

Roberto Figueroa Molina - Mirna Bernal Martínez  
Carlos Salazar Díaz

# *Modelos didácticos*

*de los docentes de las universidades públicas  
de la región Caribe colombiana para la  
enseñanza de las Ciencias Naturales*



Sello Editorial  
UNIVERSIDAD  
DEL ATLÁNTICO

# ***Modelos didácticos***

*de los docentes de las universidades públicas  
de la región Caribe colombiana para la  
enseñanza de las Ciencias Naturales*





Sello Editorial  
UNIVERSIDAD  
DEL ATLÁNTICO

# ***Modelos didácticos***

*de los docentes de las universidades públicas  
de la región Caribe colombiana para la  
enseñanza de las Ciencias Naturales*

Roberto Figueroa Molina - Mirna Bernal Martínez - Carlos Salazar Díaz

Catalogación en la publicación. Universidad del Atlántico. Departamento de Bibliotecas

Figueroa Molina, Roberto.  
Modelos didácticos de los docentes de las universidades públicas  
de la región Caribe colombiana para la enseñanza de las Ciencias Naturales /  
Roberto Figueroa Molina, Mirna Bernal Martínez, Carlos Salazar Díaz. – Barranquilla, Sello  
Editorial Universidad del Atlántico, 2017.

152 páginas: Ilustraciones.

Incluye bibliografía.

ISBN 978-958-8742-93-9

1. Ciencias naturales – Enseñanza -- Metodología 2. Ciencias naturales -- Enseñanza – Modelos.  
I. Tit. II. Bernal Martínez, Mirna – II. Salazar Díaz, Carlos.

CDD: 372.357 F475

**Modelos didácticos de los docentes de las universidades públicas  
de la región Caribe colombiana para la enseñanza de las Ciencias Naturales**

Roberto Figueroa Molina • Mirna Bernal Martínez • Carlos Salazar Díaz

©Universidad del Atlántico, 2017

**Edición:**

Sello Editorial Universidad del Atlántico

Km 7 Vía Puerto Colombia (Atlántico)

www.uniatlantico.edu.co

publicaciones@mail.uniatlantico.edu.co

**Impresión:**

Calidad Gráfica S.A.

Av. Circunvalar Calle 110 No. 6QSN-522

PBX: 336 8000

lsalcedo@calidadgrafica.com.co

Barranquilla, Colombia

**A este libro se le aplicó Patentes de Invención**

**No. 29069 de 2010 y 33899 de 2018**

Tiraje: 300 ejemplares

Barranquilla (Colombia), 2017

Nota legal: Reservados todos los derechos. No se permite la reproducción total o parcial de esta obra, ni su transmisión en cualquier forma o por cualquier medio (electrónico, mecánico, fotocopia, grabación u otros medios conocidos o por conocerse) sin autorización previa y por escrito de los titulares de los derechos patrimoniales. La infracción de dichos derechos puede constituir un delito contra la propiedad intelectual. La responsabilidad del contenido de este texto corresponde a sus autores.

Depósito legal según Ley 44 de 1993, Decreto 460 del 16 de marzo de 1995, Decreto 2150 de 1995 y Decreto 358 de 2000.

---

**Como citar este libro:**

Molina Figueroa, R., Bernal Martínez, M., & Salazar Díaz, C. (2018). *Modelos didácticos de los docentes de las universidades públicas de la región Caribe colombiana para la enseñanza de las Ciencias Naturales* (pp.1-152). Barranquilla: Universidad del Atlántico.

# Contenido

<b>Prólogo</b> .....	9
<b>Introducción</b> .....	11
<b>PRIMERA PARTE</b>	
Capítulo I	
<b>Antecedentes</b> .....	17
Capítulo II	
<b>Fundamentación teórica</b> .....	25
Capítulo III	
<b>Modelos didácticos de docentes de Ciencias Naturales</b> .....	35
<b>SEGUNDA PARTE</b>	
Capítulo IV	
<b>Metodología</b> .....	79
Capítulo V	
<b>Análisis de resultados</b> .....	107
Capítulo VI	
<b>Discusión de los resultados, conclusiones e implicaciones educativas</b> .....	123
<b>Referencias Bibliográficas</b> .....	137
<b>Acerca de los autores</b> .....	151



# Listado de Tablas

<b>Tabla 1</b>	
Distribución de la población de las universidades seleccionadas .....	96
<b>Tabla 2</b>	
Descripción general de la muestra .....	97
<b>Tabla 3</b>	
Medidas de tendencias centrales obtenidas de los resultados del estudio para la muestra total .....	98
<b>Tabla 4</b>	
Relación de los Modelos Didácticos con los ítems de la escala .....	99
<b>Tabla 5</b>	
Análisis estadístico sugerido para las variables del estudio.....	102
<b>Tabla 6</b>	
Listado de las respuestas de los docentes entrevistados .....	104
<b>Tabla 7</b>	
Listado de categorías abiertas analizadas .....	105
<b>Tabla 8</b>	
Frecuencia y por ciento de los ítems correspondientes a los cuatro modelos didácticos .....	108
<b>Tabla 9</b>	
Tabla de contingencia .....	115



<b>Tabla 10</b>	
Tabla de contingencia: género, modelos didácticos y universidades.....	118

<b>Tabla 11</b>	
Tabla de contingencia: departamento donde labora, modelos didácticos y universidades .....	121

<b>Tabla 12</b>	
Resumen tabla de contingencia: departamento donde labora, modelos didácticos y universidades .....	122

## **Listado de Gráficas**

<b>Gráfica 2</b>	
Integración de las relaciones entre las categorías de análisis .....	106

<b>Gráfica 1</b>	
Estadios del desarrollo evolutivo del pensamiento del niño.....	62

## Prólogo

A lo largo de los años se han publicado libros sobre los modelos didácticos que emplean los docentes universitarios. Algunos de ellos se han elaborado con talento y ha sido exitosa su divulgación, dado que ha permitido el desarrollo de nuevos procesos y marcos de referencia en el campo de la enseñanza universitaria; otros, sin embargo, no han sido acreditados por sus lectores, pues no consideran que aportan valor significativo para lo cual fueron escritos.

De vez en cuando aparece un libro que expresa en esencia los modelos didácticos que aplican los docentes en el plano universitario. *Modelos didácticos de los docentes de las universidades públicas de la región Caribe colombiana para la enseñanza de las Ciencias Naturales*, de Roberto Figueroa Molina, Mirna Bernal Martínez y Carlos Salazar Díaz, demuestra que los docentes de Ciencias Naturales (biología, química y física), quienes desarrollan su actividad académica en estas disciplinas, están asociados con la dinamización del conocimiento y forman parte del método de evaluación y los tipos de aprendizaje.

Al leerlo, tuve la sensación de que este libro se aproxima a los procesos y los niveles de interacción que empleo en mi accionar docente mediante la aplicabilidad de herramientas tecnológicas. Aún más importante, quizás, es el hecho de presentar un discurso parsimonioso, propio de la experiencia de sus autores como docentes formadores. Esta experiencia investigativa facilita al lector descubrir los modelos didácticos que caracterizan sus prácticas educativas, así como también el modelo didáctico que subyace en el área de Ciencias Naturales de las universidades públicas de la región Caribe colombiana.

Creo que este libro recoge, tal como lo ilustra su contexto, realidades que

son similares en Latinoamérica, de modo que de una u otra forma revela que la enseñanza tradicional de tipo conductista se cobija dentro de un enfoque empirista/positivista, implicación esta que devela, tal como lo afirman sus autores, una “enseñanza de la Ciencia como un desarrollo lineal que le es ajeno, como una sucesión en que un conocimiento le sigue a otro y un tema sigue a otro tema y a otro sin ninguna estructura, sin ninguna organización o interpretación”. En suma, está estructurado en capítulos que despliegan la sistematicidad del proceso investigativo donde se evidencia la complementariedad entre los enfoques cuantitativo y cualitativo; comienza por los antecedentes y finaliza presentando con unas implicaciones educativas que como lo afirman sus autores se derivan de los hallazgos obtenidos.

**Dra. Adriana Díaz Portillo**

Investigadora PEII Nivel B

Venezuela, 2017

## Introducción

Las investigaciones sobre los modelos didácticos de los docentes han evidenciado problemas en la construcción de marcos conceptuales para la enseñanza de las Ciencias Naturales, producto del conocimiento subyacente que poseen los profesores con respecto a los fenómenos universales (Osborne y Freyberg, 1985; Porlán, 1993). A pesar de la necesidad de identificar en nuestros docentes las dinámicas y acciones que desarrollan en su actividad habitual, son escasas las evidencias sobre investigaciones referidas a los modelos didácticos, que estudiosos nacionales o extranjeros hayan desarrollado y logren caracterizar la cultura e idiosincrasia de los docentes universitarios de la región Caribe colombiana en la enseñanza de las Ciencias Naturales.

El estudio de los modelos didácticos es uno de los aspectos conceptuales de la cultura científica que la educación en ciencia debe desarrollar para que los profesores, formados y en formación, adquieran un conjunto de conocimientos y destrezas de pensamiento que les permita relacionarse con el mundo natural, reconocer su diversidad y su unidad. Al mismo tiempo, les faculte las mediaciones cognitivas para comprender los conceptos fundamentales, los principios de la ciencia, la metodología, las matemáticas y la tecnología como empresa humana.

La ciencia pretende –entre sus acciones– que todos los humanos, independientemente de su género, raza, desventajas físicas o de aprendizaje, tengan la oportunidad de desarrollar una cultura científica. De igual manera, la ciencia espera que todos los hombres aprendan, y logren obtener conocimiento con entendimiento. Por otro lado, el aprendizaje de las ciencias es un proceso activo donde los mortales preguntan, construyen explicaciones de los fenómenos naturales, comprueban las explicaciones de diferentes maneras y comunican sus ideas. Es decir, las ciencias en las instituciones

educativas deben desarrollar la producción intelectual, los modos de inquirir, las reglas de evidencias y procedimientos para formular preguntas. La ciencia es un proceso sistemático en el cual todas las personas participan y tienen la responsabilidad de promover.

La enseñanza de las ciencias son procesos de pensamiento donde los hombres descubren nuevos conocimientos mediante la utilización de los métodos y los procesos de la ciencia. El inquirir incluye la interpretación de los datos a la luz de las hipótesis experimentales, la formulación de modelos y la comunicación de ideas. El inquirir puede ser libre o estructurado, dependiendo del nivel de desarrollo cognoscitivo de los docentes y estudiantes. El pensamiento crítico es una actitud de análisis y cuestionamiento de las propias experiencias y de la realidad. Es una actitud que depende de un conjunto de estrategias cognoscitivas que permiten organizar el pensamiento en forma coherente, inductiva o deductivamente.

En necesario entonces, distinguir entre las concepciones epistemológicas de la ciencia y los modelos didácticos. En las primeras, los “educados” responden con bastante convencimiento, mediante determinados tipos de razonamientos donde utilizan unas ideas y relaciones determinadas que le llevan a cometer ciertas equivocaciones “típicas” y no otras. En el segundo caso, las contestaciones serían más bien en blanco o aleatorias (Nussbaum y Novick, 1982).

Se suele admitir, sin reticencias, la existencia de concepciones de los educandos (Duit, 1981; Erickson, 1979), acerca de asuntos con los que están familiarizados, pero hay quienes se resisten a aceptar que esos estudiantes tengan concepciones más o menos elaboradas sobre contenidos académicos (Sen’ko, 1973). Las concepciones que tienen los educandos acerca de los diversos aspectos de las materias escolares difieren significativamente de los contenidos de los programas escolares, con el agravante de que, además, suelen estar arraigadas en el individuo y ser resistentes al cambio.

Las nuevas tendencias educativas y el funcionamiento de currículas desarrollados con visiones o tendencias filosóficas y epistemológicas emergentes, crean la necesidad de inferir muestras de conductas sobre estos elementos epistemológicos y su relación con la naturaleza de la ciencia, el conocimiento científico y los modelos didácticos, pues la educación en ciencia en Colombia no ha introducido algunos de estos temas requeridos en sus reformas curriculares, de acuerdo con las metas establecidas a nivel mundial.

La carencia de estudios e instrumentos sobre el tema condujo a la construcción de una escala tipo Likert y una entrevista, que permitió identificar y describir los modelos didácticos de los docentes de las universidades públicas de la región Caribe colombiana para la enseñanza de las Ciencias Naturales. También contribuyó a inferir algunas implicaciones epistemológicas de los modelos didácticos (positivista, por descubrimiento, constructivista y crítico social).



# **PRIMERA PARTE**

Antecedentes y fundamentos teóricos que sustentan el trabajo de investigación sobre los modelos didácticos de los docentes de las universidades públicas de la región Caribe colombiana, para la enseñanza de las Ciencias Naturales.

---





## Capítulo I

## Antecedentes

Este apartado recoge algunos antecedentes relacionados con los modelos didácticos de los docentes de Ciencias Naturales. La palabra modelo se utiliza en diversos contextos; los más conocidos son el estético y el ético. En ambos designa a algo o a alguien que, dotado de unas cualidades determinadas, se pretende imitar o reproducir. Desde el punto de vista científico se equipara en ocasiones al significado de teoría, pero, lo más común es que se entienda como una forma simplificada de representar la realidad, siendo el objeto real de las teorías científicas. En palabras de Bunge (2004) “las teorías científicas tratan de modelos ideales que se supone representan, de modo más o menos simbólico y con alguna aproximación (...) un modelo es una representación idealizada de una clase de objetos reales” (p.337).

En la misma dirección y dentro del mundo de las Ciencias de la Educación, Escudero (1981) considera que un modelo es la:

construcción que representa de forma simplificada una realidad o fenómeno con la finalidad de delimitar algunas de sus dimensiones (variables), que permite una visión aproximativa, a veces intuitiva, que orienta estrategias de investigación para la verificación de relaciones entre variables, y que aporta datos a la progresiva elaboración de teorías (p.53).

Le asigna dos funciones diferenciadas en la enseñanza:

dos funciones fundamentales cumplirían los modelos en la enseñanza; por una parte, sugerir líneas de investigación básica extrapolada (...) cuya verificabilidad tendría lugar, metodológicamente hablando, en el marco de diseños experimentales o cuasi experimentales

de investigación; por otra parte, sugerir procedimientos concretos de actuación en el aula, la validez de cuyo funcionamiento se verificaría mediante la utilización de procedimientos de investigación operativa, y en su caso de diversos modelos de evaluación (p.76).

Los modelos didácticos son una representación de una realidad, adaptables, organizadores de una actividad, que han de servirnos para la reflexión sobre la práctica, que son dinamizadores de conocimientos prácticos y teóricos e instrumentos válidos para el análisis y la evaluación del sistema, desde los ámbitos más lejanos de la macro-planificación hasta los más próximos como el de la actividad cotidiana en el aula (Jiménez-Aleixandre, 2000).

Un modelo didáctico es un conjunto de principios, orientaciones y predicciones de carácter hipotético que supuestamente regulan (o pueden regular) la producción del conocimiento y el aprendizaje en el contexto escolar, y que, por tanto, contribuyen a organizar mejor la planificación y la acción práctica de la enseñanza (...). Incorpora, a un tiempo, saberes académicos y experiencia práctica, y se convierte en una imprescindible guía para la toma de decisiones racionales y plausibles en el curso del pensamiento que antecede a la acción y en el transcurso de la acción misma (Grupo Cronos-Asklepios, 1991).

Dentro de un proyecto curricular el modelo didáctico es un instrumento que se utiliza para construir propuestas de enseñanza-aprendizaje o unidades didácticas. Se trata, ante todo, de un marco de referencia y una guía de trabajo para el profesorado, cuyo objeto es facilitarle la planificación de procesos de aprendizaje relevantes, funcionales y significativos, que redunden en el logro de nuestros objetivos educativos. Como tal pertenece al nivel del diseño de instrucción y, en cierto sentido, constituye el eslabón que propicia la fusión entre teoría y práctica docente (Grupo Insula Barataría, 1994).

Para Joyce y Weil (1985) los modelos didácticos son planes estructurados

que pueden usarse para configurar un currículo, diseñar materiales y orientar la enseñanza en las aulas. En el modelo predomina la vertiente teórica, pudiendo centrarse tanto en el profesor como en el alumno o en la interacción entre ambos (De la Torre, 1993).

Un modelo didáctico es un conjunto de principios de carácter educativo, fruto del saber académico y de la experiencia práctica, que sirven para definir los objetivos educativos y pretenden orientar los procesos de enseñanza-aprendizaje que se producen en el aula. Por lo tanto, se trata del conjunto de ideas o preconcepciones sobre las que el profesorado fundamenta su práctica docente (Blanco y Hurtado, 2009).

Es indudable que, en todo proceso de cambio o renovación en la enseñanza de la ciencia, los docentes son el componente decisorio, son ellos los que deben estar convencidos que se necesita de su innovación, de su creación y de su actitud hacia el cambio, para responder no solo a los planteamientos y propósitos que se fijan en las propuestas didácticas, sino también, para satisfacer las exigencias de los contextos que envuelven a los educandos como sujetos sociales, históricos y culturales.

Son muchos los planteamientos que se han suscitado con respecto a la enseñanza de las Ciencias Naturales y para el estado del arte de este trabajo, en cuanto a la temática tratada; se referencian algunos autores y sus respectivos planteamientos, que de alguna manera brindan alternativa a tener en cuenta sobre el quehacer cotidiano de los docentes en el aula de las instituciones de educación superior en cuestión.

En el ámbito nacional, Ocampo (1978) cuestiona si es posible y necesaria una educación científica; ofrece dos respuestas: la primera con enfoques culturistas que niega la necesidad de intentarlo y la posibilidad de lograrlo. La segunda con enfoque científicista, en la cual la educación científica debe reducirse a una elite escogida, alejados de la necesidad de una educación científica como palanca para el desarrollo del país.

Respecto a la resolución de problemas, Posner, Strike, Hewson y Gertzog (1982), proponen el modelo de aprendizaje de las Ciencias como cambio conceptual; Osborne y Wittrock (1985), exponen el modelo de aprendizaje generativo; Driver (1986) aporta sobre los preconceptos e ideas intuitivas de los estudiantes; Novak (1987) hace alusión del aprendizaje significativo en contraste con el aprendizaje mecánico; los estudios de Vygotsky (1987) están relacionados con la formación de conceptos que permitan explicar la naturaleza y evolución de las ideas alternativas de los alumnos y su relación entre el aprendizaje espontáneo y escolar; Coll (1990) enfoca sus reflexiones sobre el aprendizaje significativo en el aula de clases (Citado en: Iafrancesco, 2005, p.123).

De modo semejante, Carrascosa (1985) expone sobre la enseñanza arbitraria de los conceptos científicos; Furió y Gil-Pérez (1989) expresan que para que el educando reciba una buena enseñanza en las Ciencias Naturales, el profesor que la imparte debe haber recibido en su educación profesional la adquisición de conocimientos teóricos, prácticos y pedagógicos para que su educación sea integrada y pueda brindar lo mejor de sí al educando.

Asimismo, Porlán (1989) presenta en su tesis denominada “Teoría del Conocimiento; Teoría de la Enseñanza y Desarrollo Profesional”, que los docentes poseen creencias y teorías implícitas acerca de la enseñanza, y pese a que no todos los constructos poseen la misma influencia en los profesores, algunos son difíciles de cambiar, constituyéndose en el edificio cognitivo del docente y, por ende, orientan al resto de conceptos que enseñan en su quehacer educativo. Esta idea toma importancia si la miramos desde el punto de vista de la incidencia que pueda tener en el perfil de la enseñanza que imparte el docente a sus educandos.

Vasco (1993) afirma que en Colombia era difícil encontrar trabajos de investigación que reflexionaran sobre aspectos generales de la pedagogía de la enseñanza de las Ciencias Naturales, sin embargo, en este momento histórico esta perspectiva tiende a cambiar por cuanto existen referencias

bibliográficas, nacionales como internacionales, que han enriquecido las discusiones académicas respecto a las Didácticas de las Ciencias Naturales. Paya (1991) resalta lo relacionado con las fallas en la realización de prácticas en el laboratorio; Furió (1991) describe el papel integrador que juega la didáctica específica; De Zubiría (1989) destaca el desarrollo de la creatividad y de la capacidad innovadora; Salcedo (1991) aduce la prevalencia del aprendizaje procesal; los escritos de Gil-Pérez (1991), están relacionados con el aprendizaje como tratamiento de situaciones problemáticas abiertas de interés; sugiere además lo que debemos saber y saber hacer los profesores de ciencias, resaltando la importancia que tiene la formación del docente en su enseñanza; también manifiesta que el docente debe criticar la visión simplista de la actividad docente, conocer la materia a enseñar, adquirir conocimientos teóricos, prácticos sobre enseñanza y aprendizaje de las ciencias, saber preparar y dirigir actividades a los educandos y utilizar investigación e innovación.

Por su parte, Furió [et al.] (1989) sugieren que la visión de los educandos sobre lo que el profesorado de ciencias ha de saber y saber qué hacer, debe establecer cuáles serían los conocimientos, destrezas y actitudes que les agrada y convendrían a los educandos que tuviera el docente que enseña ciencias. Inicialmente, Giordan (1996) aplicó una propuesta metodológica basada en las concepciones de los estudiantes a un modelo de aprendizaje en la cual hace una caracterización de las concepciones, su génesis y sus procesos de cambios para explicar la progresión en la construcción del saber científico, conocimientos útiles que les faciliten la comprensión e interés por la naturaleza, y de esta manera puedan plantear alternativas de solución. Este trabajo se relaciona con un estudio que se realizó en la escuela universitaria del Magisterio Campo de Espinardo 30100 Murcia, en el que se desarrolló una propuesta didáctica sobre la importancia de los seres de la naturaleza en estudiantes de 8º grado, donde se manifestó el cambio conceptual en los estudiantes.

Posteriormente, Giordan (1989) sugiere que algunos errores pedagógicos

del docente proceden del apoyo en métodos científicos de más de cien años, por lo cual propone que se realicen estrategias de cambio en los programas de acuerdo al medio en que subyacen las prácticas educativas; que se piense en el educando como el ser humano y que la pedagogía se apoye en investigaciones actuales.

Gallego, Torres y Pérez (1994) analizan la administración del proceso de enseñanza y aprendizaje y la existencia real o no de los problemas pedagógicos y didácticos; Cárdenas, Salcedo y Erazo (1995) reafirman sus escritos en lo concerniente a la investigación científica y formación de docentes en las ciencias mediante ensayos sobre los mini-proyectos en la enseñanza de las ciencias experimentales; Mora y Salcedo (1995) hacen énfasis en la investigación en el aula; Iafrancesco (1995) presenta estrategias individualizadas para facilitar los aprendizajes significativos y la enseñanza de la ciencia en preescolar; después, Iafrancesco (1997) plantea en sus escritos lo concerniente a la investigación científica y formación de docentes en las ciencias; Gallego, Pérez y Urrea (1995) resaltan las concepciones epistemológicas, pedagógicas y didácticas de docentes universitarios; Furió (1996) se refiere a la enseñanza-aprendizaje de las ciencias como investigación; Gallego, Pérez y Rincón (1994), explican la didáctica como el problema de enseñar a leer y escribir. Es fácil deducir que la investigación en los últimos años ha sido prolífica en relación con la didáctica de las Ciencias Naturales en Colombia e Iberoamérica.

Osborne y Freyberg (1995), en su investigación sobre “Ideas propias de los niños” manifiestan: los niños enfocan los temas de sus clases de ciencias a partir de ideas propias muy firmes y no libres de prejuicios, ni dispuestas a aceptar las nuevas ideas suministradas por el profesor. Ellas, a menudo son diferentes de las teorías científicas sostenidas por sus docentes y podrían adaptarse mejor a su comprensión del mundo y parecer más útiles a ellos; por ejemplo, el principio científico de que los objetos en movimiento continúan haciéndolo si no hay una fuerza que tienda a frenarlo, parece una forma menos útil de explicar las observaciones cotidianas que la idea que

los objetos en movimiento se detienen si no hay una fuerza que la impulse a seguir.

Las lecciones formales de ciencias en secundaria, a menudo dejan a salvo las ideas propias de los niños y parten de que lo que se les enseña carece de sentido para ellos. La UNESCO (1983) promueve la incorporación de las ciencias y la tecnología al currículum de la escuela primaria, por eso, plantea que:

- \* Las ciencias pueden ayudar a los niños a pensar de manera lógica sobre los hechos cotidianos y a resolver problemas prácticos sencillos. Tales técnicas intelectuales resultarán valiosas en cualquier lugar que vivan y en todo trabajo que desarrollen.
- \* Las ciencias y sus aplicaciones a la tecnología pueden ayudar a mejorar la calidad de vida de las personas. Las ciencias y la tecnología son actividades socialmente útiles que se espera se hagan familiares a los niños.
- \* Dado que el mundo tiende a orientarse cada vez más en un sentido científico y tecnológico, es importante que los futuros ciudadanos se preparen a vivir en él.
- \* En cuanto a pensamiento, las ciencias pueden promover el desarrollo intelectual de los niños.
- \* Las ciencias pueden ayudar positivamente a los niños en otras áreas, especialmente en lenguaje y matemáticas.
- \* Numerosos niños y niñas de muchos países dejan de estudiar al alcanzar la escuela primaria, siendo esta la única oportunidad de que disponen para explorar un ambiente de un modo lógico y sistemático.
- \* El aprendizaje de las ciencias en las escuelas primarias puede ser realmente divertido. A los niños les intrigan los problemas sencillos, sean supuestos o reales, del mundo que les rodea. Si la enseñanza de las ciencias puede centrarse sobre esos problemas, a propósito de explorar formas de captar el interés de los niños; esto llega a ser un tema atrayente y emocionante para ellos.



Igualmente, existe la necesidad de que el país aumente el nivel científico de la educación, desde preescolar hasta posgrado. De modo que, la mayoría de la población podría tener una asimilación básica de los principios de la ciencia y una familiarización con el campo de la tecnología aplicada al trabajo productivo y a las necesidades de la economía nacional. En efecto, la contribución del presente estudio a la problemática educativa estriba en la caracterización de los modelos didácticos que utilizan los docentes del énfasis de Ciencias Naturales de las universidades públicas de la región Caribe colombiana, y más allá, inferir el uso y utilización de las prácticas académicas de los docentes de estas instituciones educativas.

## Fundamentación teórica

El papel de la escuela en la actual sociedad ha de ir modificándose a medida que las circunstancias exigen la asunción de nuevos enfoques o teorías (Porlán, 1999). Los educadores en el área de Ciencias Naturales se enfrentan todos los días con el debate entre conocimiento y creencia. Es decir, si los estudiantes vienen al aula con ideas previas fuertemente ancladas, es de esperar que, entren en conflicto ante el nuevo conocimiento que se quiere enseñar, entren en conflicto. Los conocimientos que los alumnos han adquirido desde que nacen, en su relación con sus padres, la naturaleza, sus amigos y los medios de comunicación, entran en conflicto con la explicación científica del mundo y los fenómenos de la naturaleza.

La ciencia, como cualquier otra área del conocimiento, tiene su propio discurso, es decir, su propio sistema y mecanismo de comunicación para predicar, persuadir y convencer. Como cualquier ideología, posee sus defensores, es decir, aquellos encargados de alimentar con argumentos y a través de la producción de nuevos conocimientos el discurso científico. Pero, existen detractores que rechazan otro argumento como válido si es que este no proviene de la ciencia. Todo esto es construido en el marco de ciertas formas, convenciones e interrelaciones sociales que suceden en la vida diaria.

De allí que el docente, cumpliendo con su rol de guía, de mediador y facilitador de los procesos de enseñanza y aprendizaje, debe entender que el conocimiento científico –y por ende su enseñanza–, antes que un conocimiento final y acabado, es el producto de un proceso de construcción social. En consecuencia, este conocimiento jamás deberá ser presentado como un producto final, acabado, menos aún absoluto e incuestionable.

Por el contrario, deberá ser presentado como un producto en proceso de construcción, casi nunca terminado, siempre incompleto y listo para ser mejorado, e incluso cambiado. Un producto que cambia permanentemente en el tiempo, sujeto a las preferencias, gustos, tendencias, presiones e intereses sociales y económicos de nuestra vida cotidiana. En este sentido, ni siquiera el método científico existe al margen de las tendencias sociales y económicas que acabamos de describir.

Además, la producción del conocimiento, más que un proceso de construcción individual utilizando el método científico, es un proceso de construcción colectiva llevado a cabo en contextos colaborativos. Desde esta perspectiva, la ciencia progresa en la medida en que una comunidad científica mantiene un crítico diálogo transformador que minimiza las subjetividades individuales de los científicos a favor de los valores colectivos de la comunidad. Esto quiere decir que la ciencia, siendo una reflexión objetiva del mundo circundante, es sobre todo el resultado de un proceso colectivo de construcción de conocimientos, y los objetivos de esta enseñanza no deberán ser confundidos con los objetivos de la propia ciencia.

En Estados Unidos de América, los Estándares Nacionales de Educación en Ciencias (NSES, por sus siglas en inglés), consideran –como se acaba de sostener– que la ciencia es el resultado de un proceso de construcción social a través de la argumentación y el intercambio entre los científicos y estos a su vez, con la sociedad.

Los estándares reflejan la visión contemporánea de la naturaleza que tiene hoy en día la ciencia, contrariamente a la concepción positivista ya superada pero lamentablemente todavía presente en muchos sistemas educativos y ciertos medios de comunicación para los que la ciencia es un conjunto de procedimientos objetivos desarrollados por los científicos de manera individual en sus laboratorios. Los estudios de las actividades observadas que los científicos realizan en sus laboratorios, revelan que los valores sociales e individuales, las relaciones interpersonales, el estatus social, las tácticas

de persuasión y las contingencias locales del contexto de la investigación juegan un papel importante en la producción científica.

Para entender este conflicto y reflexionar sobre las estrategias de enseñanza y aprendizaje de los contenidos, el desarrollo de las capacidades conceptuales, procedimentales y actitudinales, además de la adquisición de las competencias, los docentes necesitan hacer seriamente la siguiente pregunta: ¿son el conocimiento científico y las creencias, idénticos, similares, o simplemente tendrían una construcción diferente?

Existen estudios que sugieren que las teorías personales, es decir, la cosmovisión que supuestamente podría desarrollarse en cada persona sin la participación intencional de la educación ni las explicaciones que brinda la ciencia del mundo y los fenómenos que le rodean, no son necesariamente reemplazados por las explicaciones formales que se reciben ni en las interacciones colaborativas que se realizan, incluyendo aquellas elaboradas entre quienes dominan la ciencia. Es más, las interacciones colaborativas y las diferentes perspectivas negociadas en el flujo de la actividad social pueden dar origen –y de hecho lo hacen– en la elaboración de explicaciones personales. En este proceso, tanto las explicaciones cotidianas como las científicas no se contradicen; más bien, ambas son vistas como complementarias (Kaarinen y Kumpulainen, 2002, p.210). El gran reto consiste en aprender cómo y en qué forma se puede ser partícipe en los diferentes contextos sociales de la construcción del conocimiento, más que en resolver el problema epistemológico de la validez del conocimiento científico frente al tradicional.

¿Cuál es el aporte del constructivismo a este debate? El constructivismo, una teoría personal y social del conocimiento, brinda las explicaciones sobre la epistemología de la ciencia y su enseñanza. Ha permitido a los docentes orientar sus actividades pedagógicas, teniendo cierta claridad y respuesta frente a las condiciones sociales y económicas de estos tiempos, que exigen la utilización de una combinación de métodos y estrategias. Sin

embargo, equivocadamente, la propuesta o estrategia de enseñanza y aprendizaje difundida en la mayoría de los sistemas educativos, es el modelo de enseñanza de las ciencias a través del descubrimiento. Este modelo asume que hacer y enseñar ciencia serían dos procesos más o menos idénticos, y por ende simétricamente comparables. Bajo este enfoque la función del docente se basa en que la enseñanza de la ciencia es hacer que sus alumnos sigan rigurosamente los pasos del método científico para descubrir los principios y los fenómenos de la naturaleza. Que un aprendizaje efectivo sería que los alumnos sigan, como lo hacen los científicos, los pasos del método científico. Los defensores de este modelo desconocen que hacer ciencia y enseñar ciencia se desarrollan en contextos y tienen objetivos diferentes.

La educación científica –y en particular la enseñanza de las Ciencias Naturales– es un proceso de culturización social que trata de conducir a los estudiantes más allá de las fronteras de su propia experiencia, a fin de que se familiaricen con nuevos sistemas de explicación, nuevas formas de lenguaje y nuevos estilos de desarrollo de conocimientos (Hogan y Corey, 2001, p.215). En efecto, el aprendizaje de las ciencias no sucede de manera espontánea, sino que es un ejemplo de aprendizaje difícil que requiere asistencia para conseguirlo. Por lo tanto, el docente constituye el eje principal para ayudar a los alumnos a esta apropiación cultural de la práctica de la ciencia.

Recientemente, Font, Planas y Godino (2010), interesados por los procesos de enseñanza y aprendizaje de las matemáticas, elaboraron un modelo teórico con el objetivo de describir, explicar y valorar la idoneidad didáctica de las interacciones y prácticas educativas que tienen lugar en las aulas. En concreto, estos investigadores emplearon como marco teórico una síntesis de “enfoque ontosemiótico” que parte de presupuestos antropológicos y semióticos, y principios didácticos socioconstructivistas. En este orden de ideas, fueron propuestas cinco dimensiones para el análisis: a) “Análisis de los tipos de problemas y sistemas de prácticas”; b) “Elaboración de las configuraciones de objetos y procesos”; c) “Análisis de las trayectorias e interacciones didácticas”; d) “Identificación del sistema de normas

y metanormas”; y, e) “Valoración de la idoneidad didáctica del proceso de instrucción” (p.90). Este estudio concluyó que, el modelo propuesto de un análisis didáctico sistemático de episodios de clases fue útil para la indagación sobre las prácticas de los profesores, debido a que permite tanto una síntesis global como una valoración fundamentada de los aspectos emocional, epistémico, interaccional, entre otros.

A su turno, Escobar (2010) desde el área de la enseñanza de la literatura y la música, diseñó una investigación con el objetivo de “realizar una clasificación de las propuestas didácticas elaboradas según su aplicación metodológica a la enseñanza de la literatura” (p.26). Específicamente, el aporte teórico-práctico de este estudio radica en demostrar que es factible la elaboración y aplicación de un modelo didáctico interdisciplinar e intertextual; lo anterior con la finalidad de promover el hábito de estudio, la motivación y las competencias. Este estudio concluye que, el modelo didáctico propuesto como el diseño de un conjunto de estrategias de intervención en la enseñanza, incide favorablemente en las aptitudes lingüísticas, críticas y reflexivas acerca de los contenidos de la asignatura. Cabe aclarar que, la unicidad de esta investigación estriba en que el investigador promueve sistemáticamente un modelo didáctico propio en el marco de la investigación-acción, por tal motivo el punto de partida son las experiencias educativas propias y compartidas con colegas, además de los conocimientos profundos en el campo específico del saber.

En su momento, Durán (2012) indagó los modelos didácticos de un grupo de profesores de la media secundaria del área de Ciencias Naturales (física, química y biología) pertenecientes, respectivamente, a una institución educativa pública y otra privada. Por consiguiente, el objetivo general de la investigación fue “conocer y describir los modelos didácticos y las racionalidades que poseen dos grupos de docentes de educación media, pertenecientes a dos establecimientos educacionales diferentes” (p.37). Así, la utilidad teórica de este estudio radica en que los modelos didácticos propuestos por Fernández, Elortegui, Rodríguez y Moreno (1997) (transmisor, tecnológico, artesano, descubridor y constructor) son cotejados con aque-

llos formulados por García-Pérez (2000) (tradicional, tecnológico, espontaneísta-activista y alternativo). Consecuentemente, este último grupo de modelos didácticos permitió a Chroback y Leiva (2006) validar un cuestionario que fue aplicado a los profesores participantes en esta investigación. En suma, el estudio muestra que es posible identificar una tendencia didáctica a partir de sus creencias y “racionalidades” sobre la docencia. En concreto, los docentes que pertenecen al sector público mostraron una didáctica tecnológica, mientras que los profesores del sector privado evidenciaron una didáctica alternativa; estas diferencias se deben a factores emotivos, sociales y contextuales que condicionan las prácticas de aula.

Posteriormente, Hoyos (2012) en una tesis doctoral sobre el deporte escolar, formuló como objetivo general: “caracterizar la situación y la enseñanza del deporte (...) mediante el análisis de los programas de deporte escolar ofertados por las instituciones educativas escolares y desarrollados por los maestros y/o entrenadores (...)” (p.169). En este sentido, un modelo didáctico o modelo de instrucción es básicamente un marco de referencia para describir las situaciones de enseñanza y aprendizaje que tienen lugar en el desarrollo cotidiano de las clases. Más allá, los modelos didácticos son diversos en la medida en que existen múltiples saberes, experiencias y contextos educativos, pero en conjunto sirven para orientar la toma de decisiones racionales y pertinentes. Además, parte del marco teórico está fundamentado en Metzler (2005), quien propone que existen nueve factores inherentes a los modelos didácticos: a) “Aprendizajes esperados”; b) “Contexto y ambiente para la enseñanza”; c) “Nivel de desarrollo y preparación de los estudiantes”; d) “Expectativas y preferencias de los estudiantes”; e) “Ámbitos prioritarios en la enseñanza”; f) “Formas de organización”; g) “Secuencias de las tareas de aprendizaje”; h) “Evaluación de los aprendizajes”; y, i) “Evaluación del proceso de enseñanza”. En suma, esta investigación sostiene que cada área específica del conocimiento da lugar a modelos específicos; así, en el campo deportivo se distingue entre “Modelos centrados en la enseñanza de habilidades técnicas”, “Modelo comprensivo para la enseñanza de los juegos deportivos

de Thorpe y Bunker”, “Modelo de la responsabilidad personal y social a través de la educación física”, “Modelos de deporte educativo de Daryl Siedentop”, entre otros. Pese a todo, la investigación concluye la imposibilidad de identificar un modelo único claramente delimitado, sino que los docentes evidencian modelos didácticos híbridos.

Igualmente, Jara (2012) con la finalidad de promover competencias de pensamiento científico, llevó a cabo una investigación con profesores de química en etapa de egreso, con el objetivo de “comprender cómo contribuye un proceso de intervención reflexivo e intencionado teóricamente, al cambio didáctico de los profesores de química en formación” (p.21). Cabe destacar que, un apartado del marco teórico de la investigación trata sobre los aportes de la filosofía de la ciencia a los modelos de cambio didáctico. A saber, para esta investigadora los conceptos, teorías y métodos de una ciencia hacen parte del entramado entre el conocimiento cotidiano y el saber erudito. Por eso, los procesos de cambio didáctico en el profesorado, están relacionados con las etapas de apropiación y dominio de las concepciones, conocimientos y prácticas propias de las ciencias experimentales que son llevadas al aula. En consecuencia, entre los hallazgos de la investigación fue confirmada la coexistencia de modelos didácticos para las diferentes categorías de análisis empleadas. Visto así, un modelo didáctico facilita la planificación de procesos de aprendizaje y el cumplimiento de metas de formación, y más allá, al implementar unidades didácticas de manera sistemática se pueden generar ajustes y cambios en las decisiones de diseño y prácticas en el aula. Una conclusión importante es que acciones mediadoras y de intervención didáctica contribuyen a mejorar tanto el desempeño profesional como la formación de los docentes de química.

Acto seguido, Barreto, De Souza y Paixao (2013), en el área de física y química, indagaron cómo la formación inicial de profesores puede influenciar las prácticas de enseñanza de los futuros docentes, de manera que el objetivo de investigación fue “identificar los modelos didácticos presentes en su formación y en sus concepciones sobre la enseñanza y aprendizaje”



(p.49). Particularmente, para estos investigadores los modelos didácticos en su dimensión educativa pueden ser entendidos como las creencias de profesores sobre la enseñanza y aprendizaje, las cuales se manifiestan por medio del discurso, de las acciones y del comportamiento del profesor. Tocante al análisis del discurso textual de los cuestionarios aplicados a los docentes participantes, fue evidente que existe una falta de correspondencia entre las concepciones de los estudiantes de licenciatura sobre los objetivos, metodologías y evaluaciones, y las prácticas pedagógicas que llevaron a cabo durante su formación. De hecho, los investigadores concluyen que el modelo didáctico debe ser coherente tanto con el desarrollo conceptual como con el pensamiento reflexivo y crítico del profesorado en formación.

Luego, Sonogo y Ladvocat (2013) advierten problemas de aprendizaje sobre conceptos y temas específicos desde el área de biología. En efecto, los investigadores afirman que, los modelos didácticos son un recurso de enseñanza que los docentes adquieren durante su formación inicial. Por lo tanto, el objetivo de investigación fue “determinar si el uso de un modelo didáctico era una forma diferencial y eficaz para ayudar en el aprendizaje del contenido de la genética”. En el marco teórico de esta investigación, los modelos didácticos son considerados metodologías diferenciadas que utilizan los profesores para orientar la construcción de conocimientos, al tiempo que sirven como herramienta para captar la atención de los estudiantes. En últimas, este estudio concluye una forma eficaz de ayudar al aprendizaje de contenidos de una ciencia: es mediante la implementación de un modelo didáctico que promueva la capacidad de abstracción e imaginación. Además, es necesario que los docentes contextualicen los contenidos a enseñar y realicen clases prácticas.

Ulteriormente, Marzábal, Rocha y Toledo (2015), realizaron durante dos años un estudio de seguimiento a los procesos de enseñanza y aprendizaje de docentes de ciencias, con el fin de evidenciar la apropiación de un modelo didáctico basado en el constructivismo. De manera que el objetivo

fue “caracterizar el desarrollo profesional del profesor de Ciencias Naturales en el proceso de apropiación de un modelo didáctico basado en el ciclo constructivista del aprendizaje” (p.213). Concretamente, los hallazgos investigativos muestran que cada docente se apropió del modelo de manera diferente; no obstante, en cada caso fue observado un patrón comunicativo que, por una parte, consolidó las estrategias reguladoras del aprendizaje del profesor y, por otra otorgó un rol activo al estudiantado. En definitiva, los investigadores concluyeron que para comprender los modelos didácticos es necesario un diagnóstico inicial sobre los procesos de transformación y representación del conocimiento.

Llegado a este punto, es factible sostener que las investigaciones aplicadas sobre los modelos didácticos tienden a ser multidisciplinarias (química, física, biología, matemáticas, etc.); además, los sujetos participantes pueden ser tanto docentes en formación como docentes con experiencia, y en distintos niveles educativos (primaria, secundaria y universidad). También, es notable que existen dos grupos de investigaciones: un primer grupo de estudios tuvieron el objetivo de describir o caracterizar los modelos didácticos de un grupo de docentes a partir de un constructo teórico que permite analizar la práctica de aula; un segundo grupo de estudios que experimentan e intervienen en los procesos formativos de los docentes y en la incidencia que tiene la apropiación conceptual de un modelo en los procesos de enseñanza y aprendizaje, es decir, intentan determinar o comprender cambios en el comportamiento y las interacciones de los profesores.



## Modelos didácticos de docentes de Ciencias Naturales

Básicamente, la ciencia se define como un proceso de construcción de modelos descriptivos y explicativos de los fenómenos naturales. Visto así, el objetivo de la ciencia es construir un modelo a escala del mundo que unifique una visión de la realidad mediante distintas disciplinas. En otras palabras, un modelo es un esfuerzo por entender el mundo como algo más que un montón de interacciones y hechos no relacionados. Por eso, los modelos científicos son fieles a los hechos observados (empirismo ingenuo), pueden llegar a ser predictivos, y tienden a tener aplicaciones tecnológicas útiles. Entonces, los modelos son sistemas analógicos o metafóricos que representan de manera simplificada a otros sistemas más complejos y tienen reglas para su interpretación. Por tanto, “los científicos solo avanzan en su profesión mediante la construcción de modelos racionales originales que apoyen o desafíen los modelos establecidos” (Gilbert, 2011, p.122).

Ahora bien, los modelos didácticos de la enseñanza de las ciencias están próximos a la noción teórica de los modelos mentales, puesto que el acto de enseñar Ciencias Naturales está directamente relacionado con las concepciones que los docentes asumen respecto al conocimiento científico. Por supuesto, los profesores toman posición respecto a las distintas corrientes epistemológicas que son hitos en su campo del saber. De la misma manera, los docentes a lo largo de su experiencia educativa reflexionan sobre sus propias prácticas de enseñanza, y más aún, indagan sobre las condiciones de aprendizaje de sus estudiantes. En conjunto, el modelo didáctico de un docente de ciencias integra elementos provenientes de la epistemología de las ciencias, la filosofía de las ciencias, la historia de las ciencias y la filosofía de la educación, que justifican y otorgan sentido al quehacer en las aulas de clase.

Los modelos didácticos son una herramienta pertinente para el análisis y la evaluación de un sistema educativo, dado que sirven tanto para reflexionar sobre la práctica docente, como para complementar conocimientos prácticos y teóricos sobre experiencias didácticas contextualizadas. Actualmente, en el marco de la promoción de una cultura científica en las instituciones educativas, la capacidad de buscar, recolectar, sintetizar y analizar diversos tipos de datos, hace parte de una serie de habilidades fundamentales que los profesores deberían fomentar en el contexto escolar. Los datos son la médula de los modelos científicos. Más allá, la argumentación es necesaria para soportar con evidencias una inferencia, o bien para refutar o respaldar el conocimiento producido por otros investigadores. Aún así, “el paso a estudiar las ideas epistemológicas que los estudiantes puedan tener acerca de la ciencia mediante el estudio de cómo se hacen los argumentos científicos es bastante reciente” (Sandoval y Millwood, 2007, p.72). Pese a todo, cada modelo didáctico desarrolla distintamente los procesos de enseñanza y aprendizaje, pues no existe un consenso sobre los medios y los fines educativos de las ciencias.

## MODELO DIDÁCTICO TRADICIONAL

Para entender las implicaciones que tiene la perspectiva tradicional del conocimiento científico en los procesos de enseñanza y aprendizaje de las Ciencias Naturales, antes es preciso definir qué son el “Conocimiento Tradicional” y la “Didáctica Tradicional” (DT). En efecto, el primer término deriva de la filosofía de las ciencias y está fundamentado desde la corriente positivista; el segundo término proviene de la filosofía de la educación que inició en el siglo XVII con la obra titulada *Didáctica Magna* de Juan Amos Comenio.

En general, las tradiciones se refieren al cúmulo de prácticas culturales que han tenido parte en la historia de grupos humanos, y son esenciales para entender tanto la historicidad como las condiciones del presente. Siendo así, “lo tradicional” es la manifestación del continuo socio-histórico, que

pese a su vigencia posee una idiosincrasia arraigada en el pasado. El problema surge ante la propensión por sobrevalorar la tradición, entendida como conjunto de normas transmitidas que son consideradas exclusivas y definitivas para justificar la evolución histórica. En consecuencia, “el concepto de la verdad para el tradicionalismo está (...) basado en la revelación y en la transmisión, y no en la trascendencia, el descubrimiento y la invención” (Ferrater, 1975, p.823).

En el campo de las ciencias, el conocimiento científico está amparado por teorías y paradigmas, pero existe una tensión entre la tradición y el cambio. Lo que sucede es que “en condiciones normales el científico de investigación no es un innovador sino un solucionador de enigmas (...) que él cree que pueden ser tanto declarados y resueltos dentro de la tradición científica existente” (Kuhn, 1977, p.234). Sin embargo, la búsqueda de nuevos significados y de nuevas prácticas con métodos más rigurosos y exhaustivos, que tienden a revelar aspectos de la realidad que antes estaban ocultos, son los causantes de un estado transitorio de incertidumbre que los científicos asimilan mediante nuevas investigaciones. En otras palabras, el conocimiento científico existente debe ser revalorizado y reordenado a la luz de nuevos hallazgos y teorías novedosas, pero con el reconocimiento de una comunidad científica hacia la legitimidad del descubrimiento, y la consolidación de un método confiable y sostenible a lo largo del tiempo; es entonces cuando (re)nace la tradición.

Es necesario aclarar la noción de Conocimiento Tradicional porque puede llegar a ser considerada despectiva o ambigua, e incluso antagónica en el contexto de la propiedad intelectual y derechos de autor. Lo primero es dejar de presuponer la tradición como un conjunto acabado y hermético, de hechos o saberes transmitidos desde tiempos remotos, al que las generaciones actuales no contribuyen. De acuerdo con Carneiro (2009):

El conocimiento tradicional no es simplemente un corpus establecido de origen antiguo, sino más bien un conjunto perdurable de

formas particulares de generación de conocimiento, es por ahora (...) lo establecido en la literatura jurídica y en las declaraciones internacionales de movimientos indígenas (...) lo que es tradicional es su procedimiento, su forma en lugar de su referente (p.82).

En concreto, los conocimientos tradicionales con frecuencia son considerados propiedad de una colectividad, y no son atribuibles a individuos dentro de la comunidad. Desde la mirada de la tradición científicista, los mecanismos de intercambio de información tradicionales y culturales específicos no son confiables ni válidos y carecen de rigor; por ejemplo, los saberes mantenidos y transmitidos oralmente a través de ancianos o especialistas (chamanes, curanderos, etc.). Es en este punto donde la categoría “Tradicional” resulta paradójica, porque si bien es cierto que este tipo de conocimiento está basado en una tradición consolidada a través de vivencias y adaptaciones en una cultural o medioambiente con fines de supervivencia en comunidad, también es cierto que los científicos desconfían de la forma tradicionalista de crear, conservar y difundir el conocimiento y no de su naturaleza.

## **PERSPECTIVA TRADICIONAL DE CONOCIMIENTO CIENTÍFICO**

La perspectiva tradicional del conocimiento científico tiene sus orígenes en la primera mitad del siglo XVII, cuando emerge el problema sobre cómo indagar efectivamente los secretos naturales (Anstey, 2005). En aquel entonces, Newton y sus inmediatos predecesores, Kepler, Galileo, Bacon y Descartes, entre otros, progresaron en la aplicación de las matemáticas a la investigación de la naturaleza. Cabe aclarar que, en este apartado no se pretende hacer una historiografía de estos pensadores y su contexto socio-histórico, sino que serán señalados brevemente sus principales ideas y serán enunciados los aportes destacables a la filosofía de la ciencia; lo anterior a fin de entender los orígenes y bases conceptuales de la didáctica tradicional de las Ciencias Naturales.

Específicamente, el método inductivo-matemático apoyado en la observación astronómica, permitió a Johannes Kepler (1571-1630) declarar las leyes matemáticas del movimiento de los planetas. Este astrónomo y filósofo alemán puso a prueba la teoría de Copérnico, en la cual los planetas recorrían con movimiento regular órbitas circulares alrededor del Sol, así que elaboró una hipótesis geométrica compleja para explicar las distancias de los circuitos planetarios (Szpiro, 2003). Al final, el intento por demostrar de manera amplia y convincente las ventajas de la teoría copernicana, al contrario concluye en su refutación y derogación. Con este antecedente histórico ilustra el motivo de los primeros hombres de ciencia para considerar el universo como un orden matemático que solo puede entenderse mediante un sistema de procedimientos exactos de medición.

A su turno, Galileo Galilei (1564-1642), quien estaba a favor de la experiencia provocada intencionalmente y su justa interpretación mediante artefactos mecánicos, primero contribuyó con el uso del telescopio como producto de sus estudios de óptica, y descubrió las manchas solares, valles y montañas lunares, los cuatro satélites mayores de Júpiter y las fases de Venus. Luego, enunció la tesis del movimiento de la Tierra y reafirmaba la inmovilidad del Sol. Pese a estar en la época del Renacimiento, el físico y astrónomo italiano fue atacado por la inquisición y abjurado por el Santo Oficio en Roma en 1633; fue así como este personaje pasó a la posteridad como un símbolo de la lucha contra la autoridad y de la libertad en la investigación. El aporte a la filosofía de las ciencias de Galileo fue la distinción entre las “Cualidades Primarias”, que son propias del cuerpo y son reductibles a determinaciones cuantitativas (por ejemplo: tamaño, cantidad, distancia, movimiento, etc.); y las “Cualidades Secundarias”, que son de carácter subjetivo y residen en los órganos sensoriales del cuerpo (sensaciones, sabores, sonidos, etc.). Esta distinción revela que el pensamiento científico de Galileo se identificaba con la búsqueda de la objetividad mediante cantidades mesurables.

Luego, la necesidad de un instrumento de la investigación científica que



tuviese aprovechamiento práctico, fue advertida por Francis Bacon (1561-1626). Este filósofo y estadista inglés consideró que la experiencia no debe ser producto del azar, sino orientada hacia un fin preciso; también concibió el proyecto de elaborar una nueva enciclopedia de las ciencias fundamentada en el método experimental inductivo (*Instauratio magna*). De igual forma, sostuvo el carácter operativo de las Ciencias Naturales, en tanto que su finalidad es generar técnicas que permitan al hombre dominar a la naturaleza. Bacon también se esforzó por re-elaborar la experiencia libre de prejuicios y apriorismos, así declaró que cuando el investigador está desprovisto de ídolos o falsas nociones, puede obtener conocimiento claro, ordenado y útil. En este orden de ideas, el método baconiano consistió en inferir a partir del uso de comparaciones o correlaciones mediante el uso de tablas, identificando por pasos y sin saltos las características o propiedades particulares hasta llegar a las generales, o aquellas que estén presentes en el mayor número de casos, dejando para una posterior experiencia la corrección de los errores evidentes en la estimación de la intensidad del fenómeno (Klein, 2008). Por todo lo anterior, Bacon concibió un método fundamental en la formulación de hipótesis científicas.

En su momento, René Descartes (1596-1650) aportó una justificación novedosa del carácter matemático del método científico. La vida y obra de este filósofo y matemático francés es un testimonio y crítica a los contenidos y métodos de enseñanza de su época. A saber, Descartes recibió educación a cargo de los jesuitas, fue instruido en idiomas e historia y viajó por Europa con frecuencia, pero se dio cuenta de que a pesar de haber asimilado gran parte del conocimiento escolástico de su tiempo, no poseía ningún criterio seguro para distinguir lo verdadero de lo falso. Estas ideas serían fundamentales para su obra principal titulada *El Método*, que en resumen es un conjunto de criterios y orientaciones para que el hombre use la razón a favor de sí mismo de manera práctica y pueda dominar la naturaleza. De manera que, el aporte conceptual de las reglas del método cartesiano son términos como: evidencia, análisis, síntesis y enumeración; los cuales representan acciones que potencialmente pueden ser trasladadas a otras

ramas del saber. Ahora bien, el método como guía universal de investigación en todas las ciencias exigía dudar de todo lo aceptado, esto es una actitud crítica radical que fue denominada la *Duda metódica*. En definitiva, el pensamiento científico cartesiano representa la búsqueda de un sujeto racional cuyo pensamiento metódico es la evidencia de su propia existencia, y que además otorga validez y eficacia a sus acciones en el mundo.

Las Ciencias Naturales nacen de una visión enmarcada en los límites de la experiencia y de la descripción empírico-matemática de los hechos naturales (Feingold, 2001); desde un inicio los pensadores de la ciencia rechazan las explicaciones metafísicas que apelan a la imaginación, entre ellos destaca Isaac Newton (1642-1727). Este matemático y físico británico formuló de manera analítica e inductiva un sistema puramente mecánico del mundo celeste y terrenal, que quedó plasmado en su obra *Principios matemáticos de la filosofía natural* (1687). De esta manera, parte de principios generales para llegar a hechos de los que aquellos son las manifestaciones o la confirmación; fue así como luego de formular las leyes del movimiento, las aplicó a las Leyes de Kepler del movimiento orbital, y descubrió la inferencia de la gravitación universal, que muestra cómo los cuerpos en el espacio y en la Tierra son afectados por la fuerza de la gravedad.

El pensamiento newtoniano parte del conocimiento de los hechos individuales, entregados por la experiencia, para llegar gradualmente a las causas primeras y a los elementos últimos de los hechos mismos. Desde esta mirada, un descubrimiento científico, por ejemplo la gravedad, es el resultado de la sistematización matemática de ciertos datos de la experiencia y hechos considerados hasta entonces como inconexos, en este caso la caída de los cuerpos, los movimientos celestes y las mareas (MacDougal, 2012).

Los métodos científicos inductivos y la química moderna están fundamentados en la observación objetiva y los experimentos verificables en labo-

ratorios (Agassi, 2013). Precisamente, Roberto Boyle (1627-1691) fue un pionero y defensor de los estudios científicos sobre el estudio de las transformaciones químicas de los cuerpos, vistas como un producto de fuerzas puramente mecánicas. En el campo de la física, formuló la Ley de Boyle-Mariotte, que fue producto de estudios realizados a parte de su colega francés Edme Mariotte. También, fue el primer químico en lograr aislar un gas y perfeccionar la bomba de aire. Boyle, además, observó que durante el proceso de combustión el aire se consume y que cuando se oxidan los metales ganan peso. Igualmente, con base en experimentos de laboratorio, estableció la diferencia entre un compuesto y una mezcla. Este científico británico formuló una teoría atómica de la materia, según la cual los cuerpos están constituidos por una materia universal única, compuesta de átomos y dotada de magnitud, forma y movimiento (cualidades primarias). Visto en retrospectiva, debido a los aportes de Boyle la alquimia medieval fue transformada en la Química, una ciencia positiva de observación que fue integrada al dominio de las Ciencias Naturales (Principe, 2003; Newman, 2003). Cabe resaltar que, el rasgo positivo que Boyle otorga a la investigación científica no excluye la verdad de la religión; de hecho, en Inglaterra las nuevas tendencias científicas coincidieron con la difusión de debates sobre los principios naturales de la religión.

Hasta aquí se ha visto que en el siglo XVII se consolidó una visión general del progreso histórico y científico que fue preludeo del racionalismo radical formulado en el siglo XIX por Auguste Comte (1798-1857). Este filósofo francés es considerado el fundador del Positivismo y la Sociología, en su pensamiento la ciencia es la fuente del saber auténtico y le otorgó un significado moral y religioso, hasta el punto de valorarla como manifestación legítima del Infinito que podía suplantar las religiones tradicionales (Comte, 2009a). Así, de la necesidad de convertir el pensamiento científico en la base de un nuevo orden moral, social o religioso, resultó el surgimiento y establecimiento de la organización técnico-industrial de la sociedad, basada y condiciona por la ciencia. Para Comte (2009b), el punto

de partida de su filosofía es la ley de los tres estados, según la cual todas las ramas del conocimiento humano pasan por tres estados diferentes: a) “estado teológico” o ficticio: los hechos son explicados por la intervención directa y continua de agentes sobrenaturales, asimismo, la autoridad política tiene su origen en la divinidad y se corresponde con un gobierno monárquico; b) el “estado metafísico” o abstracto: la divinidad es sustituida por fuerzas naturales abstractas capaces de generar los fenómenos observados, del mismo modo fomenta el individualismo y el egoísmo sin crear un nuevo tipo de organización social, y, c) el “estado científico” o positivo: el espíritu humano busca las leyes de los fenómenos mismos, esto es relaciones invariables de sucesión y semejanza entre hechos observables; además, el hombre acepta la ciencia como principio de una organización social unificada. En suma, en este período el hombre creyó encontrar en la ciencia una garantía de progreso y bienestar. El positivismo de Comte se propone partir de los hechos, pero solo para llegar a la ley que, una vez formulada, se incorpora a la tradición socio-cultural, es decir, al sistema total de las creencias de la humanidad.

Todo lo visto hasta aquí permite afirmar que, algunos conocimientos filosóficos de la ciencia tradicional pueden relacionarse con el conocimiento que se enseña en el área de las Ciencias Naturales. La búsqueda sistemática de objetividad implica que, por una parte, las teorías y conceptos son presentadas en un contexto de justificación, y por otra parte, los conocimientos solo tienen validez y credibilidad si representan una imagen exacta de la realidad. La importancia otorgada a la observación implica una actitud contemplativa por parte de los científicos, al mismo tiempo la investigación científica requiere de experimentos y objetivos prescritos. Desde esta perspectiva, los libros de textos y enciclopedias de Ciencias Naturales son un fundamento esencial para el proceso de enseñanza, debido a que la aceptación o refutación de una hipótesis o teoría requiere de un inventario de los conocimientos provenientes de épocas pasadas que son confrontadas con las opiniones y hallazgos vigentes.

## PERSPECTIVA TRADICIONAL DE LA ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS

En la historia de la educación y de la pedagogía, a lo largo del siglo XVII surgió la perspectiva tradicional de la enseñanza de las Ciencias. En general, fue un siglo de transición entre el Humanismo y la Reforma del siglo XVI; y luego, entre la Ilustración y el Despotismo Ilustrado del siglo XVIII. Durante la decimoséptima centuria se dio comienzo a los métodos de la educación basados en la filosofía y la ciencia de aquella época (Galileo, Copérnico, Newton, Descartes, entre otros). De esta manera, surgió una didáctica que respondía a las necesidades educativas de la sociedad, y se adentraba en un sistema científico que era antagonista del viejo sistema metafísico teológico que trataba de ser renovado.

En esta etapa, la educación pública fue establecida y difundida debido al movimiento iniciado en el siglo XVI que fue ampliado y desarrollado en el XVII. Esto ocurrió en los países protestantes (Alemania, los Países Bajos del norte, Suiza, Hungría, Escocia, Inglaterra, entre otros), mientras que en los católicos (Italia, Francia, España, Portugal, Polonia, entre otros) continuó siendo absoluta la educación de las órdenes religiosas y en especial de los jesuitas. Por consiguiente, la influencia de ambas, la Reforma protestante y la Contrarreforma católica, dio lugar a dos modelos de enseñanza: uno dogmático, cerrado y otro de carácter intimista y piadoso. No obstante, la intensificación de la intervención del Estado en la educación de los países protestantes fue posible mediante la creación de legislación escolar amplia y no exclusiva de la clase alta. Al mismo tiempo, la introducción de las nuevas ideas científicas habían comenzado a desarrollarse en el siglo anterior (Kepler, Galileo), que continuaba con la repercusión de ideas filosóficas, tanto de la corriente idealista (Descartes y Leibniz), como de la empirista (Bacon y Locke).

Juan Amos Comenio (1592-1670) nació en Moravia (actualmente parte de la República Checa). Sus padres pertenecían a los Hermanos Moravos, una

sociedad de los protestantes. A los diez años quedó huérfano de padre, y su educación quedó abandonada hasta que cumplió los dieciséis años, cuando ingresó a la escuela de latín de Prerau. En 1611 ingresó en la Universidad de Herborn y en 1613 pasó a la Universidad de Heidelberg. Entonces conoció las ideas de Wolfgang Ratke (1571-1635), quien ejerció influencia sobre él debido a que este educador alemán planteaba el uso de nuevos métodos para enseñar más rápidamente la lengua vernácula, las lenguas clásicas y el hebreo. Al mismo tiempo, Comenio fue influenciado por los planteamientos de Francis Bacon (1561-1626), y compartía las ideas de que el conocimiento procede de la experiencia, por lo cual hay que partir del estudio de la naturaleza y emplear el método inductivo para llegar al conocimiento. Por lo tanto, “(...) la ciencia empieza por el sentido, y por la imaginación pasa a la memoria; después, por inducción de lo singular, se forma el entendimiento de lo universal, y por último, de las cosas suficientemente entendidas se compone el juicio para la certeza del conocimiento” (Comenio, 1999, p.77).

*La Didáctica Magna* es la obra más importante de Comenio, porque contiene un sistema científico completo de la educación, y fue la primera vez que se intentó. La obra representa la sabiduría pedagógica de un pensador que conjuga una dimensión religiosa referida a los fines de la educación con una dimensión realista sobre los medios de enseñanza. Además, de esta obra provienen los principios didácticos para la enseñanza de las artes, los idiomas, las ciencias, y del denominado modelo tradicional. El principio fundamental en la didáctica de Comenio es el principio de que “el arte nada puede si no imita a la Naturaleza” (Comenio, 1999, p.52) o, en otras palabras, “ la idea universal del arte de aprender y enseñar todas las cosas, no debemos ni podemos tomarle de otra parte que no sea de la enseñanza de la Naturaleza” (p.53). De este principio se deduce la regla de oro de la instrucción: “Todo debe enseñarse por sus causas” (p.90).

La principal contribución de Comenio (1999) ha sido inaugurar la Didáctica como el arte de enseñar fácil y sólidamente a todos los hombres

todas las cosas. Tuvo la convicción de que el hombre no puede llegar a ser hombre si no es educado, por eso la humanidad es considerada uno de los objetivos de la educación. Otro aporte insoslayable es haber estructurado el “Método de las ciencias en particular” (p.109), que es producto de la tradición humanista-realista. Concretamente, para la enseñanza de las ciencias establece nueve reglas:

1. Debe enseñarse lo que hay que saber.
2. Lo que se enseñe, debe enseñarse como cosa presente de uso determinado.
3. Lo que se enseñe, debe enseñarse directamente, sin rodeo ninguno.
4. Lo que se enseñe, debe enseñarse tal y como es, a saber: por sus causas.
5. Lo que se ofrece al conocimiento, debe presentarse primeramente de un modo general y luego por partes.
6. Deben examinarse todas las partes del objeto, aun las más insignificantes, sin omitir ninguna; con expresión del orden, lugar y enlace que tienen unas con otras.
7. Las cosas deben enseñarse sucesivamente, en cada tiempo una sola.
8. Hay que detenerse en cada cosa hasta comprenderla.
9. Explíquense bien las diferencias de las cosas para obtener un conocimiento claro y evidente de todas (pp.113-114).

## **PERSPECTIVA TRADICIONAL DEL APRENDIZAJE DE LAS CIENCIAS**

Nótese que Comenio (1999) pretende establecer un método “universal” que unifique las prácticas y criterios de enseñanza de las ciencias puesto que considera que existe una fragmentación que obstaculiza la eficacia del aprendizaje. Visto así:

(...) sólo hay un método natural para todas las ciencias, como también es uno solo el método para todas las artes y lenguas. La variación o diversidad, si puede hallarse alguna, es insignificante

para poder constituir una nueva especie, y no se desprende del fundamento de la materia, sino de la prudencia del que enseña, en lo referente a cada lengua o arte, y de la capacidad y aprovechamiento de los que aprenden. (p.103)

Sin embargo, la importancia excesiva otorgada a un método (universalista antes que universal) y la poca a la acción del educador, del maestro, actualmente implica que las perspectivas epistemológicas y psicológicas no son esenciales para la enseñanza de las ciencias. Otra limitación estriba en el carácter verbalista y transmisionista que conserva en ciertos aspectos del aprendizaje, por ejemplo, la escritura era mecánica en lugar de académica debido a que los maestros se limitaban a proveer a sus estudiantes “(...) trozos de historia (...) o comentarios y modelos que imitar, con lo que a la vez se practica la escritura, se ejercita el entendimiento y se cultiva el lenguaje al recitarlo” (Comenio, 1999, p.106).

Debido a su formación, Comenio admite la posibilidad de que se aprendan las lenguas extranjeras, y propone que la edad indicada es a partir de 10 a 12 años. Del mismo modo, las escuelas deberían funcionar divididas en seis clases o grados. Cada clase tendrá sus libros propios, escritos en la lengua materna, y estarán también graduados. Específicamente, al aprendizaje se dedicarán cuatro horas diarias, dos por la mañana para los ejercicios más intelectuales para los ejercicios de la mano y la palabra. Justamente, la introducción de temas de discusión pública a las aulas de clases es considerada un ejercicio académico de alto nivel intelectual. Para tal fin, el profesor debía distribuir autores eminentes que abordaran una misma temática de actualidad para que fuesen leídos de manera individual. Dicho tema sería discutido para profundizar las explicaciones del profesor y lograr aprovechamiento en la teoría y en la práctica, pero con el pretexto de la controversia orientada a la búsqueda de consenso. Lo anterior, es una práctica didáctica que depende de “cuestiones diversas del libro de texto: ¿Dónde se encuentra escrito esto, aquello o lo otro? ¿Hay algún autor que disienta? (...) con preguntas y variedad de casos hasta (...) juzgar con sabiduría y verdadero fundamento acerca de las cosas, etc.” (pp.180-182).



Pese a todo, todavía en el siglo XVII existía resistencia a adquirir y usar libros impresos, que representaban un avance tecnológico en aquel momento. De hecho, Comenio (1999) tenía una posición clara respecto al arte de los tipógrafos y el arte de los amanuenses:

Pues de igual modo que el arte de la tipografía, aunque más difícil, costoso y trabajoso es, sin embargo, más adecuado para copiar los libros con mayor rapidez, exactitud y elegancia, así también este nuevo método, aunque asuste al principio por sus dificultades, una vez implantado, servirá para instruir a muchísimos con aprovechamiento más seguro y mayor complacencia que con el actual y corriente desorden. (p.182)

En efecto, este pedagogo checo más allá de enunciar las ventajas de la impresión sobre la escritura, crea un punto de convergencia entre el arte didáctico y el arte tipográfico, y así esboza de “un nuevo y universal método de enseñar” (p.183) que es explicado mediante una compleja alegoría que recibe el nombre de “Didacografía” (Ibídem).

El papel son los discípulos cuyas inteligencias han de ser impresas con los caracteres de las ciencias. Los tipos o caracteres son los libros didácticos y demás instrumentos preparados para este trabajo, gracias a los cuales ha de imprimirse en los entendimientos con facilidad todo cuanto ha de aprenderse. La tinta es la voz viva del Profesor que traslada el sentido de las cosas desde los libros a las mentes de los discípulos. La prensa es la disciplina escolar que dispone y sujeta a todos para recibir las enseñanzas. (pp.183-184)

Todo lo anterior permite sostener que desde la perspectiva tradicional, los libros de texto son el fundamento esencial para el proceso de aprendizaje, por eso “a cada clase corresponderán sus libros propios, que han de contener todo cuanto a dicha clase afecta” (Comenio, 1999, p.169). También, los conocimientos provenientes de la ciencia son de carácter enciclopédico y pasan de la mente del profesor a la mente de los estudiantes, empleando

como mediación los libros que “en cuanto sea posible sean iguales las ediciones de los libros en cada materia” (p.81).

El fin de la educación para Comenio es la salvación, esto es, la felicidad eterna. En este sentido, la virtud y buenas costumbres hacen de los fines de la vida y, por extensión, de la educación. Así, la enseñanza de las artes, lenguas y ciencias incluye, además de las buenas maneras, el dominio de las pasiones y la piedad, por las cuales el alma del hombre puede ser religada al Ser supremo. Ahora bien, “Es absolutamente necesaria la disciplina para prevenir y contrarrestar las malas costumbres, puesto que apenas podemos estar tan sobreaviso que no nos veamos arrastrados por alguna maldad” (Comenio, 1999, p.131). Para entonces, la disciplina era considerada el único medio capaz de conseguir que los estudiantes continuaran recibiendo la enseñanza debida. Así que los primeros “manuales de convivencia” elaborados a manera de decálogos o tratados, guardaban el propósito de que quienes ingresaban en las escuelas para ser instruidos, quedaban formalmente sometidos a un régimen disciplinario común que establecía tres grados. El primero es “la atención constante” (p.185), que faculta a los maestros para que hagan seguimiento y observación por donde quiera que se dirijan los estudiantes. El segundo es, “la reprensión” (Ibidem), mediante la cual la palabra de una autoridad moral trae de nuevo al camino de la razón y el deber a aquellos que se extralimitan. El tercer y último grado es, “el castigo”, que debe ser empleado cuando el sujeto se resiste a obedecer las indicaciones o advertencias.

Con todo, para Comenio (1999) –en el proceso de aprendizaje– debe primar el principio de autoridad del maestro, y por parte del estudiantado obediencia y respeto: “(...) así aprenderán la obediencia, obedeciendo; la abstinencia, con la sobriedad; la veracidad, diciendo siempre la verdad; la constancia, perseverando el todo, etc., con tal que haya quien les dirija con la palabra y el ejemplo” (p.131). Finalmente, un aspecto que no puede pasar desapercibido en el modelo didáctico tradicional es que el aprendizaje de los estudiantes debe retribuirse con premios o castigos; por eso el

mismo Comenio (1999) llegó a afirmar que “(...) los Rectores de las escuelas pueden también excitar la actividad de los que estudian si intervienen por sí mismos en actos públicos (...) y reparten sin favor entre los más aplicados alabanzas y premios” (p.75).

## MODELO DIDÁCTICO POR DESCUBRIMIENTO

Durante la primera parte del siglo XX, la concepción tradicional de la ciencia estaba asociada al neopositivismo, lo cual implicaba que el conocimiento científico era contrapuesto a la metafísica; en otras palabras, lo experimental versus lo especulativo (Anstey, 2005). En este contexto los historiadores de la ciencia, por una parte, ilustraban a manera de crónicas las observaciones, experimentos y teorías de los científicos desde la antigüedad hasta la contemporaneidad. Por otra parte, los filósofos de la ciencia protagonizaban debates sobre la aceptación o refutación de teorías con base en las explicaciones o predicciones antes que en la aplicación práctica. Pese a todo, ambas perspectivas del quehacer de los científicos necesitaron complementarse entre sí, puesto que los historiadores y filósofos debieron considerar la evidencia histórica para explicar el porqué de la recepción favorable o desfavorable de las ideas científicas de grandes pensadores (Brush, 2015).

Desde entonces, parecía necesario descubrir el proceso mediante el cual una teoría era aceptada o rechazada por una comunidad de investigadores, que adoptaba unos procedimientos y recursos para producir nuevos conocimientos científicos (Shand, 2006). Fue así como la idea prevaleciente de que la ciencia es inductiva en esencia fue criticada, puesto que era poco confiable y científica la suposición de que si algo es cierto en algunas ocasiones también lo es en situaciones similares, aunque no se hayan observado. Lo anterior implicaba que tanto para las predicciones y el establecimiento de leyes universales, como para la aceptación de un descubrimiento científico, dependían del número de veces que el fenómeno era observado (Niniluoto y Tuomela, 1973). No obstante, esta visión acumulativa solo

ofrecía conocimientos probables, puesto que es imposible observar todas las posibilidades de un experimento, además, la lógica inductiva tenía limitaciones para establecer relaciones absolutas entre las causas y las consecuencias. Con todo, el razonamiento inductivo fue desarrollado por varios filósofos, desde Francis Bacon hasta David Hume, pasando por John Stuart Mill y Charles Sanders Peirce.

Durante la segunda mitad del siglo XX, la aceptación de una nueva idea llega a depender del llamado método científico, también llamado el método hipotético-deductivo, en tanto que conduce a una predicción exitosa de hechos empíricos todavía desconocidos, o bien, cuando proporciona una explicación satisfactoria de hechos ya conocidos, pero poco entendidos. Llegado a este punto, el debate respecto a la validez de las teorías científicas se agudiza debido a los debates entre Karl Popper (1902-1994) y Thomas Kuhn (1922-1996), y los aportes de Imre Lakatos (1922-1974) y Paul Feyerabend (1924-1994). En efecto, las ideas de estos filósofos de la ciencia tuvieron implicaciones en la producción del conocimiento, mientras que las ideas de Jean Piaget (1896-1980) y Jerome Bruner (1915-2016) en la enseñanza y aprendizaje de las Ciencias Naturales fundamentan el Modelo Didáctico por Descubrimiento.

## **KARL POPPER: MÉTODO CIENTÍFICO, HIPÓTESIS Y FALSACIÓN**

El descubrimiento como camino al conocimiento científico implica que aprender Ciencias Naturales es, sobre todo, dominar el método científico; aplicándolo llegará a descubrir conocimientos. Esta afirmación es factible debido a la caracterización del método científico propuesta por Popper en su obra *La lógica de la investigación científica*, publicada originalmente en 1934. Según este filósofo británico lo que importa es hallar un método capaz de distinguir entre proposiciones científicas y proposiciones no científicas. Así que, a motivo de postular una ciencia empírica propuso la experiencia como método y desechó el psicologismo. En palabras del

mismo autor “puede describirse la teoría del conocimiento, cuya tarea es el análisis del método o del proceder peculiar de la ciencia empírica, como una teoría del método empírico una teoría de lo que normalmente se llama experiencia” (Popper, 1980, p.39).

Por consiguiente, los estudiantes pueden aprender Ciencias Naturales si la descubren a partir de datos empíricos. Ahora bien, tanto científicos como estudiantes de ciencias deben saber verificar el grado de verdad o falsedad de los enunciados con sentido provenientes de la ciencia empírica. Por ende, Popper propone “la falsabilidad como criterio de demarcación”, lo cual puede interpretarse como un límite a la lógica inductiva. Por lo tanto, lo que caracteriza al método científico no es probar una hipótesis, sino evidenciar la provisionalidad de esta; esto es someter la teoría sistemáticamente a pruebas y ensayos que ayuden a identificar y superar las eventuales contradicciones. Por eso:

(...) cuando se explica una teoría perfectamente corroborada (...) deduciéndola de una nueva hipótesis de un nivel superior; entonces habrá que contrastar la nueva hipótesis (...) si queda falsada (...) buscaremos, en su lugar, otra hipótesis de alto nivel, pero no nos sentiremos obligados a considerar que el sistema antiguo (...) haya resultado falsado. (Popper, 1980, p.74)

Esto sugiere que la Ciencia es ahora un conjunto de proposiciones consideradas verdaderas hasta que sean falseadas, es decir que los conocimientos científicos avanzan rechazando hipótesis y contrastando teorías con los hechos. Visto así, una contradicción o falsación representa un problema de investigación, que es el punto de partida de la labor científica. Nótese que es una perspectiva que difiere de los inductivistas para quienes el conocimiento científico parte de la observación.

La ciencia nunca persigue la ilusoria meta de que sus respuestas sean definitivas, ni siquiera probables; antes bien, su avance se encamina hacia una finalidad infinita (...) la de descubrir incesantemente

problemas nuevos (...) a contrastaciones constantemente renovadas y cada vez más rigurosas. (Popper, 1980, p.262)

De donde resulta que, enseñar Ciencias Naturales es enseñar las destrezas de investigación, es decir, organizar y coordinar actividades experimentales con base en una teoría. Así, en lugar de verificar inductivamente una teoría, lo que se intenta es mantenerla a salvo de las posibilidades que esta teoría tiene de ser falseada. En otras palabras, una teoría que no se encuentra abierta a la falsabilidad no puede ser considerada una teoría científica.

### **THOMAS KUHN: REVOLUCIONES, ANOMALÍAS Y DESCUBRIMIENTOS CIENTÍFICOS**

Para Kuhn la racionalidad de la ciencia no es algorítmica, ni neutral en la elección de las teorías, es decir, no existen procedimientos sistemáticos para que los miembros de una comunidad científica compartan los mismos supuestos teóricos. Lo que sucede es que, según el historiador y filósofo de la ciencia estadounidense, las revoluciones científicas tienen lugar cuando una nueva teoría científica logra resolver problemas y representar la realidad mejor que las teorías predecesoras. Lo anterior implica "(...) un desplazamiento de la red de conceptos a través de la que ven el mundo los científicos" (Kuhn, 2004, p.164). Desde la mirada de Kuhn,

Siempre se presentan dificultades en alguna parte en el ajuste del paradigma con la naturaleza; la mayoría de ellas se resuelven tarde o temprano, frecuentemente por medio de procesos que no podían preverse. Es raro que el científico que se detenga a examinar todas las anomalías descubra que pueda llevar a cabo algún trabajo importante. Debemos, por consiguiente, preguntarnos qué es lo que hace que una anomalía parezca merecer un examen de ajuste y para esta pregunta es probable que no exista una respuesta absolutamente general. (Kuhn, 2004, p.135)

Nótese que Kuhn, a diferencia del falsacionismo propuesto por Popper, sostiene que un descubrimiento científico es un entramado de hechos y de teorías que marcan una ruptura con una tradición cuyas reglas y razonamiento entran en crisis debido a anomalías. Así, los cambios de paradigmas suceden durante el proceso de asimilación de nuevas prácticas, métodos alternativos y procedimientos científicos. Del mismo modo, cada paradigma posee su propio método y por eso es descartada la posibilidad de un método científico universal. En efecto, los cambios paradigmáticos son aceptados cuando una comunidad científica está en condiciones de dar explicaciones a un mayor número de fenómenos naturales.

El descubrimiento comienza con la percepción de la anomalía; o sea, con el reconocimiento de que en cierto modo la naturaleza ha violado las expectativas, inducidas por el paradigma, que rigen a la ciencia normal. A continuación, se produce una exploración más o menos prolongada de la zona de la anomalía. Y solo concluye cuando la teoría del paradigma ha sido ajustada de tal modo que lo anormal se haya convertido en lo esperado. La asimilación de un hecho de tipo nuevo exige un ajuste más que aditivo de la teoría y en tanto no se ha llevado a cabo ese ajuste –hasta que la ciencia aprende a ver a la naturaleza de una manera diferente–, el nuevo hecho no es completamente científico (Kuhn, 2004, p.93).

La enseñanza de las ciencias, desde la mirada de Kuhn, implica que el conocimiento científico no es un cuerpo de conocimientos acumulados a lo largo de la historia, sino una sucesión de cambios paradigmáticos. El problema es que “en un proceso comparado frecuentemente a la adición de ladrillos a un edificio, los científicos han ido añadiendo uno por uno hechos, conceptos, leyes y teorías al caudal de información que proporciona el libro de texto científico contemporáneo” (Kuhn, 2004, p.219). Pese a lo anterior, los profesores deberían, por una parte, explicar el contexto histórico en que surgió una teoría y revisar las creencias y valores de la época, junto a las evidencias que le otorgaron validez científica en aquel entonces. Por otra parte, los docentes de ciencias deberían explicar a sus

estudiantes las contradicciones, errores, incluso supersticiones, que generaron resistencia a la consolidación del nuevo paradigma.

Es un hecho que “(...) los científicos nunca aprenden conceptos, leyes y teorías en abstracto por sí mismos. En cambio, esas herramientas intelectuales las encuentran desde un principio en una unidad histórica y pedagógicamente anterior que las presenta con sus aplicaciones y a través de ellas” (p.85). Desde este punto de vista, las leyes y teorías científicas aceptadas en la actualidad, son el resultado de cambios en la manera de interpretar fenómenos naturales y de transformaciones paulatinas en la manera de resolver problemas y enigmas de la realidad. Por eso quienes estudian ciencias deben aprender a llevar la teoría a la práctica para descartar ciertas creencias y procedimientos previamente aceptados, y descubrir conceptos e instrumentos más precisos de análisis e interpretación de datos. Por tanto, una buena clase de Ciencias Naturales, es aquella en la que los estudiantes realizan actividades, en concreto manipulaciones. En pocas palabras, “pensar” subordinado al “hacer”.

Otro obstáculo epistemológico en la enseñanza de las ciencias es que en la literatura científica tienden a disertar linealmente sobre el desarrollo de la ciencia como si fuese una cadena natural de investigaciones aisladas. Por eso, los docentes que reproducen el discurso normalizado en los libros de texto, también omiten episodios históricos que revelan las anomalías y rupturas que impulsaron los cambios en el abordaje de problemas de investigación, conceptos y explicaciones, admitidas por la comunidad científica de una época específica. Visto de esta manera, en el aula de Ciencias Naturales deben restringirse las intervenciones o discursos y promover oportunidades de investigar y experimentar. Sin embargo, “los conceptos científicos que indican sólo obtienen un significado pleno cuando se relacionan, dentro de un texto o de alguna otra presentación sistemática, con otros conceptos científicos, con procedimientos de manipulación y con aplicaciones de paradigmas” (Kuhn, 2004, pp.221-222). Por tal razón, en el currículo pierden importancia los contenidos conceptuales, en favor de los procesos y destrezas del método científico.



## IMRELAKATOS: PROGRESO CIENTÍFICO, FALSACIONISMO SOFISTICADO, TIPOS DE DESCUBRIMIENTO

Para Lakatos es fundamental la demarcación entre ciencia y pseudociencia, es decir, explicitar los criterios que permiten diferenciar entre progreso científico y decadencia intelectual. Cuando este filósofo de la ciencia afirma que “La ciencia no es sólo ensayos y errores, una serie de conjeturas y refutaciones” (Lakatos, 1989, p.13), da a entender que rechaza el falsacionismo, según el cual una teoría es descartada ante un contraejemplo. En este orden de ideas, formula una “metodología de los programas de investigación científica” que está constituida por un “núcleo firme” integrado por un conjunto de conjeturas o leyes derivadas de una teoría científica, que está protegida de refutaciones mediante un “cinturón protector” conformado por una serie de hipótesis auxiliares. Otro elemento de este programa es la “heurística”, que engloba las técnicas e instrumentos sofisticados para resolver problemas de investigación y asimilar las anomalías y transformarlas en evidencias positivas.

Básicamente, hay que distinguir entre la “lógica del descubrimiento” y la “psicología del descubrimiento”. La primera consiste en un conjunto de reglas objetivas, que funcionan como un sistema de evaluación (aceptación o rechazo) de teorías ya elaboradas. En cambio, la segunda se refiere a la influencia que una teoría tiene en la mente del científico que la generó como individuo; esto engloba las ideologías, creencias e inclusive ideas metafísicas. En suma, Lakatos plantea cuatro lógicas del descubrimiento basado en apartes de la historia de la ciencia: a) Inductivismo: los descubrimientos son proposiciones científicas aceptadas que describen hechos infalibles, o son proposiciones derivadas de estos, ya que han sido demostradas de manera deductiva o inductiva; b) Convencionalismo: las teorías abandonadas por poseer supuestos falsos, no consideradas acientíficas, puesto que se puede descubrir que tienen consecuencias verdaderas, hasta el punto de servir como instrumentos de predicción; c) Falsacionismo metodológico: el descubrimiento de una teoría científica depende del contras-

te entre un enunciado teórico básico y el hecho empírico, pero “un descubrimiento mayor consiste en el descubrimiento de una teoría más bien que de un hecho” (Lakatos, 1982, p.33), y, d) Metodología de los programas de investigación científica: representa una reconstrucción racional de la ciencia, desde la cual los descubrimientos científicos son programas de investigación que son evaluados conforme al progreso o estancamiento de las problemáticas de investigación.

Para Lakatos la filosofía de la ciencia y la historia de la ciencia son complementarias. La primera debe ofrecer una metodología normativa que sirva a los historiadores para reconstruir, por una parte, la “historia interna”, es decir explicaciones racionales del crecimiento del conocimiento sobre un objeto de estudio a lo largo del tiempo; y por otra parte, la “historia externa” que se refiere a las explicaciones sobre las influencias sociológicas y psicológicas que dieron lugar a prejuicios y creencias de la actividad científica. A su turno, “la historia de la ciencia es una historia de eventos seleccionados e interpretados de forma normativa” (Lakatos, 1982, p.43), esto implica la reconstrucción y evaluación de metodologías rivales del descubrimiento científico.

Lakatos deja claro que difiere del falsacionismo y del inductivismo, en cambio se inclina hacia el convencionalismo, puesto que considera que ante el eventual descubrimiento de una teoría, esta “se convierte en propiedad pública y nada parece más obvio que la previsible aparición de distintas personas que la contrastarán simultáneamente y que realizarán, simultáneamente, descubrimientos fácticos de importancia menor” (Lakatos, 1989, p.13). Además, desde la perspectiva convencionalista, una teoría puede ser protegida de contraevidencias empíricas mediante algunas hipótesis auxiliares o mediante apropiadas reinterpretaciones de sus términos, es decir que, ningún estudio experimental puede derogar de manera absoluta una teoría. Sin embargo, este pensador húngaro propone replantear el falsacionismo de Popper, así que inicialmente diferencia entre los “falsacionistas ingenuos” y los “falsacionistas sofisticados”:

Para el falsacionista ingenuo cualquier teoría que pueda interpretarse como experimentalmente falsable es «aceptable» o «científica». Para el falsacionista sofisticado una teoría es «aceptable» o «científica» sólo si tiene un exceso de contenido empírico corroborado con relación a su predecesora (o rival); esto es, sólo si conduce al descubrimiento de hechos nuevos. (Lakatos, 1989, p.46)

Luego, Lakatos en la medida en que confronta a Popper y Kuhn, trata de conciliar las críticas de ambos, y propone tres facetas de la teoría de la falsacion: a) “Falsacionismo dogmático”: es la versión más débil del falsacionismo, porque reconoce que las teorías son conjeturales, y que la ciencia no puede probar ninguna teoría, pero sí pretende refutarla, b) “Falsacionismo metodológico ingenuo”: sostiene que un enunciado observacional causa la falsación de una teoría cuando empíricamente no se corresponde con ella, y, c) “Falsacionismo metodológico sofisticado”: es planteado como una síntesis de la determinación de aprender de la experiencia de los empiristas, sumando al enfoque de la teoría activista del conocimiento, según la cual el ser humano no puede explicar la Naturaleza sin actividad mental, es decir, sin interpretarlo según teorías y expectativas propias del sujeto; además acepta la importancia de elegir una metodología.

## IMPLICACIONES DIDÁCTICAS DE LA TEORÍA DE LAKATOS

El Modelo Didáctico por Descubrimiento está fundamentado en la “lógica del descubrimiento”. Por ende, en el aula de ciencias, las teorías son presentadas a los estudiantes, sin juicios *a priori*, quienes junto al docente deben aceptar o rechazar las ideas o proposiciones con base en unos criterios científicos. Luego, los estudiantes estarán listos para comprobar hasta qué punto los postulados teóricos progresan o se estancan en la resolución de problemas de investigación del campo específico del conocimiento. De modo semejante, los profesores de ciencia deben dejar en claro el tipo de lógica científica al que pertenecen las teorías seleccionadas, y al mismo tiempo especificar las coordenadas históricas de teorías científicas rivales.

La mirada lakatosiana de la enseñanza de las ciencias implica que los estudiantes deben distinguir entre un método científico y un método no-científico, y cuáles proposiciones pueden ser aceptadas y cuáles rechazadas por la comunidad científica. Si bien el ensayo y el error son importantes, las anomalías que surgen por desajustes entre la teoría y el experimento no son suficientes para falsear una teoría. Visto así, los aprendices de científico deben dominar un repertorio de herramientas investigativas para resolver problemas y confrontar las anomalías con miras al progreso científico y el crecimiento del conocimiento sobre el objeto de estudio. Consecuentemente, una comunidad educativa debe inculcar el interés por el abordaje de problemas de investigación y selección de metodologías investigativas, ya que esto es reflejo del mismo desarrollo de la ciencia. Igualmente, los docentes de ciencias deben introducir a sus estudiantes en los momentos cruciales del desarrollo de la ciencia mediante la ejemplificación de casos históricos en que dos teorías paralelas y con grados de aceptabilidad se han contradicho mutuamente, a fin de explicar el progreso teórico-científico.

También, para Lakatos es fundamental el aprendizaje de la ciencia desde la interacción entre la filosofía de la ciencia y la historia de la ciencia. Visto así, los estudiantes deben saber que los descubrimientos científicos, sean teorías o hechos, tienden a ser disputados por “programas de investigación rivales”, que ulteriormente son agrupados en un solo cuerpo teórico e inclusive son atribuidos a una comunidad particular de científicos. En este sentido, la historicidad del conocimiento científico es un objeto de estudio que hace parte de la enseñanza de la ciencia. Por consiguiente, los estudiantes deben cotejar las “teorías progresivas” con las “teorías regresivas”, la diferencia entre una y otra, es que la teoría que conduce al descubrimiento de nuevos hechos y que ha corroborado mayor cantidad de contenidos empíricos, es aquella que logra cambios progresivos en los problemas de investigación, porque formula respuestas plausibles y novedosas. En tal sentido, la falsación es el resultado de un proceso de contrastación entre dos teorías en disputa y la experimentación científica que se resuelve a favor de una perspectiva teórica con mayor contenido preposicional demostrado.

## APRENDIZAJE DE LAS CIENCIAS POR DESCUBRIMIENTO

A pesar del recelo expresado por los epistemólogos de la ciencia, como Popper y Lakatos hacia la psicología, era necesario admitir que la cuestión del crecimiento del conocimiento y los cambios conceptuales eran aspectos inherentes a la mente humana. En este sentido, el acto de conocer es una interpretación o asimilación de un fenómeno de la realidad que será integrado a la estructura del sujeto cognoscente. De manera que el interés por la inteligencia, el desarrollo humano y la adaptación biológica, dieron lugar al surgimiento de la Psicología Evolutiva (Tooby y Cosmide, 2016). Precisamente, los estudios de Jean Piaget (1896-1980) sobre los procesos de pensamiento y la génesis de las estructuras mentales, hacen que sus planteamientos sobre la abstracción cognoscitiva y la lógica formal, entre otros procesos, sean fundamentales en la comprensión del pensamiento científico en niños y adolescentes. En palabras de Piaget (1999b):

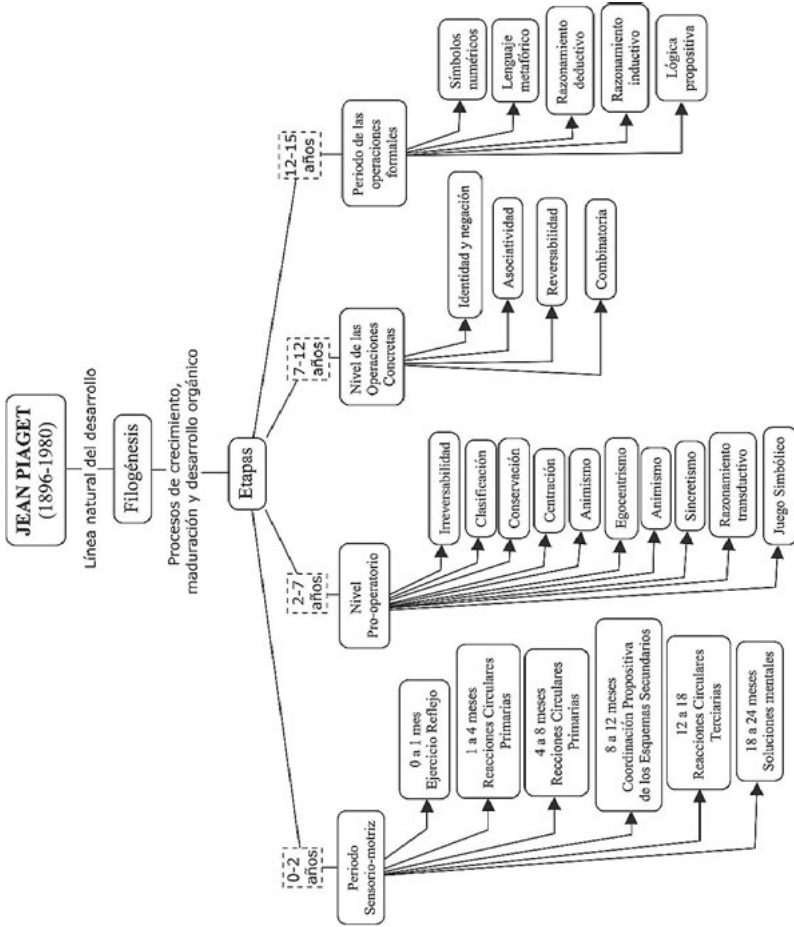
Nada hay de sorprendente en que exista parentesco entre las teorías psicológicas y las doctrinas epistemológicas (...) entre el estudio de las funciones mentales y el de los procesos del conocimiento científico. Pero que exista un paralelismo, e incluso muy estrecho, entre las grandes doctrinas biológicas de la variación evolutiva (esto es, de la adaptación) y las teorías restringidas de la inteligencia, en tanto hecho psicológico, esto ya reviste mayor interés. (p.22)

El punto de partida de Piaget es que el pensamiento infantil es estructuralmente diferente del pensamiento adulto, tesis elemental que es precursora de la psicología infantil, proviene de Édouard Claparède (1873-1940); ambos psicólogos y pedagogos suizos coincidieron en tener un punto de vista funcional y biológico. Sin embargo, la mirada piagetiana sostiene que la educación debe reflejar la funcionalidad de las estructuras operacionales de la mente infantil, entendidas como sistemas de transformaciones lógicas que se desarrollan progresivamente hasta alcanzar las formas superiores de la inteligencia. Así, la primera objeción fue que dichas estructuras existen en la mente del psicólogo que observa e investiga, mas no en la mente de los niños. La réplica de Piaget consistió en justificar y desarrollar el con-

cepto de estructura en un sentido funcionalista que era coherente con su teoría de la naturaleza “operativa” de la inteligencia. Esto implica que los niños realizan una serie de acciones coordinadas, llamadas operaciones, de las que se pueden deducir algunas consecuencias. De esta manera, Piaget realiza una síntesis entre los aspectos intelectuales del desarrollo infantil: “los conocimientos se derivan de la acción y de que los esquemas de la acción son: esquemas de asimilación que aspiran a la integración de los objetos en estructuras (coordinaciones de esquemas) que permitan utilizarlos y comprenderlo” (Piaget, 1979, p.175).

Los estudios de Piaget (1984; 1985; 2005) discurren sobre el desarrollo del pensamiento, abordan facetas que van desde la afectividad, la moralidad, hasta la lógica formal y el “pensamiento real”. Asimismo, establece diferencias entre la “Inteligencia Conceptual”, la “Inteligencia Sensorio-motriz”, la “Inteligencia Intuitiva” y la “Inteligencia Formal” (Piaget, 1999b). También dilucidó el vínculo entre pensamiento y lenguaje (Piaget, 2001). Con todo, la contribución teórica más difundida y reconocida fue la delimitación de los cuatro estadios del desarrollo cognitivo del niño (Piaget, 1964a). El “período sensorio-motriz”, que va desde el nacimiento hasta los 2 años, abarca la adquisición del control motor que tienen los niños y el conocimiento de los objetos físicos a su alrededor. Luego, en un “nivel preoperatorio”, de los 2 a los 7 años, los niños adquieren habilidades verbales y comienzan a nombrar y a representar de manera simbólica los objetos que pueden nombrar; no obstante, en este período las operaciones lógicas carecen de rigor en sus razonamientos.

Después, el “nivel de las operaciones concretas” se caracteriza por un pensamiento lógico, ya que el niño puede comprender algunos conceptos abstractos y establecer relaciones entre estos; de los 7 a los 12 años, el niño aprende siguiendo operaciones lógicas, y con tendencia a utilizar símbolos referidos a objetos concretos. Finalmente, entre los 12 a los 15 años aproximadamente, se desarrolla el “período de las operaciones formales o interposiciones”; ahora los pre-adolescentes son capaces de expresar operaciones lógicas, de manera verbal y simbólica, que impliquen generalizaciones progresivas que son la base del razonamiento hipotético deductivo.



**Gráfica 1**  
**Estadios del desarrollo evolutivo del pensamiento del niño**

Fuente: elaboración propia de los autores.

Todo lo anterior hace posible afirmar que el lenguaje de las Ciencias Naturales se hace más entendible y asimilable en la etapa de las operaciones formales. Igualmente, los estudiantes de Ciencias Naturales pueden elaborar conceptos y generalizaciones de leyes a partir del descubrimiento y la observación. De hecho, para Piaget (1999b) la inteligencia se manifiesta en tres momentos básicos: formulación de preguntas, formulación de hipótesis y verificación de los supuestos. Acto seguido, el pedagogo suizo plantea la distinción entre una inteligencia práctica (o empírica), y otra inteligencia reflexiva (o sistemática). La primera, responde a la necesidad de generar supuestos luego de un tanteo sensorio-motor, y la consecuente verificación que sigue a una serie de aciertos y errores. La segunda manifestación de inteligencia parte de la necesidad de resolver un problema previamente identificado, donde el tanteo o exploración conlleva a la búsqueda de hipótesis; luego la verificación anticipa la aprobación mediante la experiencia por medio de una lógica causal suficiente para rechazar las hipótesis falsas y amparar las correctas. Nótese que la inteligencia piagetiana es un correlato del pensamiento científico, en el sentido en que los estudiantes de ciencias deben seguir un método que puede partir de la observación, pasa por la problematización y la verificación o comprobación de hipótesis hasta llegar al descubrimiento de una solución novedosa, que cambiará la manera como otros investigadores interactúen con el objeto de estudio.

## **ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS POR DESCUBRIMIENTO**

La importancia del descubrimiento como una ayuda a la enseñanza fue un postulado de Jerome Bruner (1915-2016). En las décadas de los años 60 y 70, este psicólogo norteamericano advirtió la necesidad de elaborar los planes de estudio de la ciencia y las matemáticas como una estructura disciplinar suficientemente flexible para integrar secuencias temáticas orientadas a que los estudiantes hicieran descubrimientos por ellos mismos. Así, Bruner coincide con Piaget en que los niños exploran, observan, descubren, narran y crean con un grado de interés y dedicación similar al de un científico. De modo que la condición para el aprendizaje de las ciencias



por descubrimiento es que exista una “disposición para el aprendizaje” (Bruner, 1977), es decir, que debe emplear un método de enseñanza que tenga en cuenta las ideas *a priori* en la mente del aprendiz, y que progresivamente este participe en situaciones en que observe y experimente los datos de la realidad, con la finalidad de ir más allá del pensamiento primitivo y pueril del niño.

En este sentido, Bruner (1977) se cuestiona si “¿Vale la pena capacitar a los jóvenes de forma inductiva para que puedan descubrir el orden básico de conocimiento antes de que puedan apreciar su formalismo?” (p.47). Un caso de enseñanza que ilustra el planteamiento del psicólogo estadounidense tiene que ver con el aprendizaje del azar y la probabilidad. Por ejemplo, los juegos que implican el uso de dados o de la ruleta sirven como pretexto para aplicar el diagrama normal de la probabilidad; ilustra la Curva de Gauss. Particularmente, mediante esta clase de juegos los estudiantes pueden confrontar la noción cualitativa del azar que ellos poseen con las evidencias cuantitativas de un procedimiento inductivo. En efecto, la finalidad de orientar un aprendizaje por secuencias de descubrimientos es, por una parte, despertar el interés por resolver problemas sobre probabilística, y por otra parte, el aprendizaje formal de técnica de cálculo y procedimientos estadísticos fundamentados en la teoría de probabilidades.

Para las Ciencias Naturales, el aprendizaje por descubrimiento implica que el estudiante debe inventar y descubrir por sí solo los saberes. “(...) Mediante la técnica del descubrimiento, es que el niño genera información por su cuenta, que luego puede comprobar o evaluar en comparación con las fuentes, cada vez más nueva información en el proceso” (Bruner, 1977, p.51). De manera que el equilibrio entre la motivación tanto extrínseca (recompensa o castigo) como intrínseca (interés y curiosidad) es fundamental durante el proceso de aprendizaje. Cada faceta motivacional guarda relación con distintas formas de pensamiento. En el caso del pensamiento inductivo, el docente presenta de manera lineal y expositiva los contenidos temáticos, que son objeto de aprendizaje mediante el razonamiento inductivo y la lógica matemática. En cambio, el pensamiento intuitivo está

asociado con la familiaridad que el estudiante siente respecto a los datos y la información, mientras que el docente, quien conoce la estructura de los contenidos, se esfuerza para que el aprendiz tome conciencia de los saltos u omisiones, de modo que requiere constantes verificaciones. Pese a todo, el pensamiento analítico y el pensamiento intuitivo son complementarios, en lugar de antagónicos; la diferencia estriba en los motivos para aprender que incentiva cada docente.

En síntesis, desde la psicología cultural, el concepto de descubrimiento sirve para ilustrar la importancia de la autonomía del aprendizaje y la intencionalidad de la enseñanza, pero no constituye un fin en sí mismo. En palabras de Bruner (1987): “(...) parece haber un componente necesario del aprendizaje humano que es similar al descubrimiento, es decir, la ocasión de dedicarse a explotar una situación” (p.83). Consecuentemente, la enseñanza del descubrimiento, se refiere, por una parte, al proceso de guiar a los estudiantes para que descubran el mundo exterior mediante objetos de conocimiento, y por otra parte, al descubrimiento del mundo interior; esto es, tomar conciencia de las ideas y conocimientos que hay en sus propias mentes.

En conclusión, la enseñanza de las Ciencias Naturales desde la perspectiva del descubrimiento es una respuesta posible a cómo los estudiantes, vistos como aprendices de científicos, desarrollan actitudes y valores para practicar la introspección, la circunspección, e inclusive la retrospección. El estudiante de ciencias necesita confianza y certeza para expresar sus ideas, sin importar que sean subjetivas; luego, los materiales de enseñanza representan una traducción del conocimiento científico del docente a las formas y nivel de pensamiento del estudiantado. En últimas, un punto de partida para las adaptaciones curriculares compatibles con el aprendizaje por descubrimiento, consiste en despertar el interés y la reflexión de los estudiantes por asumir las tareas académicas como problemas de investigación que requieren exploración, observación, interpretación, y toma de decisiones.

## MODELO DIDÁCTICO CONSTRUCTIVISTA

El término Constructivismo es ampliamente empleado en ámbitos no científicos. Por ejemplo, en el terreno de la creación artística, los pintores se referían a la construcción del objeto de arte como una técnica específica; por ejemplo, en ciertas formas de cubismo y el constructivismo ruso, se presentó el Constructivismo en la Rusia revolucionaria como parte del esfuerzo por involucrar el arte en la construcción de una nueva sociedad (Mudrak, 1987). Un segundo ejemplo de un uso no cognitivo incluye las relaciones internacionales, donde se emplea el término para significar que los estados y las relaciones entre ellos no se dan sino más bien son contruidos. Un tercer ejemplo de un uso no cognitivo del constructivismo se encuentra en la apelación al constructivismo sociológico que se distingue de las cuestiones epistemológicas o metodológicas, a lo que se llama la construcción social de la realidad.

Comúnmente, el Constructivismo es considerado una teoría pluralista de la ciencia de la educación. De hecho, existe un *corpus* de teorías que coinciden en la idea de que tanto un individuo como una colectividad construyen sus ideas a partir de un medio físico, social o cultural (Pérez y Gallego, 1994). Desde esta perspectiva, la interacción entre las personas y el mundo implica un proceso de construcción o reconstrucción de la realidad, que da origen al conocimiento. En palabras de Vygotsky (1998):

El adolescente humano no es sólo una actividad biológica y natural, sino también es un ser histórico y social (...) junto con la maduración social y un crecimiento del adolescente en la vida de la comunidad que le rodea (...) en el proceso del desarrollo interno y la reconstrucción de la personalidad. (p.23)

Por tanto, en el Constructivismo convergen la psicología del desarrollo y la epistemología cognitiva, esto implica dos formas de describir el proceso de construcción: primero, como un proceso de enriquecimiento y/o reorganización de las estructuras cognitivas a nivel mental; segundo, como un proceso de construcción o el desarrollo de modelos o teorías a nivel

simbólico. En consecuencia, el aprendizaje de los estudiantes de Ciencias Naturales se produce mediante un cambio significativo en las estructuras de pensamiento.

El Modelo Didáctico Constructivista hace énfasis progresivo tanto en el compromiso de los estudiantes en el aprendizaje, y la importancia de la comprensión de los esquemas conceptuales de los estudiantes, como en el diálogo, la conversación, la discusión y la justificación de las opiniones de estudiantes y profesores en un escenario social. En este sentido, la responsabilidad del proceso de aprendizaje en las Ciencias Naturales corresponde al estudiante, de donde resulta que el currículo se configura como un programa de actividades, de situaciones de aprendizaje en las que los aprendices construyen sus propios significados.

## **PERSPECTIVA CONSTRUCTIVISTA DEL CONOCIMIENTO CIENTÍFICO**

El conocimiento científico que llega a las instituciones educativas proviene, por una parte, de una amplia historia de intercambios y críticas entre diferentes comunidades académico-científicas y, por otra parte, de debates públicos altamente especializados. En este contexto, es un reto para el educador del área de ciencias aliviar la tensión que existe entre el motivo e interés personal de un estudiante y un cuerpo de conocimiento público que está diseñado para reducir al mínimo el interés personal y la subjetividad. Ciertamente, los conceptos científicos necesitan ser desarrollados y apreciados de acuerdo con las normas de la investigación racional, pero el punto central es que deben funcionar como un medio para hacer más importante y significativo el mundo cotidiano de la experiencia.

La construcción de las ideas en la ciencia es, entonces, un proceso de aprender a pensar en términos de sistemas, partes de las cuales pueden ser controladas, pero todos los cuales nos llevan a una mayor responsabilidad por las acciones que realizamos en el mundo (Kruckeberg, 2006: pp.26-27)

Desde la perspectiva constructivista del conocimiento científico, los constructos personales son formas de representación que contienen convenciones y tienen un campo de validez relativa y limitada en el área de las Ciencias Naturales. Por eso, la epistemología se basa en la perspectiva de la ciencia como interpretación de la realidad mediante la construcción de modelos que pueden ser sustituidos por otros. En suma, el aprendizaje de las Ciencias Naturales no es una reproducción del contenido a aprender, implica un proceso de construcción de conocimiento.

### **PERSPECTIVA CONSTRUCTIVISTA DE LA ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS**

El constructivismo es relevante para la psicología, donde se asocia con los nombres de Lev Vygotsky y Jean Piaget. Como psicólogo del desarrollo, Piaget estaba interesado en los modelos de desarrollo cognitivo, especialmente los mecanismos de adaptación biológica y su interpretación epistemológica. Según Piaget, el conocimiento es el resultado de los esfuerzos humanos para adaptarse al mundo tal y como se da en la experiencia.

Durante las primeras etapas del pensamiento, el alojamiento permanece en la superficie de la experiencia física así como la social. Por supuesto, es en el plano de la acción que el niño ya no está totalmente dominado por la apariencia de las cosas, porque a través de la inteligencia sensoriomotriz que ha logrado construir un universo práctico coherente mediante la combinación de la asimilación objetos por las estructuras intercoordinadas (...). En este sentido, el primer contacto de pensamiento, propiamente dicho, con el universo material constituye lo que puede llamarse “experiencia inmediata” en contraposición a la experimentación científica o que es corregido por la asimilación de las cosas a la razón. (Piaget, 1999a, p.381)

Desde la psicología educativa, existen diversos postulados constructivistas; unos investigadores proponen que el conocimiento resulta del “contexto del pensamiento”, y por eso los procesos de “asociación” son un punto

de partida (Gagné, 1979; Luria, 1968); otros pensadores profundizan en las ideas de “asimilación” y “acomodación” (Piaget, 1964b; 1975), o en la importancia de las “estructuras cognitivas” (Ausubel, 1969; Ausubel, Novak y Hanesian, 1983), en la influencia social sobre el aprendizaje, etc. En el fondo, el constructivismo implica que el acto de enseñar Ciencias Naturales es una mediación en el proceso de aprendizaje, incluso en la planificación y organización de actividades relevantes.

Igualmente, el papel del profesor es el de investigador en el aula, que estudia y diagnostica los problemas de aprendizaje y al mismo tiempo trata de darle solución. Además, el profesor juega un papel flexible en el proceso de enseñanza y está dispuesto a modificar las actividades previstas si es necesario. En palabras de Lincoln y Guba (2013):

Los constructivistas reconocen que es rara la realidad física en bruto que da forma a nuestro comportamiento y nuestra respuesta al entorno físico. Es, más bien, los significados que asociamos con cualquier realidad tangible dada o la interacción social que determina la forma en que respondemos. (p.12)

De esta forma, el aporte del Constructivismo consiste en concientizar a los educadores sobre la dimensión humana de la ciencia: su conexión con la cultura y los intereses, el lugar de la convención en la teoría científica, la historicidad de los conceptos, entre otros aportes.

## **PERSPECTIVA CONSTRUCTIVISTA DEL APRENDIZAJE DE LAS CIENCIAS**

La educación científica desde la mirada del constructivismo, resalta la función de los conceptos pre-existentes en la mente de los estudiantes, como condición previa en el proceso de aprendizaje del nuevo material conceptual. Así, la visión del aprendizaje de Ciencias Naturales como construcción asimila aplicarles la analogía del conocimiento científico. Lo anterior, haciendo hincapié en la importancia de comprender, en lugar de memorizar, como un objetivo de enseñanza y aprendizaje de la ciencia. A

saber, “los aprendices no almacenan conceptos como pedazos aislados; en cambio, forman relaciones o conexiones entre conceptos para formar proposiciones. Las proposiciones son enunciados acerca de cómo se percibe o funciona algún aspecto del universo” (Novak, Mintzes y Wandersee, 2005).

En este orden de ideas, aprender Ciencias Naturales es reconstruir los conocimientos, partiendo de las propias ideas de cada estudiante, expandiéndolas o cambiándolas según los casos. Por eso, las ideas de los estudiantes son el punto de partida de la instrucción, sea como base para desarrollar otras más acordes con la ciencia escolar o para confrontarla con esta y sustituirla. De hecho, “en un ambiente de aprendizaje constructivista, donde los objetivos son fomentar la experimentación que conduce a la construcción de teorías (...) la mayoría de los materiales se prestan a múltiples posibilidades para su uso” (Chaillé y Britain, 2003, p.38). En el proceso de enseñanza y aprendizaje se evalúan tanto conceptos como destrezas, conocimiento funcional y la capacidad de aplicar lo aprendido a la resolución de problemas nuevos.

## **MODELO DIDÁCTICO CRÍTICO-SOCIAL**

A principios del siglo pasado, entre la década de los 20 y los 30, en Alemania un movimiento filosófico y sociológico proclamaba que ninguna teoría o pensamiento estaba desligado de las fuerzas sociales y económicas. Por ende, era necesaria la crítica como medio para generar transformaciones en las teorías y las prácticas que circulan en la sociedad contemporánea. Por extensión, las implicaciones del conocimiento científico y los avances tecnológicos en los procesos sociales deben ser analizados, antes de ser aceptados de inmediato. De igual forma, la perspectiva crítico-social plantea que las ciencias no son neutras, dado que los científicos tienen valores con que juzgan la utilidad o el interés por los hallazgos investigativos. En efecto, la ciencia lee la realidad en su contexto, la interpreta, la investiga, asume una postura, propone transformaciones. Lo anterior es posible

debido a que “el mundo no está terminado en modo alguno; es un eterno problema a resolver por medio de la experiencia científica” (Löwenthal, 1988, p.8).

Debido a que la realidad es dinámica, cambiante, convulsa, diversa y escurridiza, el hombre ve, analiza e interpreta el mundo desde una perspectiva histórico-social. Es decir que los hacedores de la ciencia asumen la realidad concreta, donde todo se crea y se recrea constantemente, nada está terminado, todo está inconcluso e inacabado. A su turno, la ciencia no establece tricotomía entre práctica, investigación y teoría. En este sentido, “la cuestión de la naturaleza distintiva de la ciencia puede ser visto desde tres perspectivas muy diferentes: como un modo de razonamiento, como una forma histórica e institucional de la actividad social, y como sistema de significado” (Morrow, 1994, p.42). En pocas palabras, el conocimiento es una construcción social que amerita la crítica, puesto que las ciencias engloban presupuestos e intereses ideológicos que pueden resultar opresivos, además la razón del progreso estriba en las condiciones para la concientización y emancipación del ser humano.

Llevado al campo educativo, el modelo didáctico crítico-social intenta resolver la oposición teoría-práctica. Por eso, las aulas de clase representan un espacio de *praxis*, donde las actividades de experimentación están fundamentadas desde la teoría, pero en virtud de la autorreflexión sobre los mismos saberes.

La educación que no se aprovecha para los imperativos sistémicos, y no está considerada estrictamente como un mecanismo de control social, requiere una visión de un mundo deseable con el fin de tener un sentido de dirección y un ideal que regula sus prácticas. (Papas-  
tephanou, 2010, p.33)

La propuesta de un modelo didáctico crítico-social está fundamentada en el progreso social condicionado por los valores humanos y la cultura, que



son resultado del devenir histórico. Además, una didáctica crítica consiste en trascender el conocimiento enciclopédico, que otorga un papel transmissionista al docente y pasivo al estudiante; hasta llegar a un conocimiento crítico que es sometido a revisión constantemente, con énfasis en el origen y la función social de los saberes que aprenden los estudiantes. En últimas, “«Progreso» no es un término neutral; se mueve hacia fines específicos, y estos fines son definidos por las posibilidades de mejorar la condición humana” (Marcuse, 1993, p.46).

## **PERSPECTIVACRÍTICO-SOCIALDELCONOCIMIENTO CIENTÍFICO**

La teoría crítica propugnada por la Escuela de Frankfurt, advertía una crisis cultural del positivismo debido a que las aplicaciones técnicas de los avances científicos eran insuficientes para justificar el progreso social y económico. Según Horkheimer (1973) “Hoy día la ciencia –a diferencia de otras fuerzas y actividades intelectuales, y debido a su división en dominios específicos, a sus procedimientos, a sus contenidos y a su organización– solo puede comprenderse con referencia a la sociedad para la cual funciona” (p.70). Visto así, la ciencia investiga la realidad en su contexto desde distintos ángulos y diversos métodos. Además, la ciencia necesita de una crítica conceptual que la lleva a la transformación de sus teorías y prácticas, así como de sus valores humanos.

Sin embargo, para los pensadores críticos de Alemania, el afán por la objetividad y la sistematicidad convierte a la ciencia positiva en una tecnocracia de control y censura que oprime al ser humano y causa una crisis cultural. Si bien “los positivistas modernos parecen inclinarse a aceptar las Ciencias Naturales, ante todo la física, como modelo de métodos de pensamiento correcto” (Horkheimer, 1973, p.85), lo cierto es que el conocimiento científico resultante de la realidad histórica y el diálogo, siempre es construido y compartido en comunidad científica. Por consiguiente, toda doctrina debería estar abierta a la reflexión y a la crítica externa, pero

al margen de conflictos ideológicos. Por ejemplo, “en sociología no es posible ascender a enunciados de validez universal –siquiera restringida– a partir de enunciados particulares sobre hechos sociales (...)” (Adorno, 2001, p.27). Lo anterior implica que la ciencia niega la respuesta absoluta, en virtud de la naturaleza dinámica y contradictoria de la realidad, por eso es antidogmática.

Ahora bien, la ciencia como conocimiento es una construcción cuidadosamente probada por los científicos. En palabras de Adorno (2001) “la ciencia sería: descubrir la verdad y la falsedad de lo que el fenómeno considerado pretende ser por sí mismo; y no hay conocimiento que (...) no sea al mismo tiempo crítico” (p.33). Por lo tanto, la ciencia supera lo empírico, analítico, histórico y hermenéutico y opta por una educación liberadora.

## **PERSPECTIVACRÍTICO-SOCIALDELAENSEÑANZADE LAS CIENCIAS**

Llegado a este punto, es factible afirmar que existen puntos de convergencia y de divergencia entre la teoría científica y la teoría crítica. El primer punto es el uso y la aplicabilidad de sus hacedores, en tanto que las teorías científicas propenden a la experimentación o dominio de la naturaleza o mundo exterior; por el contrario, la teoría crítica permite que los sujetos tomen conciencia para hacer frente a los mecanismos de coacción y restablecer su medioambiente. Así que, el conocimiento se construye a partir de una lectura, análisis, descripción e interpretación reflexiva y crítica de la realidad. Por tal motivo, desde la perspectiva crítico-social un profesor de Ciencias Naturales comprende que “la pedagogía y la cultura pueden verse como campos de lucha que se cruzan” (Giroux, 1990, p.210).

El segundo punto es la estructura lógica de la ciencia y de la crítica respectivamente; las teorías científicas tienden a objetivar, es decir, el dominio del discurso lógico que describe el fenómeno se puede distinguir claramente del objeto de estudio en función de sí mismo; en cambio, la teoría crítica

puede ser auto-referencial, dado que es considerada una parte del objeto de estudio que se describe en el campo o área del conocimiento. Efectivamente, la mirada crítico-social considera que la ciencia establece una relación dialéctica entre teoría-práctica y practica-teoría. En consecuencia:

(...) el concepto de teoría crítica se refiere a la naturaleza de la crítica autoconsciente y a la necesidad de desarrollar un discurso de transformación y emancipación social que no se aferre dogmáticamente a sus propias suposiciones doctrinales (Giroux, 2004a, p.26).

El tercer punto se refiere a los procedimientos para lograr aceptación y confirmación; a saber, una teoría científica demanda comprobación empírica, básicamente mediante observación y experimentación; por su parte, la teoría crítica solo es cognitivamente aceptable a través de una demostración reflexiva y plausible sobre un fenómeno o problema agudo para la sociedad. Entonces, si el conocimiento es una construcción social, el diálogo es un instrumento vital. Hay que hacer salvedad en que, la producción de conocimiento exige profundidad, y respeto a la diversidad de los sujetos. De acuerdo con Giroux (2004b):

La dimensión ideológica subyacente a toda la reflexión crítica consiste en poner al descubierto los valores histórica y socialmente sedimentados que intervienen en la construcción del conocimiento, las relaciones sociales y las prácticas materiales. En otras palabras, funda la producción del conocimiento, incluida la ciencia, en un marco normativo ligado a intereses específicos. (p.129)

## **PERSPECTIVACRÍTICO-SOCIALDELAPRENDIZAJEDELAS CIENCIAS**

Pese a las diferencias y las críticas que desde las ciencias sociales, los pensadores de la teoría crítica han hecho a las Ciencias Naturales, solo queda claro que inicialmente la producción de conocimiento exige rigor metódico. Ahora bien, la idea de un aprendizaje de las ciencias desde la

didáctica crítico-social implica que la observación es el primer paso en la investigación científica, pero la condición es que todo se ve, se analiza y se interpreta desde la perspectiva de la totalidad. Es así como “La teoría del conocimiento debe más bien explicar el proceso del aprendizaje; un proceso –originalmente complejo– que se pone en marcha a través de la problematización de las expectativas que dirigen la acción” (Habermas, 2002, p.22).

En definitiva, el conocimiento científico solo se hace posible dentro de un contexto social y actitud dialógica. Por eso, el punto de partida para la construcción de conocimiento es la práctica, en función de la realidad social. Como señala Freire (1997) (...), “enseñar no es ese acto mecánico de transferir a los educandos el perfil del concepto del objeto. Enseñar es sobre todo hacer posible que los educandos, epistemológicamente curiosos, se apropien de la significación profunda del objeto (...)” (p.79).



# **SEGUNDA PARTE**

Aspectos metodológicos, resultados,  
conclusiones e implicaciones del trabajo de investigación.



## Metodología

### RESUMEN DEL ESTUDIO

La finalidad del estudio fue caracterizar los modelos didácticos que utilizan los docentes de las universidades públicas de la región Caribe colombiana para la enseñanza de las Ciencias Naturales. Para ello se utilizó un cuestionario escala tipo Likert, el cual se aplicó a una muestra de docentes de química, biología y física, donde los profesores desarrollan su práctica formativa. También se entrevistó una muestra de docentes participantes, con el propósito de contrastar las respuestas derivadas de la aplicación de la escala Likert. Para establecer la cantidad de sujetos participantes del estudio fueron realizados los procedimientos de Krejcie y Morgan (1970). El diseño de naturaleza descriptiva buscó, además, determinar cuál es la tendencia que muestran los docentes de ciencias experimentales de las universidades públicas de la región Caribe colombiana hacia un modelo didáctico o si la actividad académica de los docentes se centra en un modelo ecléctico, al tiempo que desconocen las características pedagógicas de los paradigmas en que se fundamentan los modelos didácticos inmersos en los ítems que hacen parte del instrumento que se les aplicó. La información resultante de la administración de la escala Likert a los docentes se analizó a partir de estadísticas descriptivas y no paramétricas y de las categorías que se establecen de las entrevistas.

Los resultados de este estudio pueden proveer información significativa sobre la práctica docente en cuanto al trasfondo didáctico-metodológico de enseñanza de la ciencia que puede ser utilizado por las universidades públicas de la región Caribe colombiana de manera efectiva, en el desarrollo de currículas, estrategias de enseñanza y otras aplicaciones encaminadas



a fortalecer el conocimiento y el entendimiento de la ciencia y el conocimiento científico.

## **PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

Colombia, al igual que muchos países latinoamericanos, ha enfrentado y enfrenta problemas en diferentes aspectos concernientes al campo político, social, económico y cultural, pero el que más la aqueja, sin duda alguna, es el relacionado con la educación, cuya finalidad es la formación de individuos integrales que participen activa y eficazmente dentro de la sociedad en la cual se desenvuelven.

Según informes de la comisión Ciencia Educación y Desarrollo, la problemática educativa es muy seria ya que es común escuchar frases como “la educación está en crisis”, “la calidad de la educación es baja”, “la enseñanza impartida a los educandos dentro del proceso de enseñanza-aprendizaje, en todos los niveles es deficiente”. Por tal situación, en 1994 es legislada la Ley 115 complementaria de la Ley 30/92, en la cual se establecen las normas que sirven de base a los docentes para el proceso de enseñanza y aprendizaje en armonía con el Decreto 2566 de septiembre 10 de 2003, y el 1188/08, que establece las condiciones mínimas para el registro calificado y la acreditación del sistema educativo superior, en consonancia con la Resolución 1036 de 2004 que establece los parámetros de los programas con sus respectivos énfasis. De la misma forma se establecen los principios pedagógicos incorporados al PEI y las condiciones básicas de calidad con sus respectivos créditos académicos que deben ofertarse en este servicio; con el propósito y el reconocimiento de saberes, logros y competencias.

En el caso particular del área de las Ciencias Naturales, la enseñanza ha constituido un lugar de múltiples tensiones, de replanteamientos y de alternativas, acerca de sus fines y sus métodos; un espacio de suma importancia para los docentes en esta especialidad y para aquellos interesados en orientar adecuadamente la enseñanza en la escuela y buscar la construcción de

un conocimiento en el educando con estrategias que contribuyan a resultados netamente mejores.

A pesar de lo enunciado, todavía se encuentran instituciones con los mismos programas de años atrás, utilizando las mismas estrategias y metodologías a la hora de enseñar ciencias; al igual que docentes que transmiten conocimientos de la forma tradicional, es decir, las llamadas “clases magistrales” donde el alumno es un simple oyente que copia y repite lo expuesto por el profesor en el tablero. Docentes con una formación académica ortodoxa, poco competente ante las exigencias que se dan hoy en día en cuanto a la adquisición de nuevos conocimientos y estrategias metodológicas, e igualmente en el implemento de innovaciones tecnológicas que contribuyan a la mejora de la calidad educativa; docentes que poseen conocimiento sobre la evaluación integral siguen aferrados a la forma tradicional de evaluar, donde solo prima la parte cognitiva, es decir, “qué tanto saben los educandos sobre la temática en curso”, desconociendo la importancia de establecer conexiones y aplicación de los saberes en discusión con otras disciplinas, la sociedad y su entorno, en la búsqueda de fortalecer la parte socio-afectiva, psicomotora y volitiva del educando dentro del proceso de enseñanza y aprendizaje que le permita desenvolverse sin problemas en la comunidad circundante.

Así mismo, se encuentran instituciones educativas centradas en el desarrollo de programas académicos basados en estrategias pedagógicas, que solo promueven procesos de enseñanza y aprendizaje memorístico, que no suscitan caminos al desarrollo de juicios críticos-reflexivos, a la conceptualización, la creatividad, el discurso y la investigación. Según Roche [et al.] (2009) “el aprendizaje memorístico prolongado produce una demora en la memoria y cambios metabólicos en el hipocampo y en el envejecimiento del cerebro humano”.

Situados en la problemática planteada, se considera de sumo interés indagar y describir cuáles son los modelos didácticos que sustentan las prácticas

educativas de los docentes de Ciencias Naturales de las universidades públicas de la región Caribe colombiana, pues el transcurso de la historia ha mostrado que la práctica educativa, la programación de cursos y la preparación de evaluaciones, permiten vislumbrar la finalidad y el sentido que se le da a la enseñanza. Estos aspectos condicionan la relación del educando con el saber y se imponen elementos de la metodología que obviamente dejan indicios de la concepción pedagógica.

Es posible que los maestros y administradores de instituciones educativas se preocupen más por desarrollar programas que respondan a evaluadores externos tipo ICFES o ECAES, que por enseñar conocimientos significativos, que les permitan a los estudiantes buscar alternativas de solución a los problemas que enfrentan diariamente. El proceso de enseñanza se convierte entonces en una práctica rutinaria, la cual se imparte a través de la improvisación, de manera aislada e individualista, sin que exista un previo trabajo de equipo interdisciplinario que permita al docente integrar los contenidos con las demás áreas, sin mostrar un modelo que no necesariamente responda a un esquema pedagógico específico.

## **PREGUNTA PROBLEMA**

¿Qué modelo(s) didáctico(s) caracteriza(n) las prácticas educativas de los docentes de Ciencias Naturales de las universidades públicas de la región Caribe colombiana?

¿Qué modelo didáctico subyace en el área de Ciencias Naturales de las universidades públicas de la región Caribe colombiana?

¿Cuál es la tendencia hacia los modelos didácticos de los docentes de Ciencias Naturales de las universidades públicas de la región Caribe colombiana en cuanto a género?

¿Cuál es el tipo de modelo didáctico que desarrollan los docentes de Ciencias Naturales de las universidades públicas de la región Caribe colombiana de acuerdo al área de enseñanza química, física y biología?

## JUSTIFICACIÓN

Las investigaciones en educación, y en particular las de Ciencias Naturales en el país, reciben influencia de corrientes o tendencias desprendidas de modelos desarrollados en otros países y sus correspondientes modelos didácticos.

Indagar el estado actual de la enseñanza de las Ciencias Naturales es pertinente y necesario en las actuales circunstancias por las que atraviesa el país, pues se comenta que la enseñanza impartida a los educandos en las diferentes áreas del saber es deficiente, a pesar de que la Constitución Nacional con la Ley General de Educación o Ley 115 de 1994, hace énfasis en el mejoramiento de la calidad de la educación, sancionándose de manera clara y precisa en el artículo 4 de esta ley, que trata de la calidad y el cubrimiento del servicio educativo de parte del Estado y el que está en la obligación de atender factores educativos, tales como: la formación de educadores, innovaciones e investigaciones educativas, entre otras, que contribuyan al avance.

El contacto con educadores de universidades y escuelas de la región Caribe colombiana ha permitido conocer ciertas referencias sobre los modelos didácticos que utilizan en su práctica académica, visibilizando su enfoque con el uso y manejo de los textos escolares utilizados en la cotidianidad escolar (Figueroa, 2000). Lo expuesto ha llevado al grupo de investigación a preguntarse y examinar hasta dónde los modelos didácticos que manejan los docentes de Ciencias Naturales de las universidades públicas de la región Caribe colombiana son pertinentes con las actividades educativas y las nuevas políticas trazadas por el gobierno actual.

De esta manera, identificar estos modelos puede conllevar a la construcción de una propuesta alternativa acorde con el momento histórico que vive el país, modelo este que permitirá desarrollar en los estudiantes habilidades de pensamiento, el interés por la experimentación y el respeto y cuidado por los elementos vivos y no vivos que se encuentran en su entorno.

La misma naturaleza del área de las Ciencias Naturales hace necesario que se utilicen modelos didácticos específicos, centrados en procesos de observación, controles, tratamientos, comparación, clasificación, verificación y experimentación. Iafrancesco (1997) en su texto *Aportes a la Didáctica Constructivista de las Ciencias Naturales*, afirma que solo un cambio de actitud que implique que todo pensar pedagógico y fases educativas centradas en tareas verdaderamente personalizantes garantizará elementos primordiales sobre el cual se identificará la acción educativa.

Las anteriores consideraciones sobre el conocimiento en el quehacer pedagógico en las universidades del Caribe colombiano, puede establecer patrones para la construcción de modelos didácticos flexibles que brinden como alternativa, cambio de actitud con respecto a la manera de diseñar el currículo escolar. Así mismo, este trabajo es relevante para la comunidad educativa, ya que constituye un referente que permite determinar si el modelo(s) de enseñanza que el docente de hoy imparte al educando, está en correspondencia con el modelo didáctico institucional, y si este está acorde con las necesidades, expectativas, aspiraciones e intereses del educando, del docente y de la sociedad en general.

## **OBJETIVO GENERAL**

Caracterizar los modelo(s) didáctico(s) que sustenta(n) las prácticas educativas de los docentes de Ciencias Naturales de las universidades públicas de la región Caribe colombiana.

### **Objetivos Específicos**

Identificar el modelo didáctico que subyace en el área de Ciencias Naturales de las universidades públicas de la región Caribe colombiana.

Determinar las tendencias en cuanto a los modelos didácticos que tienen los docentes del área de Ciencias Naturales de las universidades públicas de la región Caribe colombiana en cuanto a género.

Identificar el tipo de modelo didáctico que desarrollan los docentes de Ciencias Naturales de las universidades públicas de la región Caribe colombiana, de acuerdo al área de enseñanza: química, física y biología.

## **MÉTODO INVESTIGATIVO**

En este estudio se utilizó un diseño con un enfoque descriptivo. El propósito fue caracterizar los modelos didácticos que sustentan las prácticas educativas de los docentes de Ciencias Naturales de las universidades públicas de la región Caribe colombiana; para ello se utilizó un cuestionario escala tipo Likert previamente validado (Figueroa, 2008), el cual se aplicó a una muestra de docentes de química, biología y física. También se entrevistó una muestra de docentes participantes, con el propósito de contrastar las respuestas derivadas de la aplicación de la escala Likert.

Además, se indagó sobre el modelo didáctico que subyace en los docentes del área de Ciencias Naturales de las universidades públicas de la región Caribe colombiana. También, se investigó la tendencia de los modelos didácticos de docentes del área de Ciencias Naturales en cuanto a género, y el tipo de modelo didáctico que desarrollan de acuerdo al área de enseñanza química, física y biología.

El capítulo incluye una descripción del desarrollo del instrumento utilizado para recopilar los datos del estudio, su validez y confiabilidad. Inclusive, se describen los participantes de la investigación y los procedimientos utilizados para el análisis estadístico y el análisis de las entrevistas.

## **ASPECTOS PRELIMINARES DEL ESTUDIO**

### **Desarrollo del instrumento**

Para el desarrollo, la construcción y la validación del instrumento sobre los modelos didácticos de los docentes de las universidades públicas de la región Caribe colombiana para la enseñanza de las Ciencias Naturales, se adoptó en su totalidad el cuestionario previamente elaborado (Figueroa,

2008), aunque se efectuó una revisión del estado actual sobre el desarrollo y validación de instrumentos relacionados con los modelos didácticos. El análisis llevó a establecer que el instrumento y sus contenidos cumplen con los requerimientos descritos en los propósitos de la investigación.

Sin embargo, culminada esta fase, los ítems se sometieron a un proceso de refinamiento donde se entró a precisar contenido, complejidad semántica y gramatical, así como la longitud de los ítems, coherencia, claridad y afirmaciones con dos o más ideas, y vocabulario desconocido. Para identificar estos aspectos se procedió a leer ítem por ítem a una muestra de docentes con las mismas características de los participantes del estudio; los docentes expresan que entienden el enunciado de los reactivos, pues el lenguaje es claro, coherente y conciso. Para completar la evaluación del instrumento en términos de contenido, complejidad semántica o dificultad en el vocabulario y construcción de la escala, se seleccionó un panel de expertos compuesto por dos profesores encargados de evaluar contenido, dos profesores especializados en el área de español para evaluar la complejidad del vocabulario y tres profesores estuvieron a cargo de evaluar el cuestionario en cuanto a estilo y construcción de la escala. Aunque la evaluación de los expertos tenía como propósito depurar el instrumento, las objeciones no trascendieron más allá de sugerencias de forma que fueron atendidas.

### **Análisis de la escala**

Para llevar a cabo el análisis de los ítems se utilizó el programa SPSS-X. El análisis del poder discriminante de los ítems se hizo utilizando la sección correspondiente al análisis de ítems de la subrutina “Reliability” del programa “Statistical Package for Social Science (SPSS) for Windows” (SPSS, 2012). Dicho análisis comienza con estadísticas descriptivas que permiten conocer las características de cada una de las escalas en su conjunto, de los ítems que forman cada escala, y de la relación entre la escala total y los ítems. En relación a la escala, las estadísticas descriptivas son: la media aritmética, la varianza, y la desviación estándar. Mediante el estudio, estas

estadísticas pueden determinar el grado en que la escala tiende a sesgarse hacia uno y otro de sus extremos y la medida en que logra captar un espectro amplio de posiciones alternativas.

Para la segunda evaluación del desempeño de las escalas, la subrutina del SPSS, produce una serie de estadísticas centradas en la determinación de la relación que se establece entre cada ítem y la escala total. Entre las estadísticas, la utilizada en este trabajo corresponde al cálculo de correlación múltiple que pretende establecer el grado de consistencia y la relación entre cada ítem y la escala. En este caso, se trata de predecir los puntajes obtenidos en un ítem basándose en los puntajes obtenidos en los otros ítems. Es decir, se realiza un cálculo de la correlación múltiple, situando, en cada caso, a uno de los ítems como variable dependiente y a los restantes como variables independientes. Una capacidad predictiva baja indica una pobre contribución del reactivo a la consistencia del instrumento. Esta medida permite agregar información que lleve a la evaluación de cada una de las escalas y de la contribución de cada uno de los ítems a ese instrumento en su conjunto.

### **Análisis de confiabilidad**

Se entiende por confiabilidad la medida en que los resultados obtenidos en la aplicación de una escala son consistentes a través de diferentes aplicaciones. En este caso, se trató de reducir, en la medida de lo posible, el error aleatorio y lograr un instrumento que mida lo mismo, pese a que algunas de las variables contextuales no sean las mismas. La confiabilidad refleja la consistencia de la medición, o sea, trata de estimar la consistencia de los resultados obtenidos (Anastasi, 1954).

Para calcular el grado de consistencia interna del instrumento se recurrió a calcular el Alfa de Cronbach que forma parte de la subrutina de “SPSS for Windows” para el cálculo de la confiabilidad (SPSS, 2012). El Alfa de Cronbach es una de las pruebas usadas más frecuentemente para determi-



nar la confiabilidad de una escala. Enfrenta el tema de la confiabilidad de la escala mediante una estimación de la consistencia interna. Cuando un instrumento cuenta con diversos ítems cuyo propósito es medir el mismo fenómeno, puede considerarse a cada uno de dichos ítems como un instrumento paralelo; si además, cada ítem tiene una ponderación numérica, puede utilizarse el procedimiento denominado alfa de Cronbach para estimar la confiabilidad (Magnusson, 1969). Si las proposiciones han sido estandarizadas en una desviación de uno, alfa es el promedio de las correlaciones entre cada una de las proposiciones y el resultado total. Se asume que si todas las proposiciones covarían o se correlacionan intensamente, pertenecen a un conjunto que mide una misma variable latente (SPSS, 1993; DeVilles, 1991; Spector, 1992).

Dado que en la versión principal que ofrece “SPSS for Windows” el coeficiente alfa se calcula como correlación, el coeficiente variaría de cero a uno. Para interpretar el coeficiente alfa es necesario tener en cuenta que su resultado será una función tanto de la intensidad de la correlación, como del número de proposiciones incluidas en la escala. Mientras mayor sea el número de proposiciones mayor probabilidad existe que el coeficiente alfa sea alto, estando cerca de 0,90; esto se debe a que cuando se aumentan las proporciones se logra una mayor variable latente (Spector, 1992; DeVilles, 1991; SPSS, 1993).

En la versión que “SPSS for Windows” provee, junto al cálculo de alfa, se ofrece el cálculo de cuál es la contribución que cada proposición hace al logro de un cierto promedio global; es decir, la contribución de cada proposición al coeficiente en conjunto. Esto permite evaluar la contribución de cada ítem a la confiabilidad de la escala (SPSS, 1993), y provee un nuevo criterio en el momento en que se considera cuál de los ítems debe ser eliminado de cada una de las escalas. El alfa de Cronbach que se deriva de los resultados preliminares del estudio fue de 0,842.

## ANÁLISIS DE LAS ENTREVISTAS

Para el análisis de las entrevistas de los docentes de Ciencias Naturales de las universidades públicas del Caribe colombiano, se recurre al programa de Atlas. ti sexta edición, a través del cual se busca revelar las concepciones, relaciones, significados de los modelos didácticos y organizar la información que se obtiene en un sistema explicativo.

Para Martínez-Miguélez (2001) el programa Atlas.ti implica tres etapas: (1) la categorización de la información (de los “datos”), (2) la estructuración o creación de una o más redes de relaciones o diagramas de flujo, mapas mentales o mapas conceptuales, entre las categorías, y (3) la teorización propiamente dicha, en la cual las relaciones entre las categorías son respaldadas por medio del uso de los operadores booleanos, los operadores semánticos y los operadores de proximidad.

### 1. Categorización de la información o de los “datos”

Las categorías, en los sistemas de información, se llaman también “códigos”, “índices” o “palabras clave”, pero, en Metodología Cualitativa, son algo más, es decir, son “ideas”, “conceptos” o “interpretaciones” abreviadas de las citas, pues, en sentido estricto, el “dato”, propiamente dicho, no existe, ya que no es algo “dado”, sino “el resultado final de un elaboradísimo proceso” entre un estímulo ambiguo y amorfo (sin forma) y la actividad “interpretativa” del perceptor (Popper y Eccles, 1985, p.483, citado en: Martínez-Miguélez, 2001).

El Atlas. ti, por ejemplo, ubica las categorías en orden alfabético y le asigna dos números entre paréntesis de llaves, como por ej. {3-5}: el primer número significa el número de citas que han sido codificadas con dicha categoría, y representa la relevancia e importancia de la misma (*groundedness*: fundamentación, solidez, “validez”), y el segundo, el número de otras categorías que de alguna manera están conectadas con esta en la estructura que se va creando y expresa el grado de densidad teórica de la misma.

Evidentemente, estos dos conceptos básicos, la fundamentación o “validez” de una categoría, es decir, el hecho de que representa “algo real” externo a nosotros constatado en muchas citas, y el grado de la densidad teórica de la misma, es decir, la multiplicidad de relaciones o enlaces que tiene con otras categorías (que indica que es un nodo importante), constituyen dos conceptos filosóficos clásicos (extensión y comprensión de los conceptos), es decir, la amplitud que abarca un concepto y la profundidad semántica del mismo.

Las posibles categorías de nuestra investigación pueden derivar de información con una amplia gama de orígenes, como son los textos, las observaciones directas, las fotografías y los datos gráficos, sonoros y audiovisuales. Esto enriquece enormemente la variedad de categorías posibles relacionadas con la compleja vida moderna, ya sea personal o familiar, como institucional o social. Casi todos estos programas están estructurados de acuerdo con el gran potencial multimedia de Windows, y pueden trabajar con toda esta gran variedad de información: una manifestación gremial o social, un aula de clase o cualquier otro espectáculo o entidad real, pueden ser categorizados en su totalidad o en sus partes más importantes, e ingresados en todo el proceso de estructuración teórica. Crear, desplegar o modificar citas y categorías de audio o de vídeo es tan fácil como crear las citas textuales.

El Atlas. ti, por ejemplo, nos brinda, con una cierta facilidad (basta marcar Codes, Ctl+Extra List), tanto la fundamentación o validez de una categoría (*groundedness*) como la densidad teórica para cada una de las categorías que vayamos creando en el proceso de categorización, estructuración y teorización; información que nos permite ir afinando y perfeccionando nuestro análisis.

Para formarnos una idea de este proceso, nos puede ser muy ilustrativa la analogía o metáfora de las constelaciones del Zodíaco. Desde la más remota antigüedad, la mente humana realizó un proceso similar al que estamos describiendo: primero ubicó un grupo de estrellas en el cielo entre miles y miles de ellas, incluso les puso nombres, como Estrella Polar, Aldebarán, etc. (cate-

gorización), luego las unió con una línea imaginaria (estructuración) y, finalmente, les asignó un cierto significado teorizando (“es un Oso”, como la Osa Mayor, “un León”, como en la constelación Leo, “un Toro”, Taurus, etc.).

## 2. Creación de redes estructurales o diagramas de flujo

Con los materiales de construcción preparados en la primera fase, se procede, en la segunda, al proceso de construcción. Este proceso consistirá en organizar nuestros objetos de construcción en redes. Para ayudarnos en este trabajo, estos programas suelen proporcionarnos un editor especial, que es como una especie de pizarra a la que podemos traer cualquiera de los objetos: categorías, memos, comentarios, etc., con suma facilidad; unos simples toques en el teclado.

Las redes estructurales o diagramas de flujo representan, gráficamente, posibles estructuras o sistemas de relaciones sobre todo entre las categorías o códigos; constituyen el fin principal de toda investigación y de la ciencia, es decir, la teorización o la creación de modelos y estructuras teóricas. Tienen la ventaja de usar la metáfora gráfica y el enfoque del hemisferio cerebral derecho, utilizando procesos holísticos, gestálticos y estereognósticos.

Las redes conceptuales y estructurales nos van haciendo explícitas las interpretaciones y nos permiten, en un momento determinado, llamar a todos los elementos que pueden apoyar una u otra hipótesis, argumento o conclusión. En efecto, en el momento en que a una serie de categorías se superpone una estructura de relaciones o de asociaciones que va enfocada hacia un fin, irá apareciendo “el conocimiento” que busca nuestra investigación, ya sea una tesis de grado, un trabajo de ascenso, la solución de un problema para una empresa o institución, etc. Por lo general, los programas ofrecen varios tipos de relación y un símbolo para cada uno, pero el investigador puede crear muchos otros con sus posibles símbolos, de acuerdo a sus necesidades y conveniencias.

Es necesario tener en cuenta la riqueza semántica que ofrece este modo de ver y entender las realidades; en efecto, va mucho más allá de la simple relación causalista y mecanicista (variable independiente a variable dependiente) del enfoque metodológico positivista. Las realidades humanas de la vida actual, ya sean personales, familiares, institucionales, sociales, etc., tienen un alto grado de complejidad, muy superior al imaginado corrientemente. En ellas no solo existen relaciones causales, sino que también se da toda clase y tipo de relaciones: de condición, contexto, soporte, aval, secuencia, asociación, propiedad, contradicción, función, justificación, medio, etc., etc. Y solamente el descubrimiento de varias de estas relaciones nos permiten ir más allá del superficialismo y llegar a la comprensión a fondo de las realidades.

### **3. La teorización y su respaldo con los operadores booleanos, semánticos y de proximidad**

La búsqueda de los textos de las citas, usando categorías, es una de las herramientas más poderosas, por ejemplo, del Altas.Ti, y es muy útil cuando se tiene mucho material entre manos. Así, la posibilidad de poder tener a la vista todos los textos incluídas en una misma categoría, permite captar muchas cosas que sería imposible imaginar si estuvieran dispersas. Igualmente, necesitamos frecuentemente buscar la cita exacta o la expresión concreta que avala o confirma una determinada idea, hipótesis o conclusión.

En efecto, al categorizar una cita, por muy bien que se haga (buscando el nombre y adjetivos calificadores más apropiados y tratando de que cada categoría se refiera únicamente a un texto o frase simple), siempre se dejan fuera aspectos importantes de la realidad categorizada (y más si es codificada, es decir, que se identifica solo con un símbolo convencional).

Pensemos lo mucho que se omite, por ejemplo, en una investigación sobre didáctica de la matemática, cuando categorizamos con la categoría “didáctica inadecuada del docente” la información que nos da una alumna de Educación Media que nos dice: “al solo verle la cara a ese profesor de ma-

temática cuando entra en clase, así, bravo, molesto y rabioso, yo me siento mal...; es como un clima de miedo y de terror...; y esas palabras ‘abstrusas’ que usa a mí me dan dolor de cabeza...”. La riqueza de información de una cita así (que hubiera sido preferible incluirla en tres categorías: una para cada frase) se recupera cuando el programa nos reúne los textos de todas las citas categorizadas con “didáctica inadecuada del docente” (pues, la didáctica inadecuada puede deberse a muchos motivos) y nos permite afinar la estructura teórica que estamos creando, o el texto del informe que estamos elaborando, ya que lleva al lector (miembro de un jurado o evaluador) a visualizar la realidad viva que estamos tratando de describir. Esto, a su vez, es un aval muy fuerte para la “validez” (relación a la vida real) de nuestra interpretación teórica.

La búsqueda de citas puede referirse, igualmente, a los “pares de citas” que van o pueden ir acompañadas, en secuencia, en solapamiento, etc., es decir que, cuando se da una, la otra asume un cierto comportamiento, lo cual puede ser un indicio de ciertas relaciones de importancia para nuestra investigación. Todo lo anterior contribuye a ilustrar los tipos de relaciones entre las categorías (variables o indicadores), y el papel o rol que juegan en la estructura parcial o total del fenómeno en estudio, y ayuda muy eficaz y positivamente en la estructuración y redacción de los informes y de las conclusiones. Sin lugar a dudas, la riqueza informativa a que da acceso un simple toque en el menú de herramientas es ciertamente ilimitada. Entre otras posibilidades, el acceso a lo que algunos programas llaman supercódigos, que son como las macrocategorías o ramas mayores del árbol estructural que se está construyendo.

A continuación, por vía de ejemplo, ilustramos brevemente lo que el Atlas.ti llama operadores booleanos, semánticos y de proximidad. Hay cuatro Operadores Booleanos: OR, XOR, AND, NOT. Se activan marcando el correspondiente símbolo. Estos operadores buscan, respectivamente, las citas categorizadas, por ejemplo, con la categoría A, o con la B, o con ambas (escogiendo OR); con la A o con la B, pero no con ambas

(XOR); con la A y con la B, con ambas (AND); no categorizadas con A (NOT). También, los Operadores Semánticos se pueden mezclar con los booleanos, de tal manera que se le puede pedir al programa que busque, por ejemplo, “todas las citas categorizadas con actitud positiva y todas sus subcategorías, pero no con amabilidad”.

En el caso de la búsqueda semántica, tendrá en cuenta la utilización no solo de los materiales de textos, sino también ciertas “fórmulas” sofisticadas que utilizan citas, categorías, memos, comentarios, y las distintas relaciones que hayamos creado entre todos esos elementos. Precisamente, los Operadores de Proximidad sirven para encontrar las citas que están ubicadas en una determinada manera que es importante para algunas investigaciones. Así, por ejemplo, cuando nos interesa saber si una determinada cita precede a otra, si la sigue, si está anidada en otra, si está solapada por otra, si la solapa, si aparecen o coocurren juntas, etc... Todo esto puede cambiar, a veces, toda la interpretación de los hechos en estudio.

Estos operadores, booleanos, semánticos y de proximidad, constituyen ciertamente instrumentos de análisis de lo más refinado que se ha ideado para buscar el sentido escondido que puedan tener las realidades complejas y la intrincada y enmarañada red de categorías que las conforman. Incluso, se pueden usar fórmulas, elaboradas según la conveniencia del investigador, para buscar exactamente las citas que le interesa en un momento determinado. Para ello, basta seguir unas reglas de sintaxis que establecen los programas y usar los parámetros que también ofrecen o los que establezca el investigador.

## **POBLACIÓN Y MUESTRA**

La población que se utilizó para este estudio incluyó los docentes de las universidades oficiales de la costa Caribe colombiana. Esta población estuvo compuesta por una submuestra de las siguientes instituciones universitarias: Universidad del Atlántico, Universidad de La Guajira, Universidad de

Sucre, Universidad de Córdoba, Universidad del Magdalena, Universidad del César y Universidad de Cartagena.

Para determinar el número de sujetos que formaron parte de las submuestras de las instituciones universitarias seleccionadas para este estudio, se procedió de acuerdo a (Krejcie y Morgan, 1970). Estos autores sugieren que para el tamaño de una población como la nuestra de 286 sujetos, es necesario tomar 163 sujetos, más un 20 % que permita mantener un tope, en caso de pérdida de sujetos en la muestra. El anterior proceso indicaba que 196 sujetos debían constituir la muestra del estudio.

De acuerdo a los autores mencionados, la selección de una muestra bajo este criterio tiene un 95 % de confiabilidad y un 5 % de error, producto de una selección aleatoria. Una vez conocido el número total de sujetos que componían la población, se extrajo un factor para cada submuestra mediante la relación entre el tamaño de la submuestra/población total ( $75/280=0,266$ ). Este factor multiplicado por el tamaño de la muestra nos proporciona el número de sujetos para cada submuestra ( $196 \times 0,266=52$ ) para cada institución.

La muestra a la cual se le administró el instrumento sobre los modelos didácticos la constituyeron ciento noventa y seis (196) docentes de Ciencias Naturales (biología, química y física) de las universidades pública de la costa Caribe colombiana; conformada por 52 docentes de la Universidad del Atlántico, correspondiente al 26,5 % de la muestra, 28 de la Universidad de La Guajira, lo cual representa el 14,3 %, 18 de la Universidad de Sucre, proporcional al 9,2 %, 28 de la Universidad de Córdoba, lo cual representa el 14,3 %, 26 de la Universidad del Magdalena, lo que representa 13,3 %, 16 de la Universidad del Cesar, representa el 8,1 % y 28 docentes de la Universidad de Cartagena, lo cual representa el 14,3 % de la muestra. Esta corresponde al 70 % de la población. A continuación, se indica la Tabla 1, la cual recoge la información básica de la población que se utilizó en la presente investigación.



**Tabla 1**  
**Distribución de la población de las universidades seleccionadas**

Nombre de la Universidad	Población Total	Muestra a Tomar	%	Tipo de Universidad
Universidad del Atlántico	$75/280 = 0,266$	$196 \times 0,266 = 52$	26,53	Pública
Universidad de La Guajira	$40/280 = 0,14$	$196 \times 0,14 = 28$	14,28	Pública
Universidad de Sucre	$25/280 = 0,092$	$196 \times 0,092 = 18$	9,18	Pública
Universidad de Córdoba	$40/280 = 0,14$	$196 \times 0,14 = 28$	14,28	Pública
Universidad del Magdalena	$36/280 = 0,13$	$196 \times 0,13 = 26$	13,26	Pública
Universidad del Cesar	$24/280 = 0,082$	$196 \times 0,082 = 16$	8,16	Pública
Universidad de Cartagena	$40/280 = 0,14$	$196 \times 0,14 = 28$	14,28	Pública
Total	280	196	100	Pública

Fuente: Elaboración propia.

Con relación a las variables universidad, género, edad, departamento donde labora, programa donde enseña y formación profesional, la muestra total se distribuyó de la siguiente manera:

De acuerdo al género la muestra resultó ser de un 62,2 % del sexo masculino y de un 37,8 % de sexo femenino. La distribución de acuerdo con la edad fue la siguiente: el 10,3 % tiene una edad entre 18 y 27 años, el 30,6 % posee una edad entre 28 y 37 años, 26,5 % tiene una edad entre 38 y 47 años, el 20,4 % ostenta una edad entre 48 y 57 años, el 10,7 % presenta una edad entre 58-67 y el 1,5 % tiene una edad mayor de 68 años.

En cuanto al departamento al que pertenecen los docentes, el 30,1 % hacen parte del departamento de biología, el 27,0 % pertenecen al departamento de física, el 28,6 % al de química y el 14,3 % de otros departamentos. En términos del programa donde enseña la distribución fue de la siguiente manera: el 22,4 % de los docentes enseñan en biología, el 11,7 % en física, el 14,8 % en química, el 21,4 % en las ingenierías, el 13,8 % en las licenciaturas, el 9,7 % en las ciencias de la salud, el 4,6 % en química y farmacia, y el 1,5 % de los docentes enseña en nutrición y dietética. En cuanto a la formación profesional el 14,3 % de los docentes son licenciados en

biología y química, el 8,2 % licenciados en Ciencias Naturales y educación ambiental, el 11,2 % de los licenciados en física y matemáticas, el 6,1 % de los docentes ingenieros químicos, el 17,9 % son biólogos, el 7,7 % son físicos, el 11,2 % son químicos, el 2,6 % licenciados en biología, el 1,0 % licenciados en química, el 2,0 % licenciados en física y el 17,9 % de los docentes poseen otros títulos profesionales.

**Tabla 2**  
*Descripción general de la muestra*

Rasgos	Frecuencia	Por Ciento
<b>Universidades</b>		
Atlántico	52	26,5
La Guajira	28	14,3
Sucre	18	9,2
Córdoba	28	14,3
Magdalena	26	13,3
César	16	8,1
Cartagena	28	14,3
Total	196	100
<b>Género</b>		
Masculino	122	62,2
Femenino	74	37,8
Total	196	100
<b>Edad</b>		
18-27	20	10,3
28-37	60	30,6
38-47	52	26,5
48-57	40	20,4
58-67	21	10,7
68- más	3	1,5
Total	196	100
<b>Departamento</b>		
Biología	59	30,1
Física	53	27,0
Química	56	28,6
Otros	28	14,3
Total	196	100

Rasgos	Frecuencia	Porcentaje
<b>Programa donde enseña</b>		
Biología	44	22,4
Física	23	11,7
Química	29	14,8
Ingenierías	42	21,4
Licenciaturas	27	13,8
Ciencias de la Salud	19	9,7
Química y Farmacia	9	4,6
Nutrición y Dietética	3	1,5
Total	196	100
<b>Formación profesional</b>		
Lic. en Biología y Química	28	14,3
Lic. en C. Nat. y E. Ambiental	16	8,2
Lic. en Física y Matemáticas	22	11,2
Ingeniero Químico	12	6,1
Biólogo	35	17,9
Físico	15	7,7
Químico	22	11,2
Licenciado en Biología	5	2,6
Licenciado en Química	2	1,0
Licenciado en Física	4	2,0
Otros	35	17,9
Total	196	100

Fuente: Elaboración propia.

A continuación, la Tabla 3 muestra la moda, la media aritmética, la mediana, las puntuaciones máximas y puntuaciones mínimas y la desviación estándar obtenidas en los resultados del cuestionario.

**Tabla 3**  
**Medidas de tendencias centrales obtenidas de los resultados del estudio para la muestra total**

Índice	Valor
N	196
$\bar{x}$	3,76
$\sigma^2$	1,53
D. Estándar	0,96
% mínimo	1,00
Mediana	3,82
% máximo	11,0
Moda	4,00

Fuente: Elaboración propia.

Los resultados que se presentan en la Tabla 3 indican que para los 196 docentes que respondieron el instrumento, la media aritmética fue de 3,76 con una desviación estándar de 0,96. La varianza para la distribución de estas puntuaciones fue de 1,53, la mediana fue de 3,82 y la moda fue de 4,00. El porcentaje mínimo obtenido fue de 1,00 % y el máximo de 11,00 %. Al comparar la media aritmética, la moda y la mediana se observa que tanto la puntuación de la moda como la de la mediana son iguales (4,00), lo que no indica una curva normal, ya que las puntuaciones obtenidas tienen una tendencia hacia la categoría totalmente de acuerdo y de acuerdo.

## INSTRUMENTOS

El instrumento que se utilizó en este estudio fue el cuestionario sobre los modelos didácticos de los docentes de Ciencias Naturales. Este instrumento fue desarrollado por Roberto Figueroa Molina para el año 2008 como producto de un estudio con docentes de Ciencias Naturales de las Escuelas Normales oficiales de Barranquilla. El cuestionario consta de 56 ítems, los cuales se contestan a base de la siguiente escala: Totalmente de Acuerdo, De Acuerdo, No sé qué decir, En Desacuerdo y Totalmente en Desacuerdo. El instrumento presenta afirmaciones del modelo didáctico tradicional, modelo didáctico por descubrimiento, modelo didáctico constructivista y modelo didáctico crítico social. La Tabla 4 muestra los cuatro modelos didácticos establecidos y los ítems correspondientes a cada uno de ellos en el instrumento. La forma como se desarrolló y validó este instrumento ya fue explicada detalladamente al inicio de esta sección.

**Tabla 4**  
**Relación de los Modelos Didácticos con los ítems de la escala**

Modelos didácticos	Números de ítems
Modelo Didáctico Tradicional	1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11
Modelo Didáctico por Descubrimiento	12,13,14,15,16,17,18,18,20,21,22
Modelo Didáctico Constructivista	23,24,25,26,27,28,29,30,31,32,33,34,35
Modelo Didáctico Crítico Social	36,37,38,39,40,41,42,43,44,45,46,47 48,49,50,51,52,53,54,55,56

Fuente: Elaboración propia.

El número de instrumentos diseñados para caracterizar los modelos didácticos de los docentes de Ciencias Naturales son escasos, si existen; el barrido de la literatura sobre el tema, solo permitió identificar supuestos y fundamentos puntuales sobre la cuestión. De estas perspectivas se derivan el mayor número de las afirmaciones (ítems) que constituyen el instrumento.

Para el presente estudio se determinó nuevamente la consistencia interna del instrumento a través del alfa de Cronbach, y la validez de constructo mediante un análisis de factores. Para el instrumento general, los resultados arrojaron un alfa de Cronbach de 0,848. El análisis factorial arrojó la siguiente correlación entre las puntuaciones observadas y las puntuaciones patrón. Para el Modelo didáctico tradicional la relación fue de 11/11; en el modelo didáctico por descubrimiento la relación fue de 10/11, en el modelo didáctico constructivista la relación fue de 12/13, y la relación del modelo didáctico crítico social fue de 19/21. Es necesario aclarar que, debido a la homogeneidad en las respuestas de los estudiantes hacia las alternativas “totalmente de acuerdo” y “de acuerdo”, no hubo variabilidad en la distribución de los resultados. Por lo tanto, se hace necesario que el instrumento se administre a grupos de docentes con dominio del tema, con el propósito de obtener variabilidad en sus respuestas y poder corroborar si algunos de los ítems que componen actualmente el instrumento deben ser eliminados.

## PROCEDIMIENTO

El investigador procedió a solicitar a las universidades públicas de la costa Caribe colombiana seleccionadas para esta investigación, el número total de docentes de Ciencias Naturales (biología, química y física) para el año 2012-2013 que desarrollan su actividad académica en estas disciplinas, a fin de computar el tamaño de una muestra representativa de esa población profesoral. Una vez computada la población total, y determinada la muestra para cada universidad de acuerdo con Krejcie y Morgan (1970), se les solicitó a estas instituciones universitarias, la autorización para administrar el

cuestionario. Luego se hicieron los contratos con los coordinadores y jefes de departamento, quienes tenían a su cargo las secciones seleccionadas por el investigador, con el fin de acordar el día y la hora para proceder con el diligenciamiento del instrumento.

La administración del cuestionario la realizó el investigador mediante el siguiente procedimiento: Llegada la hora y fecha señaladas, el investigador se presentó al salón de clase. Una vez allí, dio a conocer su nombre y el propósito de su visita y explicó la relevancia del estudio y el significado de la información que se proponía obtener. Luego, se procedió a entregar copia del instrumento a cada docente, sugiriéndoles leer las instrucciones para aclarar dudas antes de responder el cuestionario e indicándoles que se contestaría directamente en el instrumento. Se les hizo saber a los docentes que el tiempo máximo para responder el instrumento era de media hora, y se procuró mantener un ambiente propicio para contestar el instrumento. Cabe señalar, luego del diligenciamiento del instrumento, se les planteó a los docentes la posibilidad de responder a partir de una entrevista algunos interrogantes que permitieran contrastarlos con las afirmaciones descritas en el instrumento. Para llevar a cabo este proceso se tomó una muestra correspondiente al 5 % de las submuestras de docentes de cada institución universitaria.

## ANÁLISIS ESTADÍSTICOS

En este estudio se utilizaron estadísticas descriptivas como la media aritmética, porcentaje, frecuencia y desviación estándar, que sirvieron para describir las variables de la investigación. También se utilizó la prueba de Ji-cuadrado para determinar diferencias significativas por género, departamento al que pertenecen los docentes, programa donde enseñan y formación profesional, si se cumplen los supuestos de las mismas. A continuación, se muestra la Tabla 5 que recoge las preguntas de investigación, las variables del estudio, el nivel de medición y el tipo de prueba estadística que se utilizó.

**Tabla 5**  
*Análisis estadístico sugerido para las variables del estudio*

Preguntas de Investigación	Variables	Nivel de Medida	Tipo de Análisis
¿Qué modelo(s) didáctico(s) caracteriza(n) las prácticas educativas de los docentes de Ciencias Naturales de las universidades públicas de la región Caribe colombiana?	Caracterización de los modelos didácticos en los docentes de Ciencias Naturales	Nominal	Análisis de frecuencia, porcentaje, media aritmética, y desviación estándar
¿Qué modelo didáctico subyace en el área de Ciencias Naturales de las universidades públicas de la región Caribe colombiana?	Modelo didáctico de los docentes que subyace en el área de Ciencias Naturales	Ordinal	Ji-cuadrado, tablas de contingencia
¿Cuál es la tendencia hacia los modelos didácticos de los docentes de Ciencias Naturales de las universidades públicas de la región Caribe colombiana en cuanto a género?	Tendencia de los docentes hacia los modelos didácticos en cuanto al género	Ordinal	Ji-cuadrado, tablas de contingencia
¿Cuál es el tipo de modelo didáctico que desarrollan los docentes de Ciencias Naturales de las universidades públicas de la región Caribe colombiana de acuerdo con el área de enseñanza química, física y biología?	Tipo de modelos didácticos de los docentes de Ciencias Naturales de acuerdo con el área de enseñanza	Ordinal	Ji-cuadrado, tablas de contingencia

Fuente: Elaboración propia.

Las estadísticas que se utilizaron en esta investigación fueron de naturaleza descriptiva y pruebas no paramétricas como Ji cuadrado, las cuales permitieron resumir los datos recopilados mediante la administración del cuestionario utilizado y determinar cómo se comportaron las variables del estudio en la población seleccionada.

Ji Cuadrado es una prueba no-paramétrica que se utiliza cuando se tiene un grupo, el cual se puede organizar en varias categorías (Weinberg y Golberg, 1990). Sirve para examinar si existen diferencias significativas al agrupar las respuestas en categorías.

Para llevar a cabo las pruebas estadísticas, se utilizó el programa SSPS-X Versión 20 de IBM. Para analizar las respuestas ofrecidas por los docentes, las alternativas del instrumento fueron agrupadas en tres categorías;

de acuerdo, indeciso, y en desacuerdo. Para establecer las diferencias significativas entre los modelos didácticos: tradicional, por descubrimiento, constructivista y crítico social de las diferentes submuestras, se utilizó la Prueba Ji Cuadrado.

Los resultados de esta investigación se aplicarán única y exclusivamente a los docentes de Ciencias Naturales de las universidades públicas de la región Caribe colombiana que participaron en el estudio; no se pretende generalizar los mismos a todos los docentes de dichas instituciones.

## **ANÁLISIS DE LAS ENTREVISTAS**

Para el análisis de la información que se obtiene a partir de la administración de las entrevistas, en primera instancia se procedió a la creación y posterior organización de los documentos primarios que hacen parte de la Unidad de Análisis Hermenéutico, denominada en este caso con la categoría principal de la investigación “Modelos Didáctico”; en total se introdujeron, en el Atlas.ti, 36 documentos primarios que corresponden a las transcripciones de las entrevistas de los diferentes docentes de las universidades públicas de la región Caribe, para un total de 39 docentes entrevistados.

Una vez insertados los documentos primarios se procedió a su categorización, teniendo en cuenta la estructuración de la entrevista, por lo que al final nos dejó un total de 30 categoría abiertas, identificadas en el trabajo de investigación y en el Atlas.ti, con el nombre de Code estas categorías permitirán posteriormente realizar las respectivas conclusiones de las relaciones establecidas con los criterios de los diferentes docentes. Dentro de cada categoría en total, se seleccionaron y analizaron minuciosamente un total de 422 citas, identificadas en el Atlas.ti con la palabra Quotation las cuales rinden cuenta de las respuestas puntuales de cada docente de la respectiva universidad pública de la costa Caribe colombiana.

La Tabla 6 muestra detalladamente la información relatada en párrafos anteriores:



**Tabla 6**  
**Listado de las respuestas de los docentes entrevistados**

"Modelos Didácticos de los Docentes de las universidades públicas de la región Caribe colombiana para la Enseñanza de las Ciencias Naturales"					
No.	Universidades	No. de Docentes entrevistados	No. de Documentos primarios (Entrevistas)	N <sup>a</sup> Categoría de análisis abiertas (Code)	N <sup>a</sup> Citas (Quotation)
1	Universidad del Atlántico.	11	11	32	105
2	Universidad de Córdoba.	5	4	32	45
3	Universidad de Cartagena.	4	4	32	31
4	Universidad de La Guajira.	4	4	32	63
5	Universidad del Magdalena.	8	8	32	110
6	Universidad Popular del Cesar.	3	1	32	24
7	Universidad de Sucre.	4	4	32	44
Total		39	36	32	422

Fuente: Elaboración propia.

Luego, la Tabla 7 muestra el listado de categorías abiertas analizadas como producto del análisis hermenéutico que se le realizó a las respectivas entrevistas.

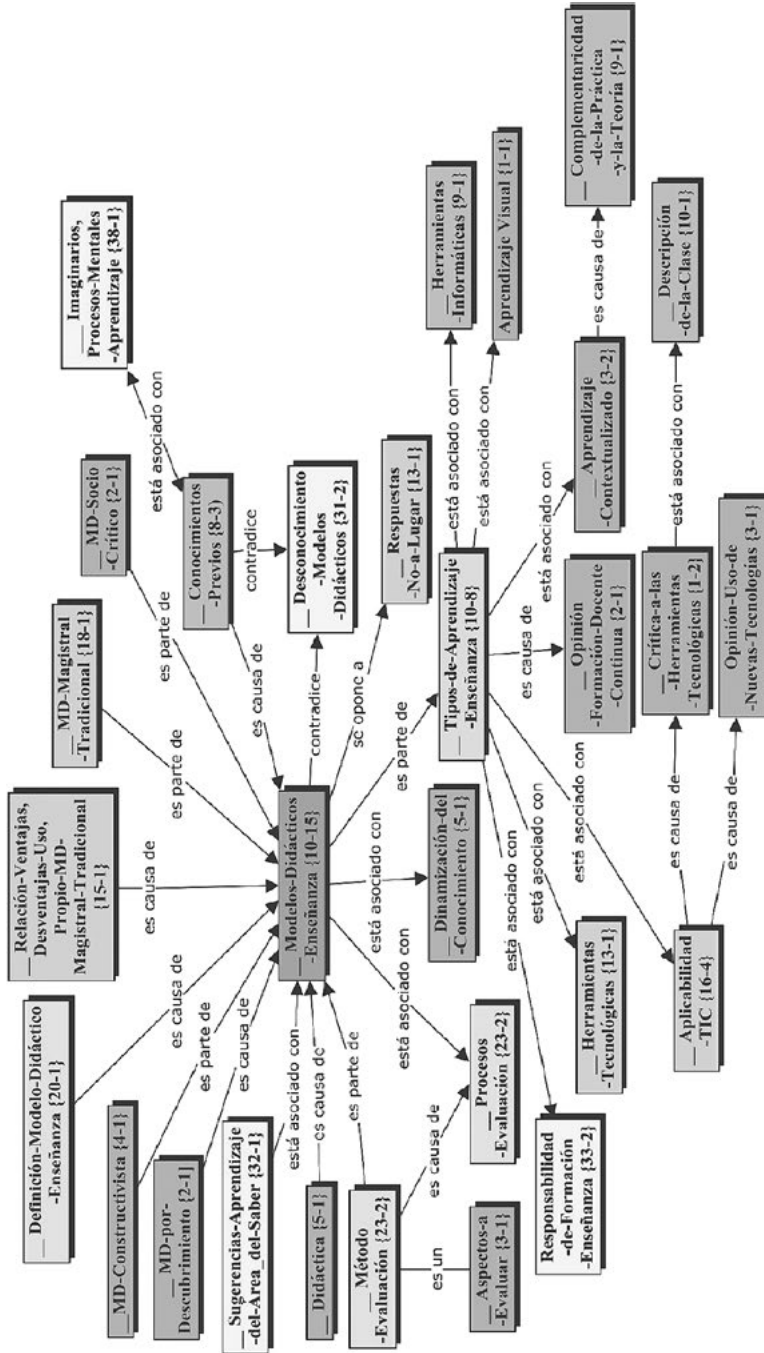
Es importante aclarar que cada categoría de análisis principal surgió de la idea de establecer relaciones o conexiones causales entre el formato de la entrevistas, previamente validada por los pares expertos, y lo que cada docente manifestaba. Sin embargo, al final del análisis se puede inferir, quizá, el poco o vago conocimiento de estos docentes sobre la implementación de un modelo didáctico, por lo que fue necesario implementar dos categorizaciones que facilitarían la identificación de las respuestas poco coherentes o que no rinden cuenta de lo que se está preguntando; también aquellos que manifestaron claramente que no tenían conocimiento de la existencia de dichos modelos.

**Tabla 7**  
**Listado de categorías abiertas analizadas**

Matriz Categorical Relación Citas (Quotation)			
No.	Categorías de Análisis (Codes)	Conocimientos-Previos Sub-Categorías	Aspectos-A-Evaluar
1	Modelos-Didácticos-Enseñanza (10) Definiciones-Md. (20)	Md-Constructivista (5) Md-Magistral-Tradicional (20) Md-Socio-Crítico (2) Md.por.Descubrimiento (3)	Relación-Ventajas, Desventajas-Uso, Propio-Md-Magistral-Tradicional (15).
	Total, Citas- (Quotation):75		
2	Aplicabilidad-TIC (30)	Crítica-a-las-Herramientas-Tecnológicas (1) Herramientas-Informáticas (9) Aparatos-Tecnológicos (13)	Complementariedad-de-la-Práctica-y-la-Teoría (9)
	Total, Citas- (Quotation):62		
3	Didáctica (7)	Descripción-de-la-Clase (12)	Opinión-Uso-de-Nuevas-Tecnologías (3)
	Total, Citas- (Quotation):22		
4	Imaginarios, Procesos-Mentales-Aprendizaje (40).	Aprendizaje-Contextualizado (3) Aprendizaje-Visual (1) Dinamización-del-Conocimiento (5) Tipos-de-Aprendizaje-ENSEÑANZA (10)	
	Total, Citas- (Quotation):59		
5	Método- Evaluación (32)	Procesos-Evaluación (23)	Opinión-Formación-Docente-Continua (2)
	Total, Citas- (Quotation):57		
6	Responsabilidad-Instruccional	Responsabilidad-de-Formación-Enseñanza-Social. (Valores)	Sugerencias-Aprendizaje-del-Área-del-Saber
7	Respuestas-No-A-Lugar (13)	Desconocimiento-Modelos-Didácticos (33)	Citas- (Quotation):46

Fuente: Elaboración propia.

A continuación, una gráfica integracionista que muestra las relaciones entre las categorías de análisis.



Gráfica 2

**Integración de las relaciones entre las categorías de análisis**

Fuente: Elaboración propia de los autores mediante software Atlas.ti.

## Capítulo V

**Análisis de resultados**

Este estudio tuvo como propósito caracterizar los modelos didácticos que sustentan las prácticas educativas de los docentes de Ciencias Naturales de las universidades públicas de la región Caribe colombiana. La información recopilada para obtener tal propósito se obtuvo mediante la administración de un cuestionario escala tipo Likert previamente validado (Figueroa, 2008). El instrumento se administró a 196 docentes que representan el 70,0 % de la población. A un total de 41 docentes se les aplicó una entrevista no estructurada. Los resultados se presentan de acuerdo con la secuencia de las preguntas de investigación que guiaron el estudio:

1. ¿Qué modelo(s) didáctico(s) caracteriza(n) las prácticas educativas de los docentes de Ciencias Naturales de las universidades públicas de la región Caribe colombiana?
2. ¿Qué modelo didáctico subyace en el área de Ciencias Naturales de las universidades públicas de la región Caribe colombiana?
3. ¿Cuál es la tendencia hacia los modelos didácticos de los docentes de Ciencias Naturales de las universidades públicas de la región Caribe colombiana en cuanto al género?
4. ¿Cuál es el tipo de modelo didáctico que desarrollan los docentes de Ciencias Naturales de las universidades públicas de la región Caribe colombiana de acuerdo al área de enseñanza, química, física y biología?

A continuación, se presentan los resultados del estudio, organizado de acuerdo con cada pregunta de investigación.

## PRIMERA PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN

1. ¿Qué modelo(s) didáctico(s) caracteriza(n) las prácticas educativas de los docentes de Ciencias Naturales de las universidades públicas de la región Caribe colombiana?

Para responder la primera pregunta de investigación se realizó una distribución de frecuencia, se determinó el porcentaje, la media aritmética y la desviación estándar de los datos obtenidos de la muestra. Estos datos se analizaron de acuerdo con una escala que se estableció en tres categorías: de acuerdo, indeciso y en desacuerdo.

El análisis realizado para responder la primera pregunta de investigación tuvo como propósito caracterizar los modelos didácticos de los docentes de Ciencias Naturales de las universidades públicas de la región Caribe colombiana. En la Tabla 8 se presentan los porcentajes de los ítems con relación a los modelos didácticos tradicional, por descubrimiento, constructivista y crítico social.

**Tabla 8**  
*Frecuencia y porcentaje de los ítems correspondientes a los cuatro modelos didácticos*

Afirmaciones	Mod. Didá.	En Desacuerdo		Indeciso		De Acuerdo	
		Frec	%	Frec	%	Frec	%
1. Las perspectivas epistemológicas y psicológicas no son esenciales para la enseñanza de las Ciencias Naturales.	1	136	69,4	15	7,5	45	22,4
2. El aprendizaje de los estudiantes de Ciencias Naturales debe retribuirse con premios o castigos.	1	137	69,4	22	10,9	40	19,9
3. Los preconceptos de los estudiantes no se tienen en cuenta para la enseñanza de las Ciencias Naturales.	1	139	70,9	14	7,0	35	17,4
4. El proceso de enseñanza de las Ciencias Naturales se realiza a partir del conocimiento del docente, mediante la transmisión de su saber.	1	121	61,7	10	5,0	65	32,4
5. Los conocimientos elaborados de Ciencias Naturales pasan de la mente del profesor a la mente del estudiante.	1	131	66,8	14	7,0	51	25,4

Afirmaciones	Mod. Didá.	En Desacuerdo		Indeciso		De Acuerdo	
		Frec	%	Frec	%	Frec	%
6. Algunos de los conocimientos filosóficos de la ciencia tradicional pueden relacionarse con el conocimiento que se enseña en el área de las Ciencias Naturales.	1	29	15,5	17	8,5	149	76,0
7. El conocimiento se construye a partir de los objetivos prescritos y el experimento en el área de las Ciencias Naturales.	1	39	19,4	12	6,0	145	74,0
8. Los conocimientos en Ciencias Naturales son una imagen exacta de la realidad.	1	100	51,0	20	10,0	76	37,9
9. En el proceso de enseñanza de las Ciencias Naturales debe primar el principio de autoridad, obediencia y respeto.	1	82	40,8	14	7,0	100	51,0
10. Los libros de textos de Ciencias Naturales son el fundamento esencial, para el proceso de enseñanza.	1	99	50,5	13	6,5	84	42,9
11. Las concepciones y teorías en Ciencias Naturales se presentan en un contexto de justificación.	1	41	20,4	39	19,4	117	60,0
12. Para aprender Ciencias Naturales el estudiante debe inventar y descubrir por sí solo los saberes.	2	108	55,1	13	6,5	75	37,4
13. La Psicología es un elemento esencial para el aprendizaje de las Ciencias Naturales y el desarrollo del pensamiento formal.	2	54	26,9	17	8,5	125	63,8
14. El lenguaje de las Ciencias Naturales se hace más entendible y asimilable en la etapa de las operaciones formales.	2	17	8,7	40	19,9	139	70,9
15. Los estudiantes de Ciencias Naturales pueden elaborar conceptos y generalización de leyes a partir del descubrimiento y la observación.	2	23	11,5	1	0,5	168	85,7
16. Los estudiantes pueden aprender Ciencias Naturales si la descubren a partir de datos empíricos.	2	32	15,9	10	5,0	154	78,6
17. Aprender Ciencias Naturales es, sobre todo, dominar el método científico; aplicándolo llegará a descubrir conocimientos.	2	26	13,0	13	6,5	157	80,1
18. Enseñar Ciencias Naturales es enseñar las destrezas de investigación, es decir, organizar y coordinar actividades experimentales.	2	31	15,4	1	0,5	164	83,7

Afirmaciones	Mod. Didá.	En Desacuerdo		Indeciso		De Acuerdo	
		Frec	%	Frec	%	Frec	%
		19. En el currículo pierden importancia los contenidos conceptuales, en favor de los procesos y destrezas del método científico.	2	106	54,1	35	17,4
20. Una buena clase de Ciencias Naturales, es aquella en la que los estudiantes realizan actividades, en concreto manipulaciones ("pensar" subordinado a "hacer").	2	73	37,2	28	13,9	95	48,5
21. El aula de Ciencias Naturales es el escenario donde se coordinan actividades experimentales que ayuden al estudiante a desarrollar habilidades investigativas.	2	30	14,9	6	3,0	159	81,1
22. En el aula de Ciencias Naturales deben restringirse las intervenciones o discursos y promover oportunidades de investigar y experimentar.	2	89	45,4	16	8,0	91	46,4
23. El aprendizaje de los estudiantes de Ciencias Naturales se produce mediante un cambio significativo en las estructuras de pensamiento.	3	25	12,5	19	9,5	152	77,6
24. La visión del aprendizaje de Ciencias Naturales como construcción asimila aplicarles la analogía del conocimiento científico.	3	27	8,5	39	19,4	140	71,4
25. Los constructos personales son formas de representación que contienen convenciones y tienen un campo de validez relativa y limitada en el área de las Ciencias Naturales.	3	57	28,4	60	30,6	79	40,3
26. La epistemología se basa en la perspectiva de la ciencia, como interpretación de la realidad, mediante la construcción de modelos que pueden ser sustituidos por otros.	3	18	8,9	23	11,4	155	79,1
27. Aprender Ciencias Naturales es reconstruir los conocimientos, partiendo de las propias ideas de cada estudiante, expandiéndolas o cambiándolas según los casos.	3	31	15,4	16	8,0	149	76,0
28. El aprendizaje de las Ciencias Naturales no es una reproducción del contenido a aprender, implica un proceso de construcción de conocimiento.	3	13	6,5	8	4,0	175	89,3
29. Enseñar Ciencias Naturales es mediar en el proceso de aprendizaje incluso en la planificación y organización de actividades relevantes.	3	10	5,0	10	5,0	176	89,8

Afirmaciones	Mod. Didá.	En Desacuerdo		Indeciso		De Acuerdo	
		Frec	%	Frec	%	Frec	%
30. Las ideas de los estudiantes son el punto de partida de la instrucción, sea como base para desarrollar otras más acordes con la ciencia escolar o para confrontarla con esta y sustituirla.	3	25	12,4	13	6,5	158	80,6
31. El currículo se configura como un programa de actividades, de situaciones de aprendizaje en las que los alumnos construyen sus propios significados.	3	30	14,9	21	10,4	145	74,0
32. La responsabilidad del proceso de aprendizaje en las Ciencias Naturales corresponde al estudiante.	3	96	49,0	7	3,5	93	47,5
33. El papel del profesor es el de investigador en el aula, que estudia y diagnostica los problemas de aprendizaje y al mismo tiempo trata de darles solución.	3	24	11,9	18	9,0	154	78,6
34. El profesor juega un papel flexible en el proceso de enseñanza y, está dispuesto a modificar las actividades previstas si es necesario.	3	12	6,0	11	5,5	173	88,3
35. En el proceso de enseñanza y aprendizaje se evalúan tanto conceptos como destrezas, conocimiento funcional y la capacidad de aplicar lo aprendido a la resolución de problemas nuevos.	3	9	4,5	0	0,0	187	95,4
36. La ciencia investiga la realidad en su contexto desde distintos ángulos y diversos métodos.	4	7	3,5	7	3,5	182	92,9
37. La ciencia niega la respuesta absoluta, en virtud de la naturaleza dinámica y contradictoria de la realidad, por eso es antidogmática.	4	34	16,9	46	22,9	116	59,2
38. La producción de conocimiento exige rigor metódico.	4	11	5,5	12	6,0	173	88,3
39. La ciencia supera lo empírico, analítico histórico y hermenéutico y opta por una educación liberadora	4	41	20,4	39	19,4	116	59,2
40. La observación es el primer paso en la investigación científica.	4	10	5,0	11	5,5	175	89,3
41. La ciencia como conocimiento es una construcción cuidadosamente probada por los científicos.	4	20	10,0	5	2,5	171	87,2
42. La ciencia establece una relación dialéctica entre teoría-práctica y práctica-teoría.	4	9	4,5	9	4,5	168	85,7



Afirmaciones	Mod. Didá.	En Desacuerdo		Indeciso		De Acuerdo	
		Frec	%	Frec	%	Frec	%
		43. El conocimiento se construye a partir de una lectura, análisis, descripción e interpretación reflexiva y crítica de la realidad	4	15	7,5	4	2,0
44. El punto de partida para la construcción de conocimiento es la práctica, en función de la realidad social.	4	27	13,4	17	8,5	151	77,0
45. El conocimiento científico solo se hace posible dentro de un contexto social y actitud dialógica.	4	48	23,9	45	22,4	103	52,6
46. El conocimiento es una construcción social.	4	35	17,4	19	9,5	142	72,5
47. La ciencia necesita de una crítica conceptual que la lleva.	4	12	6,0	42	20,9	142	72,5
48. El conocimiento científico resultante de la realidad histórica y el diálogo, siempre es construido y compartido en comunidad científica.	4	20	10,0	21	10,4	155	79,1
49. La realidad concreta, todo se crea y se recrea constantemente, nada está terminado, todo está inconcluso, inacabado.	4	16	8,0	13	6,5	167	85,2
50. La producción de conocimiento exige profundidad, respeto a la diversidad.	4	2	1,0	14	7,0	180	91,8
51. La realidad es dinámica, cambiante, convulsa, diversa y escurridiza.	4	11	5,5	20	10,0	165	84,2
52. El hombre ve, analiza e interpreta el mundo desde una perspectiva histórico-social.	4	16	8,0	20	10,0	160	81,6
53. La ciencia no establece tricotomía entre práctica, investigación y teoría.	4	70	35,7	33	16,4	93	47,4
54. Todo se ve, se analiza y se interpreta desde la perspectiva de la totalidad.	4	48	24,9	50	24,9	96	49,0
55. La ciencia lee la realidad en su contexto, la interpreta, la investiga, asume una postura, propone transformaciones.	4	3	1,5	7	3,5	186	94,9
56. Si el conocimiento es una construcción social, el diálogo es un instrumento vital.	4	7	3,5	14	7,0	175	89,3

Fuente: Elaboración propia.

Estas categorías se determinaron a partir de las cinco alternativas del instrumento. La categoría De Acuerdo contiene las alternativas Totalmente de Acuerdo y De Acuerdo. Si los docentes tienen un modelo didáctico por

descubrimiento, constructivista o crítico-social, los ítems que contienen el instrumento con relación a esta visión deben situarse en esta categoría; es decir, que las respuestas de los docentes con relación a estos modelos didácticos deben enmarcarse dentro de las alternativas Totalmente de Acuerdo o De Acuerdo.

La categoría Indeciso contiene la alternativa No sé qué decir, que significa que los docentes no se identifican con un modelo didáctico en particular. La categoría En Desacuerdo agrupa las alternativas Totalmente en Desacuerdo y En Desacuerdo. Es decir, se espera que los docentes con un modelo didáctico tradicional respondan las afirmaciones del modelo didáctico tradicional que contiene el instrumento bajo esta categoría. Por lo tanto, los estudiantes deben contestar a estos ítems que están Totalmente en Desacuerdo o En Desacuerdo.

Los resultados del análisis de los datos totales agrupados en las tres categorías muestran que el 64,82 % de los docentes contestaron estar Totalmente de Acuerdo y De Acuerdo (categoría De Acuerdo) con todas las afirmaciones de los cuatro modelos didácticos que componen el instrumento. El 9,21 % de la muestra de docentes respondieron No sé qué decir (categoría Indeciso) y el 25,34 % de la muestra de profesores respondieron estar Totalmente en Desacuerdo y En Desacuerdo (categoría en Desacuerdo), con todas las afirmaciones de los cuatro modelos didácticos que componen el instrumento.

El mismo procedimiento estadístico se aplicó por separado para los cuatro modelos didácticos. Para el modelo didáctico tradicional se encontró el siguiente resultado: el 41,75 % de los docentes respondió estar De Acuerdo con las afirmaciones del modelo didáctico tradicional, el 8,62 % de los maestros se mostró Indeciso del modelo tradicional y el 48,71 % de los profesores con la categoría En Desacuerdo del modelo tradicional. Para el modelo didáctico por descubrimiento se encontró el siguiente resultado: el 63,96 % de los docentes afirmó estar De Acuerdo con las afirmaciones

del modelo didáctico por descubrimiento, el 8,15 % de los maestros con la categoría Indeciso del modelo por descubrimiento y el 27,1 % de los profesores con la categoría En Desacuerdo del modelo por descubrimiento. Para el modelo didáctico constructivista se encontró el siguiente resultado: el 75,99 % de los docentes respondió estar De Acuerdo con las afirmaciones del modelo didáctico constructivista, el 9,45 % de los maestros con la categoría Indeciso del modelo constructivista y el 14,5 % de los profesores con la categoría En Desacuerdo del modelo constructivista. Para el modelo didáctico crítico-social se encontró el siguiente resultado: el 77,58 % de los docentes respondió estar De Acuerdo con las afirmaciones del modelo didáctico crítico-social, el 10,63 % de los maestros con la categoría Indeciso del modelo crítico-social y el 11,05 % de los profesores con la categoría En Desacuerdo del modelo crítico-social.

Es decir, un alto número de ítems pertenecientes a los modelos didácticos tradicional, por descubrimiento, constructivista y crítico-social, contestaron dentro de la categoría De Acuerdo y la categoría Indeciso (74,03 %), lo que se expresa como una homogeneidad en las respuestas de los docentes hacia las alternativas Totalmente de Acuerdo, De Acuerdo y No sé qué Decir. Estas respuestas muestran que los docentes de las universidades públicas de la costa Caribe colombiana, no tienen un modelo didáctico específico para el desarrollo de su actividad académica.

La homogeneidad de las respuestas de los docentes hacia las alternativas Totalmente de Acuerdo y De Acuerdo se detalla mejor en la Tabla 9, donde las dos alternativas se colapsan en la categoría De Acuerdo. Esta muestra que los docentes no exhiben tendencia hacia un modelo didáctico en particular, pues sus respuestas están parcializadas en un mayor porcentaje hacia la categoría De Acuerdo. Además, la homogeneidad en los datos obtenidos hacia la categoría De Acuerdo, impide que se cumpla con los supuestos de las otras pruebas estadísticas proyectadas para el análisis de los datos obtenidos en el estudio.

Los datos que se muestran en la Tabla 9, señalan que los ítems 35 y

55, tienen el mayor porcentaje hacia la categoría De Acuerdo 95,4 % y 94,9 %; los ítems pertenecen a los modelos constructivista y crítico social y el menor porcentaje que se obtuvo para esta categoría proviene del ítem número 3, con un 17,4 % el cual pertenece al modelo didáctico tradicional. Es necesario aclarar que en las categorías Indeciso y En Desacuerdo, ninguno de los ítems que componen el instrumento alcanzó un porcentaje mayor que los que obtuvo la categoría De Acuerdo.

**Tabla 9**  
**Tabla de contingencia**

Universidades	Modelo didáctico				Total
	1	2	3	4	
Universidad del Atlántico	52	0	0	0	52
Universidad de La Guajira	28	0	0	0	28
Universidad de Sucre	17	1	0	0	18
Universidad de Córdoba	26	1	1	0	28
Universidad del Magdalena	22	2	2	0	26
Universidad del Cesar	15	0	1	0	16
Universidad de Cartagena	9	0	2	17	28
Total	169	4	6	17	196

Fuente: Elaboración propia.

En lo que respecta a la entrevista, de los 39 docentes que participan, 20 manifiestan ser tradicionalistas, comunican que emplean la clase magistral y solo en casos extremos varían el método, recurriendo a otras actividades de enseñanza como los talleres. Uno de los docentes expresa que “el modelo didáctico es el modelo que sigue el profesor para que el estudiante pueda aprender y adquirir los conocimientos de una forma clara y precisa. Generalmente, yo digo todo eso, pero sigo es lo tradicional: dar la clase, el estudiante escucha, participa y luego se hacen otro tipo de actividades”. Esta postura didáctica la ratifican un alto número de los docentes entrevistados, es decir, los docentes de Ciencias Naturales de las universidades de la costa Caribe colombiana tienen una tendencia hacia el modelo didáctico tradicional.

## SEGUNDA PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN

- 2 ¿Qué modelo didáctico subyace en el área de Ciencias Naturales de las universidades públicas de la región Caribe colombiana?

Para contestar esta pregunta de investigación se obtuvo una tabla de contingencia, a partir de la estadística del Ji-Cuadrado. La Tabla 10 establece las diferencias entre las respuestas totales ofrecidas por los docentes de cada universidad con relación al modelo didáctico (tradicional, por descubrimiento, constructivista y crítico-social), que en ella subyace.

Los datos que se muestran dejan ver que el modelo didáctico que subyace en el área de Ciencias Naturales de las universidades públicas de la costa Caribe colombiana es el modelo tradicional, con excepción de los docentes de la Universidad de Cartagena, cuya tendencia es hacia el modelo didáctico crítico-social. Aunque los resultados que se obtienen a partir del análisis de frecuencia (Tabla 8) no presentan una distinción entre un modelo y otro.

Los resultados evidencian que el 86,22 % de la muestra total de los docentes que participaron en el estudio, contestaron con más frecuencia la alternativa De acuerdo de los ítems del modelo didáctico tradicional; el 2,04 % contestó con más frecuencia la alternativa De Acuerdo de los ítems del modelo didáctico por descubrimiento; el 3,06 % contestó con más frecuencia la alternativa De Acuerdo de los ítems del modelo didáctico constructivista y el 8,67 % contestó con más frecuencia la alternativa de acuerdo de los ítems del modelo didáctico crítico-social. Esta tendencia de responder más afirmativamente hacia el modelo didáctico tradicional, no es resultado que los docentes hayan contestado de forma correcta los ítems pertenecientes a esta perspectiva epistemológica, sino el producto de establecer una diferencia entre el mayor número de veces que los docentes respondieron estar más Totalmente de Acuerdo y De Acuerdo con respecto a uno u otro modelo didáctico.

Sin embargo, la diferencia que logra obtenerse solo nos lleva a expresar que los docentes respondieron estar más veces Totalmente de Acuerdo y De

Acuerdo con el modelo didáctico tradicional que con los otros modelos, a excepción de los docentes de la Universidad de Cartagena, que el 60,71 % de los participantes, cuya preferencia es hacia al modelo crítico-social. Es decir, que esta predisposición hacia el modelo didáctico tradicional no es producto de un razonamiento lógico, sino de la casualidad.

Igualmente, en el análisis de frecuencia, por ciento (Tabla 9) y Ji-cuadrado (Tabla 10), los resultados revelan que los docentes no discriminan entre un modelo didáctico y otro, ya que la tendencia es a responder Totalmente de acuerdo y De Acuerdo (De acuerdo), aunque el 48,71 % manifiesta estar en desacuerdo con los ítems del modelo didáctico tradicional. Lo anterior significa que los docentes responden sin tener una clara concepción de los modelos didácticos. La prueba Ji-cuadrado a un nivel de significación alfa de 0,05, permite determinar la correspondencia estadística entre los modelos didácticos. Pero los datos no aseguran la existencia de una relación estadística significativa entre los cuatro modelos didácticos de los docentes de Ciencias Naturales de la costa Caribe colombiana. Se debe a la homogeneidad en las respuestas de los docentes hacia la categoría De Acuerdo, es decir, no hay variabilidad en la distribución de los datos para los cuatro modelos didácticos.

Al igual que en el interrogante anterior, los docentes entrevistados presentan confusión conceptual entre modelos pedagógicos y modelos didácticos. En su mayoría los docentes de La Guajira presentaron el mayor grado de confusión; solo algunos brindaron una definición conceptual de lo que para ellos significaba un modelo didáctico; solo, 12 docentes, repartidos entre la Universidad del Magdalena y la Universidad del Atlántico, se acercaron a la definición generalizada de la misma; ellos formularon, que “un modelo didáctico para mí es un conjunto de normas o reglas para la correcta interpretación de la enseñanza que se le quiere impartir al estudiantado”. Otros enuncian que son “unas normas o modelos que tienen que ir de la mano con el método científico, basado en los pasos del método científico, de esa misma manera debe llevarse a cabo un modelo didáctico”. Remiten

los modelos didácticos a una receta o al conjunto de pasos circunscritos en cortos eventos que se regulan a partir de acciones precisas y enmarcadas en la búsqueda de responder a la sistematización de previas labores catalogadas y regidas por discursos totalmente operativos y ejemplificados.

### TERCERA PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN

3. ¿Cuál es la tendencia hacia los modelos didácticos de los docentes de Ciencias Naturales de las universidades públicas de la región Caribe colombiana en cuanto a género?

Para responder esta pregunta de investigación se generó una tabla de contingencia: género, modelos didácticos y universidades; los resultados que se obtuvieron permiten establecer una tendencia marcada por el género masculino y el femenino hacia un modelo didáctico tradicional, con excepción de los docentes de la Universidad de Cartagena, en la que los hombres en un 35,71 % y las mujeres en un 25 % tienen una tendencia hacia el modelo crítico-social. Los datos señalan que existe homogeneidad en las respuestas de los docentes, y estas se agrupan en las categorías De Acuerdo e Indeciso.

**Tabla 10**  
*Tabla de contingencia: género, modelos didácticos y universidades*

Universidades	Género	Modelo Didáctico				Total
		1	2	3	4	
Atlántico	Masculino	33				33
	Femenino	19				19
La Guajira	Masculino	22				22
	Femenino	6				6
Sucre	Masculino	8				8
	Femenino	9	1			10
Córdoba	Masculino	17				17
	Femenino	9	1	1		11

Universidades	Género	Modelo Didáctico				Total
		1	2	3	4	
Magdalena	Masculino	13	2	1		16
	Femenino	9		1		10
Cesar	Masculino	10		1		11
	Femenino	5				5
Cartagena	Masculino	5			10	15
	Femenino	4		2	7	13
TOTAL		169	4	6	17	196

Fuente: Elaboración propia.

Los resultados que se obtienen de la prueba reflejan que no existe diferencia estadística significativa para la variable género y los modelos didácticos que tienen los docentes que participaron del estudio. Indistintamente, los hombres y mujeres (86,22 %), de las universidades de la costa Caribe colombiana exhiben una tendencia hacia el modelo didáctico tradicional; solo el 35,71 % (10) y el 25,0 % (7) de los docentes de la Universidad de Cartagena tienden hacia el modelo didáctico crítico-social.

En lo que respecta a la información procedente de las entrevistas, mujeres y hombres desconocen científicamente el concepto, los modelos y el empleo de los modelos didácticos en el proceso de formación de sus estudiantes; de las 33 citas, los docentes de las universidades del Caribe colombiano manifiestan tener poco conocimiento además, en lo que se refiere al desarrollo e implementación del concepto, es necesario revelar que los docentes entrevistados poco o nada saben de la clasificación de los modelos didáctico; necesitaron de los enunciados previos del investigador para expresar su opinión. En algunas de sus manifestaciones dicen; “Bueno, de esa, según la definición, según la clasificación que usted me está dando, no sé... no, no sabría yo decirles cuáles son... cuáles son cuáles”. Otro define sin tener una reflexión clara y fundamentada sobre el modelo didáctico constructivista “en el modelo constructivista le enseño al estudiante que



exactamente lo que está aprendiendo no es solamente para él de manera unipersonal, sino que él a través de eso, puede colaborar a construir con la sociedad, acciones positivas para el desarrollo de la sociedad”; es decir, el tipo de respuesta muestra que no existe una reflexión consciente sobre la construcción de un proceso, en el que se encuentra comprometido con la labor que desempeña. Lo que nos lleva a colegir que los docentes de las universidades públicas de la costa Caribe colombiana, no autorregulan o examinan autónomamente los procesos de enseñanza y aprendizaje que desarrollan en sus estudiantes. Su función mecánica es cumplir, hacer visible en los estudiantes la información sobre el tópico que “enseña”, sin interesarle las consecuencias de las acciones o dinámicas que conlleven.

#### **CUARTA PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN**

4. ¿Cuál es el tipo de modelo didáctico que desarrollan los docentes de Ciencias Naturales de las universidades públicas de la región Caribe colombiana de acuerdo al área de enseñanza (química, física y biología)?

Para responder esta pregunta de investigación se elaboró una tabla de contingencia, la cual revela que los docentes de Ciencias Naturales (biología, física, química y otras áreas) de las universidades de la costa Caribe colombiana, utilizan en un 86,21 % el modelo didáctico tradicional, el 2,04 % el didáctico por descubrimiento, el 3,06 % didáctico constructivista y el 8,67 % el didáctico crítico-social. Los docentes de biología de las diferentes universidades de la costa Caribe en un 26,53 % son los que más recurren al uso del modelo didáctico tradicional, le siguen los químicos en un 25,51 % y los físicos en un 20,91 %. Los resultados muestran la homogeneidad en las respuestas de los docentes hacia las alternativas Totalmente de Acuerdo y De Acuerdo; no hubo variabilidad en la distribución de las puntuaciones. Es decir, los datos no cumplen con los supuestos de la prueba, y la misma no era válida para determinar si existía diferencia estadística significativa en los modelos didácticos en función de la variable área donde enseñan.

**Tabla 11**  
**Tabla de contingencia: departamento donde labora,**  
**modelos didácticos y universidades**

Universidades	Departamento	Modelo Didáctico				Total
		1	2	3	4	
Atlántico	Biología	14	0	0	0	14
	Física	11	0	0	0	11
	Química	21	0	0	0	21
	Otros	6	0	0	0	6
	Total	52	0	0	0	52
La Guajira	Biología	11	0	0	0	11
	Física	10	0	0	0	10
	Química	7	0	0	0	7
	Otros	0	0	0	0	0
	Total	28	0	0	0	28
Sucre	Biología	8	0	0	0	8
	Física	5	0	0	0	5
	Química	3	0	0	0	3
	Otros	1	1	0	0	2
	Total	17	1	0	0	18
Córdoba	Biología	6	0	0	0	6
	Física	7	0	1	0	8
	Química	7	0	0	0	7
	Otros	6	1	0	0	7
	Total	26	1	1	0	28
Magdalena	Biología	7	1	1	0	9
	Física	3	1	1	0	5
	Química	7	0	0	0	7
	Otros	5	0	0	0	5
	Total	22	2	2	0	26
Cesar	Biología	2	0	0	0	2
	Física	5	0	1	0	6
	Química	1	0	0	0	1
	Otros	7	0	0	0	7
	Total	15	0	1	0	16
Cartagena	Biología	4	0	1	4	9
	Física	0	0	1	7	8
	Química	4	0	0	6	10
	Otros	1	0	0	0	1
	Total	9	0	2	17	28

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 12**  
**Resumen tabla de contingencia: departamento donde labora,**  
**modelos didácticos y universidades**

Universidades	Departamento	Modelo Didáctico				Total
		1	2	3	4	
Atlántico La Guajira	Biología	52	1	2	4	59
Sucre Córdoba	Física	41	1	4	7	53
Magdalena Cesar	Química	50	0	0	6	56
Cartagena	Otros	26	2	0	0	28
	Total	169	4	6	17	196

Fuente: Elaboración propia.

Los resultados que se presentan en este capítulo reflejan que los docentes de Ciencias Naturales de las universidades de la Costa caribe colombiana, que participaron en la investigación no tienen un conocimiento sobre los modelos didácticos. En cambio, exhiben una tendencia hacia el modelo didáctico tradicional, producto de la diferencia entre los modelos didácticos, establecidos a partir del mayor número de veces que los docentes respondieron las alternativas Totalmente de Acuerdo en uno u otro modelo didáctico.

## **Discusión de los resultados, conclusiones e implicaciones educativas**

El propósito de esta investigación fue caracterizar los modelos didácticos de los docentes de Ciencias Naturales de las universidades del Caribe colombiano. Para el logro de este propósito se utilizó un diseño con un enfoque de naturaleza descriptiva y se les administró el instrumento sobre los modelos didácticos de los docentes de Ciencias Naturales (Figueroa, 2008). El cuestionario se aplicó a una muestra de 196 docentes de las universidades públicas del Caribe colombiano, distribuida de la siguiente manera: 52 docentes de la Universidad del Atlántico, 28 de la Universidad de La Guajira, 18 de la Universidad de Sucre, 28 de la Universidad de Córdoba, 26 de la Universidad del Magdalena, 16 de la Universidad del Cesar y 28 de la Universidad de Cartagena. Además de caracterizar los modelos didácticos de los docentes, se indagó el modelo didáctico que subyace en los docentes de Ciencias Naturales (tradicional, por descubrimiento, constructivista y crítico-social). Se realizaron pruebas para determinar si existían diferencias estadísticas significativas sobre los modelos didácticos de los docentes de Ciencias Naturales en función de las variables: género, área de enseñanza química, física y biología.

Para la presentación de los datos se utilizaron estadísticas descriptivas, tales como frecuencias, porcentos, media aritmética, moda, mediana y desviación estándar. Se establecieron los por cientos mínimos y máximos de los resultados obtenidos para la muestra total. Para determinar si había diferencia estadística significativa por género, área de enseñanza (química, física y biología) se realizaron pruebas de Ji-cuadrado y se establecieron tablas de contingencia.

## DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

Los resultados muestran que los docentes de Ciencias Naturales de las universidades del Caribe colombiano que respondieron el instrumento reflejan que estos no tienen un conocimiento sobre los modelos didáctico, pero sí una tendencia hacia el modelo didáctico tradicional. Esto se obtiene como producto del análisis de la diferencia entre el modelo didáctico tradicional, por descubrimiento, constructivista y crítico-social, con base en el mayor número de veces que los estudiantes respondieron las alternativas Totalmente de Acuerdo y De Acuerdo en uno y otro modelo. En este sentido, Pérez-Gómez y Gimeno (1988), expresan que para entender el pensamiento y la actuación de los docentes, no basta con identificar los procesos formales y las estrategias de procesamiento de información o toma de decisiones; hay que calar en la red ideológica de teorías y creencias que determinan el modo de cómo los docentes dan sentido a su mundo general y a su contexto en particular.

Durante la última década, el incremento en la investigación sobre modelos didácticos de los docentes –y de manera particular en los de Ciencias Naturales– es reducido respecto al impacto que las clases de ciencia tienen sobre estos. Aunque estas investigaciones han permitido establecer toda una serie de resultados ampliamente aceptados, a pesar de su validez, la mayoría de las investigaciones han sido realizadas (Osborne y Wittrock, 1985) sin un apoyo teórico suficientemente elaborado. De la anterior conclusión se deduce que estos estudios solo dan evidencia de que los docentes de Ciencias Naturales muestran mayor interés por enseñar contenidos, sin tener en cuenta acciones didácticas, primordiales en la solución de problemas de comprensión, habilidades y competencias para la enseñanza de las Ciencias Naturales. Pero, los investigadores no entran a precisar el modelo didáctico de mayor arraigo en los docentes de Ciencias Naturales y los factores epistemológicos que pueden estar influyendo en estas tendencias que poseen los docentes, como lo trató de caracterizar el estudio.

Una de las razones que pueden alegar del porqué la muestra de docentes de Ciencias Naturales, no posee una clara tendencia hacia los modelos didácticos, es que la mayoría de los maestros de Ciencias Naturales en todos los niveles, aunque tienen un dominio aceptable acerca de la naturaleza de la ciencia, no conceden un conocimiento plausible a la didáctica y la pedagogía. Los resultados del estudio coinciden con lo comunicado por Rivas (1997) quien encuentra que, el conocimiento de los maestros de escuela elemental, acerca de la naturaleza de la ciencia y los modelos de enseñanza, no es adecuado, pues además de desconocer los supuestos epistemológicos de la Ciencia, sus acciones y dinámicas de enseñanza en el aula, se alejan de procesos que proporcionen al estudiante el entendimiento y la aplicación de los contenidos a sistemas formales y no formales.

Rodríguez (1990) desarrolla un trabajo con maestros de ciencia del nivel inicial. Describe que los futuros maestros de ciencia tienen un conocimiento pobre sobre la enseñanza de las Ciencias Naturales. Los participantes dejan ver que el énfasis que se hace en los temas referidos con la naturaleza de la ciencia es escaso; del mismo modo, la forma como enfrentan los procesos instruccionales para su enseñanza. Si a esto aunamos la falta de dominio de los maestros respecto al tema, es difícil promover cambios conceptuales que conlleven al desarrollo de una visión epistemológica y metodológica en la enseñanza de las Ciencias Naturales.

La homogeneidad en las respuestas de la muestra de docentes de Ciencias Naturales, de aceptar de manera categórica todo tipo de afirmaciones, refleja cierto hilo conductor que tiende a adjudicarle la misma importancia a la observación de la realidad frente a la especulación mental; lo tangible y concreto frente a lo abstracto; lo cierto y seguro frente a lo probable; y, en definitiva, lo real, práctico y objetivo, frente a lo meramente racional y teórico, por un lado y lo subjetivo y personal por otro. Esta homogeneidad en las respuestas de los docentes de Ciencias Naturales, se pueden asemejar con los períodos de Ciencia normal (Kuhn, 1962), en los que científicos, guiados por un único paradigma incuestionado en sus aspectos básicos,

resuelven los problemas teóricos o experimentales de su área mejorando la articulación y la coherencia interna. Este grupo de docentes de Ciencias Naturales, aunque no tienen una inclinación hacia un modelo didáctico, están aceptando de manera categórica las afirmaciones que constituyen el instrumento y resolviendo de manera “segura”, en ausencia de duda, su posición filosófica. Esta tendencia a responder de manera rápida y “segura” es consecuencia de generalizaciones a críticas de observaciones cualitativas. Esta forma de contestar, según Piaget (1971), se presenta como un hábito o “metodología” en donde lo aparente se traduce en certeza, en ausencia de duda o de consideraciones de posibles soluciones alternativas profundamente arraigadas, para responder a las formas de atención y reflexión cotidianas habituales del niño.

Por otro lado, Nisbett y Ross (1980), refiriéndose a la importancia de los modelos didácticos en el desarrollo docente y el pensamiento humano, indican que las percepciones personales están influenciadas por los esquemas, constructos y creencias del que percibe, a tal punto que nuestras teorías y creencias sobre la realidad física y social formada a lo largo de nuestra infancia y adolescencia tienden a ser estables y resistentes al cambio espontáneo, ya que dan lugar a percepciones y puntos de vista poco maleables. Dicho de otra manera, tenemos dificultad para reconocer las evidencias empíricas que contradicen nuestros puntos de vista, ya que la interpretación que hacemos de nuestra experiencia y de los recuerdos que tenemos de ella está sesgada por nuestro propio sistema de creencias.

Por otra parte, los docentes de Ciencias Naturales del estudio, dejan ver que el sentimiento que prescriben por los modelos didácticos y el conocimiento de ellos, no guardan una relación biunívoca. Inferir la tendencia hacia un modelo didáctico significa comprender los supuestos epistemológicos y psicológicos que subyacen en cada modelo y en las interacciones que se derivan de las construcciones científicas. Es inexplicable entonces, que enseñemos sin tener conciencia de lo que hacemos y el perjuicio al que conlleva; se deben buscar otras alternativas metodológicas que permi-

tan sustraer si enseñamos por necesidad o simple convicción. Este recurso puede sustraer en los docentes de Ciencias Naturales posturas que faciliten conocer, en detalle, si este percibir es solo producto de las impresiones que reciben en el desarrollo de sus clases de ciencia, o es el conocimiento acumulado que los lleva a establecer una postura sobre un modelo didáctico.

Este tipo de respuestas pueden ser producto de razonamientos espontáneos que se hayan difundido, representando una manera de pensar que se encuentra en cada conversión y en muchas lecturas. Todos nosotros, de vez en cuando, razonamos de esta forma, o por lo menos lo hemos hecho alguna vez. Por eso, conseguir que el sentimiento y el pensamiento se conjuguen biunívocamente, no implica únicamente cambiar el contenido de sus ideas, sino también una apreciación de la naturaleza del razonamiento científico.

La preferencia por un modelo didáctico de esta muestra de docentes de Ciencias Naturales, puede enmarcarse en la imagen que se ha construido sobre estos dispositivos a través de los diferentes medios de comunicación orales y escritos. Pero esta influencia solo ha de generar en los docentes de Ciencias Naturales predilección por un modelo didáctico (tradicional), no como la única forma subsistente, sino la manera de sostener un modo, soportar su vigencia y no admitir la existencia de otras alternativas que promuevan la construcción del conocimiento. Moreira y Novak (1988) encontraron que uno de los problemas de la educación que agudiza las acciones que se desarrollan en el aula, es que el papel de los sentimientos en la producción de conocimientos es negado o ignorado. No obstante, hasta el momento, diversos estudios han mostrado cada vez más, que pensar, sentir y actuar, están siempre integrados y que mejorar la práctica educativa requiere métodos que ayuden a los docentes a integrar sus razonamientos, sentimientos y acciones de manera más constructiva.

Los resultados de la prueba estadística por distribución porcentual reflejan que la muestra de docentes de Ciencias Naturales no tiene una tenden-



cia hacia un modelo didáctico, pues responde de manera homogénea, en un porcentaje mayor las alternativas De Acuerdo y Totalmente de Acuerdo para todos los modelos didácticos. Lo expuesto no significa que los docentes tengan un conocimiento sobre los modelos didácticos, sino una tendencia hacia el modelo didáctico tradicional. Esta diferencia se debe a que la muestra de docentes responde los ítems del modelo didáctico tradicional con las alternativas De Acuerdo y Totalmente de Acuerdo, en mayor porcentaje que otros modelos didácticos.

Esta diferencia permite inferir que aun respondiendo las alternativas de forma contraria a la que se esperaban, el modelo didáctico que subyace en sus afirmaciones es el tradicional. Por eso, al estar Totalmente de Acuerdo y De Acuerdo con las alternativas del modelo tradicional, se puede argumentar que sus respuestas no son un producto formal de sus sustentos teóricos, sino selecciones aleatorias o en blanco, sin concienciación y razonamiento. Para ellos, el conocimiento está asociado a los procesos empíricos y prácticos más que a una construcción racional y esto los lleva a mostrarse de acuerdo con una metodología basada en los procesos científicos y en el contacto con la realidad.

Estas concepciones inmersas en el modelo tradicional, producto de la formación de competencias generadas a partir de la observación y el experimento, solo es posible si se conciben desde un método deductivo, un conocimiento objetivo y superior, que no esté contaminado de intereses subjetivos y por tanto sometido a interpretaciones personales o sociales diferentes, así como la creencia de que la enseñanza ha de perseguir fundamentalmente que los docentes de Ciencias Naturales manejen dicho conocimiento al margen. Esto, incluso en contra de sus ideas espontáneas, que son la base de una concepción metodológica basada en la transmisión verbal y unidireccional de los conocimientos.

Otra posible explicación en la obtención de estos resultados, se deba posiblemente a que los docentes de Ciencias Naturales tienen concepciones, a

menudo sólidamente integradas como evidencia del sentido común, aceptando sin ninguna reflexión todas las afirmaciones que guardan una similitud conceptual con su cuerpo de conocimientos elaborados empíricamente. Según Carrascosa (1987), la existencia de dichas concepciones está íntimamente ligada a una “metodología de la superficialidad” que lleva a dar respuestas rápidas, que son consecuencia de generalizaciones acríticas de observaciones cualitativas.

Una posible explicación de la tendencia de la muestra de docentes de Ciencias Naturales tanto a nivel general como particular hacia el modelo didáctico tradicional, estriba en el hecho que los docentes de Ciencias Naturales participantes no tienen experiencias concretas que les sirvan de contraste con sus ideas. Sin embargo, sufren un cierto proceso de homogeneización de sus creencias. En primer lugar, al hecho de disponer todos de un mismo ámbito de experiencia “la enseñanza” y, por tanto, de un mismo referente común. En segundo lugar y más importante quizás, se debe a la asimilación cultural que realizan de su ambiente o entorno y de los estereotipos y prototipos que en él son dominantes. Otro factor determinante que puede influir en la selección de los ítems del modelo didáctico tradicional es el relacionado con el área de formación y concentración.

En términos de la variable Género se encontró que, no hay diferencia estadística significativa cuando los modelos didácticos se examinan en función de dicha variable. Los docentes del género femenino y masculino que participaron en el estudio tienen una tendencia hacia el modelo didáctico tradicional. Cabe destacar que, esta tendencia no significa que, tengan conocimiento sobre el significado de los ítems que componen la categoría sobre el modelo didáctico tradicional, pues este se enmarca como el conocimiento que tienen las personas para discernir entre las concepciones aceptadas por la comunidad científica y las preconcepciones de sentido común. Estos resultados no coinciden con los que informa Kimball (1965), quien encontró diferencia estadística significativa de acuerdo con el género. En el estudio de Kimball, los sujetos del género masculino demostraron tener un conocimiento más adecuado sobre la enseñanza de las Ciencias Naturales que

los sujetos del género femenino. Los resultados de Kimball (1968) muestran que el conocimiento y la enseñanza de las Ciencias Naturales estaban relacionados con el interés de las mujeres por el estudio de las Ciencias Naturales, pero no con el interés de los sujetos del género masculino por el estudio de esta asignatura.

A su turno, Flegg (1995) también encontró diferencia estadística significativa sobre la enseñanza y el conocimiento de las Ciencias Naturales de acuerdo al género, mientras que Rivas (1997), en un estudio acerca de la enseñanza y el conocimiento que tienen los maestros de las Ciencias Naturales a nivel de secundaria, encontró que no hay diferencia estadística significativa en esta.

Debido a la homogeneidad en las respuestas de los docentes de Ciencias Naturales hacia las alternativas Totalmente de Acuerdo y De Acuerdo, no hubo variabilidad en la distribución de las puntuaciones, es decir, los datos no cumplen con los supuestos de las pruebas, y las mismas no eran válidas para determinar si existían diferencia estadística con relación a las siguientes variables: departamento donde se desempeña, programa de enseñanza y formación profesional. Con relación a las variables enunciadas, al momento de presentar estos resultados, no se encontró evidencia sobre estudios que hayan tenido los mismos intereses al nuestro. Los resultados obtenidos para estas variables pueden servir de sustento teórico a otras investigaciones para seguir indagando sobre esta temática.

## CONCLUSIONES

Para la muestra de docentes de Ciencias Naturales de las universidades del Caribe colombiano que participaron de esta investigación se derivan las siguientes conclusiones:

1. Los docentes de Ciencias Naturales de las universidades del Caribe colombiano no exhiben una tendencia definida sobre un modelo didáctico en particular.
2. Los docentes de Ciencias Naturales de las universidades del Caribe

colombiano evidencian confusión entre los conceptos de modelos didácticos y modelos pedagógicos. Los docentes de La Guajira presentan el mayor grado de confusión: de los 39 entrevistados solo 20 se atreven a dar una definición sobre lo que para ellos significa un modelo didáctico, y solo 12 docentes de las Universidades del Magdalena y del Atlántico, se acercan a la definición generalizada de la misma.

3. Los docentes de Ciencias Naturales de las universidades del Caribe colombiano no tienen una preferencia sobre un modelo didáctico, pero exhiben una tendencia hacia el modelo didáctico tradicional.
4. La variable Género no guarda relación con los modelos didácticos que poseen los docentes de Ciencias Naturales que participaron del estudio. Tampoco existen diferencias estadísticas para la variable Género y las de los modelos didácticos que exhiben los docentes de Ciencias Naturales.
5. La homogeneidad en las respuestas de los docentes de Ciencias Naturales hacia las alternativas Totalmente de Acuerdo y De Acuerdo dejan ver que no hubo dispersión en la distribución de las puntuaciones, es decir, los datos obtenidos no cumplen con algunos supuestos de las pruebas, y las mismas no eran válidas para determinar si existía diferencia estadística en los modelos didácticos con relación a las variables Departamento donde labora y Programa académico donde enseña.

## IMPLICACIONES EDUCATIVAS

Las implicaciones educativas que se derivan del estudio se fundamentan primordialmente en los hallazgos que se obtienen. Estas a su vez, en la literatura que sirvió de referente teórico.

Los elementos conceptuales que consolidan una enseñanza de las Ciencias Naturales acorde con las necesidades actuales, dependen del evento de contar con docentes que promuevan la formación de individuos que

asimilen el conocimiento y desarrollen las competencias básicas que les permitan dar explicaciones de los fenómenos y transformaciones a nivel natural, social y tecnológico. Para que un docente pueda causar esta tríada epistemológica se requiere de una cultura científica (Glynn y Muth, 1994). Esta representa una dimensión del conocimiento que todos los egresados de los sistemas educativos deben poseer para funcionar efectivamente como ciudadanos responsables y consumidores de información (Wittlin, 1963; Maarschalk, 1988; Bonney, *et al.*, 2009). Es decir, para formar ciudadanos nacionales con estos atributos, se requiere que el Ministerio de Educación Nacional, en sus reformas, implante de manera total la introducción del estándar relacionado con la naturaleza de la Ciencia. Según Collette y Chiappetta (1986), una característica de un individuo con una cultura científica es que posea una concepción adecuada acerca de la naturaleza de la Ciencia y el conocimiento científico.

Para formar estudiantes con estas capacidades intelectuales como lo exige el mercado laboral internacional actual, se requiere de formadores que satisfagan o llenen las expectativas sobre la enseñanza de las Ciencias Naturales. Algunos resultados sobre la situación actual en cuanto al conocimiento de los educadores acerca de la naturaleza de la ciencia, al conocimiento científico y la enseñanza de las Ciencias Naturales, encuentran que los maestros de Ciencias Naturales, en todos los niveles, no poseen un conocimiento adecuado al respecto (Rivas, 1997; Rodríguez, 1990). Es decir, que el conocimiento que puedan construir o adquirir nuestros estudiantes va a depender del conocimiento que tengan los educadores sobre el tema. Según Flick (1996) el conocimiento acerca de la naturaleza de la Ciencia que tienen los estudiantes se debe a una interpretación que estos hacen sobre las experiencias surtidas por el maestro en el salón de clases.

Lo antes expuesto se conjuga con los resultados obtenidos en el desarrollo de esta investigación, donde los docentes de Ciencias Naturales de las universidades públicas de la región Caribe colombiana no exhiben una concepción sobre los modelos didácticos, no obstante sí existe una tendencia

hacia el modelo didáctico tradicional. Estos resultados, si se reinterpretan a la luz de los expuestos por Flick (1996), nos llevarían a expresar las siguientes interpretaciones: la muestra de docentes de Ciencias Naturales que participó de la investigación no exhibe una concepción sobre un modelo didáctico en particular, porque los maestros no han elaborado unos supuestos teóricos que den cuenta de la posición y un dominio aceptable de ellos. Estos, a su vez, pueden interpelar que los currículos en Ciencias Naturales, actualmente, no recalcan el aspecto de su naturaleza como disciplina; de aquí los resultados encontrados. De ser así, las aspiraciones que se han planteado los organismos para la formación de profesionales, a través de los estándares de contenido para los programas de Ciencias Naturales, difícilmente contribuirán al desarrollo de individuos con una cultura científica.

La tendencia que exhibe la muestra de docentes de Ciencias Naturales hacia el modelo didáctico tradicional revela que la enseñanza tradicional de tipo conductista cobijada dentro de un enfoque empirista/positivista, se ve reflejada en los resultados cuando los docentes de Ciencias Naturales seleccionan, casi de manera total, las afirmaciones de este modelo didáctico, con las alternativas Totalmente de Acuerdo y De Acuerdo. La selección de estas alternativas pueden ser consecuencia de la enseñanza de la Ciencia como un desarrollo lineal que le es ajeno, como una sucesión en que un conocimiento le sigue a otro y un tema sigue a otro tema y a otro sin ninguna estructura, sin ninguna organización o interpretación.

También pueden estar presentes algunas preconcepciones, producto de la misma enseñanza o del contexto social, que llevan al docente de Ciencias Naturales a establecer que el conocimiento es válido cuando solo puede establecer por referencia a lo que se ha manifestado a través de la experiencia. En otras palabras, el conocimiento se mira como una realidad, como un estado y como un conjunto de procesos ordenados que permiten descubrir la realidad, el auténtico conocimiento. Esto está influenciado por las creencias de corte metodológico, en donde la enseñanza tradicional basada

en la explicación del profesor y en el libro de texto, consideran que los contenidos son el eje fundamental de la enseñanza, de tal manera que a la hora de manifestarse respecto al aprendizaje, sus concepciones explícitas e implícitas son coherentes con un modelo basado en la apropiación de los significados verdaderos inherentes a los mismos. Lo anterior implica que, las instituciones educativas en todos los niveles de formación deben revisar y actualizar sus currículas de acuerdo con las nuevas políticas educativas, que se han comenzado a implantar. En este sentido, Hewson y Hewson (1987) expresan que para que se implante una reforma es necesario que los profesores involucrados en el proceso comprendan que la enseñanza de las Ciencias Naturales, como toda enseñanza, debería consistir en tareas y actividades que estén dirigidas a ayudar a aprender unos contenidos (que pueden ser conocimientos, destrezas o actitudes). Para hacer posible el aprendizaje, los profesores de Ciencias Naturales deberían estar conscientes del papel que juegan los conocimientos previos en la comprensión de los nuevos contenidos, utilizándolos en un proceso activo de construcción de significados. Por último, los profesores de Ciencia deberían reconocer que ellos mismos tienen preconcepciones, no siempre conscientes, sobre lo que es enseñar Ciencias Naturales que, como es lógico, afectan su comportamiento docente.

La implantación de reformas educativas conlleva a que los docentes puedan adoptar nuevas posturas epistemológicas, de acuerdo con los supuestos teóricos que sustentan otras visiones sobre los modelos didácticos. Adoptar esta postura significa que los diseñadores del currículo no solo necesitan saber de la materia a enseñar, sino del modo en que se produce el aprendizaje (Driver, 1988). Más que tomarse como un *a priori*, el currículo como conjunto de actividades se constituye en sí mismo en un objeto de investigación. De aquí que, el desarrollo del profesor y del estudiante es un aspecto del desarrollo del currículo. Las experiencias que tienen los estudiantes en el aula están directamente influenciadas por el modo en que trabajan los profesores. Dar oportunidades a los estudiantes universitarios para que construyan el sentido de las experiencias de aprendizaje puede suponer cambios en

la manera en que muchos profesores piensan y trabajan. Propugnamos la idea de que un auténtico cambio curricular implica una nueva reforma de teorizar sobre la práctica y de practicar la teoría por parte de los profesores. Para cambiar significativamente las dinámicas escolares de enseñanza, es decir, la cultura escolar, es imprescindible tomar en consideración las epistemologías de los profesores y los profesores en formación, que favorecen su desarrollo crítico y autónomo.

Debido a la importancia que reviste en los actuales momentos el estudio sobre los modelos didácticos para el desarrollo de los programas de Ciencia en el diseño, construcción y desarrollo de currículas, se hace necesario que el MEN tenga en cuenta los hallazgos de esta investigación. Estos pueden ser de utilidad para fortalecer los contenidos curriculares con relación a la enseñanza de las Ciencias Naturales, la naturaleza de la Ciencia y el conocimiento científico, y como un estándar más en los contenidos del programa de Ciencias Naturales para la introducción de nuevas asignaturas relacionadas con la epistemología de la ciencia, para la construcción de estrategias de enseñanza dirigidas al fortalecimiento de docentes de las Ciencias Naturales.

Para lograr los cambios, es necesario apartar esa idea pesimista de las Instituciones de Educación Superior, según la cual es imposible cambiarla y renovarla cualitativamente. Por el contrario, pensamos que una concepción evolutiva y dinámica, basada en el proyecto y fomento de la diversidad de concepciones y en el apoyo al libre contraste crítico y profesional, permite un desarrollo curricular centrado en las Instituciones de Educación Superior que, con diferentes propuestas y experiencias, puede ir progresivamente cambiando la realidad escolar.





## Referencias Bibliográficas

- Adorno, T. (2001). *Epistemología y Ciencias Sociales*. España: Cátedra.
- Agassi, J. (2013). The Inductive Style. En: *The Very Ideas of Modern Science. Francis Bacon and Robert Boyle*. (pp.179-224). Nueva York: Springer.
- Anastasi, A. (1954). *Psicología diferencial*. Madrid: Editorial Aguilar.
- Anstey, P. R. (2005). Experimental versus Speculative Natural Philosophy. En: Peter R. Anstey y John A. Schuster (Eds.). *The Science of nature in the Seventeenth Century. Patterns of Change in Early Modern Natural Philosophy*. (pp.215-242). Holanda: Springer.
- Ausubel, D. Novak, J. y Hanesian, H. (1983). *Psicología Educativa. Un punto de vista cognitivo*. México: Ed. Trillas.
- Ausubel, D. P. (1969). A cognitive theory of school learning. En: *Psychology in the Schools*, 6(4), 331-335.
- Barreto, C., De Souza, V. y Paixao, M. (2013). Modelos didácticos presentes na formação de futuros professores de química e física da região norte do estado do Rio de Janeiro, Brasil: encontros e desencontros entre concepções e formação. En: *Revista Electrónica de Investigación en Educación en Ciencias*, 8(2), 49-58.
- Blanco, J. y Hurtado, E. (2009). *Modelos didácticos en la enseñanza de las Ciencias Naturales del ciclo complementario de las normales superiores del departamento del Atlántico* (Tesis sin publicar). Colombia: Maestría en Educación-Convenio-SUE-Caribe. Universidad de Cartagena.
- Bonney, R., Cooper, C. B., Dickinson, J., Kelling, S., Phillips, T., Rosenberg, K. V., y Shirk, J. (2009). Citizen Science: A Developing Tool for Expanding Science Knowledge and Scientific Literacy. En: *BioScience*, 59(11), 977-984.
- Bruner, J. (1977). *The Process of Education*. Estados Unidos de América: Harvard University Press.

- Bruner, J. (1987). *La importancia de la educación*. España: Paidós.
- Brush, S. G. (2015). *Making 20th Century Science. How Theories Became Knowledge*. Nueva York: Oxford University Press.
- Bunge, M. (2004). *La investigación científica: su estrategia y su filosofía*. (3a Ed.). México: Siglo XXI.
- Cárdenas, F. A., Salcedo, L. E. y Erazo, M. A. (1995). Los Miniproyectos en la Enseñanza de las Ciencias Naturales. En: *Actualidad Educativa*, 2(9), 22-36.
- Carneiro, M. (2009). *“Culture” and Culture: Traditional Knowledge and Intellectual Rights*. Estados Unidos de América: Prickly Paradigm Press.
- Carrascosa, J. (1985). Errores conceptuales en la enseñanza de la física y la química, una revisión bibliográfica. En: *Revista Enseñanza de la Ciencia*, 3(3), 230-234.
- Carrascosa, J. (1987). *Tratamiento didáctico en la enseñanza de las ciencias, de los errores conceptuales* (Tesis doctoral sin publicar). España: Universidad de Valencia.
- Chaillé, C., y Britain, L. (2003). Chapter 3. Creating a Constructivism Learning Environment. En: *The Young Child as Scientist. A Constructivist Approach to Early Childhood Science Education*. (3a Ed.). (pp.31-46). Estados Unidos de América: Pearson Education.
- Chroback, R. y Leiva, M. (2006). Mapas conceptuales y modelos didácticos de profesores de química. En: *Concept Maps: Theory, Methodology, Technology Proceedings of the second International Conference on Concept Mapping, 1*, 415-422. Costa Rica: International Conference of Concept Map Making.
- Coll, C. (1990). *Aprendizaje escolar y construcción del conocimiento*. Barcelona: Paidós.
- Collette, A. y Chiapetta, E. L. (1986). *Science instruction in the middle and secondary schools* (2a Ed.). Estados Unidos de América: Merrill.
- Comenio, J. A. (1999). *Didáctica Magna*. (9a Ed.). Argentina: Porrúa S.A.
- Comte, A. (2009a). Conclusion. The religion of humanity. En: *A general View of Positivism*. (pp.340-426). Estados Unidos de América: Cambridge University Press.

- Comte, A. (2009b). Chapter VI. Social Dynamics; or theory of the natural progress of Human Society. En: *The Positive Philosophy of Auguste Comte*, 2, 149-180. Estados Unidos de América: Cambridge University Press.
- De La Torre, S. (1993). *Didáctica y currículo: bases y componentes del proceso formativo*. España: Dykinson.
- De Zubiría, M. (1989). *El proceso creativo inspiración transpiración*. Colombia: Fundación Alberto Merani para el Desarrollo de la Inteligencia.
- DeVilles, R. F. (1991). *Scale development*. Estados Unidos de América: Sage Publications, Inc.
- Driver, J. (1986). Psicología cognoscitiva y esquemas conceptuales de los alumnos. En: *Enseñanza de las ciencias*, 4(1), 3-15.
- Driver, R. (1988). Un enfoque constructivista para el desarrollo del currículo en ciencias. En: *Enseñanzas de las ciencias*, 6(2), 109-120.
- Duit, R. (1981). Understanding energy as a conserved quantity. En: *European Journal of Science Education*, 3(3), 291-301. DOI: 10.1080/0140528810030306
- Durán, J. (2012). *Modelos didácticos de la enseñanza de las ciencias en una escuela municipalizada y una escuela particular pagada, un estudio de casos desde las teorías didácticas* (Tesis de maestría sin publicar). Chile: Universidad Academia de Humanismo Cristiano.
- Erickson, G. L. (1979). Children's conceptions of heat and temperatura. En: *Science Education*, 63(2), 221-230.
- Escobar, M. D. (2010). *Literatura y música. Un modelo didáctico de interpretación intertextual en educación secundaria* (Tesis doctoral sin publicar). España: Universidad de Murcia.
- Escudero, J. M. (1981). *Modelos didácticos*. Barcelona: OikosTau.
- Federación Colombiana de Educadores (1994). *Ley General de Educación*. Colombia: Editorial FECODE.
- Feingold, M. (2001). Mathematicians and Naturalist: Sir Isaac Newton The Royal Society. En: Jed. Z. Buchwald y I. Bernard Cohen (Eds.). *Isaac Newton's Natural Philosophy*. (pp.77-102). Estados Unidos de América: Massachusetts Institute of Technology.

- Fernández, J., Elortegui, N., Rodríguez, J., y Moreno, T. (1997). ¿Qué idea se tiene de la ciencia desde los modelos didácticos? En: *Revista Alambique: Didáctica de las ciencias Experimentales*, 12, 87-99.
- Ferrater, J. (1975). Tradicionalismo. En: *Diccionario de Filosofía*, 82-823 (Tomo II) (5a Ed.). Buenos Aires: Sudamericana.
- Figuroa, R. (2000). Una propuesta escolar para el énfasis en Ciencias Naturales del ciclo complementario de las escuelas normales. En: *Stvdia*, 2, 85-99.
- Figuroa, R. (2008). *Desarrollo y validación de un instrumento para determinar los modelos didáctico de los docentes de Ciencias Naturales* (Documento Inédito). Colombia: Universidad del Atlántico.
- Flegg, R. (1995). The enigma of girl's concepts of the nature of science. En: *Australian Science Teachers Journal*, 41(3), 74-77.
- Flick, L. B. (1996). Teacher and Student Perspectives on Inquiry Oriented Teaching Practice and the Nature of Science. En: *Annual Meeting of the National Association for Research in Science Teaching*. Disponible en: <http://files.eric.ed.gov/fulltext/ED394833.pdf>
- Font, V., Planas, N. y Godino, J. D. (2010). Modelo para el análisis didáctico en educación matemática. En: *Infancia y Aprendizaje*, 33(1), 89-105. DOI: 10.1174/021037010790317243
- Freire, P. (1997). *Política y educación*. (2a Ed.). México: Siglo Veintiuno.
- Furió, C. (1991). Unidad Didáctica I. La energía: la invención de un concepto fructífero. En: Daniel Gil Pérez, Carlos Furió y Jaime Carrascosa, (Eds.). *Curso de Formación de profesores de ciencias*. (pp.23-66). España: Ministerio de Educación y Ciencia.
- Furió, C., Seudra, F., Carrascosa, A. J., Gil, D., Espinosa, J., Domenech, J. y Martínez, J. (1993). Los programas de formación permanente del profesorado de física y química en la Comunidad Valenciana: Un intento constructivista de formación didáctica. En: *Enseñanza de las Ciencias, núm. extra*, 47-48.
- Furió, C. (1996). Las concepciones alternativas del alumnado en ciencias: dos décadas de investigación. Resultados y tendencias. En: *Alambique*, 7, 7-17.

- Furió, C. y Gil-Pérez, D. (1989). La didáctica de las ciencias en la formación inicial del profesorado: una orientación y un programa teóricamente fundamentados. En: *Enseñanza de las Ciencias*, 7(3), 257-265.
- Gagné, R. M. (1979) Instruction: A basis beyond performance? En: *Performance Improvement*, 18(10), 9-26.
- Gallego, R., Pérez, R. y Rincón, I. (1994). Hacia una pedagogía y una didáctica de los saberes tecnológicos. En: *Actualidad Educativa*, 1, 34-7.
- Gallego, R., Pérez, R. y Urrea, I. D. (1995). Concepciones epistemológicas, pedagógicas y didácticas de profesores universitarios. En: *Actualidad educativa*, 2(7), 23-29.
- Gallego, R., Torres, L. N. y Pérez, R. (1994). Las bases estructurales del constructivismo. En: *Educación y Pedagogía*, 5(12-13), 164-181.
- García-Pérez, F. (2000). Los Modelos didácticos como instrumento de análisis y de intervención en la realidad educativa. En: *Revista Bibliográfica de Geografía y Ciencias Sociales*, 207. Disponible en: <http://www.ub.es/geocrit/b3w-207.htm> (consultado: 21/06/2016).
- Gilbert, S. W. (2011). The creative processes of science. En: *Models Based Science Teaching* (pp.110-123). Estados Unidos de América: National Science Teachers Association.
- Gil-Pérez, D. (1991). ¿Qué hemos de saber y saber hacer los profesores de Ciencias? En: *Enseñanza de las Ciencias*, 9(1), 69-77.
- Giordan, A. (1989). De las concepciones de los alumnos a un modelo de aprendizaje alostérico. En: *Investigación en la Escuela*, 8, 3-13.
- Giordan, A. (1996). ¿Cómo ir más allá de los Modelos Constructivistas? La Utilización Didáctica de las Concepciones de los Estudiantes. En: *Investigación en la Escuela*, 28, 7-22.
- Giroux, H. (1990). *Los profesores como intelectuales. Hacia una pedagogía crítica del aprendizaje*. (7a Ed.). España: Paidós.
- Giroux, H. (2004a). *Pedagogía y política de la esperanza*. Buenos Aires: Amorrortu.
- Giroux, H. (2004b). *Teoría y resistencia en educación. Una pedagogía para la oposición*. (6a Ed.). México: Siglo Veintiuno.

- Glynn, S. M. y Muth, D. (1994). Reading and writing to learn science: Achieving scientific literacy. En: *Journal of Research in Science Teaching*, 31(9), 1057-1073.
- Grupo Cronos-Asklepios (1991). *Proyectos de enseñanza de las Ciencias Sociales* (Educación Secundaria Obligatoria). España: Amarú.
- Grupo Ínsula Barataria (Coord.). (1994). *Enseñar y aprender Ciencias Sociales. Algunas propuestas de modelos didácticos*. España: Mare Nostrum.
- Habermas, J. (2002). *Verdad y Justificación*. España: Trotta.
- Hewson, P. y Hewson, M. (1987). Science teacher Conceptions of teaching: Implications for teacher education. En: *International Journal of Science Education*, 9(4), 425- 440.
- Hogan, K. y Corey, C. (2001). Viewing classrooms as cultural contexts for fostering scientific literacy. En: *Anthropology and Education Quarterly*, 32(2), 214-243.
- Horkheimer, M. (1973). *Crítica de la razón instrumental*. (2a Ed.). Buenos Aires: Sur.
- Hoyos, L. A. (2012). *Caracterización de los programas de deporte escolar en Bogotá. Análisis de los modelos didácticos empleados para su enseñanza* (Tesis doctoral sin publicar). España: Universidad de León.
- Iafrancesco, G. (1995). *Proyecto Pedagógico para el Preescolar. Enfoque integral: Individuo-Ambiente*. Colombia: Libros & Libres.
- Iafrancesco, G. (1997). *Aportes a la didáctica constructiva de las Ciencias Naturales*. Colombia: Editorial Libres y Libres.
- Iafrancesco, G. (2005). *Didáctica de la biología: Aportes a su desarrollo*. Colombia: Magisterio.
- Jara, R. A. (2012). *Modelos didácticos de profesores de Química en formación inicial*. (Tesis doctoral sin publicar). Chile: Pontificia Universidad Católica de Chile.
- Jiménez-Aleixandre, M. P. (2000). Modelos didácticos. En Perales Palacios, F. J y Cañal de León, P. (Eds.). *Didáctica de las Ciencias Experimentales. Teoría y práctica de la enseñanza de las ciencias*. (pp.165-186). España: Marfil.

- Joyce, B. y Weil, M. (1985). *Modelos de enseñanza*. España: Anaya.
- Kaartinen, S. y Kumpulainen, K. (2002). Collaborative inquiry and the construction of explanations in the learning of science. En: *Learning and Instruction*, 12, 189-212.
- Kimball, M. E. (1965). *Opinions of scientists and science teachers about science* (Tesis doctoral sin publicar). Estados Unidos de América: Stanford University.
- Kimball, M. E. (1968). Understanding the nature of science: a comparison of science teachers. En: *Journal of Research in Science Teaching*, 5(2), 110-120.
- Klein, J. (2008). Francis Bacon's *Scientia Operativa*, The Tradition of the Workshops, and The Secrets of Nature. En: Claus Zittel, Gisela Engel, Romano Nanni y Nicole C. Karafyllis (Eds.). *Philosophies of Technology Francis Bacon and his Contemporaries*. (pp.21-49). Holanda: Brill.
- Krejcie, R. V. y Morgan, D. W. (1970). Determining sample for research activities. En: *Educational and Psychological Measurement*, 30, 307-610.
- Kruckeberg, R. (2006). A Deweyan Perspective on Science Education-Constructivism, Experience, and Why We Learn Science. En: *Science & Education*, 15(1), 1-30.
- Kuhn, T. S. (1962). *The structure of scientific knowledge*. Estados Unidos de América: University of Chicago Press (Trad. Esp. La estructura de las revoluciones científicas. Madrid: Fondo de Cultura Económica, 1986).
- Kuhn, T. S. (1977). The Essential Tension: Tradition and Innovation in Scientific Research? En: *The Essential Tension. Selected Studies in Scientific Tradition and Change*. (pp.225-239). Estados Unidos de América: The University of Chicago Press.
- Kuhn, T. S. (2004). *La estructura de las revoluciones científicas*. (8a reimpression). (Traducción de: Agustín Contin). México: Fondo de Cultura Económica.
- Lakatos, I. (1982). *Historia de la ciencia y sus reconstrucciones racionales*. (2a Ed.). España: Tecnos.



- Lakatos, I. (1989). *La metodología de los programas de investigación científica*. España: Alianza.
- Lincoln, Y. S. y Guba, E. S. (2013). *The Constructivist Credo*. Estados Unidos de América: Left Coast Press.
- Löwenthal, L. (1988). *Critical Theory and Frankfurt Theorist. Lectures-Correspondence-Conversations*. Estados Unidos de América: Transaction Publishers.
- Luria, A. R. (1968). *The Mind of a Mnemonist. A Little book about a vast memory*. Estados Unidos de América: Basic Books.
- Maarschalk, J. (1988). Scientific literacy and informal science teaching. En: *Journal of Research in Science Teaching*, 25(2), 135-146.
- MacDougal, D. W. (2012). Newton's Master Stroke: The Universal Law of Gravitation. En: *Newton's Gravity. An Introductory Guide to the Mechanics of the Universe*, pp.147-166. Nueva York: Springer.
- Magnusson, D. (1969). *Teoría de los test*. México: Editorial Trillas.
- Marcuse, H. (1993). *El hombre unidimensional. Ensayo sobre la ideología de la sociedad industrial avanzada*. España: Planeta-Agostini.
- Martínez-Miguelé, M. (2001). Uso del programa computacional Atlas.ti en la estructuración de "datos" cualitativos. En: *Argos*, 34, 139-156.
- Marzábal, A., Rocha, y Toledo, B. (2015). Caracterización del desarrollo profesional de profesores de ciencias - parte 2: Proceso de apropiación de un modelo didáctico basado en el ciclo constructivista del aprendizaje. En: *Educación Química*, 26, 212-223.
- Metzler, M. (2005). *Instructional models: For physical Education*. Estados Unidos de América: Holcomb Hathaway.
- Mora, P. y Salcedo, T. L. (1995). La Didáctica de las Ciencias: Un Contexto Teórico Práctico para la Investigación en el Aula de Clase. En: *Actualidad Educativa*, 2(5), 57-60.
- Moreira, M. A. y Novak, J. D. (1988). Investigación en enseñanza de las ciencias en la Universidad de Cornell: Esquemas teóricos, cuestiones centrales y abordajes metodológicos. En: *Enseñanza de las ciencias*, 6(1), 3-18.

- Morrow, R. A. (1994). *Critical Theory and Methodology*. Thousand Oaks: Sage Publications.
- Mudrak, M. M. (1987). Russian Constructivism by Christina Lodder; Vladimir Tatlin and the Russian Avant. En: *The Art Bulletin*, 69(2), 313-315.
- Newman, W. R. (2003). Boyle's debt to corpuscular alchemy. En: Michael Hunter (Ed.). *Robert Boyle Reconsidered*. (pp.107-118). Reino Unido: Cambridge University Press.
- Niniluoto, I., y Tuomela, R. (1973). Chapter 1. Theoretical Concepts and Inductive Inference. En: *Theoretical Concepts and Hypothetico-Inductive Inference*, pp.1-21. Holanda: D. Reidel Publishing Company.
- Nisbett, P. y Ross, L. (1980). *Human Inferences: Strategies and Shortcoming of Social Judgment*. Nueva York: Prentice Hall.
- Novak (1987). *El constructivismo humano hacia la unidad en la elaboración de significados psicológicos y epistemológicos*. España: Diada.
- Novak, J. D., Mintzes, J. y Wandersee, J. H. (2005). Learning, Teaching, and Assessment: A Human Constructivist Perspective. En: Joel J. Mintzes, James H. Wandersee, y Joseph D. Novak (Eds.). *Assessing Science Understanding. A Human Constructivist View*, pp.1-13. Estados Unidos de América: Elsevier Academic Press.
- Nussbaum, J. y Novick, S. (1982). Alternative frameworks, conceptual conflict and accommodation: Toward a principled teaching strategy. En: *Instructional Science*, 11(3), 183-200.
- Ocampo, J. (1978). *Educación, humanismo y ciencia. Historia de las ideas fundamentales en el desarrollo de la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia*. Tunja: La Rana y el Águila.
- Osborne, R. y Freyberg, P. (1985). *Learning in Science: The Implications of Children's Science*. Nueva Zelanda: Heinemann.
- Osborne, R. y Freyberg, P. (1995). *El aprendizaje de las ciencias: implicaciones de las "ideas previas" de los alumnos*. (2a Ed.). España: Narcea.
- Osborne, R. y Wittrock, M. (1985). The Generative Learning Model and its Implications for Science Education. En: *Studies in Science Education*, 12, 59-87.

- Papastephanou, (2010). Communicative Utopia and Political Re-education. En: Marck Murphy y Ted Fleming (Eds.). *Habermas, Critical Theory and Education*. (pp.33-46). Nueva York: Routledge.
- Paya, J. (1991). *Los trabajos prácticos en la enseñanza de la Física y Química: Un análisis crítico y una propuesta fundamentada* (Tesis doctoral sin publicar). España: Universidad de Valencia.
- Pérez, R. y Gallego, R. (1994). *Corrientes constructivistas*. Colombia: Cooperativa. Editorial Magisterio.
- Pérez-Gómez., A. y Gimeno, J. (1988). Pensamiento y acción en el profesor: de los estudios sobre la planificación del pensamiento práctico. En: *Infancia y Aprendizaje*, 42, 37-63.
- Piaget, J. (1964a). Part I –Cognitive development in children– Piaget development and learning. En: *Journal of Research in Science Teaching*, 2(3), 176-186.
- Piaget, J. (1964b). *Seis Estudios de Psicología*. España: Labor.
- Piaget, J. (1971). *Psicología y epistemología*. Barcelona: Ariel.
- Piaget, J. (1975). From noise to order- The psychological development of knowledge and phenocopy in biology. En: *The Urban Review*, 8(3), 209-218.
- Piaget, J. (1979). *Adaptación vital y psicología de la inteligencia*. (2a Ed.). España: Siglo XXI.
- Piaget, J. (1984). *El criterio moral en el niño*. Barcelona: Martínez Roca.
- Piaget, J. (1985). *De la lógica del niño a la lógica del adolescente*. Barcelona: Martínez Roca.
- Piaget, J. (1999a). *The construction of reality in the child*. Estados Unidos de América: Routledge.
- Piaget, J. (1999b). *La psicología de la inteligencia*. Barcelona: Crítica.
- Piaget, J. (2001). *The language and thought of the child*. Nueva York: Routledge.
- Piaget, J. (2005). *Inteligencia y Afectividad*. Buenos Aires: Aique.
- Popper, K. (1980). *La lógica de la investigación científica*. Madrid: Tecnos.
- Popper, K. y Eccles, J. (1985). *El yo y su cerebro*. Ed. Labor, Barcelona. (Citado En: Martínez-Miguélez, (2001). Uso del programa

- computacional Atlas.ti en la estructuración de “datos” cualitativos. En: *Argos*, 34, 139-156.
- Porlán, R. (1989). *Formación del profesorado en un contexto constructivista* (Tesis doctoral sin publicar). España: Universidad de Sevilla.
- Porlán, R. (1993). La didáctica de las ciencias. En: *Cuadernos de pedagogía*, 210, 68-71.
- Porlán, R. (1999). Hacia un Modelo de Enseñanza-Aprendizaje de las Ciencias por Investigación. En: M. Kaufman y L. Fumagalli (Comps.). *Enseñar Ciencias Naturales: Reflexiones y Propuestas Didácticas*. (pp.24-64). Buenos Aires: Paidós.
- Posner, G. J., Strike, K. A., Hewson, P. W. y Gertzog, W. A. (1982). Accommodation of Scientific conception: Towards a theory of conceptual change. En: *Science Education*, 66(2), 211-227.
- Principe, L. M. (2003). Boyle's alchemical pursuits. En: Michael Hunter (Ed.). *Robert Boyle Reconsidered*. (pp.91-106). Reino Unido: Cambridge University Press
- Rivas, A. (1997). *Conocimiento de los maestros de ciencia del nivel secundario de la región educativa de San Juan sobre la naturaleza de la ciencia* (Tesis doctoral sin publicar). Puerto Rico: Universidad de Puerto Rico.
- Roche, R., Mullally, S., McNulty, J., Hayden, J., Brennan, P., Doherty, C. [et al.] (2009). Prolonged rote learning produces delayed memory facilitation and metabolic changes in the hippocampus of the ageing human brain. En: *BMC Neuroscience*, 10(1), 136-153. DOI: 10.1186/1471-2202-10-136
- Rodríguez, M. (1990). *Concepción de los maestros en pre-servicio de educación secundaria sobre la naturaleza de la ciencia* (Tesis de maestría sin publicar). Puerto Rico: Universidad de Puerto Rico.
- Salcedo, L. (1991). La Educación en Química y el desarrollo nacional. En: *Memorias VII Congreso Colombiano de Química* (pp. 413-415).
- Sandoval, W. A. y Millwood, K. A. (2007). Chapter 4. What Can Argumentation Tell Us About Epistemology? In: Sibel Erduran y

- Maria Pilar Jimenez-Aleixandre. (Editores). *Argumentation in Science Education: perspectives from Classroom-Based Research*. Holanda: Springer.
- Sen'ko, I. V. (1973). Correcting the prescientific conceptions of schoolchildren. In: *Russian Education & Society*, 16(1), 152-156.
- Shand, J. (2006). The Twentieth Century: Moore to Popper: Introduction. En: John Shand (Ed.). *Central Work of Philosophy Volume 4. The Twentieth Century: Moore to Popper* (pp.1-19). República de Malta: Acumen.
- Sonego, D., y Ladvoat, M. (2013). Desenvolvimento e uso de um modelo didático para facilitar a correlação genotipo fenótipo. En: *Revista Electrónica de Investigación en Educación en Ciencias*, 8(2), 13-20.
- Spector, P. E. (1992). *Summated rating scale construction: An introduction*. California: Sage Publication Inc.
- SPSS (1993). *Syntax referente guide*. Chicago: Nurosis SPSS Inc.
- SPSS (2012). *Professional statistics*. Chicago: Nurosis SPSS Inc.
- Szpiro, G. G. (2003). *Kepler's Conjecture. How Some of the Greatest Minds in History Helped Solve One of the Oldest Math Problems in the World*. Canadá: John Wiley & Sons.
- Tooby, J., & Cosmides, L. (2016). The Theoretical Foundations of Evolutionary Psychology. En: David M. Buss (Ed.). *The Handbook of Evolutionary Psychology*. (Vol. 1) (2a Ed.). Estados Unidos de América: John Wiley & Sons.
- UNESCO (1983). *Nuevas tendencias de la educación científica en la escuela primaria*. Uruguay: Oficina Regional de Ciencia y Tecnología de la Unesco para América Latina y el Caribe. Recuperado de: <http://unesdoc.unesco.org/images/0013/001365/136591so.pdf>
- Vasco, C. E. (1993). Currículo, pedagogía y calidad de la educación. En: *Revista Educación y Cultura*, 30, 20-30.
- Vygotsky, L. (1987). Internalización de las funciones psicológicas superiores. Interacción entre aprendizaje y desarrollo. En: *El desarrollo de los procesos psicológicos superiores*. (pp.123-140). México: Grijalbo.

- Vygotsky, L. S. (1998). Chapter 2: Development of Interests at the Transitional Age. En: Marie J. Hall (Trad.). *The collected Works of L. S. Vygotsky* (Volumen 5: Child Psychology). (pp.3-28). Nueva York: Springer Science+Business Media.
- Weinberg, S. L. y Goldberg, K.P. (1990). *Statistics for the behavioral sciences*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Wittlin, A. S. (1963). Scientific Literacy Begins in the Elementary School. En: *Science Education*, 47(4), 331-342.



## Acerca de los autores

### **Roberto Enrique Figueroa Molina**

Profesor titular de la Universidad del Atlántico, con formación en Maestría en Docencia de la Química Universidad Pedagógica Nacional, Doctor en Educación de la Universidad de Puerto Rico, investigador en didáctica de las ciencias y profesor de esta disciplina e investigación científica en el Doctorado en Educación del Convenio, “Rudecolombia”, la Maestría en Educación Convenio-SUE-Caribe, Especialización en Enseñanza de las Ciencias Naturales y el Programa de Licenciatura en Biología y Química de la Universidad del Atlántico. Circulan varios libros y artículos de su autoría en revistas especializadas de carácter nacional e internacional. Director del Grupo Educativo de Ciencia Investigación y Tecnología-GECIT.

### **Mirna Patricia Bernal Martínez**

Profesora asociada de la Universidad del Atlántico, investigadora en el área de Ciencias de la Educación, con formación en Maestría en Educación Universidad del Atlántico Convenio-SUE-Caribe, Doctora en Educación Universidad Rafael Belloso Chacín-URBE. Autora de diversos artículos producto del trabajo en las líneas del Grupo Educativo de Ciencia, Investigación y Tecnología-GECIT categorizado A por Colciencias al cual está vinculada.

### **Carlos Alberto Salazar Díaz**

Es Licenciado en Humanidades y Lengua Castellana de la Universidad del Atlántico, y Magíster en Educación del Sistema de Universidades Estatales del Caribe Colombiano SUE-Caribe, con sede en la misma universidad. Está vinculado al grupo de investigación Grupo Educativo de Ciencia, In-



investigación y Tecnología-GECIT, el cual está reconocido y categorizado A por Colciencias. Ha participado en varios proyectos que corresponden a la línea de investigación de Pedagogía y Didáctica. Ejerce como docente del magisterio del municipio de Malambo a nivel de Educación Media y Básica Secundaria. Es docente catedrático adscrito a la Facultad de Ciencias de la Educación de la Universidad del Atlántico.

En este libro son presentados los resultados de la investigación titulada: Modelos Didácticos de los docentes de las universidades públicas de la región Caribe colombiana para la enseñanza de las Ciencias Naturales, la cual ha sido financiada por la Vicerrectoría de Investigaciones de la Universidad del Atlántico, y corresponde a la línea de investigación de Didáctica de las Ciencias. El objetivo del estudio es caracterizar los modelos didácticos que sustentan las prácticas educativas de los docentes de Ciencias Naturales, específicamente, los modelos propuestos (Tradicional, Por Descubrimiento, Constructivista y Crítico-social) representan perspectivas del conocimiento científico que tienen implicaciones en los procesos de enseñanza y aprendizaje.

Los educadores que consulten esta obra hallarán principios epistémicos vinculados con conceptos y prácticas evidenciables en la cotidianidad de las aulas de clase de las universidades seleccionadas en el estudio. El cuestionario empleado con los docentes participantes posee la validez y la confiabilidad suficiente, para ser aprovechado como una herramienta tanto investigativa como didáctica; por una parte, para indagar la diversidad y complejidad del conocimiento y el quehacer docente y por otra, para tomar decisiones y proponer cambios a nivel curricular con base en aspectos teóricos, metodológicos y epistemológicos. En síntesis, la finalidad del estudio es contribuir al mejoramiento de la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias, a partir de las concepciones y conocimientos de los docentes.



**UNIVERSIDAD  
DEL ATLÁNTICO**

ISBN 978-958-8742-93-9



9 789588 1742939