biológico. Estudio de las concepciones disciplinares y didácticas de futuros docentes de la Universidad Pedagógica Nacional (Colombia)*. Tesis doctoral. Universidad Complutense de Madrid (ISBN 978-84-669-3101-4)

### **7.13. Probleduciencias**

**Margie Nohemy Jessup Cáceres:** [mjessup@pedagogica.edu.co](mailto:mjessup@pedagogica.edu.co)

Ph. D. Biología. Universidad Estatal de Kiev. T.G. Schevchenko  
Profesora Universidad Pedagógica Nacional

**Rosalba Pulido de Castellanos:** [rpulido@pedagogica.edu.co](mailto:rpulido@pedagogica.edu.co)

Doctora en Educación. Universidad Pedagógica Nacional  
Profesora Universidad Pedagógica Nacional

**Joaquín Martínez Torregrosa**

Doctor en Ciencias. Universidad de Valencia  
Profesor Universidad de Alicante - España

*Probleduciencias* es un grupo de investigación cuyo objeto de estudio se centra en los problemas de la educación en ciencias, en una postura teórica que:

- Trasciende la asunción más tradicional de las ciencias como las exactas y naturales, o en su defecto las experimentales, acogándose a la corriente de pensamiento que incluye las sociales y las humanas como parte de las mismas.
- Asume la educación como un proceso que debe atender a la formación integral de las personas; esto significa que la educación debe contribuir al desarrollo de los sujetos en su dimensión política, intelectual, profesional (docente para nuestro caso), ética y moral, lúdica y estética, física, en comunicación y en el afecto. Por consiguiente se pretende el desarrollo de pensamiento crítico y de capacidad de transformación de las prácticas (praxis, que para nuestro caso en un primer momento sería praxis educativa).
- Implica la formación de investigadores en el mismo debe contribuir a la estructuración de una visión científica de la naturaleza y la sociedad, hecho que en modo alguno obstaculiza el reconocimiento y respeto por otras formas de concebir el mundo como base para la tolerancia, entendida como el reconocimiento y respeto por las ideas de los otros.
- Asume que la aplicación de los conocimientos derivados de los procesos de investigación debe contribuir al desarrollo individual y colectivo; por tanto como proyección del quehacer del grupo de investigación en la relación teoría-práctica que deviene en la praxis, tiende a incidir en la generación de planes, programas y alternativas educativas pertinentes a los contextos y situaciones objeto de estudio.
- Concibe el quehacer investigativo como un modo de contribuir a la generación de condiciones para propiciar una calidad de vida digna, con equidad y justicia social para todos, entendiéndose el desarrollo como “una fuerza movilizadora de potencialidades sociales tales como creatividad, preservación de identidad comunitaria, despliegue de solidaridad, utilización de experiencias organizacionales y de saberes populares, que consulte la realidad de los contextos en los que se desarrollan, contribuye a la satisfacción de necesidades individuales y colectivas y además se constituye en un generador de recursos de diferente orden, dado que tiene sentido para el grupo humano con el que se realiza”<sup>37</sup>.

Consecuentemente con el posicionamiento expuesto, el grupo de investigación *Probleduciencias* se asume como un sistema dinámico de reflexión, investigación y transferencia de conocimiento, en el cual sus integrantes trabajan alrededor de problemas u objetos de investigación de naturaleza relativamente común, relevantes dentro del campo de conocimiento relacionado con el objeto particular de que se ocupan, que constituyen a su vez un ámbito de profundización y aporte al conocimiento.<sup>38</sup>

En la actualidad, este grupo cuenta con dos líneas de investigación activas:

#### **1. Resolución de Problemas en Ciencias Experimentales e Ingenierías y**

---

• <sup>37</sup> Jessup, M. 2007. Ambiente de Formación Posgraduada. Documento de Trabajo. Presentado en reunión del Comité Académico de Doctorado Convenio Andrés Bello, Octubre de 2007 – Quito, Ecuador

• <sup>38</sup> Modificado de Jessup M.2000. “Evaluación de Metodologías de Investigación-Interacción para el Desarrollo Educativo”. UPN. Colección “Cuadernos de Trabajo V. 1 p77-92



2. *Estudios en Calidad de Vida*, esta última con dos programas de investigación: -

- Educación ambiental y en población y
- 2. Educación para la salud.

En ese mismo sentido, tanto los grupos como la(s) línea(s) que los constituyen, pueden ser asumidos como un espacio estructurado de problemas u objetos de investigación, que además de las características previamente enunciadas poseen las siguientes:

- Ocuparse de un campo de problemas u objetos de investigación de naturaleza relativamente común, agrupados en una organización pertinente.
- Poseer una gramática explicativa, entendida como el conjunto de principios teóricos y metodológicos que regula las posiciones y acciones dentro del mismo. En otras palabras, es el enfoque o conjunto de enfoques estructurados a partir de las disciplinas o de las aproximaciones teóricas (intra-, inter- y transdisciplinarias). En cada enfoque se define los límites de sus problemas, su gramática explicativa y fundamentalmente, sus límites y relaciones con otros enfoques<sup>39</sup>.
- Contar con un equipo de investigación.
- Estar conformado por una o más líneas de investigación, caracterizadas por una mayor delimitación de los problemas propios del campo dentro del cual se ubican y agrupados junto con otros que comparten algunas de sus características esenciales, dentro de ciertos límites. Estas líneas de investigación se entienden entonces como las proyecciones de investigación del grupo y se organizan alrededor de una o varias temáticas dentro del mismo con sus respectivos proyectos, relacionados entre sí desde el punto de vista teórico, metodológico y de gestión.
- En los dos grupos se llevan a cabo actividades de investigación, formación y proyección social.

### 7.13.1. Características

#### 7.13.1.1. Objeto

El objeto de la línea *“Resolución de Problemas en Ciencias Experimentales e Ingenierías”* es la didáctica de las ciencias; su propósito fundamental consiste en producir conocimiento en el campo de la didáctica, con el fin de contribuir a la consolidación de una postura teórica unificada pero flexible en el ámbito de la enseñanza de las ciencias en carreras de ciencias naturales y afines e ingenierías, a través de la educación centrada en la resolución de problemas, con base en la alternativa educativa *“Resolución de Problemas en una Perspectiva de Investigación”*, desarrollada por el grupo a partir de sus investigaciones en los últimos años.

El objeto de la línea *“Estudios en Calidad de Vida”* es la relación *calidad de vida-desarrollo humano*; su propósito fundamental es la producción de conocimiento en ese campo, mediante el diseño, ejecución, evaluación y propuesta de estrategias de contribución al mejoramiento de la calidad de vida y el desarrollo humano integral a través de la educación en todas sus acciones (investigación, formación, transferencia de conocimiento), así como de contribución a la generación de políticas pertinentes a su objeto.

#### 7.13.1.2. Organización

*“Estudios en Calidad de Vida”* cuenta en la actualidad con dos programas de investigación que son: *“Educación Ambiental y en Población”* y *“Educación para la Salud”*. El trabajo se desarrolla en los ámbitos escolar, familiar y comunitario y en los diferentes niveles de la educación formal.

*“Resolución de Problemas en Ciencias Experimentales e Ingenierías”* cuenta con investigaciones centradas en la enseñanza de la biología; no obstante están emergiendo otros proyectos en el campo de la enseñanza de las ciencias en ingenierías.

---

<sup>39</sup> Ibid.

Cabe mencionar que en los últimos tiempos se ha comenzado a marcar una tendencia de interrelación entre las dos líneas de investigación: usualmente, estudiantes que inician su formación en el grupo de *Estudios en Calidad de Vida*, presentan proyectos educativos tendientes a mejorar la calidad de vida de la población con la que desean trabajar y elaboran diseños centrados en la resolución de problemas, con énfasis principal en uno u otro tema.

Esta tendencia ha llevado a que se comience a estructurar un sistema de investigación-educación, constituido por integrantes de cada una de las líneas, cuyo trabajo es complementario.

#### 7.13.2. Objetivos

- Generar alternativas pertinentes y contextualizadas para la educación en ciencias, en los diferentes niveles de la educación, de acuerdo con las condiciones específicas de los grupos con los cuales se interactúa.
- Contribuir a la generación de pensamiento educativo en el campo de la enseñanza de las ciencias y la ingeniería para el logro de una formación integral de los profesionales.
- Consolidar espacios de reflexión sobre problemáticas de calidad de vida susceptibles de abordarse desde la educación y problemáticas de la educación en ciencias en la perspectiva de una educación para el desarrollo humano integral.

#### 7.13.3 Metodología

La metodología que predomina en el grupo de investigación es alternativa (Páramo Pablo y Otálvaro Gabriel. "Investigación Alternativa": por una distinción entre posturas epistemológicas y no entre métodos". En: Moebius, 25. <http://www.moebio.uchile.cl/25/paramo.htm>, 2006).

Se caracteriza porque la naturaleza específica del objeto de investigación es la que determina el enfoque metodológico, los métodos, las técnicas y los instrumentos requeridos para la recolección de información, al igual que las estrategias pertinentes para su interpretación. Por tanto permite orientar la investigación de manera menos tradicional mediante aproximaciones de tipo etnográfico, estudios de caso, biográficos, o históricos, análisis documental, que pueden responder a suposiciones epistemológicas diferentes.

Actualmente el grupo se halla desarrollando un proyecto de investigación cofinanciado por COLCIENCIAS y viene desarrollando proyectos de proyección social con otros grupos y organismos nacionales e internacionales.

Igualmente se están adelantando varias tesis doctorales en ambas líneas de investigación, en el marco de este Programa Interinstitucional de Doctorado en Educación.

#### 7.13.4 Integrantes Activos del Grupo

##### **Profesores**

Doctora Margie Jessup Cáceres  
Doctora Rosalba Pulido De Castellanos  
Doctor Joaquín Martínez Torregrosa  
Profesora María Mercedes Callejas  
Profesora. Myriam Fernández  
Profesora Alba Nubia Muñoz  
Profesora Rocío Pérez

### 7.13.5. Proyectos de Investigación

- 2000-2002 Desarrollo de competencias en estudiantes universitarios en Ciencia e Ingenierías.
- 2002 Mejoramiento de la calidad de vida en relación con el ruido en comunidades de diferentes niveles educativos.
- 2002. Caracterización de Problemas Empleados en las Enseñanza de la Biología,
- 2005 – 2006. Proyecto Implantación de Programas de Investigación de la Universidad Pedagógica Nacional; Coordinación del proyecto. Veinte investigaciones adelantadas por los maestros de diversas regiones del país, en las líneas: Diversidad cultural y prácticas pedagógicas, Participación, democracia y gobierno escolar, Prácticas pedagógicas y saberes específicos en la escuela y Recepción de la política pública en educación en el ámbito regional.
- 2008. Transformación de las representaciones sociales sobre el ambiente en relación con las prácticas y experiencias pedagógicas de maestros.
- 2009. Transformación de las representaciones sociales del ambiente en relación con las prácticas y experiencias pedagógicas de maestros rurales en Sumapáz y Ciudad Bolívar.

### 7.13.6. Producción

#### Artículos publicados en revistas científicas

- **Jessup M., Pinzón .J, Hernández A., Alfonso.** (1995). La educación en medio ambiente y población Un proceso para el desarrollo humano. Pedagogía y Saberes ISSN: 0121-2494 ED: Universidad Pedagógica Nacional de Colombia v.7 p.47 – 54.
- **Salcedo I. E., Jessup M., Neichev P.** (1996). Evaluación en la Enseñanza de las Ciencias. Educación y Cultura. N° 39, Santa fe de Bogotá, D. C. p 17-23.
- **Jessup M., Hernández A. Pulido de Castellanos, R.** (1997). Los Estudios en Calidad de Vida: ¿Moda o Alternativa de Praxis Transformadora? Documento de Referencia. Biblioteca UPN. Santa fe de Bogotá.
- **Muñoz A.** (1997) Capacitación de maestros rurales de la región media y alta del macizo de Sumapaz, en la interpretación ecológica de sus ecosistemas. Memorias XXXII Congreso Nacional de Ciencias Biológicas.
- **Jessup M.** (1998). Resolución de Problemas y Enseñanza de las Ciencias Naturales. TEΔ: Tecne, Episteme y Didaxis – UPN. Revista de la Facultad de Ciencia y Tecnología. N° 3, P 41-52.
- **Jessup M. Pulido de Castellanos, R.** (1998). Los Estudios de Calidad de Vida: Alternativa de Educación Basada en la Investigación. TEΔ: Tecne, Episteme y Didaxis UPN. Revista de la Facultad de Ciencia y Tecnología. N° 4, p. 111-124.
- **Jessup M.** (2000). Un Proyecto Curricular de Licenciatura en Biología como Investigación. XXXV Congreso Nacional de ciencias Biológicas, Memorias, p 244.
- **Jessup M., Pulido de Castellanos R., Oviedo P.** (2000). La Resolución de Problemas y la Educación en Ciencias Naturales. En: Pedagogía y Saberes (Colombia) ISSN: 0121-2494 ED: Centro de Investigaciones de la Universidad Pedagógica Nacional (CIUP) Colombia. v. fasc.15 p.43 – 50.
- **Jessup M.** (2000). Evaluación Metodológica de Investigación interacción para el Desarrollo Educativo. Colección cuadernos de Trabajo 1 de la Universidad Pedagógicas Nacional. Colombia ED: v.1. p.77 – 92.
- **Jessup M., Pulido de castellanos, R.** (2002). La Calidad de Vida en el Ambiente Escolar en Relación con la Educación para la Salud. En: El Oficio de Investigar. Educación y pedagogía frente a nuevos retos. Universidad Pedagógica Nacional, Colección: Desarrollos en Investigación en Educación No. 3. p 195-223.
- **Jessup M., Pulido de Castellanos R.** (2003) .La Resolución de Problemas como Estrategia de Educación en Ciencias Naturales. Cátedra ICFES Agustín Nieto Caballero Versión 2001, p 137 – 168.
- **Paz H.** (2004).Minas antipersonal en Colombia, Revista De La Escuela Colombiana de Ingeniería ISSN: 0121-5132, Vol.: 14 fasc: 56 Págs.: 41 – 58.
- **Cabrera, F** (2004).De lo algorítmico y lo analítico en matemáticas en la tecnología de mantenimiento aeronáutico de la Escuela de Suboficiales CT. Andrés M. Díaz de la Fuerza

- Aérea Colombiana. Tecnoesufa, Revista De Tecnología Aeronáutica ISSN: 1900-4303, Vol.:01 fasc: N/A Págs.: 1 – 64.
- **Pulido de Castellanos, R., Jessup M. y coautores.** (2005). Educación Ambiental en la Universidad Pedagógica Nacional. Orígenes y Desarrollo. 3° Seminario Internacional – Universidad y Medio Ambiente – Memorias p 165-187.
  - **Jessup M., Reyes M.** (2006). Desarrollos en investigación, Factores de riesgo de infección por VIH/sida y otras ITS, asociados al conocimiento actitudes y práctica en estudiantes universitarios. En Infección por VIH y sida en Colombia. Estado del arte 2000-2005. ONUSIDA.
  - **Jessup M., Reyes M., Fernández M.** (2006). Universidad Pedagógica Nacional de Colombia. Formación docente y prevención del VIH- SIDA. Una cultura responsable para la prevención. UNESCO.
  - **Jessup M.** (2007). Ambiente de Formación postgraduada. Convenio Andrés Bello. Bogotá. Agosto, (Documento de trabajo).
  - **Pulido de Castellanos, R.** (2006) Representaciones sociales acerca de los microorganismos en estudiantes de licenciatura. En Tecne Episteme y Didaxis ISSN: 0121-3814, Vol.: fasc: 20 Págs.: 77 – 97.
  - **Paz H.** (2006) Diseño e implementación de la red domótica para un laboratorio de ingeniería electrónica. Ingeniería y Universidad ISSN: 0123-2126, Vol.: 10 fasc: 2 Págs.: 223 – 231.
  - **Paz H.** (2006). Automatización del laboratorio de ingeniería electrónica G-204 de la ECI a través de una red inmótica. Colombia, Ingeniería E Investigación ISSN: 0120-5609, Vol.:26 fasc: 3 Págs.: 100 - 112 .
  - **Paz H.** (2006). Revisión (Survey): Diseño e implementación de la red domótica para el laboratorio de ingeniería electrónica G-204 de la ECI Colombia, Aciem ISSN: 0120-4904.
  - **Ramírez E.** (2006). Errores que cometen los estudiantes de primer semestre de ingenierías al resolver problemas de matemáticas. Revista U.D.C.A. Actualidad & Divulgación Científica ISSN: 0123-4226, Vol.: 2 fasc: 2 Págs.: 51 – 62.
  - **Paz H.** (2007). Diseño de una antena fractal siguiendo el modelo de Mandelbrot Colombia, Revista de la Escuela Colombiana de Ingeniería ISSN: 0121-5132, Vol.: fasc: Año 17 Págs.: 35 – 44.
  - **Paz H.** (2007). El aprendizaje situado como una alternativa en la formación de competencias en ingeniería. Colombia, Revista Educación En Ingeniería ISSN: 1900-8260, Vol.: 4
  - **Paz H.** (2007). Visiones deformadas de la ciencia y la enseñanza- aprendizaje de conceptos científicos. Revista Educación En Ingeniería ISSN: 1900-8260, Vol.:4 fasc: Págs.: **Ramírez E.** (2007). Dificultades en el aprendizaje de matemáticas. Revista U.D.C.A. Actualidad & Divulgación Científica ISSN: 0123-4226, Vol.: 1 fasc: 1 Págs.: 71 – 79.
  - **Cabrera, F.** (2007). La educación en ciencias y sus dimensionalidades hacia la comprensión de los conceptos. Tecnoesufa, Revista de Tecnología Aeronáutica ISSN: 1900-4303, Vol.:8 fasc: N/A Págs.: 57 – 62.
  - **Cabrera, F.** (2007). Investigación indiscutible de la naturaleza a un experimento genial olvidado la equivalencia mecánica del calor. Tecnoesufa, Revista de Tecnología Aeronáutica ISSN: 1900-4303, Vol.: 7 fasc: N/A Págs.: 8 – 13.
  - **Cabrera, F., Melo, C.** (2007). Visiones deformadas de la ciencia transmitidas en los libros de texto de genética y física. Tecne Episteme Y Didaxis ISSN: 0121-3814, Vol.: Extra fasc: N/A Págs.: 1 – 17.
  - **Jessup, M.** (2008) Memorias de los foros ambientales 2006 -2007. (Colombia). Evento: Foro educación ambiental para la calidad de vida Ponencia: Educación relativa al ambiente y calidad de vida: tendencias y metodologías- problemas desarrollos y perspectivas Libro: p.17 - 17, v.1.
  - **Pérez, M. Porras Y.** (2007) Estudio para la identificación de tendencias en educación ambiental en Bogotá. Nodos Y Nudos ISSN: 0122-4328, vol.:3 fasc: 22 Págs.: 94 - 107.
  - **Pérez, M., Porras, Y. González. R** (2007). Identificación de las representaciones de ambiente y educación ambiental que circulan en la escuela Colombia, Tecne Episteme Y Didaxis ISSN: 0121-3814, Vol.: 21 fasc: Págs.: 24 – 44.

### 7.13.7. Libros Publicados

- **Calleja M.** De Competencias en Ciencia e Ingenierías: Hacia Una Enseñanza Problematicada. ISBN: 9582008229 Vol.: 1 Págs.: 344, ED. Magisterio, Colombia, 2005
- **Vélez, L. y Coautores.** Educación Inclusiva Con Calidad “Construyendo Capacidad Institucional Para La Atención A La Diversidad”. Guía y Herramienta, ISBN: 978-958-98868-0-9 Págs.: 60, ED. Ministerio de Educación Nacional. Colombia. 2008
- **Vélez, L.** Tras las huellas del saber pedagógico. Colombia, ISBN: 958-8226-83-X Vol.: 1 Págs.: 190, ED. 2006

### 7.13.8. Capítulos De Libros

- **Jessup M.** Evaluación de Metodologías de Investigación interacción para el Desarrollo Educativo La Universidad Pedagogía Nacional y su Aporte a las Instituciones Educativas. (Colombia) ISBN: 958-9097-43-X ED: Arfo Editores e Impresores Ltda. v.1, p.77 - 92. 2000.
- **Jessup M. Pulido de Castellanos R., Oviedo P.** La Resolución de Problemas y la Educación en Ciencias Naturales En: Geografías e Imaginarios. (Colombia). ISBN: 958-9097-60-X ED:, p.298 - 311, 2001.
- **Jessup M., Pulido de Castellanos R, Fernández M, Pinzón J. Florido, H, Hernández A. Henao, M. R.** La Calidad de Vida en el Ambiente Escolar en Relación con la Educación para la Salud. (Colombia). ED: Editorial Ápice ISBN: 9589097820 v. 1 Págs. 434. 2002.
- **Jessup M,** La resolución de problemas como estrategia de educación ciencias naturales. En: Educación y Formación el Pensamiento Científico. (Colombia) ISBN: 958-670-253-7 ED:, p.137 – 168. 2003.
- **Jessup M., Pulido de Castellanos R, Páramo, P, Mera A., Pérez R, Reyes, M.** Educación Ambiental en la Universidad Pedagógica Nacional. Orígenes y Desarrollo. Tercer Seminario Internacional Universidad y Ambiente. (Colombia) ISBN: 9589740855 ED: Universidad de Ciencias Aplicadas y Ambiente, v.1, p.165 - 185 2005.
- **Pulido de Castellanos R.** El proyecto Implantación de Programas de Investigación como experiencia. Territorios Pedagógicos: Espacios Saberes y Sujetos, ISBN: 0, Vol. 2, Págs.: 53 - 68, ED. Net Educativa - Editorial Bogotá. 2006.
- **Pérez, M.** Los Trabajos Prácticos como Actividades de Investigación en Biología. (Colombia), Resultados De Investigación En Ciencias Naturales. Educación Básica Y Media., ISBN: 958-8226-70-8, Vol. 1, Págs.:41 - 46, ED. Editorial Nomos, 2006.
- **Pérez, M, Villareal M.** Curso para Profesores de Ciencias Experimentales de Educación Básica y Media. (Colombia).Resultados De Investigación En Ciencias Naturales. Educación Básica Y Media., ISBN: 958-8226-70-8, Vol. 1, Págs.: 9 - 17, ED. Editorial Nomos. 2006.

### 7.13.9. Textos en publicaciones no científicas

**Muñoz, A.** (2000) Con la comunidad organizada el acueducto veredal es posible. EAAB-ESP. Cartilla EAAB-ESP.

### 7.13. 10. Otra producción bibliográfica

**Vélez L. y Otros.** Documento de trabajo (working paper), Consideraciones para la integración educativa de la población con limitaciones, capacidades o talentos excepcionales en el departamento de Antioquia. (Colombia), 2003, Págs.: 153.

#### Estudiantes de Doctorado

### 7.13.11. Tesistas

#### Eliseo Ramírez

Conflictos semióticos que tienen los estudiantes de primer semestre de ingeniería agronómica de la u.d.c.a en el proceso de resolver problemas con la función derivada.

#### Francia Cabrera

El concepto científico de equivalencia entre el calor y el trabajo en la educación superior.

**William Rubio**

Creación de ambientes para el espacio de clase, que contribuyan a la formación de pensamiento investigativo

**Marcela Martínez**

Resolución de problemas como estrategia para la formación de ingenieros en el área de básicas de la ingeniería.

**Hernán Paz**

Resolución de problemas en una perspectiva de investigación en la formación de ingenieros en el área de comunicaciones electrónicas digitales

**Nahir de Salazar**

Modelo de inclusión educativa a partir de teorías sobre calidad de vida y pedagogías críticas: Acceso de la cultura sorda al ámbito universitario.

**Libia Vélez**

Propuesta de formación con enfoque de educación inclusiva para futuros docentes. Colombia, 2007, Tutor principal, Orientados

**7.13.12. Trabajos en codirección**

**Jacinto Sánchez**

Validación y aplicación de un módulo sobre la relación médico-paciente con el modelo didáctico de "resolución de problemas en perspectiva de investigación con estudiantes de postgrado de la facultad de medicina de la universidad nacional de Colombia"

**Adriana Parra**

Recuperación de saberes locales a través de investigación acción participante de carácter intercultural.