

Enseñanza de la ciencia: Retos y propósitos de formación científica

María Helena Quijano Hernández.*

RESUMEN

Este artículo tiene en cuenta algunos planteamientos promulgados por la Asociación Americana para el Avance de la Ciencia (AAAS), la Unesco y el Ministerio de Educación Nacional, y hace referencia a algunos avances de investigación desde la línea “Construcción del saber pedagógico en Ciencias Naturales”. Uno de los grandes retos para la escuela de hoy, como unidad representativa del sistema educativo, es posicionar la ciencia en el contexto escolar; esto significa para el docente, como agente mediador en la relación con el conocimiento experiencial o cotidiano y el conocimiento científico, replantear ciertas concepciones asociadas a la ciencia, la enseñanza y el aprendizaje; ampliar las visiones de mundo y considerar los cambios que actualmente lo caracterizan; incorporar en la práctica, y establecer relaciones entre la pedagogía, el currículo y la didáctica situadas en el contexto en el que actúa de cara a unas necesidades globales. Es claro que, en la escuela, quien guía el proceso de enseñanza y aprendizaje es el docente; de acuerdo con esto, le corresponde reflexionar y considerar otras voces que desde diferentes latitudes han planteado el sentido de la enseñanza de la ciencia, sus retos, y aquellos propósitos de formación científica.

Palabras clave: Enseñanza de la ciencia, formación científica, competencias científicas.

*Magister en Educación. Docente Escuela de Educación – Facultad de Ciencias Humanas. Universidad Industrial de Santander. Bucaramanga – Colombia. Email: mquijano@uis.edu.co

Science teaching: Challenges and purposes of scientific training

María Helena Quijano Hernández

ABSTRACT

This article contains some approaches promulgated by the American Association for the Advancement of Science (AAAS), UNESCO and the National Ministry of Education, and refers to some of the research advances from “Construction of pedagogical knowledge in Natural Science”. One of the greatest challenges for today’s school, as representative unit of the educational system, is positioning science in the school context. This means the teacher, as mediating agent in the relationship between experiential or everyday knowledge and scientific knowledge, needs to rethink certain concepts associated with science, teaching, and learning. The teacher should also expand their worldviews and consider the changes that currently characterize it, incorporate into practice and establish relationships between pedagogy, the curriculum, and teaching situated in the context in the face of global needs. It is clear that, at school, the teacher guides the process of teaching and learning. Thus, it is up to him or her to reflect and consider other voices who, from different latitudes, have postulated the meaning of science teaching, its challenges, and the purposes of scientific training.

Key words: Science teaching, science training, scientific competences.

Introducción

Transcurre la segunda década del siglo XXI y podemos apreciar los avances acelerados en tecnología y ciencia, el marcado fenómeno de la globalización, las problemáticas locales que se constituyen en problemáticas globales; los cambios económicos y políticos influyen en la cultura y generan nuevas formas de manifestación e interculturalidad, de organización social e interacción, que configuran relaciones en red, bien sea sociales, económicas, políticas, académicas, investigativas y educativas, mediadas por la diversidad en los medios virtuales de información y comunicación. Es todo ello una muestra de la realidad actual. A la escuela se le plantea una necesidad de cambio; y al docente, como agente dinamizador de los procesos de enseñanza y aprendizaje, le compete acercar la cultura exterior a la cultura escolar.

Hoy el ciudadano medio seguramente tiene más información sobre el universo, la ciencia y la tecnología, las culturas de otros pueblos, la literatura, la música, los idiomas, etc., gracias a las revistas de divulgación científica, fascículos, a los medios de comunicación, a visitas a museos, a experiencias y educación extraescolares, viajes, etc., que por los aprendizajes escolares formales (Gimeno Sacristán, 2002, p. 85).

Considerando que las palabras de Gimeno Sacristán responden a una realidad evidente en el aula de clase,

¿qué necesita cambiar la escuela?, ¿qué debe cambiar el docente en el ejercicio de la práctica?, ¿cuál es la didáctica que caracteriza el complejo proceso de la enseñanza?, ¿cómo responder a los retos, finalidades y necesidades que se plantean actualmente en la enseñanza de las ciencias? Si bien los docentes tienen formación profesional en algún campo disciplinar de la ciencia, ¿qué otros saberes requieren para replantear la enseñanza de la ciencia, para que sea pertinente en medio de la realidad actual?

Este artículo muestra, en la primera parte, algunos lineamientos y propósitos de la enseñanza de las ciencias en el ámbito internacional, de acuerdo con lo propuesto por la Asociación Americana para el Avance de la Ciencia (AAAS) y la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (Unesco); asimismo, se exponen algunos lineamientos del ámbito nacional determinados por el Ministerio de Educación Nacional (MEN), esto desde los estándares básicos de competencia. La segunda parte expone ciertas características, finalidades y competencias de las pruebas censales Saber y PISA. Concluye el artículo con dos aportes para la enseñanza de la ciencia, según trabajos de investigación realizados por estudiantes de la maestría en Pedagogía, con la finalidad de dar a conocer experiencias que muestran un cambio en el modelo didáctico, en

el propósito de sustituir el tradicional modelo por uno didáctico investigativo.

Algunos planteamientos de la enseñanza de la ciencia

La enseñanza es un proceso complejo que suscita diversas preocupaciones, manifestaciones e intereses de formación desde distintos ámbitos o sectores — académico, investigativo, científico, tecnológico, político, económico y social—, considerando que en la actualidad todos estos convergen en el proceso que queremos explicar. En el caso de la enseñanza de la ciencia, ¿qué propuestas hay?, ¿qué necesidades y metas de formación se tienen?, ¿quién propone y por qué?; algunas de estas preguntas pueden encontrar respuesta en los planteamientos que se exponen enseguida.

Ámbito internacional

El Proyecto 2061*, creado por la AAAS en 1985, establece lo que todo estudiante de Estados Unidos, desde kindergarten hasta grado doce, debe saber y ser capaz de hacer en ciencia, matemáticas y tecnología, considerados campos de formación de la actividad científica. En una de las publicaciones de la AAAS, el proyecto “Ciencia: conocimiento para todos” explica las necesidades

de aprendizaje encaminadas a una formación científica; el contenido en los tres primeros capítulos hace referencia a la naturaleza de la ciencia, la naturaleza de las matemáticas y la naturaleza de la tecnología. El presente artículo se ocupa tan solo de la naturaleza de la ciencia, capítulo aquel que se sustenta a partir de tres ideas clave:

La primera, definida como *la visión del mundo científico*, sostiene que el mundo es comprensible, esto es “la ciencia presume que las cosas y los acontecimientos en el universo ocurren en patrones consistentes que pueden comprenderse por medio del estudio cuidadoso y sistemático”. Agrega, además, que las *ideas científicas están sujetas a cambio*; se define allí el papel de la ciencia como “un proceso de producción de conocimientos que depende tanto de hacer observaciones cuidadosas de los fenómenos como de establecer teorías que les den sentido”; por otra parte, “las teorías científicas son el elemento más importante del conocimiento científico y desempeñan un papel central, vital, en el desarrollo de este conocimiento” (Duschl, 1997, p. 23). Surge entonces la pregunta: ¿Qué lugar ocupan las teorías científicas en las clases de ciencia? Continuando con la naturaleza de la ciencia, y la primera idea clave la *visión del mundo científico*, el proyecto de la AAAS sostiene que *el conocimiento científico* es durable, lo que es explicado con el caso de Albert

* La AAAS conforma el proyecto 2061, considerando que la población que inició la escolaridad en 1985 podrá apreciar el paso del cometa Halley. Cfr. <http://www.project2061.org/esp/about/default.htm>.

Einstein cuando planteó la teoría de la relatividad, que no deja de lado las leyes del movimiento propuestas por Isaac Newton. Esta idea concluye con el planteamiento de que *la ciencia no puede dar respuesta completa a todas las preguntas*; “hay muchos asuntos que no pueden examinarse adecuadamente desde el punto de vista científico”.

La segunda idea clave que sustenta la naturaleza de la ciencia es *la investigación científica*, mediante la cual se considera que las disciplinas científicas dependen de evidencias, planteamiento de hipótesis, teorías y sistemas lógicos, entre otros; esto surge, por tanto, del trabajo de los científicos que definen qué investigar y cómo hacerlo. Los fundamentos de esta idea proponen que la ciencia exige evidencia, es una mezcla de lógica e imaginación, explica y predice, no es autoritaria, y que los científicos tratan de identificar y evitar prejuicios.

La tercera idea que fundamenta la naturaleza de la ciencia es *la naturaleza del trabajo de investigación del proyecto científico*, donde se asume la ciencia como una actividad social compleja, que se organiza en un conjunto de disciplinas, se rige por principios éticos, y en donde los científicos intervienen en asuntos públicos, bien sea como especialistas o como ciudadanos.

Desde otra instancia, conviene referenciar los aportes de la Unesco, a través de la

publicación de documentos, los cuales se considera necesario conocer y en consecuencia reflexionar sobre la enseñanza de la ciencia, para plantear propuestas didácticas que respondan a las necesidades actuales de formación en ciencia. Entre ellos se encuentran: *Enseñar las ciencias naturales y experimentales. Didáctica y formación* (Unesco, 2003); *¿Cómo promover el interés por la cultura científica? Una propuesta didáctica fundamentada para la formación científica de jóvenes de 15 a 18 años* (Unesco, 2005); y *Aportes para la enseñanza de las ciencias naturales. Segundo estudio regional comparativo y explicativo, Serce* (Unesco y Llece, 2009).

El primero contiene sustentos teóricos para la enseñanza científica de la población escolar entre 11 y 14 años, fundamentos teóricos de la acción didáctica y algunas propuestas, como, por ejemplo, las situaciones concretas como estrategia, el uso de las redes conceptuales y el sentido didáctico; este documento concluye con un capítulo acerca de la construcción del conocimiento. El segundo documento es una propuesta didáctica para la formación científica de jóvenes de 15 a 18 años; se destacan en él los aportes de su primera parte, donde se exponen la necesidad de una cultura científica y las diversas visiones de la ciencia y la actividad científica que tenemos los docentes, cada una de ellas acompañada

por una propuesta de trabajo; en la segunda parte, el mismo documento muestra alternativas a la pregunta ¿cómo convertir el aprendizaje de las ciencias en una actividad apasionante?; y la tercera parte describe cómo poner en práctica el modelo de aprendizaje por investigación. El último documento mencionado es un estudio regional de América Latina que busca comparar y explicar las formas de enseñanza de las ciencias naturales para ofrecer aportes constructivos a nuevas maneras de llegar a las necesidades de los estudiantes.

Ámbito nacional

En el ámbito nacional, es el Ministerio de Educación (MEN)- la instancia que orienta y regula, a partir de políticas curriculares, las ciencias naturales en el contexto escolar; como área, se define en la Ley General de Educación, Ley 115 de febrero de 1994. En el 2002, el MEN, la Asociación Colombiana de Facultades de Educación (Ascofade), los docentes de educación básica y media las asociaciones académicas y científicas, y los representantes de las secretarías de educación, iniciaron un trabajo enfocado en la enseñanza curricular; como un logro de aquella labor, plantearon los estándares básicos de competencias para las áreas de Lenguaje, Matemáticas y Ciencias Naturales (MEN, 2006).

Los estándares básicos de competencias de ciencias naturales enfatizan en la necesidad de una formación científica,

dada la relevancia de la ciencia y la tecnología en el desarrollo social y cultural de las comunidades; en este sentido, se considera la ciencia como una construcción social, en otras palabras:

La formación en ciencias naturales en la Educación Básica y Media debe orientarse a la apropiación de unos conceptos clave que se aproximan de manera explicativa a los procesos de la naturaleza, así como de una manera de proceder en su relación con el entorno marcada por la observación rigurosa, la sistematicidad en las acciones, la argumentación franca y honesta (MEN, 2006, p. 101).

Los estándares básicos de competencias explicitan las metas de la formación en ciencias en la educación básica y media, estas son: (1) Favorecer el desarrollo del pensamiento científico, (2) desarrollar la capacidad de seguir aprendiendo, (3) desarrollar la capacidad de valorar críticamente la ciencia y (4) aportar a la formación de hombres y mujeres como miembros activos de una sociedad.

En términos curriculares, los estándares se estructuran en columnas diferenciadas. En primer lugar, se ubica *me aproximo al conocimiento como científico natural*: aquí se fijan acciones concretas de procesos de pensamiento y producción que efectúa quien estudia ciencias. Enseguida, se define *manejo conocimientos propios de las ciencias*, que determina los conocimientos específicos relacionados con los componentes,

mencionados estos como *entorno vivo*, que delimita como objeto de estudio el organismo, sus procesos internos y sus relaciones con el medio físico y biótico; *entorno físico*, que comprende principios y teorías que le permiten al sujeto explicar y problematizar el mundo físico, y *ciencia, tecnología y sociedad*, que plantea esta relación evidente en el mundo actual y cómo la influencia de la ciencia y la tecnología incide en el desarrollo de la vida de las personas en sentidos individual, colectivo y global. La estructura de columnas se cierra con *desarrollo de compromisos personales y sociales*, que establece las responsabilidades como persona y miembro de una sociedad, cuando conoce y valora críticamente los descubrimientos e investigaciones científicas.

Evaluaciones censales y la formación en competencias

Los estándares básicos de competencias de ciencias naturales se constituyen en un referente fundamental para los docentes de la educación básica y media, porque son la oportunidad de reflexionar sobre cómo se organiza el currículo, cuáles son los modelos didácticos pertinentes para las metas propuestas según los estándares, cuáles son las necesidades de formación de docentes y estudiantes, y por qué plantean la necesidad de establecer nuevas prácticas docentes y nuevas formas de evaluación.

El enfoque de la política de calidad del MEN se define en términos de

“Fortalecer una institución educativa abierta, incluyente, donde todos puedan aprender, desarrollar las competencias básicas y convivir pacíficamente”; en este contexto, la idea de competencia “propone no solo conocer, sino ser y saber hacer, usar el conocimiento en la realización de acciones, desempeños o productos (ya sean concretos o abstractos) que le permitan al estudiante ver qué tan bien está comprendiendo lo que aprendió”. Todo lo anterior conlleva a replantear perspectivas curriculares y a proponer otras formas de organización del currículo escolar. La política de calidad determina en la evaluación la aplicación de pruebas censales, nacionales Saber (3.º, 5.º y 9.º),* Saber 11.º, e internacionales PISA** y Timms***, como una manera de indagar si los estudiantes están logrando el desarrollo de competencias básicas en los niveles de la educación básica primaria, básica secundaria y media.

Según la fundamentación conceptual del área de ciencias, el propósito de la educación expresa que: “El alumno comprenderá que la ciencia es, ante todo, una permanente construcción humana de tipo teórico y práctico, y entenderá

* A partir del 2012, Saber evalúa a los estudiantes de grado 3.º de escolaridad en las áreas de Lenguaje y Matemáticas. Cfr. Generalidades de pruebas Saber 3.º, 5.º y 9.º: <http://www.icfes.gov.co/examenes/pruebas-saber>

** PISA: Programa Internacional para la Evaluación de Alumnos de la OECD. Evalúa competencias en Lenguaje, Matemáticas y Ciencias.

***TIMMS: Estudio Internacional de Tendencias en Matemáticas y Ciencias.

que, en la medida en que la sociedad y la ciencia progresan, se establecen nuevas y diferentes relaciones de impacto mutuo entre la ciencia, la tecnología y la sociedad” (Icfes, 2007, p. 13).

Una apuesta entre los objetivos de la educación en ciencias es la de: “Desarrollar en los estudiantes la capacidad para establecer relaciones entre nociones y conceptos provenientes de contextos propios de la ciencia y nociones y conceptos provenientes de otras áreas del conocimiento, poniendo en ejercicio su creatividad, esto es, su capacidad para hacer innovaciones, producir nuevas explicaciones y contribuir a la transformación real de su entorno” (Icfes, 2007, p. 13).

La prueba Saber de 5.º y 9.º grado de escolaridad, en el área de Ciencias Naturales, y de acuerdo con los componentes de entorno vivo, entorno físico y ciencia, tecnología y sociedad, evalúa tres competencias, que identifica y conceptúa como:

•*Uso comprensivo del conocimiento científico.* Se trata de desarrollar capacidad para comprender y usar conceptos, teorías y modelos en la solución de problemas a partir del conocimiento adquirido.

•*Explicación de fenómenos.* Busca elevar en los estudiantes la capacidad para construir explicaciones y comprender argumentos y modelos, que den razón

de fenómenos. Con esta competencia se pretende que los estudiantes construyan explicaciones en el contexto de la ciencia escolar, con lo cual se espera desarrollar en ellos actitud crítica y analítica, para que así puedan establecer la validez o coherencia de afirmaciones o argumentos.

•*Indagación.* Esta entendida como la capacidad para plantear preguntas y procedimientos adecuados para buscar, seleccionar, organizar e interpretar información relevante para dar respuesta a esas preguntas. Implica procedimientos, metodologías que plantean preguntas o que buscan darles respuesta. Esta competencia comprende procesos de relación causa-efecto, predicción, identificación de variables, realización de mediciones, organización y análisis de resultados (Icfes, 2009, p. 7).

Desde la perspectiva del Programa para la Evaluación Internacional de los Alumnos, se entiende por competencia científica:

Los conocimientos científicos de un individuo y al uso de ese conocimiento para identificar problemas, adquirir nuevos conocimientos, explicar fenómenos científicos y extraer conclusiones basadas en pruebas sobre cuestiones relacionadas con la ciencia. Asimismo, comporta la comprensión de los rasgos característicos de la ciencia, entendida como un método del conocimiento y la investigación humanas, la percepción del modo en que la ciencia y la tecnología conforman nuestro entorno

material, intelectual y cultural, y la disposición a implicarse en asuntos relacionados con la ciencia y con las ideas de la ciencia como un ciudadano reflexivo (PISA, 2006, p. 13).

Consecuente con la anterior definición, PISA (2006, pp. 22-31) plantea las siguientes competencias científicas:

- *Identificar asuntos o temas científicos.* Significa que el estudiante puede reconocer los asuntos que es posible investigar científicamente; identificar palabras clave para buscar información científica; y reconocer los rasgos fundamentales de una investigación científica.

- *Explicar científicamente los fenómenos.* Para ello es necesario aplicar el conocimiento de la ciencia a determinadas situaciones; describir o interpretar los fenómenos científicamente y predecir cambios, e identificar las descripciones, explicaciones y predicciones apropiadas.

- *Usar la evidencia científica.* Exige interpretar la evidencia, sacar conclusiones y comunicarlas; identificar las hipótesis, la evidencia y los razonamientos que subyacen a las conclusiones, y reconocer las implicaciones sociales de los desarrollos científicos y tecnológicos.

La evaluación de las competencias científicas tiene en cuenta las siguientes dimensiones: (1) Conocimientos o conceptos científicos, que constituyen los vínculos conceptuales que facilitan la comprensión de fenómenos relacionados con disciplinas científicas como física, química, biología, ecología, astronomía y otras ciencias de la Tierra. (2) Procesos científicos, que se centran en la capacidad de asimilar, interpretar y actuar partiendo de pruebas; estos procesos se relacionan con: la descripción, explicación y predicción de fenómenos científicos, la comprensión de la investigación científica y la interpretación de pruebas y conclusiones científicas. Y (3) las situaciones o contextos científicos, lo que se refiere a los ámbitos de aplicación de los conocimientos y procesos científicos. PISA determina como áreas de aplicación la ciencia en la vida y la salud, la ciencia en la tierra y el medio ambiente y la ciencia en la tecnología.

La siguiente tabla muestra, en términos comparativos, las competencias que definen Saber y PISA; se aprecia que, en suma, se evalúan conocimientos, procedimientos y procesos; es decir qué sabe, qué hace con lo que sabe, para qué y cómo utiliza lo que sabe.

Tabla 1. Pruebas Saber y PISA

Pruebas	Competencias científicas		
Saber	Uso comprensivo del conocimiento científico	Explicación de fenómenos	Indagación
PISA	Identificar asuntos o temas científicos	Explicar científicamente los fenómenos	Usar la evidencia científica

Considerar las competencias que definen Saber y PISA muestra a los docentes de ciencias, en primera instancia, una mirada reflexiva acerca del nivel de estas competencias en sí mismos, para que así puedan generarlas o promoverlas entre los estudiantes; en segunda instancia, es una apuesta formativa en el área, un horizonte a conseguir, según sean los procesos de enseñanza y aprendizaje. De ahí que, al tener en cuenta los planteamientos expuestos, en este caso el proyecto 2061 de la AAAS, los documentos de la Oficina Regional de la Unesco para América Latina y el Caribe, y los estándares básicos de competencias de ciencias naturales, se pueda configurar una base de reflexión frente a la enseñanza de la ciencia, además de exponer la necesidad de una educación científica en la sociedad actual, por qué y para qué desarrollar pensamiento científico. Los textos referenciados de la Unesco aportan fundamentación teórica acerca de la didáctica de las ciencias y la caracterización de las visiones de ciencia que tenemos los docentes; exponen, también, algunas estrategias de enseñanza, y muestran cómo poner en práctica el modelo de aprendizaje como investigación, considerando la investigación orientada o dirigida para tal efecto. Asimismo, dejan en evidencia la necesidad de replantear en la escuela los diseños curriculares, los modelos didácticos que aparecen en la práctica de los docentes, las estrategias didácticas más recurrentes, así como la exigencia

de cambiar las representaciones que docentes y estudiantes tienen frente a la enseñanza y el aprendizaje (Pozo, 2009, p. 32).

Si bien al replantear el modelo didáctico, se ha de optar o definir uno que comprometa activamente a los estudiantes en el propio proceso de aprendizaje, y les permita asumir con autonomía, responsabilidad, curiosidad e interés la relación con las ciencias naturales en el contexto escolar y con las experiencias de la vida diaria, retomando palabras de Dewey, cada estudiante debe contribuir a su desarrollo intelectual, personal y social (Posner, 1998, p. 53).

En síntesis, los planteamientos anteriores comprenden el significado y el sentido de enseñar ciencia desde el ámbito internacional y nacional; el docente de ciencias naturales bien los podría considerar, analizar, problematizar y tomar como referente para reflexionar sobre el proceso de enseñanza y aprendizaje de la ciencia en el presente histórico, y en consecuencia, plantear así diseños curriculares y propuestas didácticas que logren la consecución de los fines señalados.

Aportes a la enseñanza y el aprendizaje de la ciencia

Los aportes que a continuación se presentan, específicamente en la línea de investigación “construcción del saber pedagógico y didáctico de las ciencias

naturales y sociales”, obedecen a trabajos de investigación y de aplicación en el aula realizados por estudiantes de la maestría en Pedagogía (de la Escuela de Educación, Universidad Industrial de Santander, UIS).

La investigación dirigida (Velasco, 2012), *una apuesta a replantear procesos de enseñanza y aprendizaje*

El desarrollo del trabajo se sustenta en el enfoque de la enseñanza de la ciencia usando la investigación dirigida, identificada así por Pozo y Gómez Crespo (2006), quienes afirman que, para lograr cambios conceptuales, procedimentales y actitudinales en los estudiantes, es necesario situarlos en un contexto de acción que emule la actividad del científico, guiados siempre bajo la dirección del docente. La investigación dirigida define como meta promover en los estudiantes cambios en sus sistemas o estructuras conceptuales, procedimentales y actitudinales. El eje curricular del enfoque es la solución de problemas generados en el conocimiento de la disciplina; por lo cual, el contenido de las ciencias se organiza en torno a conceptos y estructuras conceptuales. El proceso de enseñanza se da mediante el planteamiento de problemas o situaciones abiertas, que conlleve a los estudiantes a búsquedas de nuevas respuestas. Sin embargo, enseñar ciencia desde la investigación dirigida exige cambios radicales en

los docentes en a varias concepciones: de ciencia, de currículo y de didáctica, o métodos de enseñanza, es decir, cambios conceptuales, procedimentales y actitudinales, los mismos que busca promover en los estudiantes.

La mirada de Gil P. y otros, (2005) frente a la investigación dirigida enfatiza en partir de situaciones problémicas abiertas y generar discusión con los estudiantes, para suscitar interés, mostrar la relevancia de las situaciones, y aproximarse a los procedimientos y a las diversas soluciones, así como al planteamiento de problemas e hipótesis, procesos cognitivos que exige la acción científica. El desarrollo de este modelo en el aula modifica el rol del docente tradicional, quien debe asumirse como *experto*; al estudiante también le presenta nuevos roles, como el de *investigador novel*, pues lo acerca a procesos y procedimientos propios del trabajo que realiza un científico.

La metodología de investigación que se define en la implementación del modelo didáctico es la investigación-acción, en el marco de la investigación cualitativa. La ruta o diseño metodológico sigue un procedimiento organizado en fases: la primera comprende el diagnóstico y la problematización; la segunda, identificada como el plan de acción, incluye el diseño e implementación del modelo didáctico, la investigación dirigida; la tercera fase se define como

proceso de evaluación y reflexión de las acciones desarrolladas; y la fase cuatro sigue un proceso de sistematización y análisis de los resultados, donde se definen categorías de análisis y se plantean nuevas situaciones problemáticas.

El trabajo se desarrolla con una población escolar de sexto grado de educación básica, en una institución educativa oficial, y se caracteriza porque: expone a los estudiantes ante un escenario de cuestionamientos y planteamientos de situaciones problemáticas; conlleva mayor y mejor comunicación e interacción grupal, con consecuencias como mayor participación y más motivación e interés por el aprendizaje de las ciencias; y porque los estudiantes bajo la orientación del docente definen procesos metodológicos, interrelacionan conocimientos de la ciencia con situaciones vivenciales o producto de la experiencia. El desarrollo del proyecto impacta también el plan de área de ciencias naturales, al definir y diseñar unidades didácticas y prácticas de laboratorio de acuerdo con las situaciones problemáticas consensuadas por el grupo de estudiantes, como resultado del debate y la exposición de diversos interrogantes, lo cual marca una diferencia con el esquema tradicional de temas. En el caso del docente, quien orienta el desarrollo del modelo didáctico, el trabajo lo sitúa en un escenario donde puede reflexionar sobre su propia práctica, la forma de

enseñar ciencia y la comunicación con los estudiantes; y, además, puede encontrar la diferencia entre los efectos de un modelo tradicional y el modelo didáctico, de investigación dirigida. La implementación del modelo didáctico crea un escenario de participación activa en la que se subrayan procesos de pensamiento, básicos como la observación y la comparación, y otros de mayor elaboración como el planteamiento de preguntas e hipótesis, la exposición de argumentos iniciales con elementos conceptuales de saber previo, y la elaboración de argumentos con mayor contenido o haciendo relación con conceptos científicos. En este esquema, los estudiantes participan en diseños o rutas metodológicas que conducen a la solución y comprensión del problema; surge de allí el planteamiento de nuevas situaciones o nuevas preguntas problemáticas.

La enseñanza problemática (cfr. Leal, 2011), *una apuesta en la generación de procesos de pensamiento científico*

El desarrollo de este trabajo está guiado por los planteamientos teóricos de Majmutov acerca de la enseñanza problemática como complemento de la investigación científica: “por cuanto el conocimiento científico es un proceso creador, la aproximación de los métodos de enseñanza con los de la ciencia deben garantizar el desarrollo de las capacidades creadoras de los alumnos”

(Majmutov, 1983, p. 64). Con respecto a esta relación, Danilov expresa que el conocimiento científico y la enseñanza se desarrollan de manera dialéctica, y están condicionados por las necesidades de la sociedad, en donde la fuente del conocimiento y de la enseñanza es la práctica social (Majmutov, 1983).

Según Majmutov, la enseñanza problémica como teoría posee un sistema de conceptos, conformado por *el problema docente, la situación problémica, la hipótesis* y sus relaciones con *la actividad problémica del docente, el aprendizaje problémico, la problemicidad del contenido, la búsqueda mental, la pregunta, la problémica y la exposición problémica*, los cuales deben considerarse en la didáctica y ser determinantes en el proceso de aprendizaje. Este artículo enfatiza en dos conceptos: el problema docente y la situación problémica.

Majmutov (1983) hace referencia al *problema docente* o el problema de la enseñanza y su interrelación con la tarea;* lo considera un fenómeno subjetivo que existe en la conciencia del estudiante “en forma ideal, en el pensamiento, de la misma manera que cualquier juicio, mientras no se perfeccione lógicamente y se exprese” (p. 129). En tanto que la *situación problémica* es un estado de

dificultad cognitiva, intelectual, que surge cuando el problema que se busca resolver no puede explicar un hecho con los conocimientos, ni tampoco con los procedimientos que se poseen, por consiguiente el sujeto debe buscar nuevos conocimientos y nuevos procedimientos; “la situación puede surgir durante la solución de una tarea cognoscitiva y en el proceso de realización de un trabajo práctico” (p. 115). Por su parte, Kudriavtsev (citado por Majmutov, 1983) define algunas características de las situaciones problémicas que bien se dan en el proceso pedagógico, y dentro de estas vale la pena tener en cuenta:

Las situaciones problémicas surgen en aquellos casos en que se descubre la falta de correspondencia entre los sistemas de conocimientos que ya tienen los alumnos y los requisitos que se les plantea a la hora de resolver nuevas tareas docentes. [...]

La posibilidad de crear situaciones problémicas se garantiza por el hecho de que el alumno se sitúa ante los sistemas existentes de conocimiento, para seleccionar de entre esa variedad, aquel sistema único y necesario, cuya utilización pueda asegurar la solución correcta de la tarea. [...]

Las situaciones problémicas surgen ante los alumnos, cuando estos se encuentran en condiciones prácticas nuevas para utilizar los conocimientos que ya tienen.

Las situaciones problémicas surgen cuando existe la contradicción entre la

* Es un fenómeno objetivo; para el estudiante existe desde el inicio y se transforma en fenómeno subjetivo, después de que se percibe y se toma conciencia de ella (Majmutov, 1983, p. 129).

vía teóricamente posible para resolver la tarea y la imposibilidad práctica del procedimiento seleccionado, así como entre el resultado práctico alcanzado en el cumplimiento de la tarea y la falta de su fundamentación teórica (Majmutov, 1983, p. 173).

Finalmente, ¿qué se considera problema en esta teoría? Uno de los significados destacados se asume como una cuestión compleja (o tarea) que exige su solución o investigación: “el problema determina la actividad investigativa de búsqueda del hombre, encaminada al descubrimiento de un conocimiento nuevo o a la aplicación de uno conocido a una situación nueva” (p. 58).

Desde una mirada actual y en relación específica con la enseñanza de las ciencias, Camacho y Quintanilla (2008) consideran que:

La enseñanza de las ciencias debe plantear problemas para aprender ciencias, los cuales deben caracterizarse por ser problematizadores auténticos y similares a situaciones que se desarrollan en los contextos científicos reales; pero también significativos para los estudiantes que aprenden; relevantes para la disciplina científica que se enseña; que promuevan los procesos reflexivos y que sean factibles de ser enfrentados por los estudiantes (p. 200).

Proponer la enseñanza de las ciencias desde una mirada problémica, en consecuencia investigativa, demanda del docente un cambio de paradigma, pedagógico, didáctico y científico,

si en verdad la apuesta es enseñar a pensar científicamente y cumplir con los fines de la educación científica. El desarrollo de este trabajo destaca los planteamientos de Jiménez y Sanmartí (1997): “el aprendizaje de conceptos y la construcción de modelos; el desarrollo de destrezas cognitivas y de razonamiento científico, el desarrollo de destrezas experimentales y de resolución de problemas; el desarrollo de actitudes y valores, y la construcción de una imagen de ciencia” (citados en Pozo, 2006, p. 31).

El proyecto en un principio indaga por la concepción de ciencia que tienen los estudiantes de quinto grado de la educación básica primaria. Según el análisis de sus respuestas, se encuentra que algunos reflejan una *concepción tecnológica de la ciencia* cuando la relacionan con el diseño y la creación de aparatos tecnológicos, y con, cómo estos ayudan a mejorar la calidad de vida, al tender un puente entre tecnología y ciencia; otros, por el contrario, manifiestan una *concepción experimental*, donde es necesario experimentar para hacer ciencia y perciben esta experimentación en la tecnología y la medicina; asimismo, algunos estudiantes consideran una *concepción inductiva de la ciencia*, en la cual esta sigue procesos de observación y explicación de la naturaleza. El grupo de estudiantes, en general, tiene claro que para hacer ciencia es necesario investigar y que esta la hacen los expertos en determinado tema, al igual que reconocen su función social: “la

ciencia permite hacer cosas que sirvan a la humanidad en todo momento”.

La enseñanza problémica como fundamento teórico que guía el desarrollo del trabajo de investigación y la utilización de unidades didácticas, muestra mayor manifestación participativa de los estudiantes, interés por la ciencia y motivación en la clase de ciencias. Cuando se cuestiona el vacío por la pregunta en el contexto escolar, este grupo de estudiantes plantea preguntas con frecuencia y relacionadas con los objetos de conocimiento definidos en la unidad, los cuales se determinan buscando la integralidad de los ejes curriculares; de acuerdo con las preguntas que plantean, hay una primera aproximación a la respuesta a partir de aquello que saben, hay momentos de debate según sus explicaciones, con la intervención u orientación de la docente; los estudiantes hacen diferenciaciones conceptuales y exponen argumentos utilizando el lenguaje de la ciencia, analizan esquemas, elaboran gráficos, los discuten y los relacionan con algunas experiencias de la vida. El trabajo, entonces, deja ver claramente un cambio de actitud en los estudiantes respecto a la clase, a las relaciones con el grupo; se aprecia el respeto por la palabra, por la diferencia de miradas o puntos de vista; se valora la responsabilidad, la interacción y el aporte que cada quien hace según los roles que les demanda la actividad de aprendizaje, o, en términos de Majmutov, la tarea.

Por último, el desarrollo de trabajos como los descritos va generando unos replanteamientos de las áreas

curriculares o planes de área, coherentes con la propuesta de los estándares básicos de competencias; variaciones en las formas de evaluación, pues esta se asume como proceso, y no como examen de resultados; y cambio en la actitud del docente, quien se piensa como investigador, por lo cual manifiesta mayor actividad cognitiva y procedimental al diseñar y desarrollar la clase, en la medida que crea tareas problémicas, orienta el planteamiento de las situaciones, y transfiere la explicación científica a la explicación de fenómenos o situaciones de la vida práctica.

Conclusión

Actualmente en la educación confluyen fenómenos que la determinan, como por ejemplo, la tendencia globalizadora, las tecnologías de la comunicación, la sociedad del conocimiento y el neoliberalismo (Gimeno Sacristán, 2001, p. 127); en suma, una realidad que convoca a la reflexión frente a la escuela y los procesos de enseñanza y aprendizaje: para qué y por qué aprender ciencias desde esta mirada, donde también aparece el desarrollo de una conciencia ciudadana, ecológica y ambiental, el desarrollo del pensamiento científico, la posibilidad de transformación cultural y social y el valor ético del conocimiento. Lo anterior no es factible desde un modelo de enseñanza tradicional; se trata, pues, de tener conciencia de los cambios que dinamizan la sociedad y la escuela, los procesos de enseñanza y aprendizaje, ya que representan una dialéctica entre docentes y estudiantes,

entre el conocimiento y las problemáticas o necesidades de formación local o global. ¿Qué hacer entonces? ¿Cómo cambiar de paradigma? Una opción puede ser considerar la enseñanza de la ciencia desde un enfoque investigativo.

Algunos de los docentes reflexionan sobre su quehacer en el aula, las problemáticas que allí se generan, las preocupaciones del porqué el otro no aprende, entre otras; actitud y proceso reflexivo que se sitúa en un desarrollo formal de investigación y en un espacio curricular concreto, explicando y argumentando con teoría las problemáticas definidas como objeto de investigación. Se espera que los

trabajos de investigación realizados en estos contextos trasciendan en la práctica, y que los docentes asuman los procesos de enseñanza como procesos de investigación: “Emprender una carrera en la enseñanza es saber que se es no solo profesor, sino a la vez investigador en los problemas de la enseñanza” (McKernan, 1999, p. 57).

En los programas de posgrado y relacionados con la educación, es necesario favorecer en los docentes la investigación de la propia práctica, cambiar el paradigma del docente que dicta clase por el del docente que asume la práctica como proceso teórico, reflexivo e investigativo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Advancing Science Serving Society – AAAS. *Ciencia conocimiento para todos*. Recuperado Agosto 2, 2012, de <http://www.project2061.org/esp/publications/sfaa/online/sfaatoc.htm>
- _____. Proyecto 2061. Recuperado Agosto 2, 2012, de <http://www.project2061.org/esp/default.htm>
- Camacho, J.P. & Quintanilla, M. (2008). Resolución de problemas científicos desde la historia de la ciencia: retos y desafíos para promover competencias cognitivas Lingüísticas en la química escolar. En línea. *Ciência & Educação*, 14(2), 197-212. Recuperado Julio 26, 2012, de <http://redalyc.uaemex.mx/src/inicio/ArtPdfRed.jsp?iCve=251019505002>
- Duschl, R. (1997). *Renovar la enseñanza de las ciencias*. Madrid: Narcea.
- Elliott, J. (2000). *El cambio educativo desde la investigación acción*. (3ra ed.). Madrid: Morata.

- Gil, D., Fernández, I., Valdés, P. & Vilches, A. (2005). ¿Qué visiones de la ciencia y la actividad científica tenemos y transmitimos? La superación de las visiones deformadas de la ciencia y la tecnología: Un requisito esencial para la renovación de la educación científica. En Gil, D., Macedo, B., Martínez, J., *et al.* (Eds.), *¿Cómo promover el interés por la cultura científica?* (pp. 29-62). Santiago, Chile: OREALC/UNESCO.
- Gimeno, J. (2001). El significado y la función de la educación en la sociedad y cultura globalizadas. En línea. *Revista de educación*. Número Extraordinario, 121-142. Recuperado de <http://www.educacion.gob.es/dctm/revistadeeducacion/articulosre2001/re20011010351.pdf?documentId=0901e72b8125dd66>
- _____. (2002). *El curriculum: una reflexión sobre la práctica*. (8va ed.). Madrid: Morata.
- Instituto Colombiano para el Fomento de la Educación Superior. (2007). *Fundamentación conceptual área de ciencias naturales*. Bogotá. Recuperado de http://www.colombiaaprende.edu.co/html/competencias/1746/articles-292351_recurso_1.pdf
- _____. (2010) SABER 5° y 9°. *Resultados Nacionales. Resumen Ejecutivo*. Recuperado de https://www.google.com/url?q=http://www.icfes.gov.co/resultados/component/docman/doc_download/6-informe-saber-5-y-9-2009-resultados-nacionales-resumen-ejecutivo%3FItemid%3D&sa=U&ei=NDbHUKDYOcSO2AWypYDwAw&ved=0CAcQFjAA&client=internal-uds-cse&usg=AFQjCNGxttRtemTfHXytSQflwnXHbpsIQw
- Jiménez, M. P., Caamaño, A. & Oñorbe, A. et al. (2003). *Enseñar ciencias*. Barcelona: Graó.
- Leal, L.D. (2011). El desarrollo del pensamiento científico a partir de la enseñanza problémica. Caso estudiantes quinto grado de educación básica primaria. Tesis de Maestría. Universidad Industrial de Santander, Bucaramanga, Colombia.
- Leymonié, J. et al (2009). Aportes para la enseñanza de las ciencias naturales. Segundo Estudio Regional Comparativo y Explicativo. Organización de las Naciones Unidas para la Educación la Ciencia y la Cultura. Oficina Regional de Educación para América Latina y el Caribe. Santiago, Chile. Recuperado de <http://unesdoc.unesco.org/images/0018/001802/180275s.pdf>
- McKernan, J. (1996). *Investigación – Acción y curriculum*. Madrid: Morata.

- Majmutov, M.I. (1983). *La enseñanza problémica*. La Habana: editorial pueblo y educación.
- Membiela, P. (2001). *Enseñanza de las ciencias desde la perspectiva ciencia-tecnología-sociedad. Formación científica para la ciudadanía*. Madrid: Narcea.
- Ministerio de Educación Nacional. (2006). *Estándares Básicos de Competencias en Lenguaje, Matemáticas, Ciencias y Ciudadanas*. (1ra ed.).
- Organización de las Naciones Unidas para la Educación la Ciencia y la Cultura. (2005) ¿Cómo promover el interés por la cultura científica? Una propuesta didáctica fundamentada para la educación científica de jóvenes de 15 a 18 años. Oficina Regional de Educación para América Latina y el Caribe. Santiago, Chile. Recuperado de <http://unesdoc.unesco.org/images/0013/001390/139003s.pdf>
- Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico. (2006) PISA 2006. Marco de la evaluación. Conocimientos y habilidades en ciencias, matemáticas y lectura. Recuperado de http://www.educacion.navarra.es/portal/digitalAssets/48/48786_Marco_T_Pisa_2006.pdf
- Posner, G. (1998). *Análisis de currículo*. (2da ed.). Colombia: McGraw-Hill.
- Pozo, J.I., et al. (2009). *Nuevas formas de pensar la enseñanza y el aprendizaje. Las concepciones de profesores y alumnos*. (2da reimpresión). Barcelona: Graó.
- Pozo, J.I. & Gómez, M.A. (2006). *Aprender y enseñar ciencia*. (6ta ed.). Madrid: Morata.
- Soussan, G. (2003). *Enseñar las ciencias experimentales. Didáctica y formación*. Organización de las Naciones Unidas para la Educación la Ciencia y la Cultura. Oficina Regional de Educación para América Latina y el Caribe. Santiago, Chile. Recuperado de <http://unesdoc.unesco.org/images/0014/001492/149207s.pdf>
- Velasco, .F. (2012). *Investigación dirigida como modelo didáctico en la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias naturales. Caso de los estudiantes del sexto grado de la institución educativa la laguna sede E “el Regadero”*. Tesis de Maestría. Universidad Industrial de Santander, Bucaramanga, Colombia.