

ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS NATURALES PARA EL DESARROLLO DE COMPETENCIAS CIENTIFICAS

Adriana Castro Sánchez¹
Ruby Ramírez Gómez²

Recibido: 21 de agosto de 2013. Aceptado: 19 de septiembre de 2013

RESUMEN

Este artículo describe los resultados de la tesis "Enseñanza de las Ciencias Naturales para el Desarrollo de Competencias Científicas" realizada en el marco de la Maestría en Ciencias de la Educación de la Universidad de la Amazonia. El propósito de la investigación es analizar los aspectos que subyacen a la problemática de la enseñanza de las ciencias naturales para proponer orientaciones didácticas que contribuyan al desarrollo de competencias científicas en estudiantes de Básica Secundaria. Metodológicamente es una investigación aplicada, con carácter descriptivo-interpretativo, estructurada en dos etapas: la primera de diagnóstico, en donde se analiza la evolución y estado actual de la enseñanza de las ciencias naturales para el desarrollo de competencias, y la segunda, en la que se formula la propuesta didáctica desde la articulación de la investigación en el aula y la resolución de problemas, en torno a la relación Ciencia, Tecnología y Sociedad para un aprendizaje contextualizado y, la elaboración de secuencias didácticas para el aprendizaje y evaluación de competencias científicas básicas relacionadas con la observación, interpretación, argumentación y proposición, con la aplicación de procesos metacognitivos.

ABSTRACT

This article describes the results of the thesis "Teaching of natural sciences to the development of scientific competences" held in the frame of the magister in education sciences at University of the Amazonia. The purpose of this research is to analyze the

¹ Zootecnista. Magister en ciencias de la Educación. Docente de Ciencias naturales Institución Educativa Juan Bautista Migani. Florencia, Colombia. Correo electrónico: adriacast75@yahoo.es

² Ingeniera Agroecóloga. Magister en ciencias de la Educación. Especialista en sistemas de Gestión ambiental. Docente de Ciencias naturales Institución Educativa los Andes. Florencia, Colombia. Correo electrónico: rubyamirezgomez@hotmail.com



aspects that subjacent to the problem of the teaching of natural sciences to propose eaching guidelines contributing to the development of scientific competences in high school students. Methodologically in an applied research, with descriptive-interpretative character, structured in two stages: the first one about diagnosis, where the evolution and current state of the natural sciences teaching to the development of competences are analyzed and the second one, where the teaching proposal is formulated from the articatio of classroom research and problem resolution around to the relationship science, technology and society for a contextualized learning and the elaboration of didactic sequences to the learning and evaluation of basic sciences competences related to observation, interpretation, argumentation and proposition having into account metacognitive processes.

Palabras Clave: Competencias científicas, Enseñanza, Aprendizaje.

Key Words: Scientific competences, Teaching, Learning.

Introducción

A través de la historia, se ha dado a la educación un papel principal e influyente en el desarrollo de la sociedad porque le suministra al individuo las herramientas necesarias para enfrentar y superar problemáticas de su cotidianidad. En la actualidad, en un mundo cada vez más complejo, la globalización ha influido en la educación, aspecto expresado en el lugar esencial que ocupan la ciencia y la tecnología en la sociedad y en las demandas por la formación de estudiantes capaces de contribuir a los propósitos y tareas colectivas en el contexto de la democracia participativa.

La formación científica básica es necesaria para desarrollar competencias que permitan comprender el entorno y enfrentar los posibles problemas que se presenten. En este sentido, no se puede descuidar “el desarrollo de competencias asociadas al potencial formativo de las ciencias: capacidad crítica, reflexiva y analítica, conocimientos técnicos y habilidades, valoración del trabajo y capacidad para crear e investigar”. (Hernández, 2005). No obstante, en la educación básica secundaria son reducidos los esfuerzos para el fomento de procesos investigativos que permitan desarrollar capacidades como la

curiosidad, el deseo de conocer, plantearse preguntas, observar, criticar, reflexionar y solucionar problemas; esto ha dificultado el desarrollo de competencias científicas en el estudiante que le contribuyan hacia una aproximación cultural a la ciencia y la tecnología desde la escuela.

Igualmente, existen debilidades en los estudiantes frente al desarrollo de capacidades como: re-construir teorías, formular hipótesis, diseñar experimentos, argumentar, imaginar, ser creativos y construir alternativas de solución a problemas del entorno, objetivos reiterados en los lineamientos curriculares (1998) y estándares de competencias (2004) planteados por el Ministerio de Educación Nacional (MEN)

En este contexto, desde el espacio de la Maestría en Ciencias de la Educación de la Universidad de la Amazonía, se puso en marcha el trabajo de investigación en las instituciones educativas Juan Bautista Migani y Los Andes del municipio de Florencia-Caquetá, para abordar el problema de investigación: ¿Cómo desarrollar en los estudiantes competencias científicas mediante la enseñanza de Ciencias Naturales en la Educación Básica Secundaria?

Este artículo presenta los resultados de la investigación estructurados en dos fase fases, la primera, de diagnóstico para establecer las tendencias teóricas y metodológicas generales a nivel internacional y nacional sobre la enseñanza de las ciencias naturales para el desarrollo de competencias científicas; determinar hasta dónde la política nacional educativa ha permeado los documentos institucionales (PEI y plan de estudios) que orientan el proceso formativo; identificar las concepciones sobre la enseñanza de las ciencias naturales y el desarrollo de competencias científicas básicas y caracterizar la práctica docente mediante la indagación a docentes y estudiantes. La segunda fase presenta el diseño de la propuesta didáctica para el desarrollo de competencias científicas, mediante la convergencia entre la investigación en el aula y la resolución de problemas.

La importancia de este estudio se relaciona con la formulación e implementación de una propuesta didáctica que comprende:



- Articulación de la investigación en el aula y la resolución de problemas para el desarrollo de competencias científicas en los estudiantes en el marco de la relación Ciencia, Tecnología y Sociedad para un aprendizaje contextualizado.
- Elaboración de una secuencia didáctica para el aprendizaje y la evaluación de competencias científicas, teniendo en cuenta procesos metacognitivos.

Estos aspectos han sido planificados y desarrollados de tal manera que el profesor de Ciencias Naturales comprenda su base científica, su perspectiva didáctica y, por tanto, pueda aplicarlos en el aula de clase.

Contextualización

En Colombia, la ley 115 de 1994 establece la formación científica básica como fines de la educación (artículos 5, 7, 9, 13). Para alcanzar dichos fines las competencias son adoptadas por organismos nacionales como el Ministerio de Educación Nacional (MEN) a través de la expedición de los lineamientos curriculares y estándares de competencias con el fin de generar el desarrollo de una cultura científica. Sin embargo, los resultados esperados por el Ministerio de Educación Nacional, con respecto a estos fines, han sido limitados. En la educación básica secundaria son reducidos los esfuerzos para el fomento de procesos investigativos que permitan desarrollar en los estudiantes capacidades como la curiosidad, el deseo de conocer, plantearse preguntas, observar, criticar, reflexionar, argumentar, experimentar y solucionar problemas; esto ha dificultado el desarrollo de competencias científicas en los estudiantes.

Estas debilidades ocurren, entre otros aspectos, debido al limitado trabajo de procesos cognitivos y volitivos para el desarrollo de competencias científicas, a las prácticas de aula influenciadas por el positivismo que buscan el conocimiento objetivo y acumulativo, lejos de las tendencias actuales de la construcción del conocimiento científico. Además, evidencia del predominio de una concepción tradicional, centrada en la transmisión de información y el aprendizaje memorístico.

Fundamentos Teóricos

- *Enseñanza y naturaleza de las ciencias naturales*. La naturaleza de las Ciencias Naturales contenidas en la situación de enseñanza de la filosofía de la ciencia es entendida como reflexión epistemológica sobre el conocimiento científico, permite analizar la capacidad del ser humano de producir conocimientos; también, le permite tener control sobre los procesos físicos, químicos y biológicos del universo y su relación con los procesos culturales. Este hecho lo debe hacer más consciente de sus limitaciones y de los cambios que puede introducir al ambiente, los cuales posibilitarían la alteración del delicado equilibrio que hace posible la vida.

En este sentido, la necesidad de establecer una relación entre epistemología, enseñanza y aprendizaje de las ciencias naturales ha sido defendida, según Mora (1997) por Bachelard al exigir el desarrollo del espíritu científico (entendiéndolo como reflexión del saber y ampliación del marco de conocimientos); dicho desarrollo se comprende como un proceso mediante el cual se procede contra conocimientos anteriores, destruyendo aquellos mal hechos; es decir, superando una serie de obstáculos de tipo epistemológico, acumulados por la vida cotidiana que entorpecen los aprendizajes (Mora, 1997).

En coherencia con lo mencionado, Hernández (2005), plantea desde el punto de vista epistemológico poniendo en consideración la caducidad de la lógica deductiva y proclama el triunfo del constructivismo. Ante esta perspectiva, la epistemología constructiva coloca en crisis la fe absoluta en los principios de la ciencia y recuerda que estos se construyeron de manera inductiva, a partir del modelo de la experimentación demostrativa y que la escuela tiene el deber de promover en los estudiantes habilidades para plantear y validar sus propias hipótesis y diseñar estrategias de acercamiento a la realidad. Por ello, es importante reflexionar sobre la naturaleza de la enseñanza de las Ciencias Naturales para poder dar sentido y relevancia didáctica al desarrollo de las competencias científicas en los estudiantes.

De esta manera, se considera que la enseñanza de las Ciencias Naturales debe ser asumida con gran responsabilidad, teniendo en cuenta la diversidad de implicaciones didácticas y curriculares en los procesos de producción y apropiación de conocimientos. Aquí es importante reflexionar sobre su naturaleza para poder dar sentido e importancia



al desarrollo de las competencias científicas en los estudiantes que propicien la generación de nuevos conocimientos y el avance científico.

De acuerdo con lo anterior, en este estudio se plantea que se deben propiciar las condiciones para que la enseñanza de las ciencias naturales, de manera que no se limite a memorizar algunos de los resultados logrados en un determinado momento de la historia de la ciencia, hay que propiciar espacios para que se generen preguntas y respuestas que ejercite en la controversia, la experimentación y la crítica para permitir conocer el mundo de manera científica, permitiendo el surgimiento de nuevos conocimientos o al menos que generen la duda hacia la búsqueda de su verificación, pues de acuerdo con el MEN (1998), aunque la verdad no sea absoluta, el conocimiento científico es durable. Esta modificación de las leyes y modelos concibe la ciencia como inacabada, permite la construcción y precisión en el conocimiento de los fenómenos naturales, al considerar que existen campos de ella donde son más numerosas las preguntas que las respuestas. La solución de estas preguntas da el surgimiento de otras nuevas, es decir, no se puede concebir su culminación.

En esta perspectiva, los cambios en la enseñanza de las ciencias naturales, responden a las necesidades actuales de la sociedad, en donde las personas deben poseer ciertas competencias científicas y además, poder desarrollar habilidades lógicas de pensamiento; por ende, estar informados y capacitados, lo cual permite apropiarse de los nuevos contenidos de los diferentes campos conceptuales y comprender mejor la realidad.

Es por ello que, el ciudadano de hoy, requiere una formación básica en ciencias si aspira a comprender su entorno y a participar en las decisiones sociales, pues la enseñanza de las ciencias es parte esencial de la formación de ese ciudadano. Se trata de desarrollar en la escuela las competencias necesarias para la formación de un modo de relación con las ciencias (y con el mundo a través de las ciencias) coherentes con una idea de ciudadano en el mundo de hoy. (Hernández, 2005, p. 2). Y más aún, al tener en cuenta que el régimen educativo colombiano adopta las competencias comunicativas, argumentativas, interpretativas y propositivas que sintetizan todo un conjunto de conocimientos, destrezas y habilidades que los estudiantes deben tener. Según Cerda (2007, p.74), estas cuatro competencias son fundamentales y necesarias para realizar cualquier actividad intelectual

y científica porque conforman un conjunto de dominios indispensables para el desarrollo científico, cultural, tecnológico, técnico y social de los estudiantes.

En consecuencia, aunque para el caso de las ciencias naturales, no existe una concepción propia, las competencias se adoptan como saberes y acciones que le permite desenvolverse en un ámbito social. Para Cárdenas, Leal y Sarmiento (2003) citado en (Rojas, 2007, p.28), las competencias son consideradas como posibles potenciales humanos, (dentro de los que se encuentran la interpretación, la argumentación), considerados como ejes o motores de una formación por competencias en ciencias naturales.

- *Concepciones de Competencia científica.* Se considera que “la competencia desenfadada por la producción de bienes tecnológicos que satisfagan el afán por el bienestar y seguridad material, ha influido poderosamente para que se haya convertido la ciencia en una moderna religión portadora de verdades universales, métodos irrefutables y saberes no contaminables por la subjetividad” (Mora, 1997, p.137). De igual manera, desde el enfoque socio formativo, se definen las competencias como actuaciones integrales ante actividades y problemas del contexto, con idoneidad y compromiso ético integrando el saber ser, el saber hacer y el saber conocer, en una perspectiva de mejora continua. (Tobón, 2010, p.11)

En relación con lo mencionado, Quintanilla (2005), afirma que el desarrollo de competencias debe girar en tres ejes básicos como son el lenguaje, el pensamiento y la experiencia; en tres dimensiones llamadas el saber, saber hacer y saber ser. Según lo expuesto, se concibe la competencia como la capacidad y capacidades para dar soluciones a situaciones reales en contextos diferentes, para lo cual es necesario tener conocimientos (conceptos), habilidades y destrezas (procedimientos), valores e intereses (actitudes). Cañas, Díaz y Niedo (2007), y que una persona que ha desarrollado la competencia científica es capaz de utilizar el conocimiento científico en contextos cotidianos, de aplicar los procesos que caracterizan a las ciencias y sus métodos de investigación, al mismo tiempo que es consciente del papel que ejercen la ciencia y la tecnología en la sociedad tanto en la solución de problemas como en la producción de nuevos conocimientos.



Según lo mencionado, es importante considerar que la ciencia es siempre inacabada, día a día se construyen nuevas teorías y nacen nuevos conceptos que responden a nuevas realidades del mundo y que desarrollar competencias científicas a temprana edad en el estudiante, le permite apropiarse de la cultura científica y hacer de su aprendizaje un proceso significativo, esto es confirmado por Mora (1997, p. 139), quien plantea que durante el proceso escolar el desarrollo en el niño de una imagen correcta sobre la naturaleza de las ciencias y los procesos de producción del conocimiento científico, influye de manera significativa, no solo en la cultura general, sino particularmente, para despertar interés, motivación en la juventud que va a seguir estudios en las diferentes carreras científicas y tecnológicas.

Por lo tanto, la concepción de competencia científica asumida en la presente investigación se acerca a los planteamientos de Hernández (2005), Quintanilla (2005), y Tobón (2010) porque se resaltan la importancia de los conocimientos, habilidades y valores, evidenciada en las dimensiones del saber conocer, saber hacer y saber ser. Dimensiones igualmente asumidas por D'Amore (2008) y Escobedo (2001) desde diferentes ámbitos de la vida en las que se movilizan de manera interrelacionada, componentes cognitivos, procedimentales y actitudinales indispensables en la enseñanza de las ciencias naturales, dado que muchos de nosotros somos el resultado de la enseñanza de las ciencias naturales sin asistir nunca o casi nunca al laboratorio, del aprendizaje memorístico los temas contenidos en los textos, los cuales eran verdades absolutas e incuestionables, casi nunca se relacionaban los temas con la vida cotidiana.

De tal manera, de acuerdo con Según Cañas, Díaz y Niedo (2007, p. 34) PISA define la competencia científica como la capacidad de usar el conocimiento científico, identificar las cuestiones científicas y concluir con base en la evidencia para comprender y ayudar a tomar decisiones sobre el mundo natural y los cambios hechos a través de la actividad humana. La adquisición de la competencia científica conlleva al desarrollo de capacidades como: a) identificación de cuestiones científicas; b) la explicación científica de fenómenos; y c) la utilización de pruebas científicas.

Igualmente, se retoma a Quintanilla (2005, p. 22) quien asume las competencias científicas desde tres dimensiones: conocimientos, habilidades y valores, es decir, saber, hacer y ser. Para el autor, la dimensión del saber implica por ejemplo: comprender, identificar, conocer, ser capaces de caracterizar tipologías, de identificar teorías y comprenderlas o definir las desde la lectura tradicional. La dimensión saber hacer comprende habilidades que van al campo de los procedimientos. Y los valores, es decir sabe ser, se relacionan con las actitudes que mueve a los estudiantes a las competencias valóricas, sentido ético de la actividad científica y pensamiento holístico. Por lo tanto, el desarrollo de competencias científicas, es el resultado de procesos didácticos que superan la contradicción entre los intereses de los alumnos y los objetivos del docente.

De esta manera, se considera que el conocimiento está guiado por el interés, la curiosidad natural de los seres humanos, el sentido adaptativo de la búsqueda, la capacidad de reconocer problemas y de elaborar estrategias creativas para abordarlos son aspectos relacionados con el interés (Porlán, 1995). Por tanto, la competencia es el conjunto de saberes, capacidades y disposiciones que hacen posible actuar e interactuar de manera significativa en situaciones en las cuales se requiere producir, apropiarse o aplicar comprensiva y responsablemente los conocimientos científicos (Hernández, 2005, p. 21). Se concibe que las competencias científicas se refieren a la capacidad para apropiarse y generar conocimientos y que el desarrollo de competencias científicas invita a la exploración de hechos y fenómenos naturales, al análisis de problemas, la observación, la utilización de diferentes métodos de análisis y recolección de información; estos son algunos de los procesos que se deben iniciar para comprender la ciencia y poder de esta manera, transformarla y reconstruir conocimientos que den sentido a la enseñanza de las ciencias naturales.

-Investigación en el aula y resolución de problemas. Según Porlán (1995), la investigación en el aula es una alternativa para poder flexibilizar el proceso de enseñanza y aprendizaje tratando de combinar inteligentemente lo que el profesor interpreta como conveniente y lo que el alumno siente como interesante, es aquí en donde, la planeación del proceso de investigación en el aula, debe responder a problemas significativos en la vida del estudiante, que sean de su interés y relacionables con la realidad que lo rodea, para que pongan a prueba la construcción de nuevos conocimientos, actitudes y valores.



De esta manera, la investigación en el aula parte de una perspectiva del docente que va dirigida a un conocimiento escolar deseable, la cual se basa en una epistemología que conciba el conocimiento escolar como mediador entre el conocimiento ordinario y el científico. Para Porlán (1995) el pensamiento reflexivo es el medio para no tender a la rutinización de la práctica y estar incapacitado para conocer su propio conocimiento y el de los alumnos, razón por la cual se plantea que la reflexión del maestro puede involucrar actividades y proyectos en los cuales participen los alumnos, dado que “un maestro inquieto por la investigación en su propio trabajo puede más efectivamente motivar a sus alumnos a investigar” Vasco (2001, p.51).

Por ende, de acuerdo con Vasco (2001), el rol docente debe dar la posibilidad de superar la rutina por medio de un proceso de investigación, de indagación y de reflexión sobre aspectos de su práctica, es decir, el docente debe poseer “una mirada investigativa” (Vasco, 2001, p. 53), que surge de sus propios intereses y la interacción con los estudiantes. Esta interacción es un proceso comunicacional orientado en una dinámica de negociación cultural y de significados para el desarrollo de competencias científicas.

En este sentido, D’amore (2008), afirma que si el estudiante se da cuenta que en el ambiente de aprendizaje el objeto de conocimiento está en relación con contextos que considera el mismo significativos, será más viable el camino para movilizar la competencia, dado que, el estar al interno de un contexto significativo lleva al estudiante a desear afrontar la situación desarrollando actividades de búsqueda personal, puesto que según Bishop (2005) en el estudiante una nueva idea es significativa en la medida en que conecte bien las ideas y sus significados previos, y el compartir dichos significados dependen de la comunicación desde el alumno al profesor, de profesor a alumno y de alumno a alumno. En consecuencia, lo importante en la investigación en el aula es la posibilidad de que el alumno pueda reflexionar sobre la propia acción, lo que implica que el estudiante pueda preguntar, interpretar, analizar, sistematizar, argumentar y comunicar los conocimientos sobre lo que sucede en el entorno.

En este ámbito, la resolución de problemas se apoya tanto en el conocimiento cotidiano como en el científico y se constituye como base de la investigación en el aula, pues si no

existe un problema, no existe investigación, puesto que investigar de acuerdo con Porlán (1995, p. 116), en términos generales, es abordar un problema con rigor. Para el caso de las Ciencias Naturales es conveniente el desarrollo de actividades en el aula que le permitan al estudiante descubrir los conocimientos a través del contacto y observación de la realidad involucrando actividades de observación, enunciado de hipótesis, experimentación y formulación de conceptos.

En esta perspectiva, la investigación en el aula se complementa con la resolución de problemas porque este tipo de enseñanza implica el desarrollo de estrategias y habilidades de pensamiento, insta colocar al alumno frente a situaciones de decisión y toma de conciencia; significa poner en marcha habilidades pero también, conocimientos.

En coherencia con lo mencionado, se considera que una enseñanza adecuada de las ciencias, implica intervención pedagógica basada en un modelo didáctico, ha de presentar estrategias sistemáticas que modifiquen o transformen las actitudes, provocando desarrollos en la independencia cognoscitiva, la capacidad creativa y la construcción de conocimientos en los estudiantes (García, 2003, p. 39).

La clave entonces, para el desarrollo de competencias científicas a partir de la investigación en el aula y la resolución de problemas es lograr combinar inteligentemente y con amplias dosis de flexibilidad lo que el profesor interpreta como conveniente y lo que el alumno siente como interesante. Además, establecer correspondencia con la lógica disciplinar y proximidad a los intereses del alumno; en este sentido, Porlán (1995, p. 162) afirma que el conocimiento escolar actúa más como guía que orienta la intervención del profesor que como itinerario prefijado del recorrido cognoscitivo que el alumno necesariamente debe seguir y que este conocimiento permite dirigir la construcción de significados, precisamente más complejos y adecuados para los alumnos.

Método

La investigación realizada con respecto a su profundidad y objeto de estudio es de corte interpretativa-descriptiva desde la complementariedad metodológica (polifonía de los enfoques cualitativos y cuantitativos). El proceso se desarrolló en las siguientes fases:



- Fase 1. Diagnóstico: Esta fase permitió determinar la evolución y estado actual del problema a nivel Nacional e institucional. Este análisis requirió de la delimitación precisa del tema, sus objetivos, tareas de investigación y los métodos y técnicas para la recolección y análisis de la información documental y las concepciones de docentes y estudiantes.
- Fase 2. Formulación de propuesta didáctica: Una vez establecido el estado actual del problema, se propuso la formulación de una propuesta didáctica que estableciera orientaciones didácticas para hacer posible la superación del problema ya establecido en el diagnóstico. De esta manera, se identificó de las debilidades en la enseñanza de las ciencias naturales para el desarrollo de competencias científicas a partir de los hallazgos de la fase diagnóstica, se analizaron los resultados de la experiencia de investigación en el aula desarrollada dentro del programa de Ondas Caquetá-Colciencias con el proyecto de investigación “Explorando la Perdiz” y se diseñó la estructura de la propuesta didáctica.

Resultados

- *Diagnóstico*. La enseñanza de las ciencias naturales en Colombia está orientada por los Lineamientos Curriculares (MEN, 1998) y Estándares de Competencias (MEN, 2004), que son los documentos que brindan las orientaciones teóricas y metodológicas para los docentes y establecen los criterios de calidad de la enseñanza de las ciencias, la cual está sustentada en que “el desarrollo del pensamiento en niños y niñas avanza poco a poco hacia formas más complejas, la formación en ciencias debe respetar este desarrollo y a la vez jalarlo” (MEN, 2004); presentan una influencia piagetiana evidenciada al plantear el rol del maestro y el estudiante como “un docente que no se limite a la transmisión de conocimientos o demostración de experiencias, sino que oriente el proceso de investigación de sus estudiantes como un acompañante” (MEN, 2004, p. 109).

En este contexto, se logró establecer que los documentos oficiales plantean la enseñanza para el desarrollo de competencias, por esta razón, por ser un concepto que ha generado polémica en el ámbito educativo, empezamos por indagar sobre la concepción

de competencia y se concluye que se relaciona con términos como capacidades, habilidades, aptitudes, saber conocer, saber hacer y saber ser. La concepción de competencia científica se plantea desde la aproximación de los estudiantes al conocimiento científico, privilegia el razonamiento lógico, la argumentación escrita y oral, la experimentación, el uso de la información científica y la apropiación del lenguaje duro de la ciencia y la tecnología.

La estructura de la propuesta oficial visibiliza aspectos centrados en el desarrollo cognitivo de los estudiantes cuando relaciona ejes fundamentales que describen acciones concretas de pensamiento y acción; aspectos de un componente social y cultural cuando proponen la formación de una conciencia ética sobre el papel de las ciencias naturales en relación con el ambiente, la calidad de vida y el compromiso con el trabajo científico y la sociedad. Estos componentes se asumen en tres procesos formativos que se acercan a las dimensiones del saber asumidas en la investigación como el saber-conocer, hacer y ser referenciados desde las posturas de Hernández (2005), Quintanilla (2005) y Tobón (2006).

A nivel institucional, escasamente se encuentran referentes teóricos y metodológicos que permitan orientar la enseñanza y aprendizaje de las ciencias naturales, existen algunos acercamientos al constructivismo cuando asumen el rol protagónico del estudiante en su formación, participando activamente en la construcción del conocimiento a partir de la problematización de las relaciones que establece consigo, con los demás, con el conocimiento y con el entorno. Igualmente, ambas propuestas resaltan el valor de la construcción del conocimiento científico desde una visión biocéntrica, porque pretende restablecer el valor primordial de la vida, la cultura de lo vivo, la complejidad de las relaciones entre el ser humano y su ambiente.

Teniendo en cuenta lo planteado en los documentos a nivel nacional e institucional, se identificó que existen rupturas filosóficas, epistemológicas y didácticas entre dichas propuestas para la enseñanza de las ciencias naturales, las cuales tienen implicaciones en el aspecto didáctico; es decir, en las prácticas de enseñanza del docente en el aula.



Asimismo, al indagar sobre la concepción de competencia que los docentes tienen, se observa que el discurso es aún incipiente, lo que dificulta de forma significativa su apropiación y aplicación en la enseñanza de las ciencias naturales; sin embargo, se hace explícito el interés por desarrollar las competencias científicas. De esta manera, según las concepciones de los estudiantes, se identificó que no existe coherencia epistemológica entre lo que el docente concibe como ciencia y conocimiento científico y lo que realmente hace en su práctica docente.

Adicionalmente, de acuerdo con las prácticas académicas, los profesores parten de la teoría impartida por ellos en el aula de clase para luego comprobarla en la práctica (deductivismo), de esta manera, todas las posibles observaciones que realizaron los alumnos en el proceso de construcción del conocimiento y sus hipótesis pierden validez. No se evidencia que la concepción que los profesores tienen sobre la enseñanza de las ciencias haya sido permeada por las orientaciones del Ministerio de Educación en los lineamientos de ciencias naturales, que sugiere un modelo constructivista al enunciar que él “acentúa el interés en que el estudiante explore la realidad, al indagar su entorno y asignarle significado a su experiencia y construir modelos que buscan explicar fragmentos de la realidad a partir de una interacción permanente con el objeto que se está estudiando”. (MEN, 1998)

En consecuencia, el estado actual de la enseñanza de las ciencias naturales en las instituciones educativas se estableció desde la perspectiva de maestros y estudiantes y al indagar sobre la concepción de competencia que los docentes tienen mediante el análisis de sus respuestas sobre el propósito de la enseñanza de las ciencias, se hizo explícito el interés por desarrollarlas “la competencia que yo busco desarrollar en el alumno es la competencia científica”, de igual manera, en los resultados de las encuestas a los docentes se estableció que el 80% si creen que la enseñanza de las ciencias naturales estimula el desarrollo de competencias científicas.

Respecto a las concepciones de los docentes sobre las competencias, se identificó que éstos direccionan el término a la formación integral del individuo porque integra los conocimientos, procedimientos y actitudes en el proceso de formación; en este sentido, se acercan a la propuesta nacional oficial. Sin embargo, el discurso docente sobre

competencia es aún incipiente, lo que dificulta de forma significativa su empleo en la enseñanza de las ciencias naturales. Según Tobón (2006), estos vacíos se relacionan con la concepción reduccionista, el pensamiento acrítico y descontextualizado y la inconsistencia y falta de claridad en la estructura conceptual del término competencias.

De igual manera, se develó que las orientaciones constructivistas asumidas en los modelos pedagógicos y las concepciones docentes riñen con la realidad; en este sentido, se evidencia que el docente, en la construcción de conocimiento, no tiene en cuenta al estudiante como protagonista de este proceso y no estimula su actividad y creatividad, pues los docentes que realizan experiencias en el laboratorio, se circunscriben a los resultados de la teoría y desconocen que la experimentación debe responder a las expectativas de los estudiantes que, desde sus perspectivas defienden teorías opuestas. Cabe resaltar que la experimentación no debe limitarse a diseños controlados por el docente, éste debe proporcionar las condiciones para que el experimento se adapte al contexto y vida cotidiana del estudiante.

Igualmente, estos procesos no requieren de manera exclusiva un aula llamada laboratorio, por el contrario, se pueden desarrollar desde otros espacios fuera del ambiente escolar. La forma en que se desarrolla la resolución de problemas en el aula de clase no es la adecuada, debido a que los docentes no buscan resolver problemas del entorno y del interés de los estudiantes; por el contrario, persisten en ejercicios mecánicos de los talleres propuestos en libros de texto.

Con respecto a la práctica docente se estableció que el 100% de los docentes tienen una tendencia al desarrollo de talleres y el trabajo en grupo. Esto es confirmado por los estudiantes en un 80%. Sin embargo, los trabajos constan específicamente, en el desarrollo de talleres de los libros guía. No cabe duda, que el desarrollo de talleres desde el punto de vista pedagógico permite integrar la teoría con la práctica, si se tienen en cuenta su significación pedagógica. En este sentido, el término taller es relacionado por parte de docentes y estudiantes con actividades contenidas en los libros de texto guía del docente. Por otra parte, el trabajo en grupo no implica entender y escuchar los argumentos de los demás desde sus perspectivas, resaltar los aspectos positivos del trabajo de los compañeros, hacer sugerencias pertinentes, valiosas y productivas necesarias para el



conocimiento científico; por el contrario, es la opción de trabajo por la falta de los recursos didácticos.

El planteamiento de problemas según la propuesta oficial es la mejor manera para iniciar un tema científico, según el 100% de los docentes, casi siempre, realizan actividades de planteamiento y solución de problemas, sin embargo esta alternativa didáctica se limita a la formulación y respuesta a preguntas para indagar o aclarar dudas de un tema específico. Igualmente, según los estudiantes los problemas corresponden a los establecidos en los textos guía del docente. Esta perspectiva sobre la solución de problemas se aleja de las orientaciones didácticas asumidas por el docente en los planes de estudio para el desarrollo de competencias. De esta manera, contribuyen a la incapacidad para que los estudiantes puedan resolver verdaderos problemas de su entorno, los cuales son muy distintos de los ejercicios propuestos en los talleres y que son resueltos de forma mecánica en horas de clase.

Con respecto a las estrategias didácticas, los docentes manifiestan el uso de lecturas, cuadros sinópticos, mapas conceptuales, exposiciones grupales y laboratorios. Desde la perspectiva de los estudiantes se visibiliza el uso del dictado, talleres y trabajos en grupo con más del 50% en las opciones siempre y casi siempre. El grupo focal realizado con los estudiantes da cuenta de que en el aula de clases predomina la transmisión del conocimiento a partir de la exposición de temas y la aclaración de dudas y los ejemplos. De esta manera, se identifica la tendencia a una educación tradicional donde prima la repetición, la memoria, la exposición oral y está enfocada a la enseñanza y no al aprendizaje.

Frente a los recursos utilizados, sobresale, según los docentes, el uso del tablero, texto guía y fotocopias. Igualmente para los estudiantes, con porcentajes promedio del 70 y 80%. Se identifica el escaso o no uso de herramientas tecnológicas como películas, computador, internet, diapositivas o acetatos, enciclopedias digitales. En este sentido, la orientación de la clase de ciencias naturales corresponde a la transmisión de información en donde predominan la explicación del profesor, la lectura del libro de texto y en ocasiones, la utilización de recursos audiovisuales, dando al estudiante un rol como receptor de información.

En la evaluación, prevalecen concepciones y prácticas tradicionales que no permiten la valoración integral de los estudiantes, debido a que no se emplean espacios para la experimentación y aplicación práctica de los saberes; por esta razón, no es posible emitir un juicio sobre la apropiación del conocimiento en situaciones reales y evidenciar así el desarrollo de las competencias científicas en los estudiantes además, de no propiciar espacios para el trabajo en equipo, lo cual redundarían en una evaluación más formativa. Igualmente, en la evaluación, se destaca la ausencia de indicadores que den cuenta del desarrollo de procesos metacognitivos del estudiante.

Discusión

Ante esta situación, se diseñó la propuesta didáctica: “experiencia investigativa para el desarrollo de competencias científicas básicas”. La propuesta contempla la realización de tres etapas, presentadas en la figura 1:

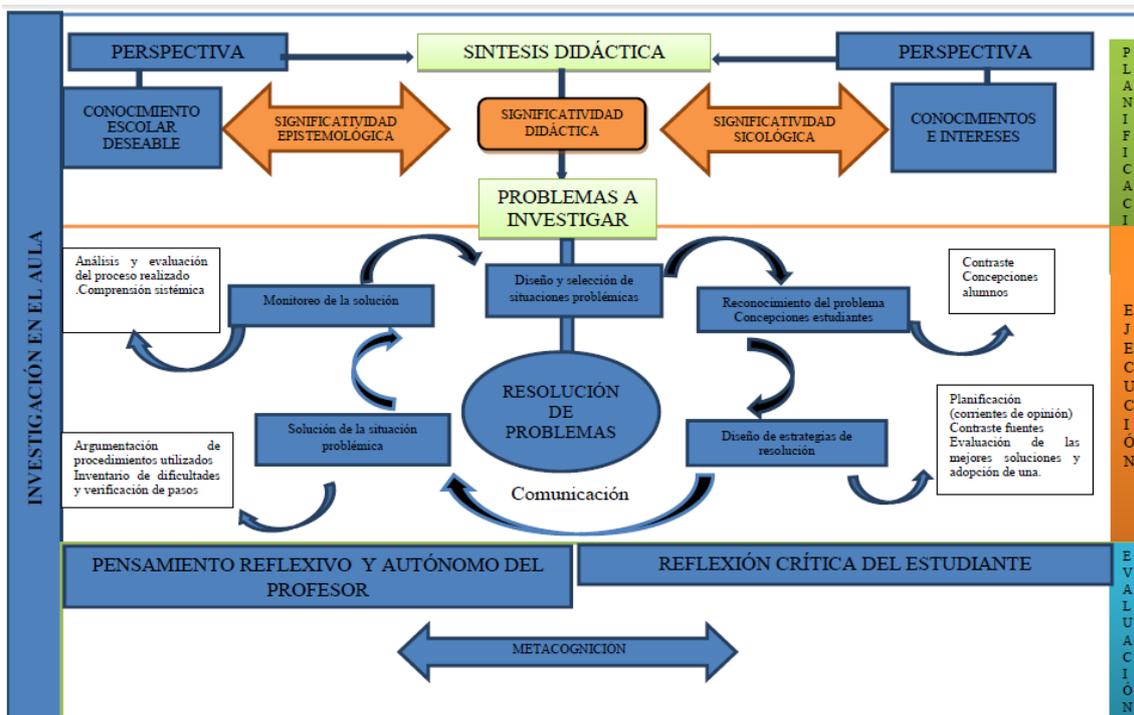


Figura 1. Propuesta didáctica investigación en el aula- Resolución de problemas

- *Etapa 1. Planificación:* Esta etapa ha sido estructurada desde la perspectiva de la investigación en el aula, analizando las implicaciones epistemológicas sobre las formas en que se construye el conocimiento escolar, teniendo como base la negociación de significados. La planificación debe ser producto de una síntesis



didáctica negociada entre la perspectiva del docente y la de los estudiantes. La etapa de planificación debe lograr la significatividad didáctica compartida (integración de las intenciones e intereses educativos del profesor y los intereses de los estudiantes frente al objeto de estudio), mediante la creación de espacios de comunicación que se basen en principios de libertad de expresión y respeto a las opiniones de los demás para compartir significados. La planificación debe orientarse de acuerdo a las metas en torno al desarrollo de las competencias que requieran los estudiantes, teniendo en cuenta las situaciones significativas que permitan su participación e interés en el desarrollo de ellas.

- *Etapa 2. Ejecución:* En esta etapa, convergen la investigación en el aula con la metodología investigativa resolución de problemas, en este sentido este proceso implicó resignificar los roles de docentes y estudiantes, para superar el paradigma de la educación tradicional, transmisionista, dogmática, autoritaria e inflexible y, avanzar hacia concepciones y prácticas donde, la investigación y la resolución de problemas, sea un proceso de cuestionamiento continuo para la comprensión del mundo y el desarrollo del pensamiento metacognitivo. En consecuencia, se establecieron los siguientes momentos:

Diseño y selección de situaciones problémicas: las situaciones problema deben referirse a conceptos contemplados en la estructura curricular del periodo académico y debe estar contextualizada en un campo para que el estudiante pueda darle sentido y significado a las situaciones planteadas a partir de fenómenos naturales y sucesos de la vida diaria, buscando que los problemas se adapten a las necesidades e intereses, aptitudes y grado de desarrollo intelectual de los estudiantes

Reconocimiento del problema: el proceso de investigación en el aula implica en los estudiantes una toma de conciencia acerca del problema; es decir, de lo desconocido y lo que debe ser buscado para la resolución del mismo. Lograr esta conciencia está determinada por el grado de participación de los estudiantes en el proceso investigativo. En este sentido, el reconocimiento del problema debe fundamentarse en las concepciones del alumno para identificar lo conocido y desconocido de las situaciones problema propuestas.

Diseño de estrategias de resolución: aquí el estudiante desarrolla su capacidad creativa cuando busca posibles formas para la resolución del mismo. Es necesario que el estudiante contraste las corrientes de opinión con otras fuentes de información (observaciones, experiencias, textos escritos, audiovisuales, etc.) para establecer la propuesta metodológica, como lo afirma Porlán (1995, p.168), y así, abordar los obstáculos del aprendizaje, para que se encuentren próximos a sus niveles de formulación y evolución conceptual. Se inicia con la generación de ideas, la cual es una herramienta heurística que consiste en la emisión por parte del estudiante de una cantidad de ideas que son seleccionadas y permiten iniciar el diseño de la estrategia de resolución del problema. Se realiza igualmente, el establecimiento de subproblemas los cuales permiten analizar las metas y fines del problema y resolverlo siguiendo una secuencia de prioridad de manera parcial y finalmente una solución completa. Esto requiere de la capacidad para fraccionar los problemas y poder trabajarlo punto por punto desarrollando habilidades creativas y competencias propositivas.

Solución de la situación problema: resolver el problema es dar respuesta coherente a las situaciones problema teniendo en cuenta los procedimientos establecidos en su planificación y enfrentar las dificultades de su resolución. Esta etapa requiere de un proceso que implica acciones de planificación de los procedimientos para la solución del problema por parte del estudiante, el desarrollo de las actividades como: observación de fenómenos, interpretación de información, análisis y argumentación de los resultados y proposición de alternativas de solución al problema. Igualmente, esta etapa implica que el estudiante sistematice, explique y comunique claramente cada uno de los procedimientos utilizados y las dificultades en el proceso de resolución, con el fin de verificar cada paso y detectar errores para analizar sus causas y consecuencias.

Monitoreo de la solución: el monitoreo incluye las acciones que permiten regular la calidad de los procesos llevados a cabo en la resolución del problema, realizando de manera permanente revisiones, adaptaciones y ajustes de la investigación. Esto implica el análisis del camino recorrido, comprensión sistémica del problema y la argumentación sobre la solución del mismo. De igual manera, involucra la determinación de los alcances comprobables en otros contextos y el análisis de logros comparando los resultados finales



con las perspectivas iniciales. La importancia de esta etapa es que los estudiantes tomen conciencia de los procedimientos realizados, así como de las posibles fallas presentadas en ellos, siendo una oportunidad para que el estudiante aprenda del error en la solución del problema.

- *Etapa 3. Evaluación.* Se propone, una evaluación de carácter formativo porque estará dirigida a promover que docente y estudiantes regulen sus propios procesos de enseñanza y aprendizaje mediante reflexiones metacognitivas. De esta manera, se acentúa el papel protagónico de los estudiantes en su evaluación y el docente reforzará la autoestima de los estudiantes brindándoles la oportunidad de reflexionar sobre las posibles alternativas para superar los problemas, tomar las decisiones apropiadas y el desarrollo de múltiples competencias.

La evaluación deberá ser permanente e integral, entendiéndose por permanente el proceso continuo de retroalimentación y reorientación, lo cual se evidencia al negociar con los estudiantes los temas de interés, al plantear el problema de investigación, confrontar los diferentes puntos de vista frente al problema, elegir las opciones de solución, sistematizar la experiencia, y al comunicar los resultados finales; es decir, ha de ser dinámica y debe transformarse como el propio proceso.

Asimismo, en la evaluación integral se tendrán en cuenta tres variables: los conocimientos construidos, las relaciones interpersonales y actitudes durante el proceso, el desempeño y desarrollo de competencias científicas básicas; de esta manera, se considera que la evaluación debe verificar la comprensión de la acción integral del sujeto de aprendizaje (Bravo, 2004, p.206). Al respecto, se considera necesario establecer juicios de valor en el proceso formativo, para que mediante unos criterios y evidencias, se pueda identificar el avance en los aprendizajes y se pueda ir mejorando sobre la marcha (De Zúbiría, 1995, p.156).

Conclusiones

- Existen rupturas filosóficas, epistemológicas y didácticas entre la propuesta nacional (Lineamientos curriculares y estándares de competencias) y la Institucional (Proyecto
-

Educativo Institucional PEI y planes de estudio), porque se visibilizan en los documentos concepciones con un enfoque constructivista, pero en el actuar docente, no se logra la movilización de saberes que involucre los factores básicos de las competencias científicas (cognitivo, procedimental y actitudinal), no se asume al estudiante como protagonista de este proceso y no parte del aprender haciendo; por el contrario, persiste el modelo tradicional de enseñanza.

- Las practicas de enseñanza en los docentes de ciencias naturales permiten identificar que el rol del docente y el estudiante; los ambientes y recursos de aprendizaje; no propenden por el desarrollo de competencias científicas; por el contrario, persiste una concepción tradicional de enseñanza en donde el estudiante es un sujeto pasivo en el proceso de aprendizaje, debido a que en las instituciones de educación básica secundaria muestreadas, son reducidos los esfuerzos para el fomento y utilización de recursos educativos que permitan desarrollar capacidades como la curiosidad, plantearse preguntas, observar, criticar, reflexionar y solucionar problemas. Esta situación ha dificultado el desarrollo de competencias científicas que permitan la adopción de la ciencia y tecnología por parte de los estudiantes.

- Otra causa para el bajo desarrollo de competencias científicas, la constituye la pérdida de espacios que permiten la investigación. El poco uso de laboratorios de experimentación y la mínima oportunidad de interactuar y explorar en un entorno natural reduce de manera considerable el desarrollo de competencias científicas.

- Los procesos de enseñanza de las ciencias naturales siguen siendo fuertemente influenciadas por una concepción positivista de la ciencia; ello tiene implicaciones didácticas de naturaleza transmisionista y enciclopedista en la enseñanza, lo cual evidencia en el aula de clase cuando se desarrollan procesos memorísticos y acríticos de aprendizaje. El docente asume una concepción de ciencia dogmática e inflexible, con atributos de verdad, que visibilizan la escasa aplicación de estrategias didácticas problematizadoras e investigativas y que logran en el estudiante un conocimiento objetivo y acumulativo. Esto supone la escasa preparación y actualización de los docentes en torno a la enseñanza para el desarrollo de competencias debido a un discurso a un incipiente, acrítico, descontextualizado y falta de claridad sobre el desarrollo de competencias.



- En lo concerniente al desarrollo de competencias científicas, se identificó que están relacionadas con la observación, la interpretación, la argumentación y la proposición, involucran aspectos cognitivos (apropiación de conocimientos, contenidos, dominio de la disciplina científica), volitivos- afectivos (inclinación y gusto por hacer uso de ello, actitudes éticas, valores) y procedimentales (tendencia a la acción y al uso social de ellos resolviendo problemas contextualizados). La investigación en el aula y la resolución de problemas son alternativas didácticas que contribuyen al desarrollo de competencias científicas y a la generación de una nueva actitud de ciencia porque familiariza al estudiante y al docente con la metodología científica en forma superior a como sucede en el modelo tradicional, favoreciendo un aprendizaje útil, una aproximación del estudiante a la solución de problemas contextualizados, abarcando los aspectos conceptuales, metodológicos y actitudinales necesarios para la toma de decisiones y acciones concretas ante una situación problémica real.

- La enseñanza de las ciencias naturales, para el desarrollo de competencias científicas, implica cambios en los procesos evaluativos que permitan valorar las competencias. En esta medida, la perspectiva evaluativa debe asumir la creación de juicios de valor que pongan en juego los elementos cognitivos, procedimentales y actitudinales de las competencias científicas, complementada con procesos metacognitivos permanentes por parte del docente y el estudiante durante el desarrollo de la investigación en el aula. Entendiendo que la evaluación de las competencias científicas no constituye formas absolutas para dictaminar la excelencia en el proceso, dado que, ningún estudiante será completamente competente e incompetente.

- El desarrollo de competencias científicas es un proceso complejo y prolongado; está asociado a expectativas de aprendizaje a largo plazo, que deben articularse con las expectativas de corto plazo propuestas y evaluadas por el docente en el aula. Por ello, la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias naturales focalizada en la investigación y la resolución de problemas, reorganiza el proceso de comunicación en el aula para compartir y desarrollar el significado científico de los problemas y la negociación cultural de ellos, como condiciones de posibilidad para alcanzar las expectativas de aprendizaje a corto plazo y para el uso social de las competencias.

Referencias Bibliográficas

- Bishop, A. (2005). *Aproximación sociocultural a la educación matemática*. Santiago de Cali: Universidad del Valle
- Cañas, A., Díaz, M. & Niedo, J. (2007). *Competencia en el conocimiento y la interacción con el mundo físico. La competencia científica*. Madrid: Alianza Editorial.
- Cerda, H. (2007). *La investigación formativa en el aula. La pedagogía como investigación*. Bogotá: Editorial magisterio.
- D'amore, B. et., al. (2008). *Competencias y matemática*. Bogotá: Cooperativa Editorial Magisterio.
- Escobedo, H. (2001). *Desarrollo de competencias básicas para pensar científicamente. Una propuesta didáctica para las ciencias naturales*. Bogotá: Colciencias.
- García, J. (2003). *Didáctica de las ciencias resolución de problemas y desarrollo de la creatividad*. Bogotá: Cooperativa Editorial Magisterio.
- Hernández, C. (2005). Foro Educativo Nacional – 2005 ¿Qué son las “Competencias Científicas”? Recuperado de http://www.esap.edu.co/esap/hermesoft/portal/home_1/rec/arc_10184.pdf
- Ministerio de Educación Nacional, (2004) *Estándares Básicos de Competencias en Ciencias Naturales y en Ciencias Sociales*. Bogotá. Extraído el 15 de agosto de 2009. Recuperado de http://www.mineducacion.gov.co/cvn/1665/articles-116042_archivo_pdf3.pdf
- Ministerio de Educación Nacional. (1998). *Lineamientos Curriculares. Ciencias Naturales y Educación Ambiental*. Santa Fe de Bogotá: Cooperativa Editorial Magisterio.
-



- Mora, W. (1997). Naturaleza del conocimiento científico e implicaciones didácticas. *Revista Educación y Pedagogía*. 9, (18).
- Porlán, R. (1995). *Constructivismo y Escuela. Hacia un modelo de enseñanza-aprendizaje basado en la investigación*. Sevilla: Diada Editora L.S..
- Quintanilla, M. (2005). Competencias Científicas. Identificación y caracterización de competencias científicas en el aula, ¿qué cambia en la enseñanza y en los nuevos modelos de conocimiento? *Foro Educativo Nacional*. Ministerio de Educación Nacional. Recuperado de http://www.colombiaaprende.edu.co/html/mediateca/1607/articles-128237_archivo.pdf
- Rojas, S (2007). *La enseñanza de las ciencias de la naturaleza y las competencias cognoscitivas*. Bogotá: Fundación de Educación Superior, investigación y profesionalización CEDINPRO.
- Tobón, S. (2006). *Formación basada en competencias. Pensamiento complejo, diseño curricular y didáctica*. Bogotá: Ecoe Ediciones
- Tobón, S., Pimienta, J. & García, J. (2010). *Secuencias didácticas: Aprendizaje y Evaluación de Competencias*. México: Edit. Pearson.
- Vasco, E. (1997). *Maestros, Alumno y Saberes. Investigación y Docencia en el Aula*. Santafé de Bogotá: Cooperativa editorial Magisterio.
-