

Elementos de esquemas sobre la enseñanza de conceptos científicos de docentes en formación

Elements of schemes on the teaching of scientific concepts
by teachers in training

Gloria Cardona Castaño ⁽¹⁾

Gloriam.cardonac@gmail.com

María Maite Andrés ⁽²⁾

maitea2006@gmail.com

Jesús Á. Meneses Villagrá ⁽³⁾

Meneses@ubu.es

⁽¹⁾ Universidad de Antioquia. Institución Educativa
Normal Superior de Envigado. Colombia

⁽²⁾ Universidad Pedagógica Experimental Libertador.
Instituto Pedagógico de Caracas. Venezuela

⁽³⁾ Universidad de Burgos, España

Artículo recibido en enero 2015 y publicado en mayo 2016

RESUMEN

Este artículo es una síntesis de un estudio realizado con un grupo de docentes en formación inicial en el cual se explora su conceptualización respecto a la enseñanza de conceptos científicos, en términos de posibles elementos de esquemas: anticipaciones, invariantes operatorios (conceptos en acción y teoremas en acción) e inferencias, cuando ingresan al curso de la práctica pedagógica. Los análisis y la interpretación de la información se realizaron en el marco de la Teoría de los Campos conceptuales de Gérard Vergnaud, con base en un cuestionario, mapas conceptuales y registros de sus experiencias: diarios de clase, entrevistas, transcripciones del discurso de clase y planificaciones en las que tratan de visibilizar las estructuras de sus organizaciones didácticas. En general se hallaron diferencias notables entre los conocimientos que declaran los docentes en formación y los que activan realmente en el aula de clases.

Palabras clave: Formación inicial de profesores, enseñanza de conceptos científicos; esquema; conceptos-en-acción; teoremas-en-acción

ABSTRACT

This article is a synthesis of a study performed in a group of teachers in initial training, taking into consideration their conceptualization with respect to the teaching of scientific concepts explored in terms of possible scheme elements: anticipations, operational invariants- concepts in action and theorems in action- and inferences. Data analysis and interpretation was conducted under the Theory of Conceptual Fields by Gérard Vergnaud, based on a survey, concept maps and record of their personal experiences: class journals, interviews, class transcripts and lesson plans in which they try to visualize the structures of their didactic systems. In general we found remarkable differences between the knowledge that teachers in training declare and the knowledge these teachers really activated in the classroom.

Key words: *Initial training of teachers, teaching of scientific concepts; schemes; concepts-in-action; theorems-in-action*

INTRODUCCIÓN

La investigación sobre el pensamiento y actuación del profesor en el aula ha tenido un largo camino de formulaciones teóricas y metodológicas. Según Martínez y otros (2001), a partir de la década de los setenta, el interés de las investigaciones sobre los profesores se desplaza del estudio de su conducta y su formación técnica para la enseñanza hacia el estudio de su pensamiento y formación, centrada en procesos constructivos. Esto es significativo, por cuanto las investigaciones precedentes se centraban en el paradigma proceso-producto basado en un modelo positivista, en el cual se analizaban las relaciones entre variables observables de la clase –proceso– y las adquisiciones de los alumnos –producto– (Carreiro da Costa, 2004; Pérez Gómez y Gimeno, 1988). De acuerdo con esta visión lineal, la enseñanza es la causa del aprendizaje y solo de las actuaciones de los profesores depende el aprendizaje de los estudiantes. Este planteamiento mereció trascendentales críticas y, como consecuencia, la investigación comenzó a prestar mayor atención a la complejidad del trabajo de ser profesor y al ambiente de clase en general.

La investigación del pensamiento del profesor ha tenido diversos enfoques. En este sentido, Pérez Gómez y Gimeno (1988), plantean dos corrientes principales: el enfoque cognitivo y el enfoque alternativo. El primero reúne trabajos cuya preocupación se centra en estudiar los procesos de razonamiento que ocurren en la mente del profesor durante su actividad profesional, como variables mediadoras entre el comportamiento docente y los resultados de la enseñanza. En el segundo, los estudios dan mayor importancia al contenido del pensamiento del profesor y se caracterizan por su marcada tendencia filosófica y sociológica.

La limitante más trascendental de dicho enfoque cognitivo es la idea de un modelo de racionalidad técnica como modelo explicativo de la actuación didáctica, dirigido a la inferencia de destrezas mentales en las cuales los profesores podrían ser entrenados siguiendo un modelo preestablecido de racionalidad (Pérez-Gómez y Gimeno, 1988), lo cual parece que no es posible, pues así lo evidenciaron las investigaciones de estos años.

De acuerdo con Pérez-Gómez y Gimeno (1988) quienes plantean que las capacidades cognitivas para intervenir en aula no son unívocas ni mecánicas, sino un espacio caracterizado por la incertidumbre, complejidad, inestabilidad, singularidad y conflictos de valor; “el profesor ha de actuar como un artista o como un investigador, creando y elaborando sus propios esquemas o instrumentos de análisis y experimentando en cada situación estrategias concretas de intervención” (op. cit pp. 47).

Las investigaciones sobre el pensamiento del profesor han ido redefiniendo cuestiones foco de estudio, pasando de los procesos formales de índole cognitiva a la consideración de las ideas, los contenidos, las teorías implícitas, creencias y concepciones sobre fenómenos de enseñanza y aprendizaje, escuela, sociedad y cultura, entre otros.

Connelly y Clandinin (1998) (citado en Usó-Viciedo, 2008), señalan los principales términos utilizados en los estudios sobre el pensamiento de los profesores:

- *Teorías*: implícitas, personales, naturales, etc;

- *Concepciones o ideas*: preconcepciones, procesos conceptuales, concepciones populares, ideas personales o ideaciones;
- *Creencias*: principios y creencias, presunciones, creencias teóricas;
- *Conocimientos y saberes*: conocimiento práctico, conocimiento personal, etc. Se les atribuye una dimensión práctica;
- *Imágenes*: metáforas generales para pensar la enseñanza o imágenes relacionadas con eventos particulares;
- *Representaciones* socialmente elaboradas y compartidas y finalmente se utiliza la noción de “*pensamiento*” (Usó Vicedo, 2008, p. 11)

Por otro lado, es importante resaltar que el concepto de esquema para interpretar el pensamiento del profesor también ha sido utilizado. Esto se evidencia en la revisión realizada por Pérez Gómez y Gimeno (1988), quienes exponen algunas definiciones reportadas en diferentes investigaciones, entre ellas la de Anderson (1984), que considera el esquema como “una estructura abstracta de información, una forma organizada y operativa de almacenar información en la memoria” (p. 42). Este autor encuentra tres tipos de esquemas en el pensamiento del profesor: el guión –estructura abstracta de carácter temporal– que alude a un conjunto de conocimientos concretos y estereotipados sobre una secuencia de acontecimientos dentro del aula; el escenario, que representa el conocimiento sobre las condiciones del estado del aula; y las estructuras proposicionales, que organizan los conocimientos relacionados con los “elementos de los procesos de enseñanza y de aprendizaje como el conocimiento del alumno, del currículo, del clima psicosocial del aula, de las estrategias y de las técnicas didácticas” (Pérez Gómez y Gimeno, 1988, p. 43).

La noción de esquema presentada alude a estructuras mentales generales para explicar el funcionamiento cognitivo de los profesores. Los esquemas están basados en conceptos y relaciones temporales y espaciales que tienen un carácter concreto y estereotipado; si bien se expone que organizan los conocimientos y orientan la acción, no se profundiza en los componentes de dichos esquemas y su interrelación para funcionar; tampoco se menciona a la conceptualización que le subyace y su dependencia de parámetros de la situación específica, asuntos en los que profundiza Vergnaud (1990).

En la presente investigación, el esquema no se considera un estereotipo o una estructura general para enseñar que caracteriza la acción de un docente como profesional; al contrario, se entiende el esquema como la organización de la actividad de cada docente en particular frente a una clase de situaciones. El análisis del pensamiento y acción de un profesor se lleva a cabo en la relación esquema frente a una clase de situaciones específicas, tomando distancia de conceptos prototípicos.

Se retoma, entonces, el concepto de esquema, no desde la perspectiva que se asume en las investigaciones mencionadas, sino desde la revisión y complementación que de este concepto hace Gérard Vergnaud en el marco de la teoría de los Campos Conceptuales (TCCV). Para Vergnaud (1990) “no es un estereotipo sino una función temporalizada de argumentos, que permite generar series de diferentes acciones y de recogida de información en función de las variables de la situación” (p. 5); además, está compuesto de invariantes operatorios y de inferencias, que son elementos indispensables para el funcionamiento del esquema en cada situación. Este autor estudia la organización cognitiva del sujeto en situación, tomando como referencia el contenido del conocimiento que está involucrado en dicha situación, y no de operaciones lógicas generales o de estructuras generales de pensamiento. De acuerdo con la TCCV, un esquema posee varios elementos, entre ellos:

- *Anticipaciones* del objetivo, de los efectos y etapas intermedias;
- *Invariantes operatorios* (teoremas-en-acto y conceptos-en-acto). Estas permiten el reconocimiento y la captación de información sobre la situación. Con respecto a estos, Vergnaud (2008) dice: “teorema-en-acto y, por lo tanto, proposición, de aquello que es concepto-en-acto, esto es, predicado u objeto, pero no proposición” (p. 19);
- *Reglas de acción*: “si... entonces” que permiten generar secuencias de acciones del sujeto;
- *Inferencias* que permiten calcular las reglas y las anticipaciones a partir de las informaciones y del sistema de invariantes operatorios que dispone el sujeto. (Vergnaud, 1996).

En síntesis, el esquema de pensamiento hace alusión a una organización de la actividad, permite generar acciones y conductas diferentes

frente a situaciones diferentes, y también permite al sujeto reconocer una situación que forma parte de una clase de situaciones. Sin embargo, un esquema no es un estereotipo, “los elementos que se activan y las acciones que se derivan son dependientes de la situación y del sujeto” (Andrés, 2004, pp. 5-6).

La pregunta de investigación, sobre la cual se centró el trabajo fue: ¿qué elementos forman parte de esquemas que activan los maestros en formación de ciencias ante situaciones de enseñanza de conceptos científicos cuando comienzan las asignaturas de la práctica pedagógica?

MÉTODO

Se realizó la investigación con un grupo de cuatro (4) docentes en formación que estudiaban la licenciatura en Ciencias Naturales y Educación Ambiental en la Universidad de Antioquia, Colombia, en dos contextos: el contexto de formación universitaria y el contexto de prácticas en centros escolares. El primero hace referencia a los procesos desarrollados en las asignaturas de Práctica Pedagógica que cursan los docentes en formación y el segundo a los centros escolares donde los profesores participantes realizan prácticas de enseñanza desde su propia iniciativa en ambientes naturales de trabajo. Estos profesores en formación, que fueron identificados con los seudónimos: Antonio, Walter, Federico y Edna, tienen la particularidad de estar laborando como docentes en ejercicio, no siempre es igual para los estudiantes de la licenciatura, en centros escolares de Educación Básica Primaria y Básica Secundaria.

En el estudio se abordan los elementos que configuran esquemas de los maestros en formación con un enfoque cualitativo, para lo cual se analizan e interpretan los datos procedentes, tanto de los significados que los propios participantes expresan de diversas maneras como de sus acciones. En el contexto de formación universitaria se recabó la información mediante un cuestionario y un mapa conceptual, y en el contexto de práctica en centros escolares se consideró la información procedente de los planes de clases, del diario pedagógico, de la observación que hace

la investigadora durante el desarrollo de las clases de los participantes y, por último, de una entrevista a los mismos. La información fue recogida de manera simultánea durante un lapso de cuatro meses, sin hacer intervención sobre las prácticas de enseñanza que realizaban los docentes en formación.

El cuestionario utilizado estuvo compuesto de siete preguntas abiertas para indagar sobre: los referentes teóricos que los maestros en formación utilizan para fundamentar la enseñanza de conceptos científicos; las relaciones que establecen entre un concepto científico, la historia de dicho concepto y la situación de enseñarlo; problemas que se pueden presentar en el momento de enseñar un concepto científico, sus soluciones y teorías de apoyo; lo que piensan que debe saber un maestro para enseñar un concepto científico; cómo lograr procesos de conceptualización en los grupos de estudiantes que tienen a su cargo en los centros escolares; lo que conocen de la teoría de los Campos Conceptuales, y sobre los aspectos que consideran debe incluir un plan de enseñanza.

Cada participante de manera individual elaboró un *mapa conceptual* con sus ideas en relación con el tema: enseñanza de los conceptos científicos con la intención de identificar la representación de las relaciones que plantea con otros conceptos.

Se les solicitó a los docentes en formación los *planes de sus clases* tal como ellos los consideran o como las instituciones educativas los demandan. Así mismo, se les solicitó que elaboraran un diario, durante unos meses, con el registro de sus acciones y reflexiones sobre cómo perciben el trabajo en el aula en la institución donde trabajan.

La técnica utilizada fue la *observación no participante* para recabar información directa sobre los centros escolares, para conocer sus características administrativas y las actuaciones de los profesores en sus aulas. La observación la llevó a cabo la investigadora, mediante grabaciones de audio y video que luego fueron transcritas.

También se realizó una *entrevista semiestructurada*, con el propósito de posibilitar un diálogo más libre con cada participante. El grupo total se dividió en dos pares de trabajo y cada uno de ellos escogió un tema de enseñanza. A cada subgrupo se le preguntó sobre qué y cómo enseñaron el concepto que previamente habían seleccionado. Cabe señalar que estos estudiantes ya cursaron las disciplinas específicas en las cuales se enmarcan los conocimientos de los temas escogidos.

La información recogida fue abordada mediante análisis del contenido (Porta y Silva, 2003) separando alusiones a conceptos o procedimientos del campo de la enseñanza de conceptos científicos. En esta investigación, una unidad de registro es un segmento de una respuesta, de un plan de clase, de un diario de una clase o la transcripción de una clase completa cuando se pretende hacer el seguimiento de rutas metodológicas. Las unidades de registro fueron clasificadas en categorías; es decir, sistemáticamente se transformaron y organizaron los datos brutos, buscando encontrar características destacables del contenido en relación con el problema de la investigación. Posteriormente, se revisaron las reiteraciones en las acciones de los docentes en formación y en las creencias frente a la realidad del trabajo de aula y se realizaron las inferencias sobre posibles elementos de sus esquemas. Las unidades de registro de las diferentes fuentes por cada contexto fueron integradas (triangulación) en atención a los elementos de los esquemas.

Para la valoración de los mapas se siguieron los criterios planteados por Novak y Gowin (1984):

- Proposiciones: revisar que las relaciones entre conceptos estén indicadas por líneas y por palabras de enlace sobre ellas, y verificar si esa relación es válida;
- Jerarquía: revisar niveles de jerarquía conceptual en el mapa, es decir, si cada uno de los conceptos subordinados es más específico y menos general que el concepto que aparece encima de él;
- Relaciones cruzadas: verificar la presencia de relaciones entre un segmento y otro de la jerarquía conceptual, y si las mismas son válidas;
- Ejemplos: identificar si hay ejemplos y si estos no se rodean de círculos o cajas, ya que no son conceptos.

RESULTADOS

En el siguiente cuadro se presenta una síntesis de los elementos de los esquemas inferidos a los docentes en formación analizados: Antonio, Walter.

Cuadro 1. Elementos de esquemas iniciales que activan los docentes en formación, Antonio y Walter, en los contextos considerados en este estudio.

ELEMENTOS DE ESQUEMAS	ANTONIO	WALTER
Anticipaciones (problemas, metas, objetivos, efectos)	<ul style="list-style-type: none"> - Los principales problemas que podría prever son de tipo conceptual y representacional. - Lograr una mejor comprensión y conceptualización por parte del estudiante [Meta]. - Desarrollar una estrategia didáctica y pedagógica que fundamentaría en el aprendizaje significativo [Objetivo]. - Tener claro qué situaciones de la vida cotidiana del estudiante (contextualización) se relacionan o aluden al concepto. Esto posibilita el aprendizaje, ya que los estudiantes perciben el concepto como útil y concreto. 	<ul style="list-style-type: none"> - En el momento de enseñar un concepto científico resultan ser problemas: la carencia de prerrequisitos y concepciones erróneas que posean los estudiantes. - Desarrollar el concepto y reforzarlo con el uso de medios que les llamen la atención a los estudiantes [Meta]. - Analizar las falencias y ventajas del grupo [objetivo]. - El uso de applets, aplicaciones tecnológicas y trabajo de experimentación en el laboratorio pueden ayudar a motivar al estudiante hacia el aprendizaje. -Explicar y definir los conceptos científicos [Meta]. -Aplicar los conocimientos en la realización de ejercicios y en las prácticas experimentales [Objetivo].
Contexto formación universitario		
Anticipaciones	<ul style="list-style-type: none"> -Presentar conocimientos y procedimientos para resolver ejercicios [Meta]. -Facilitar el dominio de procedimientos para resolver ejercicios mediante explicaciones y resolución de talleres [Objetivos]. - Las actividades de explicación, exposición magistral, desarrollo de ejemplos, realización de talleres procedimentales y de aplicación de lo aprendido son fundamentales en el aprendizaje de conceptos científicos. 	<ul style="list-style-type: none"> - Para mejorar la motivación por la física y la comprensión lectora, voy a desarrollar los temas tratando de incentivar el agrado por la física y proponer más lecturas.-
Contexto de práctica en centros escolares.		

ELEMENTOS DE ESQUEMAS	ANTONIO	WALTER
Conceptos Contexto formación universitario	Enseñanza de conceptos científicos relacionada con: Ciencia, científico, desarrollo histórico, conocimientos previos, conocimiento útil y aplicable.	Enseñanza de conceptos científicos relacionada con: Historia de los modelos, visión de ciencia realista, plan, prerrequisitos, temáticas, explicación, motivación, evaluación.
Conceptos-en- acción Contexto de práctica en centros escolares.	Enseñanza de conceptos científicos relacionada con: Plan-formato, explicaciones, ejemplos, talleres procedimentales, ejercitación de procedimiento, evaluaciones escritas y orales, quizz sorpresa.	Enseñanza de conceptos científicos relacionada con: Temas, contenidos, libros de texto escolares, explicación, definiciones, ejercicios, talleres, evaluaciones escritas
Relaciones entre conceptos Contexto de formación universitaria	<ul style="list-style-type: none"> - La ciencia es un campo de conocimientos. - El científico estudia, analiza, registra, observa y sistematiza. - En la enseñanza de conceptos científicos es importante considerar el desarrollo histórico (evolución continuista) del pensamiento científico. - El átomo es una construcción en términos de su significado. - Se debe plantear la relación entre los nuevos conocimientos y los conocimientos previos ya existentes en la estructura cognitiva de los estudiantes. - Los conceptos científicos se presentan a los estudiantes claros, útiles, aplicables y contextualizados. 	<ul style="list-style-type: none"> - La historia de los modelos atómicos muestra períodos de tiempo en los cuales fueron ciencia real. - Un plan básicamente contiene las temáticas, la duración prevista y las experiencias de laboratorio. - La carencia de prerrequisitos en los estudiantes es un problema a la hora de enseñar un concepto. - El profesor explica, desarrolla las temáticas. - Los estudiantes se motivan por el aprendizaje con medios que les llamen la atención y les gusten. - La evaluación le revela al maestro los alcances de su explicación, se utilizan talleres y pruebas escritas.
Teoremas – en -acción Contexto de práctica en centros escolares.	<ul style="list-style-type: none"> -El plan de enseñanza se realiza según el formato institucional. -Para enseñar conceptos científicos es necesario explicarlos. -El profesor debe realizar ejercicios a manera de ejemplos. -Los talleres permiten eviden- 	<ul style="list-style-type: none"> -La planificación se centra en los temas o contenidos a enseñar. -Los libros de texto escolares son fuentes básicas de consulta. -Las actividades de enseñanza se centran en la explicación, definición de conceptos, realización de ejercicios, trabajo de talleres de manera individual o en grupo.

ELEMENTOS DE ESQUEMAS	ANTONIO	WALTER
<p>Reglas de acción</p> <p>Contexto de formación universitaria</p>	<p>ciar si el estudiante tiene dominio de los procedimientos para resolver los ejercicios.</p> <p>-Con la explicación y ejercitación de procedimientos los estudiantes aprenden los conceptos científicos.</p> <p>-Las técnicas e instrumentos de evaluación son las evaluaciones escritas y orales y también pruebas cortas sorpresa.</p> <p>-La enseñanza de conceptos científicos implica:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Establecer vínculos, asociaciones y relaciones entre los nuevos conocimientos y los ya existentes en la estructura cognitiva de los estudiantes; así como la aproximación a su cotidianidad. -Partir de análisis histórico-epistemológicos que evidencie la evolución del concepto hasta la contemporaneidad. - Plantear a los estudiantes la idea de que el "átomo" es una construcción (en términos de su significado y representación). 	<p>-Las prácticas de laboratorio permiten la demostración del concepto enseñado.</p> <p>-Los aprendizajes se evalúan mediante pruebas escritas, talleres y prueba acumulativa.</p> <p>-La enseñanza de conceptos científicos implica:</p> <ul style="list-style-type: none"> -Analizar las falencias y ventajas del grupo de estudiantes - Motivar hacia el aprendizaje tomando ejemplos con lo que a ellos les guste o llama su atención. - Desarrollar las temáticas. - Reforzar la motivación con medios que a ellos los atrae como applets u otras aplicaciones tecnológicas. - Realizar trabajo de experimentación en los laboratorios. - Hacer un poco de motivación cuantitativa (calificación).
<p>Reglas de acción</p> <p>Contexto de práctica en centros escolares.</p>	<p>La enseñanza de conceptos científicos implica:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Diligenciar el plan formato institucional. - Explicar los conceptos y procedimientos para solucionar los ejercicios. - Desarrollar ejercicios en el tablero a manera de ejemplo. - Resolver dudas o dificultades de los estudiantes. - Proponer a los estudiantes talleres procedimentales. - Asignar a los estudiantes consultas sobre la utilidad o 	<p>La enseñanza de conceptos científicos implica:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Trabajar en la consulta de saberes previos de manera general, con preguntas ¿de tal tema... qué saben? - Explicar el tema. - Relacionar variables a través de expresiones matemáticas. - Realizar ejercicios donde se apliquen los conceptos enseñados. - Aumentar el grado de dificultad de los ejercicios.

ELEMENTOS DE ESQUEMAS	ANTONIO	WALTER
Inferencias	<p>aplicación de los conceptos trabajados.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Entregar la teoría por grupos y luego hacer una socialización de ideas. - Evaluar mediante exámenes escritos y orales, exposiciones y quizz sorpresa. <p>Una adecuada conceptualización se favorece instaurando relaciones entre los nuevos conocimientos y los ya existentes en la estructura cognitiva de los estudiantes, mediante su aproximación a su cotidianidad.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Realizar paralelos para comparar diversos modelos. - Realizar pruebas escritas. -Orientar la corrección en el cuaderno de los ejercicios del examen. -Explicar utilizando la tiza y el tablero. <p>Los prerrequisitos de conocimiento inciden en gran medida en la enseñanza de un concepto científico.</p>
Contexto de formación universitaria	<ul style="list-style-type: none"> -De acuerdo con la evidencia del desarrollo del taller y los resultados obtenidos, los estudiantes tienen comprensión de los procedimientos. - Los estudiantes incumplen con las tareas extraclase por la falta de responsabilidad frente a estas. - El grupo se ha acercado a la comprensión y dominio procedimental de la temática, puesto que los estudiantes están motivados porque entienden y obtienen buenas notas. 	<ul style="list-style-type: none"> - Algunas estudiantes maduran a diario y hasta comparan resultados, otras pasan desapercibidas y manifiestan “no aprender nada” pienso más bien que no prestan atención. - Cuando hay tantas personas que no entienden una simple ecuación dándoles las fórmulas es porque no he explicado bien (aunque no lo creo) o esas estudiantes están apáticas por el tema/profesor”.

En el siguiente cuadro se presenta una síntesis de los elementos de los esquemas inferidos de los docentes: Federico y Edna.

Cuadro 2. Elementos de esquemas iniciales que activan los docentes en formación, Federico y Edna en los contextos considerados en este estudio

ELEMENTOS DE ESQUEMAS	FEDERICO	EDNA
Anticipaciones (problemas, metas, objetivos, efectos)	-Una dificultad en el proceso de enseñanza es no disponer de los materiales y equipos para desarrollar experimentos, ni tampoco de otros materiales de consulta.	-Los problemas están relacionados con la captación de conceptos.
Contexto formación universitario	-Inducir los estudiantes hacia un nuevo concepto [Meta]. -Avanzar en la temática e inducir los estudiantes en el nuevo concepto desde la teoría y la experimentación [Objetivo].	-Presentar los conceptos científicos a los estudiantes [Meta]. -Realizar primero un diagnóstico de lo que saben los estudiantes para saber qué proceso se debe iniciar [Objetivo]. -La teoría del aprendizaje significativo brinda elementos para resolver problemas relacionados con la captación del concepto a enseñar.
Anticipaciones	- Desarrollar todo lo propuesto en la cartilla de Ciencias Naturales de Escuela Nueva [Meta].	- Presentar los temas a los estudiantes [meta].
Contexto de práctica en centros escolares.	- Acompañar y resolver dudas de los estudiantes frente a las actividades de la cartilla [Objetivo]. - Algunos conceptos son prerrequisitos de otros y no están en la guía. Es necesario diseñar unas actividades que expliquen saberes previos importantes, para que ellos puedan construir un buen conocimiento.	- Plantear una clase amena y que motive a los estudiantes mediante diversas actividades, algunas fuera del aula. [Objetivo]. - El trabajo con el “palabrario” les permite ampliar su vocabulario de Ciencias Naturales. - Para acceder al conocimiento los alumnos pueden consultar el tema o leerlo en un libro.
Conceptos	Enseñanza de conceptos científicos relacionada con:	Enseñanza de conceptos científicos relacionada con:
Contexto formación universitario	Saberes previos, concepciones, prerrequisitos, ejercicios prácticos o experimentos, inducir, evaluación como medición.	Ideas previas, transmisión, interés del alumno, suministro de conceptos, metodología variada, evaluación.
Conceptos-en- acción	Enseñanza de conceptos científicos relacionada con:	Enseñanza de conceptos científicos relacionada con:
Contexto de práctica en centros escolares	Módulos (cartilla), saberes previos, acompañante.	Consultas, dibujos, libros de texto, palabrario, manualidades, explicación.

ELEMENTOS DE ESQUEMAS	FEDERICO	EDNA
Relaciones entre conceptos	<ul style="list-style-type: none"> - Para enseñar un concepto científico se debe tomar en cuenta los prerrequisitos, los saberes previos y las concepciones de los estudiantes. 	<ul style="list-style-type: none"> - Un maestro, para enseñar un concepto científico, debe saber cómo transmitirlo y hacer que sus estudiantes se interesen por el tema.
Contexto de formación universitaria	<ul style="list-style-type: none"> - La enseñanza de conceptos científicos debe incluir ejercicios prácticos o experimentos. - Siempre la teoría debe estar articulada con la práctica. - El profesor induce al estudiante al nuevo concepto desde la teoría y la experimentación. - La evaluación permite medir los conocimientos alcanzados. 	<ul style="list-style-type: none"> - Las teorías científicas se plantean o suministran mediante los textos dentro del aula. - Los laboratorios y salidas de campo permiten comprobar las teorías. - La metodología de enseñanza debe ser variada. - La evaluación es la comparación del concepto antes y después.
Teoremas – en -acción	<ul style="list-style-type: none"> -En los módulos de Ciencias Naturales, se encuentran los conceptos a enseñar y las actividades de enseñanza y evaluación. -Es muy importante que los muchachos tengan claro los prerrequisitos de conocimiento. 	<ul style="list-style-type: none"> -Una tarea básica para proponer a los estudiantes es que ellos realicen consultas de los temas tratados. -Actividades de enseñanza pueden ser la explicación por parte de la docente, lluvia de preguntas, realización de dibujos en el tablero y dictado de resúmenes.
Contexto de práctica en centros escolares.	<ul style="list-style-type: none"> -El papel de maestro es ser acompañante del proceso de aprendizaje. 	<ul style="list-style-type: none"> -Los alumnos deben estar ocupados en diversas actividades
Reglas de acción	<p>Enseñar conceptos científicos implica:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Identificar y tener en cuenta los conocimientos previos a la enseñanza. - Avanzar en la temática e inducir a los estudiantes en el nuevo concepto desde la teoría y la experimentación. 	<p>Enseñar conceptos científicos implica:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Realizar primero un diagnóstico de lo que saben los estudiantes para saber qué proceso se debe iniciar. - Plantear la teoría científica mediante los textos dentro del aula o consulta por parte del alumno, extraclase.
Contexto de formación universitaria	<ul style="list-style-type: none"> - Buscar experimentos o analogías que permitan relacionar lo enseñado con lo cotidiano. - Si los estudiantes no asimilan los conceptos, entonces se proponen actividades complementarias como consultas en internet, experimentos, dibujos, explicaciones. 	<ul style="list-style-type: none"> - Realizar actividad fuera del aula como observación de videos, elaboración de diagramas, mapas conceptuales, sopas de letras, dibujos, musical, lectura y taller. - Comprobar mediante laboratorios y salidas de campo. - Evaluar para comparar el antes y el después.

ELEMENTOS DE ESQUEMAS	FEDERICO	EDNA
Reglas de acción	<p>La enseñanza de conceptos científicos implica:</p> <ul style="list-style-type: none"> -Desarrollar las actividades planeadas en las guías. 	<p>La enseñanza de conceptos científicos implica:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Realizar resumen del tema que se va enseñar.
Contexto de práctica en centros escolares.	<ul style="list-style-type: none"> -Buscar en internet para complementar la información teórica y práctica relacionada con los temas tratados en las guías. - Preparar materiales y trabajar todas las áreas en los grados pre-escolar y primero. - Acompañar el desarrollo de las actividades en los grados 2º, 3º, 4º y 5º de Educación Primaria, ya que existen módulos. - Explicar en caso que no entiendan lo que les corresponda hacer - Acompañar el proceso de auto-aprendizaje. 	<ul style="list-style-type: none"> - Explicar el tema - Proponer consultas de temas para realizar en casa. - Realizar actividades prácticas. - Plantear a los estudiantes el coloreado de dibujos alusivos al tema. - Escribir en el tablero el resumen - Realizar quiz de manera oral - Desarrollar talleres o preguntas para que los estudiantes respondan con apoyo de un libro. - Proponer a los estudiantes buscar el significado de y escribirlo en el palabrario. - Dictar el resumen del tema para que los estudiantes lo escriban. - Copiar una parte del resumen del tema y luego explicarlo al grupo de estudiantes.
Inferencias	<ul style="list-style-type: none"> - Los experimentos y analogías con lo cotidiano contribuyen a la asimilación de conceptos. 	<ul style="list-style-type: none"> - Los textos contienen el conocimiento que los alumnos deben aprender.
Contexto de formación universitaria	<ul style="list-style-type: none"> - Si no se dispone de materiales para realizar los experimentos y de consulta hay problemas en la enseñanza de conceptos científicos. 	<ul style="list-style-type: none"> - Los laboratorios y las salidas de campo permiten comprobar las teorías científicas. - La enseñanza es un ciclo y al final el profesor realiza autoevaluación y reinicia.

A continuación se presentan los principales hallazgos obtenidos, teniendo en cuenta los componentes de un esquema según la teoría de referencia (TCCV) y los contextos en los cuales fueron analizados:

a. Anticipaciones

En el *contexto de la formación universitaria* se hallan diversos elementos o aspectos que forman parte de las anticipaciones que realizan los docentes en formación, entre ellos: *'eventos o problemas'*, *'finalidad de*

su actividad', 'metas' y 'objetivos. Eventos o problemas que se pueden presentar en la enseñanza de conceptos científicos, los cuales se relacionan con los estudiantes desde diversas consideraciones; para Antonio y Edna están vinculados con procesos cognitivos como dificultades en la comprensión y la captación de conceptos; y para Walter y Federico, con la carencia de prerrequisitos de conocimientos y la disponibilidad de medios. Al respecto, parece que dichos profesores reconocen la finalidad de sus acciones y enuncian estrategias y actividades variadas; para Antonio, lo importante es que los estudiantes encuentren los aprendizajes útiles y contextualizados; para Walter y Edna, el fin es ayudar a motivar al estudiante hacia el aprendizaje con el uso de medios; y Federico, por su parte, está interesado en avanzar en las temáticas.

En el *contexto de práctica en centros escolares*, las metas y objetivos que anticipan los docentes en formación se dirigen a la enseñanza y no a posibles aprendizajes de los estudiantes. Para Antonio y Walter se orientan al abordaje de explicaciones de conocimientos y procedimientos, a la definición de conceptos y al desarrollo de ejemplos. Para Federico, las metas y los objetivos se orientan hacia el desarrollo de la 'cartilla' de Ciencias de Escuela Nueva. Y para Edna, la meta parece enfocarse hacia el ambiente de aprendizaje en el aula y fuera de ella y en las actividades para llamar la atención e interés de sus estudiantes. En general, dichos profesores no logran explicitar de una forma clara y ordenada los resultados esperados en términos de aprendizajes de los estudiantes.

b. Invariantes operatorios

En el *contexto de formación universitaria*, los invariantes operatorios corresponden a los conocimientos contenidos en los esquemas o base conceptual implícita o explícita que permite al sujeto hacer anticipaciones y plantear las acciones que considere adecuadas para resolver la tarea. Para los casos estudiados, los invariantes operatorios que se infieren se relacionan con fundamentos teóricos de los ámbitos disciplinar científico, de la epistemología de las ciencias, de la didáctica y de la psicología del aprendizaje. Igualmente, se relacionan con la selección de contenidos y su presentación como listados de temas, conceptos y teorías sin estable-

cer relaciones entre ellos o abordar los asuntos que explican. Los fundamentos epistemológicos de los maestros participantes, esencialmente, están referidos a la naturaleza de las ciencias; Antonio asume una postura constructivista frente a la ciencia, el trabajo de los científicos y los conceptos objeto de enseñanza. Walter y Federico hacen una valoración positiva de la importancia de incluir la historia de las ciencias en la enseñanza.

En el *contexto de práctica en centros escolares*, los maestros en formación parecen identificarse con planteamientos de una enseñanza tradicional y con directrices de normativas institucionales de los lugares donde trabajan y realizan sus prácticas. Para Antonio y Walter “el plan de enseñanza se realiza según el formato institucional”, para Federico la organización de la enseñanza está en las guías preestablecidas de trabajo de aula y Edna realiza una planificación desde su propia iniciativa. Predominan, en la información recogida, los supuestos sobre una enseñanza de conceptos científicos basados en la secuencia: explicación del maestro, definición de conceptos, ejercitación de procedimientos y realización de prácticas como demostración de los conceptos. Los libros de texto escolar y cartillas del Ministerio de Educación son considerados fuentes fundamentales de consulta tanto de profesores como de estudiantes.

c. Reglas de acción

En el *contexto de formación universitaria*, las reglas de acción se constituyen en la parte generadora del esquema, son reglas de búsqueda de la información y de control de la acción. En esta parte es donde hallamos mayores diferencias entre los casos. Para Antonio, la enseñanza de conceptos implica establecer vínculos entre los nuevos conocimientos y los ya existentes en la estructura cognitiva de los estudiantes y que, al mismo tiempo, se relacionen con su cotidianidad, que sean útiles y aplicables. Hallamos coherencia con una de sus anticipaciones “tener claro qué situaciones de la vida cotidiana del estudiante se relacionan o aluden al concepto”. Walter considera necesario analizar falencias y ventajas del grupo y reforzar la motivación con medios que le llamen la atención a los estudiantes; este maestro en formación, en una de sus anticipaciones e invariantes operatorios, había enunciado la importancia de los conoci-

mientos prerequisites en los aprendizajes. En Federico se detecta como reglas de acción: “identificar y tener en cuenta los conocimientos previos de los estudiantes” y “avanzar en la temática desde la teoría y la práctica, también en coherencia con su idea sobre conocimientos prerequisites” y, por último, en Edna, “realizar primero un diagnóstico de lo que saben los estudiantes para saber qué proceso metodológico se debe iniciar y la realización de variadas actividades”, lo que se relaciona con su Invariante Operatorio: “un maestro, para enseñar un concepto científico, debe saber cómo transmitirlo y hacer que sus estudiantes se interesen por el tema”. Todas estas acciones se corresponden con metodologías de enseñanza y de evaluación; sin embargo, revelan grandes dificultades en la comprensión de los fundamentos teóricos en los que se sustentan y en la manera como fueron aprendidas.

En el *contexto de práctica en centros escolares*, las reglas de acción que predominan en la práctica de aula para los casos de Antonio y Walter son muy similares. Ambos consultan saberes previos: Antonio lo hace a partir de un cuestionario que denomina pre-conceptual y Walter a partir de preguntas generales ¿qué saben de...? Los dos ponen en marcha acciones como: explicar conceptos y procedimientos, desarrollar ejercicios a manera de ejemplo, resolver dudas o dificultades de los estudiantes, proponer series de ejercicios para resolver, evaluar mediante exámenes escritos y orales, exposiciones y quizz. Por otro lado, Federico acompaña el desarrollo de las actividades planteadas en las guías preestablecidas y explica cuestiones que los estudiantes no entienden de dichas guías. Por su parte, Edna recurre a multiplicidad de actividades de tipo práctico en el aula y fuera de ella, en otros espacios de la institución, actividades como coloreado de dibujos, resolución de cuestionarios con base en el libro de texto, búsqueda de significados en un diccionario que luego transcriben en un cuaderno que llaman “palabrerío”, resúmenes de temas y lecturas.

d. Inferencias

Se relacionan con razonamientos en función de la especificidad de las situaciones que permiten plantear anticipaciones y reglas de acción con

base en los invariantes operatorios de los que disponen los maestros en formación. En el *contexto de formación universitaria*, las inferencias se relacionan con la enseñanza de conceptos científicos. Antonio, en particular, considera fundamental que los alumnos perciban la relación de los nuevos conocimientos con la cotidianidad. Para Walter, su inferencia fundamental se relaciona con los conocimientos prerrequisitos. Para Federico, su preocupación son los materiales para realizar las prácticas que indican las guías, y para Edna, su idea de la enseñanza como un ciclo que vuelve y reinicia. En cada caso, existe congruencia entre elementos de inferencias, anticipaciones, invariantes operatorios y reglas de acción del esquema que se activan en el contexto de formación universitaria.

En el *contexto de práctica en centros escolares*, las inferencias que van realizando los maestros en formación son más circunstanciales, algunas sobre los aprendizajes logrados en los estudiantes a partir de una actividad particular, por ejemplo, Antonio infiere que hubo aprendizaje por los buenos resultados en la resolución de talleres, Walter, en este sentido, valora positivamente la actividad de hacer tablas comparativas; en cambio, Federico enfatiza reconocimiento a lo experimental y vivencial, y Edna a las actividades fuera del aula. También, los maestros en formación constantemente están haciendo inferencias sobre las actitudes, conductas o comentarios de sus estudiantes para regular las reglas de acción en el aula de clase. Con respecto de las actitudes que observan y tratan de comprender, en ocasiones responsabilizan al estudiante por su falta de atención o compromiso con las tareas escolares y no a los procesos de enseñanza. En general, sus esquemas parecen estar básicamente permeados por su experiencia profesional y la tradición.

CONCLUSIONES

Se hallaron pocas coincidencias entre los conocimientos que los docentes parecen activar para enseñar conceptos científicos desde el discurso (representación verbal externa de sus significados) y los que activan realmente en el aula de clase (acción). En el contexto de formación universitaria, los cuatro profesores explicitan conceptos y proposiciones rela-

cionadas con la importancia de considerar los conocimientos previos en la enseñanza, también valoran la historia de los conocimientos científicos y fundamentaciones teóricas que proponen la construcción de conocimientos; sin embargo, en el contexto del práctica en los centros escolares no son reglas de acción, allí operan otras reglas.

Sobre algunas de las reglas de acción ejecutadas, los docentes en formación son conscientes de que son opuestas a las que se promueven en la formación universitaria las cuales justifican por diversas razones (directrices institucionales, disponibilidad de tiempo, número de grupos de estudiantes o incluso las posibilidades de acceso a recursos o mediadores didácticos) no las implementan en su práctica de aula; pero, por otro lado, se evidencian acciones que corresponden a sus propias conceptualizaciones e interpretaciones de las teorías que han adquirido en dicha formación. Por ejemplo, a los invariantes operatorios que activan para explorar los conocimientos previos, mediante preguntas del tipo: ¿qué saben de...? Con excepción de Antonio, que afirma utilizar cuestionarios centrados en los conceptos, ninguno realiza procesos sistemáticos de un diagnóstico al respecto.

Se expresan cantidades de ideas y de conceptos que llegan a formar parte del discurso cotidiano, pero que se usan sin una comprensión del significado que subyace en los mismos; por ejemplo, conceptos como aprendizaje significativo o representaciones, se asumen como nociones comprensibles para todos, pero sin esclarecimiento semántico alguno; en otras palabras, no se hacen consideraciones adecuadas y se dan por “existentes” comprensiones y significados ausentes. Esto pudiera explicar la falta de acciones y en consecuencia anticipaciones e inferencias, relacionadas con estas verbalizaciones, lo que en términos de la TCCV implica que no han desarrollado completamente los conceptos, pues no se activan ante situaciones en contextos prácticos de aula.

En general, es posible decir que en la práctica de aula las reglas de acción son secuencias reiterativas que realiza cada maestro, pero que evidencian diferencias entre los casos, sobre todo entre profesores de

ciencias de secundaria y los de educación primaria. Las reglas de acción del docente del sector rural que sigue un modelo con características definidas y de normativa son muy diferentes de todos los demás. De estos resultados, es posible inferir que tres de los casos (Antonio, Walter y Edna) se inscriben en tendencias tradicionales de la enseñanza de conceptos científicos; no obstante, la organización de la actividad puesta en marcha por cada docente presenta diferencias entre ellos.

De lo anterior, es posible decir que el constructo de esquema sustentado por Vergnaud tiene potencial para explicar el pensamiento y acción del maestro, por su carácter situacional. En general, existen pocas coincidencias entre los elementos del esquema en cada uno de los contextos de análisis de la información, siendo Antonio el que presenta mayores contradicciones entre los elementos de esquemas que declara y los de su actuación en el aula.

Al igual que el estudio de Solís y otros (2012) y de Andrés (2011) existen diferencias notables entre lo que el futuro profesor declara y lo que hace en los diseños didácticos y en la práctica; se encontraron elementos de esquemas diferentes según la fuente de la información, con ideas más contemporáneas los obtenidos por las declaraciones teóricas. Existe coincidencia con estos autores en sus planteamientos sobre la importancia de trabajar con los futuros profesores en situaciones vinculadas con la práctica y reflexionar sobre cómo abordarlas; esto los sitúa frente a la necesidad de reflexionar sobre cuáles son las decisiones más adecuadas y por qué. También en posibilitar la experimentación de prácticas alternativas para la formación que permitan a dichos profesores contrastar sus propias visiones, generalmente aprendidas en su experiencia como alumnos, y de la información teórica. Esto en la perspectiva de lograr cambios significativos.

La articulación teoría y práctica es fundamental si se pretende provocar cambios en las ideas y acciones de los profesores, en especial si se favorece la reflexión sobre las prácticas de enseñanza y, desde nuestra postura, de los esquemas que activan los maestros en formación para resolver

las situaciones tareas que le demanda la misma. Asimismo, contrastar su accionar con los resultados obtenidos y con la participación de los alumnos. El docente debe ser un investigador reflexivo y crítico constante de su propia práctica.

REFERENCIAS

- Andrés Zuñeda, M. M. (2004). *Diseño del trabajo de laboratorio con bases epistemológicas y cognitivas: caso carrera de profesorado de Física*. Tesis Doctoral, Universidad de Burgos, España
- Andrés Zuñeda, M. M. (2011). *Modelo didáctico para docentes de ciencias básicas*. Caracas, Venezuela: Fondo Editorial Ipasme
- Carreiro da Costa F. (2004). El pensamiento del profesorado en el proceso enseñanza-aprendizaje en educación física. *Revista Educación física y deporte*. Universidad de Antioquia, 23(2), 41 – 60
- Martínez, A, M.M., Martín del Pozo, R.L, Vega, R., M.L, Varela Nieto, M.P., Fernández Lozano, M.P., Guerrero Serón, A. (2001). ¿Qué pensamiento profesional y curricular tienen los futuros profesores de ciencias de secundaria? *Enseñanza de las Ciencias*, 19 (1), 67-87
- Novak, J. D. y Gowin, D. B. (1984). *Learning How to Learn*. New York. Cambridge University Press. (1988)
- Aprendiendo a aprender. Martínez Roca. Barcelona.
- Pérez Gómez, A. I. y Gimeno Sacristán, J. (1988). Pensamiento y acción en el profesor: de los estudios sobre la planificación al pensamiento práctico. *Infancia y aprendizaje*, 42, 13-67
- Porta, L. y Silva, M. (2003). *La investigación cualitativa: El Análisis de Contenido en la investigación educativa, Ponencia*. Mar del Plata. *Red Nacional Argentina de Documentación iicab.org.bo*. Recuperado de <http://www.iicab.org.bo/Docs/doctorado/dip3version/M2-3raV-DrErichar/porta.pdf> [consulta s/f]
- Solís, E., Porlán, R., Rivero, A. y Martín del Pozo, R. (2012). Las concepciones de los profesores de ciencias de secundaria en formación inicial sobre metodología de enseñanza. *Revista Española de Pedagogía*, 253, 495-514

- Usó Viciado, L. (2008). *Creencias de los profesores de E/LE sobre la enseñanza/aprendizaje de la pronunciación*. Recuperado el 10 de junio de 2014 de <http://hdl.handle.net/10803/1295>
- Vergnaud, G. (1990). La théorie des champs conceptuels. *Recherches en Didactique des Mathématiques*, (10) ° 2, 3, 133-170
- Vergnaud, G. (1996). Algunas ideas fundamentales de Piaget en torno a la didáctica. *Perspectivas*, 26 (1)
- Vergnaud, G. (2008). *Atividade humana e conceituação*. Porto Alegre, Brasil: Ed Geempa