

## **“LAS LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN EN EDUCACIÓN EN CIENCIAS EN COLOMBIA”<sup>1</sup>**

### **LINES OF RESEARCH IN SCIENCE EDUCATION IN COLOMBIA**

Alfonso Claret Zambrano Ph D<sup>2</sup>,  
Mg. Tatiana Iveth Salazar<sup>3</sup>,  
Mg. Boris Fernando Candela <sup>4</sup>,  
Lic. Leidy Yurani Villa <sup>5</sup>

#### **RESUMEN**

Este estudio se propone responder la pregunta ¿Cuál es el estatuto epistemológico de la investigación en Educación en ciencias que ofrecemos en la nación, a través de nuestros programas de investigación, en el periodo 2000-2011?. Para ello, se estableció como hipótesis del estudio que el conocer las hipótesis de investigación desarrolladas por los profesores-investigadores, quienes direccionan los programas de investigación permite construir la respuesta al problema en cuestión. Se utilizó una metodología de perspectiva cualitativa/cuantitativa, desde el análisis de contenido. Las unidades de análisis fueron extraídas de los documentos provenientes de programas de investigación tales como: (i) Formación en Investigación en Educación en Ciencias (ii) Divulgación y Validación de Investigación en Educación en Ciencias (iii) Regulación y Orientación de la Investigación en Educación en Ciencias. El ordenamiento conceptual de la información permitió obtener las siete líneas de investigación que estructuran el campo de la Educación en Ciencias en la Nación: La Relación del conocimiento científico y el conocimiento común, La Enseñanza, Aprendizaje y Evaluación: Metacognición, Cambio Conceptual, Resolución de Problemas, e Historia de las ciencias, La relación entre la teoría y la práctica en las ciencias experimentales a través del laboratorio escolar, Las nuevas tecnologías de la informática y la comunicación y su relación con la educación en ciencias naturales. - Inteligencia Artificial y Procesos de Razonamiento, Desarrollo Curricular en Ciencias Naturales,

---

<sup>1</sup> Proyecto de Investigación Financiado por el Ministerio de Educación Nacional. Titulado: “Establecimiento del estado del arte de la investigación en educación en ciencias en Colombia, 2000-2011”. Investigador Principal Alfonso Claret Zambrano.

<sup>2</sup> [Alfonso.zambrano@correounivalle.edu.co](mailto:Alfonso.zambrano@correounivalle.edu.co), Instituto de Educación y pedagogía, Universidad del Valle.

<sup>3</sup> [tativsalo@hotmail.com](mailto:tativsalo@hotmail.com), Instituto de Educación y pedagogía, Universidad del Valle.

<sup>4</sup> [bofeca65@yahoo.com](mailto:bofeca65@yahoo.com), Instituto de Educación y pedagogía, Universidad del Valle.

<sup>5</sup> [Leidyvilla010@hotmail.com](mailto:Leidyvilla010@hotmail.com), Instituto de Educación y pedagogía, Universidad del Valle.

Contextos culturales - Educación ambiental – Educación en Ciencias en Ambientes no Convencionales y Conocimiento, Pensamiento y Formación del Maestro.

**PALABRAS CLAVE:** Campo de la Educación en Ciencias, Líneas de Investigación, Programas de Investigación, Estatuto Epistemológico.

## **ABSTRACT**

This study aims to answer the question: What is the epistemological status of research in science education that we offer in the nation , through our research programs in the period 2000-2011?. To this end, the studio hypothesized that knowing the research hypotheses developed by the teacher-researchers, who addressed the research programs can build the answer to the problem in question. Methodology was used perspective qualitative / quantitative, from the content analysis. The units of analysis were extracted from the documents and research programs such as: (i) Training in Research in Science Education (ii) Dissemination and Validation Research in Science Education (iii) Regulation and Guidance Research in Education of Science. The conceptual ordering information yielded seven research lines that structure the field of Science Education in the Nation: The Relationship of scientific knowledge and common knowledge, Teaching, Learning and Assessment: Metacognition, Conceptual Change, Resolution Problems, and History of Science, the relationship between theory and practice in the sciences through laboratory experimental school new information technologies and communication and its relationship to science education. - Artificial Intelligence and Reasoning Processes, Curriculum Development in Natural Sciences, Cultural Contexts - Environmental Education - Science Education Unconventional Environments and Knowledge, Thinking and Teacher Training.

**KEYWORDS:** Field of Science Education, Research lines, Research Programs, Epistemological Statute.

## **1. INTRODUCCIÓN**

El proyecto se propone elaborar el Estado del Arte de la actividad investigativa en Educación en Ciencias realizada en Colombia en la primera década del siglo XXI, a partir del levantamiento del mismo efectuado por iniciativa de Colciencias en asocio con Socolpe en el año 2000. Durante el período 2000-2011 se han producido en Colombia desarrollos importantes en los programas de formación de investigadores en esta área, entre los que destaca la emergencia de programas de doctorado en educación específicamente orientados hacia la Educación en ciencias naturales.

Igualmente, las dinámicas en los contextos educativos nacional e internacional han llevado a desarrollos normativos como los estándares básicos en competencias, que han debido reflejarse en la investigación educativa realizada en Colombia. Por ello, es conveniente efectuar un balance analítico de esta actividad, en sí misma y en su relación con las prácticas educativas. Para este efecto, se propone estudiar sistemáticamente la producción científica en este campo del conocimiento en el cual se dan tres posturas diferentes: la Didáctica de las Ciencias, la Educación en Ciencias y la Enseñanza de las Ciencias. En el caso de esta investigación los fundamentos teóricos provienen del campo de la Educación en ciencias

## 2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En el país se han realizado estudios que pretenden establecer un estado del arte, entre los que se destaca los trabajos de Hernández, 2000; Zambrano, 2003; Valbuena 2012, además del realizado por la revista TEA en la apertura del doctorado Interinstitucional en Educación. Sin embargo, estos estudios, valiosos en su momento histórico, exigen ser constantemente actualizados por el progreso constante de la producción del conocimiento en el campo de la Educación en Ciencias.

El estudio de Hernández (2000), titulado “*Aproximación a un estado del arte de la educación en ciencias en Colombia*”, es el resultado de una revisión de investigaciones apoyadas por Colciencias entre 1988 a 1999 y algunos textos que han sido el resultado de esas investigaciones y que están disponibles como libros y artículos. Éste mostró la emergencia del constructivismo como el referente epistemológico primordial en las investigaciones sobre Educación en Ciencias realizadas en el país.

La obra colectiva “*Educación y formación del pensamiento científico: Cátedra ICFES Agustín Nieto Caballero*” (Zambrano, 2003), representa el estado de la Educación en Ciencias naturales en la educación superior. En este libro se reseñaron las líneas de investigación hacia las cuales se orientaban las investigaciones en este campo en el contexto internacional y nacional. Entre estas líneas sobresalen: Concepciones alternativas, El cambio conceptual en las Ciencias, Dificultades de aprendizaje, El pensamiento y la acción del docente, Resolución de Problemas, Evaluación, Construcción del conocimiento escolar a partir del conocimiento del estudiante y el conocimiento del estudiante en el contexto de la enseñanza, aprendizaje, evaluación y cambio conceptual de las ciencias naturales a partir de la historia y epistemología de los conceptos científicos de una disciplina, El laboratorio como un campo de investigación emergente, La enseñanza de los conceptos

científicos a través de tiras cómicas y La influencia en el aprendizaje del medio cultural donde crece el estudiante.

El estudio “*La Enseñanza de la Biología ¿un campo de conocimiento? Estado del arte 2007-2008*”; realizado por Valbuena, Correa y Amórtegui (2012), plantea como líneas de investigación: las concepciones alternativas, trabajos prácticos, resolución de problemas, naturaleza de las ciencias, relaciones CTS, relaciones historia-epistemología y enseñanza, formación del profesorado, cuestiones axiológicas, la evaluación y diseño curricular

La revista TEA Tecne, Episteme y Didaxis, UPN revista numero 3 ciencia y tecnología (1998) con la instauración de los nuevos doctorados en educación en el país, establece las líneas de investigación que conforman la formación doctoral interinstitucional en el país, éstas son: Acciones de los maestros de ciencias: creencias, roles y contextos en la enseñanza y el aprendizaje; Inteligencia artificial y procesos de razonamiento; Resolución de problemas y enseñanza de las ciencias naturales; Desarrollo y evaluación de los procesos de razonamiento complejo en ciencias; Elaboración de los conceptos científicos y La relación entre el conocimiento común y el conocimiento científico en el contexto de la enseñanza, aprendizaje y cambio conceptual de las ciencias.

Habiendo transcurrido un tiempo considerable desde la publicación de estas investigaciones, en el cual se han producido desarrollos institucionales y normativos muy significativos en el sistema de educación del país y en el contexto internacional, se hace necesario actualizarlas. Es decir, preguntarse de nuevo sobre qué se investiga, cómo y quién hace la investigación en la educación en ciencias, y saber con una cierta certeza y sistematicidad el estado del conocimiento producido. Por tanto, se pretende reconstruir el estatuto epistemológico de la investigación en Educación en Ciencias naturales que se practica en el país.

Por lo anterior, la pregunta de investigación que se plantea el proyecto es **¿Cuál es el estatuto epistemológico de la investigación en Educación en ciencias que ofrecemos en la nación, a través de nuestros programas de investigación, en el periodo 2000-2011?**

### 3. MARCO TEÓRICO

La pregunta anterior hace necesario dilucidar los siguientes puntos: El campo de la Educación en Ciencias, El estatuto epistemológico de la investigación en Educación en Ciencias en Colombia y los programas de investigación. Estos aspectos presentan en común la construcción de conocimiento a partir de la investigación en el marco de unas líneas de investigación concretas las cuales son necesarias ilustrar. Finalmente, las líneas de investigación que se evidencian a través de los programas de investigación, permiten consolidar el estatuto epistemológico de la Investigación en Educación en Ciencias, es decir ¿Quién investiga?, ¿Cómo investiga? Y ¿Para qué investiga? En la Educación en Ciencias en Colombia.

82

#### a. Campo Disciplinar de la Educación en Ciencias

Un problema central en la sociedad a la cual se educa es la representación de un pensamiento cultural científico, expresamente producido desde las ciencias naturales para saber y entender sobre el mundo que nos rodea, preservarlo y apropiar sus riquezas naturales sin agotarlas para el beneficio de esta generación y las generaciones posteriores. Este problema implica lograr que los saberes, los valores y la cultura que pretender representar una sociedad sean apropiados. Por ello, es preciso que su enseñanza sea comprendida en el aprendizaje de los sujetos. En consecuencia, la Educación en Ciencias se propone el desarrollo de una cultura científica en la sociedad (Zambrano, 2007).

Bajo este panorama, la Educación en Ciencias se plantea entonces como un campo que produce conocimientos para lograr la apropiación de la cultura científica. Según los planteamientos de Bourdieu (1976) se asume que el campo es un espacio, un lugar social constituido por relaciones objetivas entre posiciones adquiridas de actores (estudiantes, maestros, investigadores, secretarios de educación municipal, departamental, ministros de educación y otros) que luchan por apropiar el capital, el beneficio del campo que puede ser de orden económico (acceso a los recursos financieros), social (recursos a redes sociales y organizaciones) y/o cultural (recursos logrados por la formación educativa) y/o cultural (recursos logrados por la formación educativa (licenciatura, maestría, doctorado, postdoctorado)), cuyo fin último es el alcance del reconocimiento de autoridad (prestigio, celebridad, conferencistas, investigador, par evaluador, publicaciones y otros) en el interés rector (objeto de conocimiento) que en el caso de la Educación en Ciencias se recoge en la pregunta ***¿Cómo se construye el conocimiento disciplinar a partir del conocimiento del estudiante y el conocimiento del maestro en el contexto de la enseñanza, aprendizaje, evaluación de las ciencias naturales?***

La resolución de esta pregunta se fundamenta en las bases epistemológicas que se desarrolla en la Tabla No. 1:

<b>EL CONOCIMIENTO COMO BASE CONCEPTUAL PARA CONSTRUIR EL MUNDO DE LA EDUCACIÓN EN CIENCIAS</b>	
<b>Fundamentos educativos generales</b>	<b>Bases epistemológicas</b>
Mundo Socio / Natural	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ¿Qué teorías educativas orientan la Educación en Ciencias?</li> <li>• ¿Cómo influye el contexto socio-cultural en el proceso enseñanza-aprendizaje – evaluación en la Educación en Ciencias?</li> <li>• ¿Cómo influyen las políticas educativas estatales en el campo disciplinar de la Educación en Ciencias?</li> <li>• ¿Cómo se relaciona la ciencia, la tecnología. La sociedad en la Enseñanza de las Ciencias?</li> </ul>
El mundo curricular de la EC	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ¿Cuáles son las finalidades que se plantean en el campo disciplinar de la Educación en Ciencias?</li> <li>• ¿En qué consiste el desarrollo de una cultura científica en el campo de Educación en Ciencias?</li> <li>• ¿Cómo se seleccionan, secuencian y temporalizan los contenidos y principios de las ciencias naturales?</li> </ul>
El mundo de la enseñanza de la EC	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ¿Cómo la argumentación interviene los procesos de construcción del conocimiento en el aula de ciencias?</li> <li>• ¿Qué papel juega la historia y la epistemología en la enseñanza – aprendizaje de las ciencias?</li> <li>• ¿Cómo la naturaleza de las ciencias influye en los procesos de enseñanza, aprendizaje y evaluación de las ciencias?</li> <li>• ¿Cómo los recursos utilizados en el aula contribuyen a optimizar la enseñanza – aprendizaje – evaluación de las ciencias?</li> </ul>
El mundo del aprendizaje de la EC	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ¿Cómo se aprende ciencias?</li> <li>• ¿Cómo la psicología aporta para los procesos de aprendizaje?</li> <li>• ¿Cómo los actores participantes en el acto educativo reflexionan sobre su propio pensamiento?</li> <li>• ¿Qué papel juega la historia y la epistemología en el aprendizaje de las ciencias?</li> <li>• ¿Cómo los recursos utilizados en el aula contribuyen a optimizar la enseñanza – aprendizaje- evaluación de las ciencias?</li> </ul>
El mundo de la evaluación de la EC	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ¿Qué, como, para qué, con qué y a quién se evalúa en el campo de la educación en ciencias?</li> </ul>

El mundo de la teoría – práctica	• ¿Cómo se relaciona la teoría y la practica en la Educación en Ciencias?
El mundo de la formación	• ¿Cómo debe ser la formación de educadores en el campo disciplinar de la educación en Ciencias?
El mundo de la investigación de la EC	• ¿Cómo se investiga en la educación en ciencias?

Tabla No.1: Bases Epistemológicas que estructuran el Campo de la Educación en Ciencias

### b. Estatuto Epistemológico

El estatuto epistemológico comprende el desarrollo de la investigación en Educación en Ciencias en Colombia, tomando como referencia. La formación investigativa en la Educación en Ciencias que actualmente se desarrollan en los programas de investigación en Educación en ciencias responde a las siguientes preguntas ¿Cuál ha sido el proceso de desarrollo de las líneas de investigación en el País?, ¿Cuál es el estado actual de la investigación en Educación en Ciencias en el País?, ¿Cómo se investiga?, ¿Cómo influyen los aspectos anteriores en el estado de la educación en ciencias colombiana? Y ¿Cómo se diferencia la investigación que se hace en el país y la investigación que hace la comunidad de investigadores en Educación en Ciencias en el mundo?

### c. Programas de Investigación

En este estudio el programa de investigación se conceptualiza desde los planteamientos de Lakatos (1971), según el cual un programa de investigación está constituido por un núcleo duro que se estructura a través de un conjunto de principios básicos, convencionalmente aceptados e irrefutables por una decisión del investigador. Adicionalmente, el núcleo lleva asociada una heurística que determina dos tipos de reglas metodológicas, a saber: una que muestra los caminos de investigación se deben evitar: heurística negativa y otra presenta los caminos que se deben de seguir: heurística positiva. Esta última permite la construcción de un cinturón de hipótesis auxiliares, que prevé anomalías y las transforman. Este cinturón de hipótesis es el que resiste el peso de las contrastaciones para irse ajustando y reajustando, o incluso ser sustituido por completo, para defender el núcleo que de ese modo se hace más sólido (Lakatos, 1971; Díez y Moulines, 1999). Lo anterior se puede expresar en la siguiente la tabla No. 2.

	<b>Elementos invariantes</b>	<b>Elementos progresivos</b>
<b>Componente teórico</b>	Núcleo duro	Cinturón protector
<b>Componente Heurístico</b>	Negativa	Positiva

Tabla No. 2: Componentes Teóricos e Heurísticos del Programa de Investigación

De acuerdo a la tabla No.1, los programas que se propusieron para el desarrollo de esta investigación se presentan en la Tabla No. 3:

	<b>Programa de formación en investigación en educación en ciencias</b>	<b>Programa de divulgación y validación de investigación en educación en ciencias</b>	<b>Programa de regulación y orientación de la investigación en educación en ciencias</b>
Principios básicos	Los trabajos de grado presentados por los estudiantes de pregrado se asumen como investigación inicial.	La divulgación y validación del conocimiento construido a través de las investigaciones se realiza en congresos nacionales e internacionales en Educación en Ciencias.	A través de las convocatorias de Colciencias se regula la investigación en Educación en Ciencias en Colombia.
	Los trabajos de investigación presentados por los estudiantes de maestría se asumen como investigación intermedia.	La divulgación y validación del conocimiento construido a través de publicaciones en revistas y libros.	Colciencias orienta la investigación en Educación en Ciencias en Colombia.
	Las disertaciones de doctorado es investigación avanzada		
	Los grupos de investigación orientados en las diversas instituciones (universidades) realizan investigaciones.		

Tabla No. 3: Principios Básicos de los Programas de Investigación

**Programa de Formación en Investigación en Educación en Ciencias.** De acuerdo a los principios básicos que fundamentan este programa mencionado en la tabla No. 2, comprende el análisis de las líneas de investigación que orientan la formación educativa en la Educación en Ciencias desde pregrado hasta posgrado en programas de doctorado de educación en ciencias naturales, trabajos de grado en las licenciaturas en Educación en Ciencias y Educación Ambiental, trabajos de especializaciones, tesis de maestría y doctorado en educación en ciencias en las instituciones educativas que tienen ese propósito de formación en la Educación superior.

**Programa de Divulgación y Validación de Investigación en Educación en Ciencias.** Según los principios básicos de este programa se comprende las líneas de investigaciones que se presentan a los debates de orden nacional e internacional en congresos y otros eventos del mismo carácter, con el propósito de

divulgar, generalizar y validar el conocimiento producto de la investigación al todas al interior del programa mencionado. En este sentido, el programa tiene como propósito epistemológico la construcción del campo disciplinar de la Educación en Ciencias.

**Programa de Regulación y Orientación de la Investigación en Educación en Ciencias.** A través de este programa se regula y se controla la investigación que se lleva a cabo por los grupos de investigación reconocidos por Colciencias con relación al campo de la Educación en Ciencias. Este se refiere a los proyectos de investigación financiados y apoyados por Colciencias a través de las convocatorias, a través de las cuales se regula y controla el conocimiento producido por los grupos y sus líneas de investigación.

#### d. Líneas de Investigación.

El concepto de línea de investigación (LDI) es conceptualizado como el conjunto de problemas, referentes teóricos, métodos de indagación, hipótesis que se proponen y las soluciones que se desarrollan en el Campo de la Educación en Ciencias. El desarrollo conjunto de los elementos que constituyen la línea de investigación contribuye a incrementar el conocimiento teórico y metodológico en dicho campo disciplinar.

De lo anterior, deriva que la línea de investigación es un proceso de resolver un problema o conjunto de problemas educativos en las ciencias a través de un método determinado, cuyos resultados contribuyen a la elaboración conceptual del campo de la Educación en ciencias en la sociedad, la región, la institución y en el aula.

La LDI como proceso en permanente construcción tiene un inicio conceptual, su documento de fundación como referencia para su evolución en el tiempo y tiene un documento final de desarrollo para su contrastación conceptual y en ese contraste la LDI produce: conceptos, teorías, métodos de investigación, problemas, publicaciones como: textos, artículos, ponencias. Además, la LDI se caracteriza por hacer escuela, lo cual significa formar los futuros investigadores que permiten la evolución progresiva de ésta en el tiempo. En este sentido, una LDI es inmortal, no muere en el espacio y tiempo newtoniano, así, ésta pertenece al tiempo y al espacio einsteniano. LDI supera su sujeto fundador y por último ésta se organiza en torno a trabajos de grado, trabajos de investigación en Maestrías y disertaciones de doctorado.

## 4. METODOLOGÍA

Proponer una respuesta al problema objeto de estudio acerca del estado del arte de la investigación en la Educación en Ciencias que se ofrece en la nación, a través del análisis crítico a los diferentes programas de investigación antes mencionados. Así pues, esto implica conocer lo que se está realizando a nivel internacional en la investigación en este campo durante el mismo periodo, y contrastarlo con las investigaciones que se realizan a nivel nacional.

Para conocer el campo de la Educación en Ciencias a nivel nacional, se plantea como hipótesis que ***conociendo cuales son las hipótesis de investigación desarrollada por los profesores-investigadores, quienes direccionan los programas de investigación permitirían saber la respuesta al problema en cuestión.*** Para ello se recoge y analiza la información proveniente de cada uno de los programas de investigación analizados, con el propósito de establecer el Estatuto Epistemológico de la Educación en Ciencias del país.

### **a. Diseño Metodológico**

La pregunta de investigación que se plantea el proyecto exige integrar tanto el paradigma cuantitativo como el cualitativo, además triangular teorías, datos y metodologías de investigación, con el propósito de validar los resultados provenientes del estudio (Denzin, 1978). Las técnicas de investigación a utilizar para recoger los datos serán el estudio documental y el análisis de contenido (Krippendorff, 1990). De acuerdo a lo anterior, se plantea una heurística que permite abordar el problema:

- **Revisión Sistemática de la literatura internacional**

Se toma como base los cuatro handbooks en el campo de la Educación en Ciencias hasta el momento publicados, dado que estos recogen de manera amplia y profunda las diferentes líneas de investigación que se han venido desarrollando. El objetivo que se tenía con la revisión de esta literatura era identificar las líneas de investigación desarrolladas a nivel internacional. Para ello, se llevó a cabo una triangulación teórica en donde se compararon inicialmente las diferentes tablas de contenido de los diferentes compendios (Ver Anexo 1), debido a que a partir de ellas se logra una primera aproximación a la estructura del campo de la Educación en Ciencias.

Posteriormente, se identificaron los artículos que juegan un papel clave dentro de cada una de las secciones de los respectivos Handbooks, dado que éstos presentan una perspectiva general y amplia de los diferentes elementos que constituyen el cuerpo de la línea de investigación, y son desarrollados en los otros artículos que

pertencen a la misma sección del compendio en cuestión. A partir de este recurso teórico se llevó a cabo un análisis a cada uno de los documentos seleccionados, lo cual permitió evidenciar y sistematizar el marco teórico que subyace a cada una de las líneas de investigación que constituyen el campo de la Educación en Ciencias a nivel internacional. Vale la pena destacar, que cada uno de los documentos fueron leídos por dos investigadores diferentes con el propósito de triangular la información.

- **Diseño de la Rejilla de análisis**

Para establecer el estado del arte de la investigación en la Educación en Ciencias, se tomó la decisión de utilizar **la técnica del análisis de contenido**, dado que, ésta permite llevar a cabo una lectura sistemática, crítica, objetiva, replicable, confiable y validada a todos los documentos que componen la muestra, con la intención de formular inferencias desde el contexto de los datos de los documentos en cuestión (Krippendorff, 1990). Para recoger dicha información se diseñó una rejilla de análisis de contenido (Ver Anexo 2), la cual tiene una estructura lógica constituida por un conjunto de categorías deductivas e inductivas, que nos permitieron representar y documentar el contenido, tanto manifiesto como latente que se encuentra en el cuerpo de conocimiento. Cada uno de los documentos teóricos fue analizado a partir de la rejilla de análisis por dos investigadores diferentes, con la intención de triangular la información recogida a través de este instrumento.

- **Recopilación y análisis de las publicaciones que se recogen de los programas: Institucional, Convocatoria y Público**

El marco teórico y metodológico de este estudio permitió decidir cuál serían las unidades de análisis, para ello se tomaron los referentes de Krippendorff (1990), quien clasifica a las unidades de análisis como: *unidades de muestreo*; *unidades de registro* y *unidades de contexto*. Las primeras son “aquellas porciones del universo observado que serán analizadas” (Abela, 2000: p.13). El universo objeto de estudio son todas las producciones documentales mediante las cuales los investigadores han hecho públicas y sometido a discusión sus trabajos y resultados, que han salido a la luz en el período 2000-2011. A continuación se describen los universos objeto de estudio en cada uno de los programas de investigación.

En el **programa de formación en investigación en educación en ciencias** de orden institucional, se recogen las tesis de pregrado, maestría y doctorado, las cuales son analizadas a través de la rejilla de análisis. En este programa también se analizan las Estructuras curriculares de los programas de doctorado que tienen

la línea de investigación completa, dicho análisis se realiza a través de un análisis teórico.

El **programa de regulación y orientación de la investigación en educación en ciencias** de orden de Convocatoria, recoge los proyectos que han sido financiados por Colciencias en el periodo de estudio. La revisión de estos proyectos se hace a través de la lectura de los informes finales que tiene Colciencias y la aplicación de la rejilla de análisis.

El **programa de divulgación y validación de investigación en educación en ciencias**, analiza una muestra de ponencias del primer y Segundo Congreso Nacional de Investigación en Educación en Ciencias y Tecnologías de EDUCyT. En este programa además se analiza las publicaciones en revistas nacionales e internacionales realizadas por los investigadores del campo, este ejercicio se realiza a través de la rejilla de análisis.

- **Procesamiento global cuantitativo y cualitativo de la información**

La vasta información recogida fue transformada en datos a través de un primer análisis de contenido y ordenamiento conceptual, así que, este proceso permitió el desarrollo de las diferentes categorías que estructuran la rejilla de análisis de contenido. Adicionalmente, las categorías abiertas (ej. Qué problema plantea el documento) complementaron el análisis de la documentación.

La anterior situación, permitió el establecimiento del Estado del Arte de la investigación en Educación en Ciencias. Por tanto, se logró el establecer las el conjunto de líneas de investigación que estructuran el campo de la Educación en Ciencias en la nación, lográndose identificar el alto desarrollo de unas y la emergencia de otras.

## **5. RESULTADOS**

Después de haber realizado una descripción y ordenamiento conceptual de la información recogida en los diferentes programas de investigación, se llevó a cabo una teorización, la cual genera como uno de sus resultado un conjunto de líneas de investigación que estructuran el campo de la educación en ciencias en la nación. Para ello se efectuó un análisis de contenido a los documentos provenientes de: los programa de formación en investigación en Educación en Ciencias; el programa de regulación y orientación de la investigación en Educación en Ciencias; el programa de divulgación y validación de investigación en Educación en Ciencias; además, las líneas de investigación planteadas por los profesores investigadores a lo largo del

estudio y posteriormente esta información fue triangulada y contrastada. A continuación se presenta la descripción de las líneas de investigación a nivel nacional que emergieron del estudio junto con los investigadores<sup>6</sup> que han divulgado el conocimiento producido en cada una de ellas.

### **a. La Relación del Conocimiento Científico y el Conocimiento Común**

Esta línea de investigación se focaliza desde un marco teórico constructivista de la enseñanza de las disciplinas, basadas en los conceptos previos y espontáneamente adquiridos por los alumnos. En este sentido, cuando el niño llega a la escuela tiene unos conceptos previos para interpretar el fenómeno natural del mundo externo, es decir, ideas espontáneas que necesariamente van a influenciar en forma positiva o negativa con lo que estamos enseñando en el aula de ciencias.

De allí, se deriva el problema de investigación que sistemáticamente se aborda en la línea en cuestión: se sabe que el alumno tiene un conocimiento previo de las ciencias, pero el maestro no sabe cómo utilizarlo en la enseñanza, aprendizaje y evaluación en la escuela; por ello, la importancia de investigar: cómo se logra la relación entre lo que el alumno sabe previamente de su entorno (conocimiento del alumno) y lo nuevo que el maestro enseña de las ciencias (conocimiento del maestro).

La hipótesis fundamental de esta línea de investigación es asumir que el progreso y avance de la enseñanza de las ciencias está determinado por la reflexión, análisis e investigación de la construcción histórica educativa de los conceptos de las ciencias, pensados epistemológicamente para explicar la razón de ser de su naturaleza, su secuencia curricular, su lógica de descubrimiento y de justificación. Estos elementos recogen lo que se ha denominado el valor educativo de la enseñanza, aprendizaje y evaluación de las ciencias a la luz del contexto histórico-epistemológico de su descubrimiento y justificación.

Finalmente, la formación, rectificación, progreso y desarrollo permanente de esta hipótesis, es la que ha producido uno de los primeros textos sobre enseñanza de las ciencias en el país titulado: *“La relación entre el conocimiento del estudiante y el conocimiento del maestro en las ciencias experimentales”*. Actualmente esta línea de investigación continua su desarrollo progresivo en el marco del grupo de

---

<sup>6</sup> Es importante aclarar que este estudio no recoge la totalidad de los investigadores del campo de la Educación en Ciencias a nivel nacional, dado que solo se tomaron en cuenta aquellos quienes pertenecen a las Universidades que tienen la línea completa de formación en Educación en Ciencias.

investigación Ciencias Acciones y Creencias UPN-UV dirigido por Luis Enrique Salcedo en la Universidad Pedagógica Nacional y Alfonso Claret Zambrano en la Universidad del Valle. Vale la pena decir, que el profesor Carlos Uribe ha aportado al desarrollo de esta línea, con sus estudios sobre el desarrollo de Competencias Científicas. Adicionalmente, el profesor Oscar Eugenio Tamayo ha influido en el desarrollo de la línea en cuestión a través de las investigaciones focalizadas en la Formación y Evolución de los conceptos científicos.

**b. La Enseñanza, Aprendizaje y Evaluación: Metacognición, Cambio Conceptual, Resolución de Problemas, e Historia de las ciencias.**

91

La línea de investigación de Enseñanza, aprendizaje y evaluación de las ciencias naturales no solo se limita a articular el conocimiento del profesor y el conocimiento del estudiante, sino que reflexiona sobre el conocimiento mismo, es decir, metacognición, cambia el conocimiento de una posición inicial a una posición final (Cambio conceptual), al contexto histórico y epistemológico donde ocurre el cambio conceptual de las ciencias, que se toma como referencia para el cambio cognitivo en el aula de clases y la manera como se trabaja en el aula a través de la resolución de problemas.

Los múltiples estudios llevados a cabo en las últimas décadas en el campo de la Educación en Ciencias, evidencian la revolución que se ha generado sobre la enseñanza - aprendizaje – evaluación de las ciencias. De hecho, ésta ha sido direccionada por la comunidad hacia los esfuerzos de reformas curriculares con el propósito de mejorar la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias naturales.

En este sentido, el cuerpo de conocimiento que se ha generado a lo largo de las últimas décadas de investigación en Educación en Ciencias, permite ver la evolución progresiva en sus marcos teóricos de referencia. Así pues, los primeros estudios que abordaron la problemática de la enseñanza y del aprendizaje de la ciencia se focalizaron en marcos teóricos provenientes de disciplinas como la psicología cognitiva basada en Piaget (1971), filosofía y la historia de la ciencia según Khun (1970) y Toulmin (1961, 1972), los cuales dieron origen a la tendencia de la investigación del Cambio Conceptual, donde el estudiante es considerado como un sujeto epistémico que construye una realidad a través de la interacción entre sus marcos teóricos y los fenómenos naturales, por tanto, para estos educadores de profesores el conflicto conceptual y cognitivo juegan un papel clave durante dicha construcción cognitiva.

En el campo de la Educación en Ciencias, la primera teoría denominada Cambio Conceptual es desarrollada por Posner et al, (1982), basada en las ideas en que el conocimiento previo influencia el aprendizaje junto con la idea piagetiana de asimilación y acomodación y el trabajo de filosofía de las ciencias de Khun, (1970) y de Lakatos, (1972).

Ahora bien, la comunidad ha comenzado a girar su núcleo de investigación hacia una tradición sociocultural, en donde el estudiante es conceptualizado como un sujeto activo que interacciona con los miembros de una comunidad de aprendizaje a través del discurso hablado y escrito, con el propósito de superar los conflictos conceptuales y socioculturales de su contexto. Por consiguiente, los investigadores y educadores de profesores adscritos en esta tendencia, conciben el lenguaje como un instrumento epistémico que le permiten a los estudiantes negociar significados y formas de significar dentro de una comunidad de aprendizaje que pertenece a un contexto singular. En este sentido, Ángel E. Romero (2011) y Oscar E. Tamayo (2009) desde las investigaciones centradas en el lenguaje, la argumentación y educación en ciencias, han trabajado la relación antes mencionada.

El cambio conceptual a nivel internacional ha sido considerado una tradición de investigación (Anderson, 2007), cuyo marco teórico ha estado fundamentado por la filosofía historicista de la ciencia y por la psicología cognoscitiva (Piaget, Ausubel, 1978) y la propuesta Sociocultural (Vygostky, 1962). Así, esta tradición a lo largo del tiempo es abordada desde diferentes perspectivas, en donde su foco de investigación es el estudio del conocimiento previo del estudiante, además, de las estrategias de enseñanza para lograr la intervención de estas representaciones.

Una perspectiva inicial de esta línea es lograr el cambio del conocimiento previo de los aprendices a través del conflicto cognitivo, en tanto, otras posturas teóricas no pretenden sustituir este conocimiento, sino, que éste debería evolucionar de manera progresiva hacia las ideas de la ciencia. Recientemente, la comunidad de educadores de ciencias está asumiendo la posibilidad de la coexistencia entre las concepciones alternativas y los modelos teóricos de las ciencias que elaboran los aprendices (Vosniadou y Ioannides, 1998).

Esta tradición a nivel nacional también ha tenido un amplio desarrollo, a causa, de la importancia que ésta tiene para iluminar las prácticas educativas en el aula de ciencias. Por ejemplo, Oscar Eugenio Tamayo (2001) con su disertación doctoral “Evolución conceptual desde una perspectiva multidimensional”. Aplicación al concepto de respiración”. Carlos Uribe (2005) con su trabajo de investigación

“Pensar con la Ciencia” en el cual se aborda la manera cómo intervenir cognitivamente a los estudiantes para el desarrollo de competencias científicas.

En la actualidad, la comunidad de educación en ciencias ha incrementado su interés por la Metacognición, como un elemento clave de abordar en las múltiples agendas de la investigación en su campo. Desde esta propuesta se asume que los estudiantes cuando emprenden un proceso de aprendizaje intencionado, deberían de ser capaces de comprometerse conscientemente con procedimientos particulares tanto físicos como cognitivos, con la intención de monitorear su progreso hacia las metas de investigación propuestas. Adicionalmente, sería necesario que ellos fueran conscientes de los diferentes fines de la actividad de aprendizaje con el propósito de evaluarlos, y reflexionar sobre los resultados arrojados. Por tanto, este tipo de pensamiento consciente es el sello distintivo de la metacognición de los sujetos. De acuerdo con Tamayo (2006, 2009), el conocimiento metacognitivo se refiere al conocimiento que tienen las personas sobre sus propios procesos cognitivos.

En conclusión, la metacognición es un amplio constructo teórico de gran utilidad en la enseñanza de las ciencias (Gunstone & Mitchell, 1998; Martí, 1995; Meyer, 1998; Sternberg, 1998), adicionalmente, ésta genera estrategias metodológicas de enseñanza y aprendizaje (Osborne, 2000; Pintrich, et al. 1993; Tobías y Everson, 1996).

Por otro lado, la Resolución de Problemas a nivel internacional en la década de los noventa jugó un papel clave en el campo de la Educación en Ciencias. De hecho, en el Handbook de Gabel (1998), se le dedicó toda una sección donde se compilaban los trabajos de este tópico, sin embargo, el entusiasmo por abordar esta línea ha decrecido, situación que se evidencia al no encontrar secciones sobre ésta en posteriores Handbooks en Educación en Ciencias.

El tópico sobre evaluación es abordado por Cárdenas, et al (2010), los cuales asumen la evaluación desde una perspectiva formativa más que acreditativa, cuyo propósito es construir en el aula de ciencias una cultura de evaluación que trascienda su uso como una forma de calificar y promover a los alumnos, para hacer de ella un instrumento de aprendizaje y perfeccionamiento en las propuestas de enseñanza que desarrollan los maestros.

En el contexto nacional se destaca el trabajo de Jessup (1998) el cual se focaliza en atender las dificultades que presentan los estudiantes en el momento de enfrentarse a las pruebas estandarizadas, teniendo en cuenta una estructura lógica basada en la resolución de verdaderos problemas. De ahí que, la resolución de

problemas trascienda la actividad eminentemente científica e incide en otras esferas de la vida individual y social.

El tópico de investigación de historia y enseñanza de las ciencias ha sido ampliamente desarrollado en el contexto nacional, de hecho, en este estudio se ha encontrado que tanto en los trabajos de pregrado, maestría y doctorado se ha generado teoría que se focaliza en este tópico. La historia, epistemología y filosofía de la ciencia se ha tomado como un referente teórico para diseñar el currículo de las ciencias, con la intención de promover procesos de aprendizaje en las aulas de ciencias, es decir, toma como referencia conceptual la historia y epistemología de las ciencias para analizar el valor educativo de sus desarrollos en la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias.

Finalmente, el análisis del contenido a los documentos ha permitido evidenciar que este tópico es abordado por varios grupos de investigación, por ejemplo, Ciencias, Acciones y Creencias (UPN-UV), con los profesores Alfonso Claret Zambrano y Luis Enrique Salcedo; Ciencia, Educación y Diversidad (UV) con el profesor Edwin García; Física y Cultura (UPN) con la profesora María Mercedes Ayala; DIDAQUIM (UD), con el profesor Álvaro García. Grupo de estudios culturales sobre las ciencias y su enseñanza- ECCE con el profesor Ángel Romero.

### **c. La relación entre la teoría y la práctica en las ciencias experimentales a través del laboratorio escolar.**

Esta línea de investigación viene desarrollándose a partir del trabajo de diferentes grupos de investigación a nivel nacional, uno de ellos es el grupo Ciencia, Educación y Diversidad de la Universidad del Valle, dirigido por el profesor Edwin García, a partir de los marcos teóricos y metodológicos que se derivan de su tesis de maestría y doctorado respectivamente: “Construcción del fenómeno eléctrico en una perspectiva de campos”; “Las prácticas experimentales en los textos y su influencia en el aprendizaje: aporte histórico y filosófico en la física de campos” (2011). De allí que el propósito del grupo es el de querer superar la brecha y la forma convencional con que se asume la relación teoría y práctica en las aulas de ciencias naturales.

Por tanto, el grupo se propone replantear el papel de la experimentación en la construcción del conocimiento científico, de acuerdo con los nuevos enfoques de la filosofía de las prácticas experimentales, para ello, juega un papel clave pensar el experimento no como subsidiario de la teoría, sino como un medio a través del cual se logra la construcción del conocimiento científico dentro de un contexto social (García, 2011). De allí que, el giro hacia la práctica en filosofía de la ciencia, obliga a que los temas de racionalidad, objetividad, verdad y mundo dejen de ser tratados

desde la teoría y a que se redefinan nuevos problemas filosóficos, promoviendo una nueva imagen de la ciencia. (Iglesias 2004). Reconocer entonces la importancia y la validez de las prácticas experimentales en la constitución de la ciencia, resulta ser un elemento fundamental para pensar en el diseño de propuestas de enseñanza de las ciencias.

El grupo de investigación interinstitucional Ciencias, Acciones y Creencias UPN-Univalle ha desarrollado un trabajo en esta línea consistente en el diseño de una secuencia de actividades específicamente dirigida al desarrollo de competencias científicas en estudiantes de grados 7 y 8, complementarias a las actividades más dirigidas al aprendizaje de los contenidos disciplinares<sup>7</sup> (Uribe, 2005). Estas actividades plantean desafíos cognitivos situados en la Zona de Desarrollo Próximo de los estudiantes, que surgen en situaciones experimentales derivadas de las utilizadas por Inhelder y Piaget en sus estudios empíricos sobre el desarrollo de los esquemas lógicos que integran el pensamiento formal<sup>8</sup>. Así pues, las actividades se realizan en el laboratorio escolar empleando recursos de fácil adquisición y en algunos casos recursos caseros. Los datos obtenidos por los estudiantes constituyen la materia prima de sus razonamientos y sus explicaciones, o en general de sus intentos de resolución del problema respectivo. Pero el objetivo no es que los estudiantes lleguen a los conceptos disciplinares prefijados, sino estimular su actividad cognitiva científica a un nivel de abstracción un poco mayor del que dominan.

Esta estimulación desafiante les permite desarrollar competencias como la identificación y control de variables, la construcción de sistemas abstractos de clasificación, el razonamiento proporcional, combinatorio, probabilístico y correlacional, la modelación, la construcción de modelos y la definición de variables compuestas, y en general el pensamiento hipotético deductivo y proposicional, que está en la base de las competencias científicas. Dentro de los varios aspectos del modelo didáctico utilizado en el diseño y aplicación de las unidades diseñadas que cabría mencionar, debe destacarse el énfasis dado al trabajo en equipo en el que los estudiantes actúan como mediadores del desarrollo cognitivo de sus compañeros y el fomento a la metacognición.

Otro grupo de investigación que viene direccionando el desarrollo de la línea en cuestión es el de Física y Cultura adscrito a la Universidad Pedagógica Nacional (UPN) que se ha preocupado por la relación entre el experimento y la construcción

---

<sup>7</sup> La secuencia está inspirada en la desarrollada por P. S. Adey and M. Shayer, *Really Raising Standards. Cognitive Intervention and Academic Achievement* (London: Routledge, 1994).

<sup>8</sup>B. Inhelder and J. Piaget, *De La Lógica Del Niño a La Lógica Del Adolescente* (Buenos Aires: Paidós, 1972).

de magnitudes, con el fin de que desde ella se generen elementos para el desarrollo de propuestas de enseñanza significativas y contextualizadas sobre los contenidos de ciencias (Malagón et al, 2011).

### **3.4 Las nuevas tecnologías de la informática y la comunicación y su relación con la educación en ciencias naturales. - Inteligencia Artificial y Procesos de Razonamiento**

Esta línea de investigación cuenta con un desarrollo incipiente tanto a nivel nacional como internacional, no obstante, es considerada por las políticas estatales y por los diseñadores de currículo como un elemento clave para mediar los procesos de enseñanza y aprendizaje de las ciencias. De allí, que se estén promoviendo programas como: “Computadores para Educar”, con el propósito de que las escuelas cuenten con computadores y otros artefactos tecnológicos para la enseñanza (ej., tableros electrónicos, Tablets, entre otros). Aunque las políticas gubernamentales apuntan hacia el desarrollo de las TIC, esta línea de investigación no refleja aún un crecimiento en el contexto nacional, quizás uno de los factores que justifiquen este hecho, es la carencia de profesores con disertaciones que aborden problemas relacionados con esta línea.

Las TIC son consideradas como instrumentos mediadores en los procesos de enseñanza y aprendizaje de los contenidos de las ciencias, dado que éstas permiten que los estudiantes puedan establecer una relación entre el conocimiento previo y los conceptos de las ciencias que se le presentan en el aula, lo anterior, está fundamentado por un marco teórico constructivista. Además, estas tecnologías son consideradas potencialmente útiles, ya que permiten generar ambientes de aprendizaje alternativos a los tradicionales, donde los estudiantes se sienten cómodos y atraídos por las ciencias.

La investigación en esta línea aunque débil ha generado un marco teórico y metodológico, el cual ha orientado a los diseñadores de las políticas educativas para que tomen en cuenta los mediadores tecnológicos como elementos claves para las reformas curriculares en ciencias. De ahí que, dentro de la comunidad de Educación en Ciencias se haya comenzado a llevar a cabo estudios que están centrados en el diseño, aplicación y evaluación de software educativo en la enseñanza de las ciencias (García, 2011; Víafera, 2003). Adicionalmente, esta línea de investigación no solo la desarrollan profesionales de la Educación en Ciencias, sino, también, se abordan por las facultades de Ingeniería y tecnologías de las Universidades, en muchos casos sin un marco teórico proveniente del campo de la Educación en Ciencias.

### 3.5. Desarrollo Curricular en Ciencias Naturales.

Esta línea de investigación tiene un desarrollo en el contexto nacional a partir de los trabajos y proyectos realizados por el grupo de investigación interinstitucional: Ciencias, Acciones y Creencias UPN-UV. Dicha línea ha estado orientada por el profesor Alfonso Claret Zambrano de la Universidad del Valle, donde el currículo como el campo práctico de la educación se asume como un proceso social, el cual está constituido por la interacción sinérgica de los diferentes procesos: el currículum estatal, el currículum planeado, el currículum procesado y el currículum obtenido.

El currículo estatal constituye un marco de referencia conceptual para analizar los currículos planeado, procesado y obtenido. Este currículo está plenamente establecido en los lineamientos curriculares de ciencias naturales y educación ambiental, los estándares básicos de competencia en ciencias naturales, y demás documentos normativos establecidos por el Ministerio de Educación.

El currículo planeado, se origina del proceso de transformación del currículo estatal, a partir del sistema de conocimientos, concepciones, valores y cultura del maestro.

El currículo procesado es aquel que el maestro efectivamente realiza a través del desarrollo de sus clases, según el contexto de su proyecto educativo institucional (PEI). En este sentido, el currículo procesado está influenciado por el PEI en términos de concepciones teóricas educativas, su misión, su visión, su modelo pedagógico, conceptos, procesos, actitudes y valores.

El currículo obtenido es lo que el estudiante efectivamente logra después de pasar por la actividad educativa científica del currículo del maestro. Este currículo está determinado por lo que el estudiante adquiere de las ciencias a las cuales ha sido expuesto didácticamente (Zambrano y Mosquera, 2010; Sacristán, 2007).

Un referente, fundamental para los trabajos ubicados en esta línea es la propuesta de Stenhouse (1998), quien asume al currículo como una hipótesis de investigación que debe ser contrastada a partir de la práctica educativa de los maestros, en este sentido, el rol de ellos es el de maestro investigador en el aula de ciencias.

Los desarrollos teóricos y metodológicos de esta línea de investigación se pueden evidenciar en el proyecto financiado por la Fundación Promigas: “Un Currículo Alternativo para la enseñanza de la Ciencias Naturales y Educación Ambiental en la educación básica y media en instituciones educativas del distrito de Barranquilla” y el financiado por Colciencias “Un Currículo Alternativo para la enseñanza de la Ciencias Naturales y Educación Ambiental en la educación básica y media en instituciones educativas de la ciudad de Cali”.

### 3.6. Contextos culturales - Educación ambiental – Educación en Ciencias en Ambientes no Convencionales

El mundo socio cultural es uno de los fundamentos educativos generales de la educación en ciencias. Este mundo vincula el contexto socio cultural al proceso de enseñanza – aprendizaje y evaluación, igualmente relaciona ciencia, tecnología y sociedad en la enseñanza de las ciencias. En este sentido, la educación ambiental y los ambientes no convencionales son una expresión de esta relación.

Desde esta línea de investigación se asume el concepto de cultura, como la red de significados y símbolos que comparte una comunidad, con el propósito de interactuar socialmente (Geertz, 1973). En el marco de la enseñanza de las ciencias, se entiende que en el aula de ciencias se establece esta red de significados y símbolos, con el propósito de interactuar socialmente en la enseñanza, aprendizaje y evaluación de las ciencias naturales en su contexto curricular.

En el ámbito de los estudios nacionales sobre los contextos culturales en la enseñanza de las ciencias, se destaca, el trabajo realizado por el grupo INTERCITEC, dirigido por la profesora Adela Molina, de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas de Bogotá, quien desde su tesis doctoral<sup>9</sup> (2000) viene trabajando asuntos relacionados con la diversidad cultural, tratando de vincular los elementos teóricos de la cultura a la escuela a través de la línea de investigación llamada: Enseñanza de las Ciencias, Contexto y Diversidad Cultural.

Un estudio a destacar es el de “*Aproximación interpretativa a la narración sobre la naturaleza de cuatro niños y niñas*” (Molina y otros, 2005), donde se presenta una revisión amplia del concepto de cultura desde la antropología y los enfoques que se han propuesto para caracterizar las configuraciones de sentido de los estudiantes y profesores de diferentes culturas, desde la perspectiva de la Educación en Ciencias, con enfoques tales como: World View de Cobern, el Cross Cultural de Aikenhead, y los conglomerados de relevancias, de Molina. Posteriormente, el trabajo ofrece una primera aproximación a las ideas de naturaleza de la cultura Sikuni y su contraste con la idea occidental, a partir de las narrativas de los niños.

Adicionalmente, esta línea de investigación ha producido una vasta cantidad de publicaciones donde se presentan los resultados teóricos y metodológicos que

---

<sup>9</sup>Conocimiento, Cultura y Escuela: Estudio de sus Interrelación a partir de las ideas de los niños (8-12 años) sobre las espinas del cactus

viene desarrollando el grupo de investigación. Además, han servido de referente para otros grupos que están produciendo en esta línea. Algunas publicaciones son: "Las redes de maestros un espacio de diálogo intercultural" revista Nodos y Nudos; "Diversidad cultural e implicaciones en la enseñanza de las ciencias: reflexiones y avances" revista Colombiana de Educación; "La resolución de problemas y sus interrelaciones con el contexto cultural: determinación de referenciales para la formulación de una propuesta de formación inicial de licenciados en química" revista Enseñanza de las ciencias, entre otras.

Un presupuesto importante que se ha planteado en esta línea, es que los profesores necesitan tomar conciencia de la variedad de concepciones del mundo de los estudiantes (WorldViews), de modo que puedan comprender cómo los diferentes trasfondos culturales se aproximan al aprendizaje de las ciencias. De esta manera, podrán utilizar artefactos culturales, ejemplos, analogías y recursos comunitarios que sean familiares a los estudiantes, lo cual es necesario para que la ciencia sea relevante e inteligible para ellos. En una palabra, esta línea de investigación muestra que la enseñanza de las ciencias debe ser culturalmente congruente.

Otro tópico que ha comenzado a jugar un papel clave dentro del campo de la Educación en Ciencias es el de Ambientes no Convencionales, dado que, han abordado el problema de la enseñanza y el aprendizaje de los conceptos de ciencias en espacios diferentes a la escuela, por ejemplo, museos, zoológicos, parques temáticos, bibliotecas, jardines botánicos, entre otros. La situación anterior, quizás se da en respuesta a las posibilidades que brindan otros escenarios diferentes a la escuela para acceder a la información. Desde luego, las investigaciones que se inscriben en esta línea se proponen superar el hecho que los sujetos que vayan a estos espacios solo obtengan información, pues se quiere trascender a la construcción de conocimientos por parte de ellos en estos ambientes. Este tópico de investigación ha sido desarrollado en nuestro contexto por el trabajo académico del grupo de Educación en Ciencias Experimentales y Matemáticas (GECM) de la universidad de Antioquia a través de la dirección del profesor Carlos Arturo Soto Lombana. Adicionalmente, Fanny Angulo ha venido continuamente presentando desarrollos en la importancia que juegan los Ambientes no Convencionales, en la enseñanza y aprendizaje de los contenidos del currículo de ciencias.

### **3.7. Conocimiento, Pensamiento y Formación del Maestro**

En la comunidad de educadores profesores de ciencias, existe el consenso de que la calidad de los procesos educativos en la escuela, dependen del desarrollo profesional del profesorado. Esta situación evidencia que los aprendizajes de los estudiantes están directamente relacionados con el qué y el cómo los profesores

enseñan. Este qué y cómo enseñar depende del conocimiento de la disciplina y la pedagogía, capacidades, que ha aprendido a lo largo de su formación y que continua aprendiendo durante su práctica y experiencia.

Bajo este panorama, la línea de investigación en cuestión ha tenido un amplio desarrollo tanto en el contexto nacional como en el internacional, dado que, se ha concebido al maestro como un elemento clave en los procesos de enseñanza, aprendizaje y evaluación. La situación anterior, se evidencia en el creciente interés de los miembros de los grupos de investigación como ejemplo, Valbuena (2007), Mosquera (2008), García A. (2009), Martínez, C. (2000) entre otras, quienes han focalizado su objeto de investigación en el conocimiento, pensamiento y formación del profesor.

Finalmente, el marco teórico que subyace al CPC (Conocimiento Pedagógico del Contenido) (Shulman, 1986, 1987) ha sido asumido como un referente fundamental para el diseño tanto de reformas curriculares, como de los cursos de aprendiendo a enseñar ciencias. La apuesta al desarrollo de dicho marco, se sustenta en que éste permite superar la brecha que se ha generado entre el conocimiento de la disciplina y la pedagogía general.

#### 4. CONCLUSIONES

La hipótesis de investigación del proyecto, plantea que para establecer el estatuto epistemológico de la Educación en Ciencias se necesita conocer las hipótesis de investigación desarrolladas por los profesores-investigadores desde su formación de doctorado hasta la actualidad, dentro de los grupos de investigación a los cuales pertenecen, y ser contrastadas con el cuerpo de conocimiento de los tres programas de investigación, a saber: i. Formación en investigación en educación en ciencias de orden institucional, ii. Regulación y orientación de la investigación en educación en ciencias, y iii. Divulgación y validación de investigación en educación en ciencias.

La anterior heurística investigativa permitió establecer que en la nación a lo largo del período 2000-2011, se desarrollaron las siguientes líneas de investigación: La Relación del conocimiento científico y el conocimiento común, La Enseñanza, Aprendizaje y Evaluación: Metacognición, Cambio Conceptual, Resolución de Problemas, e Historia de las ciencias, La relación entre la teoría y la práctica en las ciencias experimentales a través del laboratorio escolar, Las nuevas tecnologías de la informática y la comunicación y su relación con la educación en ciencias naturales. - Inteligencia Artificial y Procesos de Razonamiento, Desarrollo Curricular en Ciencias Naturales, Contextos culturales - Educación ambiental – Educación en Ciencias en Ambientes no Convencionales y Conocimiento, Pensamiento y Formación del Maestro.

Las líneas de investigación evidenciadas por el proyecto “Establecimiento del estado del arte de la investigación en Educación en Ciencias en Colombia, 2000-2011”, junto con la manera como éstas se interrelacionan, son consideradas la base fundamental para la estructura lógica del Campo disciplinar de la Educación en Ciencias. Desde luego, que el contenido teórico y metodológico que subyace a las diferentes líneas de investigación podría ser utilizado por los diseñadores de las políticas educativas, entidades financiadoras de proyectos de investigación, educadores de profesores e investigadores, como marcos alternativos para formular las futuras agendas de investigación en nuestro país.

En algunas de las líneas de investigación nacionales se tuvo dificultad para adscribirlas a una de las diferentes líneas evidenciadas a nivel nacional, dado que, éstas han sido desarrolladas desde varios marcos teóricos provenientes de diferentes líneas de investigación. Decisión que han asumido los directores de las líneas para poder resolver los problemas e interrogantes que se han formulado al interior del grupo de investigación. Por ejemplo, historia y epistemología de las ciencias; aprendizaje y cambio conceptual; y currículum.

Finalmente, la conceptualización sobre la línea de investigación generada desde este estudio, permite articular los hallazgos derivados de los tres programas de investigación analizados: i. Formación en investigación en educación en ciencias de orden institucional, ii. Regulación y orientación de la investigación en educación en ciencias, y iii. Divulgación y validación de investigación en educación en ciencias. De allí, que la investigación muestra que el campo disciplinar se fundamenta en la enseñanza, aprendizaje y evaluación de las ciencias naturales como las categorías que atraviesan todas las propuestas de líneas de investigación consideradas en el orden nacional e internacional.

### Referencias Bibliográficas

Abela, J. (2000). Las técnicas de análisis de contenido: Una revisión actualizada. En: <http://public.centrodeestudiosandaluces.es/pdfs/S200103.pdf> (fecha de consulta 2 Septiembre de 2012).

Anderson, C. W. (2007). Perspectives on Science Learning. En S. K. Abell & N. G. Lederman (Eds.), *Handbook on Research on Science Education* (pp. 3–30). Mahwah (NJ): Lawrence Erlbaum.

Ausubel, D. (1968). *Educational psychology: A cognitive view*. New York: Holt, Rinehart & Winston.

Bourdieu, P. (2013). *El Oficio del Científico. Ciencia de la Ciencia y Reflexividad*. Editorial Anagrama S.A

Cárdenas, et al (2010). Reflexiones Acerca de la Evaluación. En: Educación y Formación del Pensamiento Científico. Cátedra ICFES Agustín Nieto Cablero

Denzin, N. (1978). The Research Act. Chicago: Aldine (originally 1970)

Díez y Moulines (1999). Fundamentos de Filosofía de la Ciencia. Segunda Edición. Ariel Filosofía.

Hernández, Carlos Augusto (2001). Aproximación a un estado del arte de la enseñanza de las ciencias en Colombia. Universidad nacional de Colombia.

Jessup, M. (1998). Resolución de Problemas y Enseñanza de las Ciencias Naturales. Revista TEA No. 3 pg. 42-52.

Gabel, D. (Ed.). (1994). Handbook of Research on Science Teaching and Learning. Nueva York: MacMillan.

García A. (2011). Proyecto Diseño de un portal de conocimiento para la Comunidad de investigadores en Didáctica de las ciencias y las matemáticas

García, E. (2011) las practicas experimentales en los textos y su influencia en el aprendizaje, aporte histórico y filosófico en la física de campos, tesis doctoral laureada. Universidad Autónoma de Barcelona.

García, E. (2009) Historia de las ciencias en textos para la enseñanza. Neumática e hidrostática. Editorial Universidad del Valle. Cali

Geertz, C (1973). The Interpretation of culture, New York, Basic book.

Iglesias, M. (2004). "El giro hacia la práctica en filosofía de la ciencia: Una nueva perspectiva de la actividad experimental". Revista de las ciencias humanas y sociales. No. 20

Krippendorff, K. (1990). Metodología de análisis de contenido: Teoría y Práctica. Barcelona: Paidós.

Khun, T. (1970). The estructura of scientific revolutions (2nd ed). Chicago: University of Chicago Press.

Lakatos, I. (1971). History of Science and its Rational Reconstructions, en Buck y

Cohen (eds.) (1971), PSA 1970, Philosophy of Science Association, East Lansing, 91-135

Lakatos, I. (1972). Falsification and the methodology of scientific research programmes. In I. Lakatos & A. Musgrave (Eds.), *Criticism and the growth of knowledge* (pp. 91-196). Cambridge, England: Cambridge University Press.

Malagón J. Ayala M. Sandoval S. (2011). *El experimento en el aula. Comprensión de fenomenologías y comprensión de magnitudes*. Editorial Universidad Pedagógica Nacional Fondo Editorial. Bogotá

Martínez, C. (2000). Tesis doctoral. *Las Propuestas Curriculares de los Profesores sobre el Conocimiento Escolar: dos Estudios de caso en el Área de Conocimiento del Medio*. Universidad de Sevilla

Mosquera, C. (2008). Tesis doctoral. *El cambio en la epistemología y en la práctica docente de profesores universitarios de química*. Universidad de Valencia. España.

Molina, A.; López, D.; Mojica, L. (2012) Ideas de los niños y niñas sobre la naturaleza: estudio comparado Colombia, *Revista Científica* vol: 7. págs. 41 - 62

Piaget, J. (1971). *Biology and knowledge*. Edinburgh, Scotland: Edinburgh University Press

Posner, G. J., Strike, K. A., Hewson, P. W., & Gertzog, W. A. (1982). Accommodation of a Scientific Conception: Toward a Theory of conceptual change. *Science Education*, 66 (2), 211–227.

Romero, A. et al (2011). *La Experimentación y el Desarrollo del Pensamiento Físico. Un análisis histórico y epistemológico con fines didácticos*. CIEP, Informe de investigación.

Sacristán, J. (2007). *El curriculum: una reflexión sobre la práctica*. Novena edición. Ediciones Morata.

Stenhouse, L. (1991) *Investigación y Desarrollo del Currículo*. Ediciones Morata, S.A. Madrid.

Stenhouse, L. (1993) *La Investigación como base de la enseñanza*. Segunda Edición, Ediciones Morata, Madrid.

Shulman. (1987). Knowledge and teaching: Foundation of the New Reform. Harvard Educational Review.

Tamayo, O. (2009). Didáctica de las Ciencias: La evolución conceptual en la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias. Editorial Universidad de Caldas: Manizales.

TEA Tecne, Episteme y Didaxis, UPN revista numero 3 ciencia y tecnología (1998)

Toulmin, S. (1961). Foresight and understanding. Britain: The Anchor Press.

Toulmin, S. (1972). Human Understanding. Princeton, NJ: Princeton University Press.

Uribe, C. (2005). Pensar con la Ciencia: Materiales del proyecto Aceleración Cognoscitiva mediante la Educación en Ciencias en el contexto local. Colombia

Valbuena, E Correa M y Amórtegui E. (2012). La Enseñanza de la Biología ¿un campo de conocimiento? Estado del arte 2007-2008” Revista Tecne, Episteme y Didaxis No. 31 Pág 67-90

Valbuena E.(2007). El Conocimiento Didáctico del Contenido Biológico. Estudio de las Concepciones disciplinares y didácticas de futuros docentes de la Universidad Pedagógica Nacional. Madrid.

Viafara. R. (2003). Una alternativa en la enseñanza y el aprendizaje de la nutrición humana. Revista Tecne Episteme Y Didaxis. EXTRA fasc.1 p.240 - 243 ,2003

Vygostky, L. (1962). Thought and language. Cambridge, MA: MIT press

Vosniadou, S y Ioannides, C. (1998). From Conceptual development to science education: A psychological point of view. International Journal of Science Education, 20, 1213-1230

Zambrano, 2003; *Educación y formación del pensamiento científico: Cátedra ICFES Agustín Nieto Caballero*

Zambrano A. (2007). Estudios en Educación. Enseñanza de las Ciencias Naturales y Educación Ambiental en Barranquilla. Fundación Promigas.

Zambrano, A; y Mosquera, C.J. (2010). Educación y Formación en Competencias en Ciencias Naturales. Asociación Colombiana de Facultades de Educación ASCOFADE

Anexo 1: Análisis Comparativo de las Tablas de Contenido de los Handbook

<b>Categorías</b>													
<b>Handbook</b>	Enseñanza	Aprendizaje y cambio conceptual	de Resolución Problemas	Educación del profesor de ciencias	Currículum	Evaluación	Cultura, género, sociedad y aprendizaje de las ciencias. Equidad y justicia social	Ambientes de aprendizaje	Lenguaje, discurso y argumentación y naturaleza de las ciencias	Tecnología en la enseñanza de las ciencias	Historia y filosofía de la ciencia	Métodos de investigación	de 106
<b>Fraser y Tobin (1998)</b>	Amplio desarrollo (Sec. 2)	Amplio desarrollo (Sec.1)	Poco desarrollo en otras categorías	Amplio desarrollo (Sec.6)	Amplio desarrollo (varias secciones)	Amplio desarrollo	Mediano desarrollo	Amplio desarrollo	Ningún desarrollo explícito	Amplio desarrollo	Amplio desarrollo (Secc. 9)	Muy amplio desarrollo (secc. 10)	
<b>Gabel (1994)</b>	Amplio desarrollo (Cap. 2)	Amplio desarrollo (Sec. 2)	Muy amplio desarrollo (Sec. 3)	Mediano desarrollo <sup>10</sup> (cap 1)	Mediano desarrollo (Cap. 13)	Mediano desarrollo (Cap.14)	Mediano desarrollo (Sección 5)	Mediano desarrollo (Cap. 17)	Ningún desarrollo explícito	Poco desarrollo en otra categoría	Poco desarrollo en otra categoría	Ningún desarrollo explícito	

<sup>10</sup> A pesar de que algunas categorías están representadas en el Handbook del 94 en un solo capítulo, la extensión de éstos y su carácter abarcador hace que el desarrollo del respectivo tópico sea comparable a los otros. En el campo de la educación del profesor de ciencias sin embargo este handbook si presenta limitaciones, pues el capítulo 1 no va más allá de describir los programas de formación de docentes en Estados Unidos, especialmente la inicial.

<b>Abell y Lederman (2007)</b>	Muy amplio desarrollo (sec. 3)	Amplio desarrollo (sec.1)	Ningún desarrollo explícito	Amplio desarrollo (Sec.5)	Amplio desarrollo (Sec. 4)	Mediano desarrollo en otra categoría	Amplio desarrollo (Sec. 2)	Poco desarrollo (cap 5)	Ningún desarrollo explícito	Poco desarrollo (Cap 17)	Poco desarrollo (Cap 27)	Ningún desarrollo explícito
<b>Fraser, Campbell y Tobin (2012)</b>	Ningún desarrollo explícito	Amplio desarrollo (sec.2)	Ningún desarrollo explícito	Amplio desarrollo (sec.3)	Amplio desarrollo (Sec. 6)	Amplio desarrollo (sec.5)	Amplio desarrollo (Sec. 1 y 4)	Amplio desarrollo (Sec. 8, 9)	Amplio desarrollo (Sec. 7, 10)	Ningún desarrollo explícito	Ningún desarrollo explícito	Amplio desarrollo (Sec. 11)

## Anexo 2: Rejilla de Análisis

El presente documento permite al codificador el análisis de contenido de la producción documental que recoge las diferentes tendencias de la investigación en educación en ciencias naturales en nuestro contexto.

<b>Fecha</b>	<b>Codificador:</b>
<b>Título del informe de investigación:</b>	
<b>Autor (es) del artículo:</b>	
<b>Nivel de formación del (los) autor (es):</b>	
<b>Nacionalidad del (los) autor (es):</b>	
<b>Universidad(es) del autor (es):</b>	
<b>Publicado en (Título de la revista – Volumen – Número – Páginas):</b>	
<b>Año y lugar de publicación:</b>	
<b>Edición:</b>	
<b>Población estudiada:</b>	
<b>Área disciplinar:</b>	
<b>Duración del estudio:</b>	
<b>Criterios de análisis</b>	
<b>LINEA DE INVESTIGACIÓN<sup>11</sup></b>	<input type="checkbox"/> Pensamiento del maestro y la acción del docente. <input type="checkbox"/> Relación del conocimiento científico y el conocimiento común. <input type="checkbox"/> Enseñanza y aprendizaje meta cognitiva. <input type="checkbox"/> La relación entre la teoría y la práctica en las ciencias experimentales a través del laboratorio escolar. <input type="checkbox"/> Resolución de problemas. <input type="checkbox"/> Las nuevas tecnologías de la informática y la comunicación y su relación con la educación en ciencias naturales. <input type="checkbox"/> Desarrollo y evaluación de los procesos de razonamiento complejo en ciencias. <input type="checkbox"/> Cambio conceptual. <input type="checkbox"/> Teorías implícitas. <input type="checkbox"/> Dificultades conceptuales de aprendizaje en ciencias. <input type="checkbox"/> Currículo.

<sup>11</sup>Debe seleccionarse el descriptor que mejor describe el tópico del trabajo. Sólo en caso de que no corresponda a ninguno de los establecidos se hará una descripción abierta del tópico en el recuadro

	<ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> Educación ambiental.</li> <li><input type="checkbox"/> Ambientes no convencionales.</li> <li><input type="checkbox"/> Historia de las ciencias (Elaboración de conceptos científicos).</li> <li><input type="checkbox"/> Contextos culturales en la enseñanza de las ciencias.</li> <li><input type="checkbox"/> Otros (especifique en el siguiente recuadro:</li> </ul>
<p><b>Tipo de trabajo (Lee et al. 2009)</b></p>	<p><b>Artículo de investigación empírica.</b> Documento que presenta de manera detallada los resultados originales de proyectos de investigación. La estructura lógica de este trabajo consta de: introducción, metodología, resultados y conclusiones.</p> <p><b>Artículo de reflexión.</b> Documento que presenta resultados de las investigaciones terminadas desde una perspectiva analítica, interpretativa o crítica del autor, sobre un tema específico, recurriendo a fuentes originales.</p> <p><b>Artículo teórico.</b> Los autores en esta clase de documento se proponen dar a conocer un nuevo marco teórico a la comunidad en educación en ciencias.</p> <p><b>Artículo de revisión.</b> Documento que resulta de la revisión crítica de la literatura sobre un tópico específico, sin que los autores planten una postura fuerte.</p> <p><b>Otros.</b></p>
<p><b>¿Qué problema plantea el documento?</b></p>	
<p><b>¿Qué metodología utiliza para su desarrollo?</b></p>	
<p><b>¿Qué resultados se obtuvieron?</b></p>	
<p><b>Conclusiones y recomendaciones</b></p>	
	<p><b>Otro aspectos considerar:</b></p>