

## **¿CÓMO SE ARTICULAN LAS CONCEPCIONES EPISTEMOLÓGICAS Y DE APRENDIZAJE CON LA PRÁCTICA DOCENTE EN EL AULA?**

*Tres estudios de caso de profesores de secundaria*

DIANA PATRICIA RODRÍGUEZ PINEDA / ÁNGEL D. LÓPEZ Y MOTA

### **Resumen:**

Se describen los resultados de tres estudios de caso de profesores de ciencias, de secundaria, sobre las relaciones que parecen existir entre las concepciones y la práctica docente en el aula, partiendo de cuatro ejes de análisis: *a)* relación sujeto-objeto/papel del sujeto; *b)* correspondencia con la realidad/objeto del aprendizaje; *c)* método/procesos cognitivos; y *d)* validación del conocimiento/verificación del aprendizaje. Los datos se obtuvieron de: un cuestionario, el registro de observaciones de clase y una entrevista semiestructurada. Se concluye que cuando hay suficiente coherencia entre concepciones epistemológicas y de aprendizaje, éstas se articulan con la praxis, cuando no hay dicha coherencia, la concepción más definida al interior de cada sujeto, es la que define su perfil y orienta su práctica. También se discuten las implicaciones de este estudio para la formación de profesores de ciencias.

### **Abstract:**

The article describes the results of three case studies of science teachers in secondary school. The focus is on the relations that seem to exist between teachers' conceptions and their classroom teaching, based on four lines of analysis: *a)* the relation between subject/object and the subject's role; *b)* correspondence with the reality/object of learning; *c)* method/cognitive processes; and *d)* validation of the knowledge/verification of learning. The data were obtained from a questionnaire, the class observation log, and a semi-structured interview. The conclusion is that when sufficient coherence exists between epistemological conceptions and the conceptions of learning, these conceptions are articulated with teaching; in the absence of such coherence, the conception most defined within each teacher will define the teacher's profile and orient his classroom teaching. Also discussed are the implications of this study for training science teachers.

**Palabras clave:** Formación de profesores, ciencias, educación media, representaciones de ciencia y aprendizaje, práctica docente, México.

**Key words:** teacher training, science, secondary education, representations of science and learning, classroom teaching, Mexico.

---

Diana Patricia Rodríguez Pineda es profesora-investigadora del Departamento de Educación en Ciencias Experimentales de la Universidad Pedagógica Nacional-Ajusco. Carretera al Ajusco núm 24, col. Héroes de Padierna, CP 14200, Tlalpan, México, DF. CE: dpineda@upn.mx

Ángel D. López y Mota es investigador del Departamento de Educación en Ciencias Experimentales de la Universidad Pedagógica Nacional-Ajusco. CE: alopezm@upn.mx

## Introducción

En el campo de educación en ciencias naturales, las líneas de investigación respecto de las concepciones de los profesores pueden dividirse en tres tipos de estudios: *a)* los que buscan identificar sus ideas acerca de la ciencia –naturaleza, método, estatus, progreso, etcétera–, algunos ejemplos de este tipo de trabajos son los de Rowell y Cawthon, 1982; Kouladis y Ogborn, 1989; Abell y Smith, 1994, y Haidar, 1999; *b)* los que indagan las concepciones respecto de la ciencia y su relación con el aprendizaje (Aguirre, Haggerty y Linder, 1990; Pomeroy, 1993; Kouladis y Ogborn, 1995; Porlán *et al.*, 1998; Flores *et al.*, 2000; Tsai 2002; y *c)* aquellos trabajos que tratan de relacionar las concepciones epistemológicas y de aprendizaje con la práctica docente en el aula, tales como los de Lederman y Zeidler, 1987; Brickhouse, 1990; Gallagher, 1991; Mellado, 1998a; y López, Rodríguez y Bonilla, 2004.

En el contexto de las concepciones y su relación con la práctica de los profesores de ciencias, las investigaciones giran alrededor de dos cuestiones que buscan: *a)* caracterizar las poblaciones en torno a las concepciones, ofreciendo tendencias generales (López, Rodríguez y Bonilla, 2004) y *b)* indagar qué sucede al interior de los individuos (Mellado, 1996; Freitas, Jiménez, y Mellado, 2004). El análisis que se presenta en este documento se circunscribe en el marco de este segundo tipo de estudios. De tal modo, buscamos describir la posible relación existente al interior de cada sujeto entre sus concepciones de ciencia y aprendizaje y sus acciones en el aula, tratando de responder la siguiente interrogante de investigación: ¿las concepciones de ciencia y aprendizaje de los profesores orientan su enseñanza?

En este trabajo, la relación entre las concepciones y la práctica docente de los profesores de ciencias se estudia a partir de cuatro ejes que articulan categorías epistemológicas (E) con categorías de aprendizaje (A):

- 1) relación sujeto-objeto (E) y papel del sujeto (A);
- 2) correspondencia con la realidad (E) y objeto del aprendizaje (A);
- 3) método (E) y procesos cognitivos (A); y
- 4) validación del conocimiento (E) y verificación del aprendizaje (A).

## Antecedentes

A partir de la década de los ochenta, en el campo de la educación en ciencias experimentales comenzó a tomar fuerza una nueva línea de investigación

(Posner *et al.*, 1982; Abimbola, 1983; Hodson, 1985, 1992; Novak, 1987; McComas, 1998; López, Flores y Gallegos, 2000): la importancia de las concepciones epistemológicas y de aprendizaje en los procesos de enseñanza y de aprendizaje de una disciplina científica, tanto de los profesores como de sus alumnos. Respecto de la dimensión epistemológica, varios trabajos (Gil *et al.*, 1994; Petrucci y Dibar, 2001; Gutiérrez, 2004) señalan la relación existente entre las concepciones epistemológicas de los maestros de ciencias y las que desarrollan sus alumnos, es decir, la visión de éstos se ve afectada por la de los docentes. Algunos (Billeh y Malik, 1977; Rowell y Cawthon, 1982; Abell y Smith, 1994) mencionan que los estudiantes tienen, de manera similar a sus profesores, una visión inductivista o realista de las ciencias; sin embargo otros trabajos, como el de Lederman (1992), plantean que las conductas instruccionales de los docentes influyen más sobre las creencias estudiantiles sobre la naturaleza de la ciencia, que las propias concepciones de los profesores.

Estudios como el de Smith y Anderson (1984), Lakin y Wellington (1994), Mellado (1996 y 1998b) y Flores *et al.* (2000) refieren que existen maestros cuyas creencias sobre la forma de adquirir el conocimiento son coherentes con las posiciones filosóficas empiristas y del positivismo lógico. Como muestra de ello, encontramos que quienes enseñan ciencias aún incluyen en sus clases el tema de “el método científico”.

Por lo anterior, cuando investigaciones en el campo de educación en ciencias experimentales (Dillon *et al.*, 1994; McComas, Clough y Almazraa, 1998) reiteran que las creencias de los profesores sobre la naturaleza de la ciencia tienen implicaciones sobre lo que enseñan y lo que aprenden sus estudiantes, se requieren trabajos en ésta línea, a partir de las relaciones que parecen existir entre las concepciones epistemológicas de los profesores de ciencias, sus concepciones de aprendizaje y su práctica docente en el aula.

### **Metodología**

Dado que el objetivo de nuestro trabajo es conocer las concepciones epistemológicas y de aprendizaje de profesores de ciencias de secundaria, así como su relación con la práctica docente al interior de cada sujeto, en nuestro análisis realizamos tres estudios de caso. Los seleccionados participaron inicialmente en un estudio de carácter exploratorio –realizado por López, Rodríguez y Bonilla (2004)–, con una muestra de nueve docentes de diversa formación –designados con los supuestos nombres de Camila, Ignacio,

Edith, Eloísa, Mercedes, Miguel, Rosario, Enrique y Alberto—, procedentes de diferentes tipos de escuelas y que voluntariamente aceptaron participar en la investigación cuyo propósito era caracterizar las concepciones de ciencia y aprendizaje de los docentes y sus acciones en el aula.

A partir de esa caracterización (tabla 1) —realizada con base en las respuestas a un cuestionario (de 15 preguntas: 9 epistemológicas y 6 de aprendizaje) diseñado *ex profeso* y de la dominancia de alguno de los tres enfoques en las concepciones de los docentes— se elaboró una categorización de sus respuestas en lo epistemológico (empirismo, racionalismo y constructivismo) y en el aprendizaje (mecanicista, por *insight* y constructivista). Con base en ello, se seleccionaron tres participantes que representaran, lo más claramente posible, cortes definidos en sus posiciones conceptuales; lo anterior, bajo el supuesto de que las representaciones mentales afectan la práctica.

**TABLA 1**  
*Condensado de frecuencias del cuestionario por sujeto,  
 postura epistemológica y de aprendizaje*

<b>Sujeto</b>	<b>Epistemología</b>			<b>Aprendizaje</b>		
	<i>Empirismo-    positivismo</i>	<i>Racionalismo</i>	<i>Racionalismo crítico-    constructivismo</i>	<i>Mecanicista-    descubrimiento</i>	<i>Por insight</i>	<i>Significativo-    constructivismo</i>
Camila	3	2	4	0	2	4
Ignacio	<b>4</b>	<b>4</b>	1	<b>5</b>	1	0
Edith	5	1	3	1	1	<b>4</b>
Eloísa	2	0	<b>7</b>	0	1	<b>5</b>
Mercedes	5	1	3	2	1	3
Miguel	7	1	1	3	1	2
Rosario	3	1	5	1	2	3
Enrique	4	2	3	3	1	2
Alberto	7	0	2	0	3	3
<b>Total</b>	<b>40</b>	<b>12</b>	<b>29</b>	<b>15</b>	<b>13</b>	<b>26</b>

De acuerdo con los resultados presentados en la tabla 1, los seleccionados fueron Eloísa, Ignacio y Edith. El perfil de Eloísa, tanto en lo epistemológico como en el aprendizaje, es claramente de tipo constructivista, en ambos contextos es quien tiene más respuestas al respecto; además, en lo teórico,

no da muestras de alguna concepción mecanicista. El perfil de Ignacio es muy opuesto al de ella: en el aprendizaje su dominancia teórica es claramente mecanicista, cinco de sus seis respuestas corresponden a este enfoque y ninguna concierne al constructivismo en este contexto; aunque él no es quien tiene más respuestas empiristas, su tendencia es más bien de carácter mixto empirista-racionalista. Edith representa la transición conceptual de los sujetos (López, Flores y Gallegos, 2000) pues si bien –al igual que Camila, Mercedes, Rosario y Enrique– sus respuestas en plano epistemológico están repartidas en los tres enfoques, su discurso en el aprendizaje es más progresista.

En México –al igual que en otros países– los profesores de secundaria provienen de dos tradiciones formativas muy diferentes: la normalista y la universitaria. En nuestro estudio los tres profesores seleccionados son egresados de la Escuela Normal Superior y trabajan en diferentes centros escolares. Eloísa es licenciada en Biología y tiene 25 años de experiencia; Ignacio y Edith son licenciados en Ciencias Naturales, él es profesor desde hace 23 años y ella, recién egresada de la Normal y está es su primer año de trabajo.

En cuanto a la obtención de información, ha sido muy fuerte la crítica al uso casi exclusivo del “tradicional” método de “lápiz y papel” para evaluar las concepciones de los individuos sobre la naturaleza de la ciencia (Aikenhead, 1973; Lederman y O’Malley, 1990; Aikenhead y Ryan, 1992; Eflin, Glennan y Reisch, 1999), por ser de elección única entre varias opciones, cerrada y por no dar la oportunidad a los individuos de hacer explícito su pensamiento. Además, Lederman, Wade y Bell (1998) sugieren que las intenciones de los profesores, sus prioridades y la realidad del aula que viven son factores críticos que deben investigarse; pero no sólo con instrumentos de “lápiz y papel”, sino combinando diferentes metodologías, por ejemplo entrevistas y observaciones de aula, lo que puede resultar más laborioso, pero podrá arrojar resultados más confiables.

Por lo anterior, la manera de proceder para la toma de datos que hemos utilizado ha sido la siguiente: aplicación de un cuestionario –previo a la observación en aula– para identificar las concepciones epistemológicas y de aprendizaje de los profesores; tal instrumento fue construido utilizando nueve categorías epistemológicas y seis de aprendizaje, por lo tanto, consta de 15 preguntas y de cinco opciones iniciales de respuesta –que posteriormente, para el análisis, se colapsaron a tres–, una por cada enfoque

epistemológico o de aprendizaje ya mencionado; al final de cada ítem se solicitó a los profesores que justificaran la respuesta seleccionada. Posteriormente, se utilizó una guía de observación para dar cuenta de la práctica en el aula –efectuando el seguimiento de tres sesiones de clase en promedio, considerando que puede ser el tiempo necesario para abordar un tema– y, finalmente, se realizó una entrevista para corroborar sus concepciones. Con el fin de garantizar la validez de los tres instrumentos utilizados en la investigación, éstos fueron construidos con base en las mismas categorías epistemológicas y de aprendizaje y piloteados en condiciones similares a las que fueron aplicados en el estudio final.

Las observaciones se realizaron en diferentes grados, asignaturas y temas. Se observó a Eloísa, en segundo de secundaria, en la asignatura de Biología al abordar el origen de “la vida”; a Ignacio y a Edith, en tercer grado, en la materia de Física, él con el tema de “caracterización y diferenciación de sólidos y fluidos”; y Edith con el de “volumen ocupado”. La edad media de los alumnos de segundo y tercer grados de secundaria es de 13-15 años.

### Marco de interpretación

Las concepciones de los profesores se analizaron desde tres enfoques epistemológicos y de aprendizaje –que son desarrollados en detalle en Flores *et al.*, 2001 y 2003, respectivamente– ya “colapsados” (pues, como ya apuntamos, de cinco posibles respuestas iniciales a cada pregunta, éstas se redujeron a tres). Los enfoques epistemológicos fueron: empirismo/positivismo”, “racionalismo” y “racionalismo crítico/constructivismo”; y los de aprendizaje: “mecanicista/por descubrimiento”, “*insight*” (en castellano no existe traducción, pero puede entenderse como perspicacia) y “significativo/constructivismo”. Los criterios de análisis desde los que se diseñó e interpretó la investigación se circunscriben a dos ámbitos: el conceptual y el de la práctica.

### Ámbitos de investigación

*Ámbito conceptual:* dentro de éste se consideran las representaciones mentales de los profesores sobre la ciencia y el aprendizaje. Aquí se definen las categorías analíticas que permiten dar cuenta de las conceptualizaciones de los docentes. Para caracterizar tales representaciones se utilizó el cuestionario y la entrevista.

*Ámbito de la práctica:* en él puede observarse el fenómeno de la enseñanza; se utilizan correlatos de categorías analíticas que permiten evidenciar

los comportamientos de los profesores en el aula sobre los aspectos teóricos de interés. Para este ámbito se utilizó una guía de observación.

*Criterios de análisis*

*Categorías analíticas:* este tipo de categorías se circunscriben al terreno de los conceptos elaborados desde la epistemología y la psicología, sobre los que pueden caracterizarse las representaciones mentales de los profesores. Las 15 categorías que orientaron la construcción del cuestionario se detallan en la tabla 2. De las nueve categorías epistemológicas aquí utilizadas, nos referiremos a cuatro de ellas: *relación sujeto-objeto, proceso metodológico para la generación de conocimiento (método), correspondencia con la realidad y validación del conocimiento*. Y de las seis del aprendizaje a: *papel del sujeto, objeto del aprendizaje, procesos cognitivos y verificación del aprendizaje*.

TABLA 2

*Categorías por contexto epistemológico y de aprendizaje*

Contextos Epistemológico	Aprendizaje
<b>Categorías:</b>	<b>Categorías:</b>
1. Papel de la observación	1. En qué consiste
2. Papel del experimento	2. Papel del sujeto
3. Papel del científico	3. Objeto del aprendizaje
4. Relación sujeto-objeto	4. Procesos cognitivos
5. Método	5. Verificación
6. Validación del conocimiento	6. Para qué aprender
7. Correspondencia con la realidad	
8. Finalidad	
9. Desarrollo de la ciencia	

*Correlatos de categorías analíticas en el salón de clase:* para establecer si las categorías del orden conceptual correspondían o influían en alguna medida en la práctica, fue necesario construir una serie de correlatos de las categorías analíticas derivadas del ámbito normativo, para interpretar el comportamiento docente observado en el aula. Esto debido a que la información proveniente del cuestionario es de un nivel diferente a la procedente de la observación, como lo plantea Duit (2001) en el modelo de reestructuración

educativa, donde es necesaria una elementarización de la ciencia y una reconstrucción educativa para llegar a la ciencia escolar. Por lo tanto, los aspectos que consideramos aquí permiten analizar y dar cuenta de las conductas o comportamientos de los profesores en el aula, a partir de: *el planteamiento de la enseñanza, el abordaje de las actividades de aprendizaje y la realización de la evaluación del aprendizaje*.

#### *Ejes de análisis*

*Eje 1: relación sujeto-objeto (epistemológica) y papel del sujeto (aprendizaje):* éste articula la categoría epistemológica que trata de dar cuenta de la preponderancia o no del objeto y del sujeto de conocimiento, en el proceso de la construcción del mismo; con la categoría de aprendizaje que se refiere al papel –pasivo, activo o proactivo– que el sujeto de conocimiento (alumno) desempeña para el profesor en el salón de clase.

*Eje 2: correspondencia con la realidad (epistemológica) y objeto del aprendizaje (aprendizaje):* si bien el objeto del aprendizaje hace referencia a qué se debe aprender, la correspondencia con la realidad alude a ese mismo objeto de conocimiento, pero desde la perspectiva epistemológica.

*Eje 3: método (epistemológica) y procesos cognitivos (aprendizaje):* mediante este eje se ha pretendido dar cuenta de categorías que están indiscutiblemente relacionadas. Pues en la reflexión sobre el conocimiento científico, desde el contexto que los filósofos han llamado de descubrimiento, el método da cuenta del cómo, es decir, del proceso mediante el que se genera dicho conocimiento; y en la reflexión sobre el aprendizaje, los procesos cognitivos son los que aluden a cómo es que el sujeto aprende.

*Eje 4: validación del conocimiento (epistemológica) y verificación del aprendizaje (aprendizaje):* desde la perspectiva filosófica, la validación del conocimiento está en el llamado contexto de justificación, que pretende “reconstruir la estructura lógica del lenguaje científico” y, por ende, desde diferentes enfoques, reconocer el conocimiento de carácter científico. Ahora bien, el contexto del aprendizaje es el que indica lo que sucede al interior de los sujetos, y para “reconstruir de manera lógica” lo que han aprendido se alude a la evaluación, es decir, a la verificación del aprendizaje.

#### **Análisis y resultados**

Se identificó un tipo dominante de concepción en cada uno de los tres profesores, con base en sus respuestas al cuestionario y a la entrevista (las

preguntas del cuestionario, que corresponden a las ocho categorías de análisis –dos por cada eje– se encuentran en el anexo 1). Esta concepción se relacionó con una caracterización de la práctica docente proveniente de la guía de observación, cuyos correlatos, según las categorías y los enfoques de análisis se muestran en el anexo 2. A continuación condensamos los resultados sobre las concepciones y el comportamiento en el aula de Eloísa, Ignacio y Edith, en torno a los cuatro ejes que articulan las categorías epistemológicas (E) con las de aprendizaje (A).

TABLA 3

*Condensa la información de los cuestionarios y lo observado sobre los ejes de análisis*

Eloísa	Concepción	Comportamiento	Ignacio	Concepción	Comportamiento	Edith	Concepción	Comportamiento
<b>EJE 1</b>								
<b>Relación S-O (E)</b>								
Racionalis. crít./ constructivista	Racionalista crítico/construc.		Racionalista		Empirista/ positivista/	Empirista/ positivista/	Empirista/ positivista/	
Significativo/ constructivismo	Significativo/ constructivismo		Mecanicis./por descubrimiento	Mecanicis./por descubrimiento	Significativo/ constructivismo		<i>Insigth</i>	
<b>EJE 2</b>								
<b>Correspondencia con la realidad (E)</b>								
Empirista/ positivista	Racionalis. crít./ constructivista		Racionalista		Empirista/ positivista	Empirista/ positivista	Empirista/ positivista	
<b>Objeto del aprendizaje (A)</b>								
<i>Insigth</i>	Significativo/ constructivismo		Mecanicis./por descubrimiento	Mecanicis./por descubrimiento	Mecanicis./por descubrimiento	Mecanicis./por descubrimiento		
<b>EJE 3</b>								
<b>Método (E)</b>								
Racionalis. crít./ constructivista	Racionalis. crít./ constructivista		Racionalista	Racionalista	Empirista/ positivista	Empirista/ positivista		
<b>Procesos cognitivos (A)</b>								
Significativo/ constructivismo	Significativo/ constructivismo		Mecanicis./por descubrimiento	Mecanicis./por descubrimiento	<i>Insigth</i>	<i>Insigth</i>		
<b>EJE 4</b>								
<b>Validación del conocimiento (E)</b>								
Racionalis. crít./ constructivista	Racionalista		Empirista/ positivista	Empirista/ positivista	Racionalis./crít.	Empirista/ positivista		
Significativo/ constructivismo	Significativo/ constructivismo		Mecanicis./por descubrimiento	Mecanicis./por descubrimiento	Significativo/ constructivismo	Mecanicis./por descubrimiento		

En el anexo 3 se ofrece un ejemplo de cómo se procesó la información recolectada para una de las categorías analíticas, de acuerdo con la descripción de tal categoría en los tres enfoques.

#### **Las concepciones de Eloísa y su práctica en el aula**

##### ***Eje 1: relación sujeto-objeto (E) y papel del sujeto (A)***

En este eje existe una relación evidente entre la categoría epistemológica y la de aprendizaje, tanto entre las representaciones mentales de Eloísa, como entre éstas y su comportamiento en el aula. Ella considera que, con respecto a la relación sujeto-objeto, “el conocimiento está determinado prioritariamente por la interacción recíproca entre el investigador y el fenómeno a conocer”, lo que la lleva a privilegiar en el aprendizaje la “elaboración de explicaciones por parte de los alumnos”, buscando desde el ámbito teórico la evolución de sus conceptos. Esta concordancia se refleja también en la práctica docente de la maestra, quien “para desarrollar el tema de “origen de la vida” parte tanto de las ideas de los alumnos, como del análisis de videos y actividades experimentales, propiciando el debate entre los alumnos a partir de preguntas tales como: *¿cómo creen que se originó la vida?*, *¿ustedes qué piensan?*, *¿qué creen que pase?*, *¿cuáles son sus conclusiones?*”

Así pues, la perspectiva constructivista de la ciencia en torno a la relación entre el sujeto de conocimiento y el objeto de conocimiento, parece coincidir con la concepción de Eloísa respecto de papel de quien aprende, y orienta su práctica docente; ella considera al alumno como un sujeto activo y dinámico en la construcción del conocimiento –por el tipo de participaciones que alienta– en el desarrollo de su clase.

##### ***Eje 2: correspondencia con la realidad (E) y objeto del aprendizaje (A)***

En el ámbito teórico hay una aparente contradicción entre la concepción epistemológica de Eloísa sobre la correspondencia con la realidad y la de aprendizaje en torno al objeto del aprendizaje, ya que eligió la respuesta que se identifica con una imagen positivista de la ciencia, donde los contenidos disciplinarios de la ciencia corresponden a “un sistema formal de conceptos que se identifica con los hechos”, y la respuesta que prefiere al respecto es la identificada con *insight*: “lo que los alumnos deben aprender principalmente son procesos científicos”. La contradicción está en que si los conceptos que se enseñan se identifican con los hechos observados y

estudiados por la ciencia, el objeto de aprendizaje debería ser justamente el contenido científico –que escolarmente se encuentra en libros y explicaciones del profesor– y no los procesos científicos. Sin embargo, en la entrevista, Eloísa manifiesta que:

[...] la ciencia es una actividad social en la que ha intervenido el hombre, para generar conocimientos [...] el pensamiento no es el mismo, ni es la misma época en la que se están generando los conocimientos, entonces no son conocimientos que va a ser duraderos. Como les dije a ellos, porque lo que ahorita es cierto probablemente en el futuro cambia [...].

Lo anterior deja entrever la coexistencia de una perspectiva relativista en la concepción de Eloísa con una de carácter empirista –en el cuestionario– sobre la correspondencia de la ciencia con la realidad. Ahora bien, esta aparente contradicción no se observa en el contexto de la práctica, ya que la profesora, mediante diferentes actividades, alienta diferentes explicaciones sobre la teoría de la generación espontánea, donde su prioridad es conocer las ideas de sus alumnos sobre el fenómeno en estudio, para cuestionarlas y buscar modificarlas. Por ejemplo:

[...] en la actividad experimental, antes de observar los resultados [los alumnos] elaboraron hipótesis, posteriormente observaron y analizaron los resultados y elaboraron conclusiones, las cuales generaron nuevas hipótesis promoviendo una nueva explicación del hecho observado [y la maestra] compara las hipótesis [de los alumnos] con los resultados de Redi, Pasteur, Spallanzani, etc. y les hace preguntas como: *¿por qué creen que no sucedió lo que habían planeado?*

### *Eje 3: método (E) y procesos cognitivos (A)*

En este eje también se nota una relación concordante entre las concepciones epistemológica y de aprendizaje, así como entre éstas y el comportamiento en el aula. Eloísa seleccionó la respuesta de corte constructivista sobre el método, pues considera que ése debe ser el: “que ofrezca la mayor pertinencia teórica y metodológica para el problema a resolver”. Ello coincide en que los procesos cognitivos de los alumnos en clase sean “la concientización, reflexión y construcción de explicaciones”. La articulación de sus declaraciones se reflejan en lo observado en clase, ya que de acuerdo con la guía de observación, Eloísa:

[...] hace preguntas sobre el origen de la vida, sobre lo que [los alumnos] entendieron de las lecturas, las hipótesis y conclusiones de las actividades experimentales, sobre el video, etcétera, tales como *¿por qué limpió los frascos?, ¿qué método utilizó y por qué?, ¿qué contiene el aire?*, cuestiona algunas respuestas y los alumnos reflexionan sobre las mismas.

La concepción constructivista de Eloísa sobre el método también conlleva a una de este tipo sobre los procesos cognitivos del sujeto que aprende, lo que parece orientar su trabajo en el aula.

*Eje 4: validación del conocimiento (E) y verificación del aprendizaje (A)*

Lo que sucede en este eje de análisis es muy interesante. Eloísa se declara constructivista en el discurso con respecto a la ciencia –en el cuestionario elige que la validación del conocimiento se da mediante la “elaboración de argumentos coherentes y consistentes sobre un fenómeno, apoyados en elementos teóricos”– y también selecciona esta opción –pues en la verificación del aprendizaje durante la evaluación, lo más importante es tener evidencias de que sus alumnos “transforman sus concepciones y reinterpretan la realidad estudiada por la ciencia”–; no obstante, difiere con lo que pasa en la práctica docente: en el salón de clases intenta validar el conocimiento de sus estudiantes desde una perspectiva racionalista, busca una correspondencia entre sus respuestas y los conceptos de la disciplina partiendo de la argumentación, y no de la coherencia al interior del discurso, de los alumnos para explicar un fenómeno de manera satisfactoria –como sería la validación desde la perspectiva constructivista–. Esto se evidencia, por ejemplo, cuando en una sesión de clase la profesora:

[...] organiza al grupo por equipos y les pone un video sobre los experimentos de Pasteur, para demostrar que la teoría de la generación espontánea no podría explicar el origen de la vida, [la maestra] interrumpe el video en varias ocasiones para que por equipos reflexionen sobre lo que pensaba Pasteur y las características de los experimentos que realizó, luego cada equipo lee sus conclusiones”.

Sin embargo, a pesar de buscar racionalistamente la validación del conocimiento, en el momento de realizar la evaluación del aprendizaje, Eloísa actúa constructivistamente, pues “retoma las respuestas y resultados de algunos instrumentos para realizar actividades que le permitan aclarar du-

das o modificar conceptos”; además, durante el proceso de evaluación “toma en cuenta además de los contenidos, las habilidades, procesos y actitudes [de los alumnos]”. Lo anterior es ratificado en la entrevista, ya que manifiesta que “el propósito de la evaluación es ver cómo trabajan [los estudiantes], qué cambio están teniendo, eso es lo que a mí me interesa; ahora, en el aspecto numérico, yo les tengo que dar una calificación”.

### Las concepciones de Ignacio y su práctica en el aula

#### *Eje 1: relación sujeto-objeto (E) y papel del sujeto (A)*

Desde lo teórico, Ignacio se identifica con la posición racionalista de la ciencia, al seleccionar en el cuestionario la respuesta correspondiente a este enfoque, en torno a la relación sujeto-objeto; donde el conocimiento está determinado prioritariamente por el sujeto, es decir, por “las ideas *a priori* del investigador”. Esto contrasta con su elección en el contexto del aprendizaje y con su comportamiento en el aula, pues en la práctica, se observa un comportamiento de tipo empírista que se articula con su tendencia a una enseñanza “tradicional”, favoreciendo así un aprendizaje de tipo mecanicista.

Lo anterior se evidencia en su respuesta a la pregunta sobre el papel del sujeto en el aprendizaje, donde privilegia que en clase sus alumnos “respondan a las instrucciones o actividades que les plantea el docente”. Esta concepción mecanicista del aprendizaje se refleja en su conducta en el aula, puesto que “desarrolla toda la clase a partir del contenido del libro y de las actividades propuestas allí y los alumnos sólo son tomados en cuenta por el profesor para que lean o contesten alguna de las preguntas emergentes relativas a lo leído en el libro de texto”. Su concepción del aprendizaje –mecanicista– parece dominar sobre la de ciencia –racionalista–, pues la primera se ve reflejada en la práctica docente, al tomar como origen del conocimiento en el aula los contenidos programáticos que provienen de los libros de texto y del discurso del profesor, y no del sujeto que aprende. Durante la entrevista, cuando Ignacio manifiesta que: “para mí la ciencia es una de las cualidades más importantes para la humanidad, ya que a través de los conocimientos empíricos y a través de los conocimientos científicos se ha logrado todo lo posible hasta la actualidad”, pareciera corroborar una visión más empírista de la ciencia y mecanicista del aprendizaje, que una racionalista para el sujeto que conoce, como lo hizo inicialmente en el cuestionario en la parte epistemológica.

*Eje 2: correspondencia con la realidad (E) y objeto del aprendizaje (A)*

De manera similar al eje anterior, la concepción epistemológica de Ignacio proveniente de la teoría corresponde al enfoque racionalista y no se articula con la del aprendizaje –visión mecanicista–, y así se refleja en el aula. Para Ignacio, los conocimientos elaborados por la ciencia corresponden a “las ideas elaboradas por los científicos” y lo que los alumnos aprenden principalmente son “contenidos científicos”. Esto no es tan contradictorio y adquiere sentido si lo analizamos con detalle: para el profesor los estudiantes aprenden los productos de la ciencia, que son resultado de las ideas elaboradas por los científicos –entonces domina su visión del aprendizaje–. Ahora bien, esta forma de pensar se manifiesta en la práctica docente de Ignacio, que corresponde tanto al enfoque empirista como al mecanicista. Evidencia de ello es la forma en que se desarrolla el tema, pues se realizan actividades experimentales:

[...] inicialmente los alumnos leen el tema correspondiente en su libro de texto, posteriormente el profesor da indicaciones de que deben contestar una serie de preguntas sobre el contenido de lo leído y hacer los dibujos correspondientes y luego, de manera ordenada, sentados en sus puestos, observan a través de una lupa, sal y azúcar, con el fin de que “*describan esos cristales*”. También observan cinco minerales –marcados con un número– cuyo nombre correspondiente está en la lista del tablero con el fin de que “*los clasifiquen de acuerdo con su rigidez, dureza y estructura molecular*” [temática que había sido leída previamente en el libro de texto].

Lo anterior deja entrever que el profesor busca comprobar que los conceptos científicos revisados (características de sólidos y fluidos) anteriormente en clase –que es lo que los alumnos deben aprender– se identifiquen con los hechos observados de la realidad (características físicas y estructura íntima de la sal, azúcar y minerales).

*Eje 3: método (E) y procesos cognitivos (A)*

Sobre este par de categorías, las concepciones de Ignacio en el ámbito teórico orientan su forma de proceder en el aula, pero su representación de la ciencia en torno al método, no se articula con la del aprendizaje respecto de los procesos cognitivos. Ello, debido a que una visión racionalista del conocimiento conllevaría a una visión del aprendizaje por *insight*, donde

los procesos cognitivos privilegiados en los alumnos serían la comprensión y el discernimiento, que no es el caso de Ignacio.

El profesor se identifica con la perspectiva racionalista, al manifestar que los procesos de conocimiento deben ser básicamente “deductivos: que van de lo general a lo particular”, lo que se confirma en el aula al desarrollar su clase a partir de los conceptos teóricos, puesto que las actividades que propone para realizar ahí la lectura del libro de texto, la solución de preguntas sobre su contenido y la solicitud de ejemplos al respecto “lean [...] de su libro y determinen lo que es la forma en los sólidos, líquidos y gases y realicen un ejemplo de cada uno”. Ahora bien, en el ámbito del aprendizaje, Ignacio alude, desde lo teórico, a que las actividades que realiza con sus alumnos suscitan “la mecanización, asociación y repetición de la información”; lo que se corresponde con su forma de trabajo, dado que “no da posibilidad a que los alumnos le pregunten y él tampoco les pregunta nada diferente a la información que viene en el libro [y] en ningún momento hay trabajo en equipo, ni intercambio de ideas o discusión alguna”. Esto es ratificado por el profesor en el momento de la entrevista, ya que al preguntarle “para usted, ¿qué proceso mental es más importante que los alumnos desarrollen cuando leen, observan, etcétera, para que ellos realmente aprendan?”, responde: “yo diría que no sería un proceso, sino que sería una lectura repetitiva, si es reiterativo existe una comprensión”.

*Eje 4: validación del conocimiento (E) y verificación del aprendizaje (A)*

En este eje se nota una relación concordante entre la concepción epistemológica y la de aprendizaje, al igual que entre éstas y su comportamiento en el aula. Ignacio seleccionó la respuesta de corte positivista, pues considera que el conocimiento se valida cuando “las ideas expresadas se apoyan en la lógica y/o en la matemática”. Su respuesta al aprendizaje –de corte mecanicista– manifiesta que para él lo más importante es tener evidencias de que los alumnos “recuerdan y repiten información científica”. En la clase se observó que “el profesor no da ninguna argumentación sobre la validez del conocimiento” [éste es válido de por sí mismo, porque viene en el libro de texto o en el diccionario de física y química]. Verifica el aprendizaje evaluando la reproducción de la información contenida en el libro de texto, ya que “al final de la sesión o al principio de la siguiente el maestro califica el trabajo hecho en clase [lo escrito en el cuaderno]”. Además, en la entrevista –respecto de la evaluación del aprendizaje–, Ignacio dice que “La evaluación

es continua, pues siempre trato de evaluar todo lo que hacen: dibujos, cuestionarios, etc. Y a veces les pongo problemas matemáticos. En su evaluación bimestral, si ellos cumplen con todas sus evaluaciones, ellos reciben su calificación". Aquí cabe señalar, por un lado, que los exámenes son de corte memorístico y, por el otro, que para el profesor evaluación continua significa asignar calificaciones en todas las sesiones, lo que no es, necesariamente, sinónimo de un seguimiento cercano y continuo del proceso de aprendizaje de los alumnos.

#### Las concepciones de Edith y su práctica en el aula

##### *Eje 1: relación sujeto-objeto (E) y papel del sujeto (A)*

Edith considera que el conocimiento está determinado prioritariamente por "los hechos o fenómenos observados", de acuerdo con su elección a este ítem del cuestionario, la que justifica escribiendo que "considero que el alumno no puede aprender algo que no puede sino estar asociado con la realidad que está viendo". Así pues, su visión sobre la relación sujeto-objeto en el proceso de conocimiento puede enmarcarse en el empirismo, misma que se refleja en el aula, pero que no se articula con su concepción de aprendizaje respecto del papel del sujeto. En el salón de clase, Edith:

[...] plantea permanentemente preguntas a los estudiantes, al principio de cada sesión, para recordar lo visto en las clases pasadas y, cuando los alumnos responden equivocadamente [con respecto a lo que ella espera que le contesten], pregunta a otro alumno [para que él dé la respuesta correcta].

De esta manera, la profesora realiza una transposición, ya que acentúa que el objeto del conocimiento en el contexto del salón de clase es el libro de texto o lo explicado por el profesor y no los fenómenos mismos, lo cual estaría más de acuerdo con su concepción epistemológica.

En cuanto al aprendizaje, Edith manifiesta que el papel del alumno debe ser el de "reorganizar jerárquicamente los contenidos y sus significados", lo que reitera al justificar su elección de la siguiente manera: "actualmente con el constructivismo se maneja muchos los mapas conceptuales, donde se maneja una jerarquización". Así pues, el discurso de Edith, está circunscrito en la perspectiva del aprendizaje significativo y constructivista, pero al ir a la realidad del aula su comportamiento no refleja su discurso, ya que si bien promueve la participación de los estudiantes y les otorga un

papel activo en el aprendizaje, no llega a otorgarles un rol pro-activo; lo que sería consecuente con una posición constructivista del aprendizaje. La profesora propicia que los alumnos abandonen sus hipótesis iniciales para explicar los fenómenos observados, a partir de los conceptos vistos anteriormente en clase, iniciando siempre las sesiones:

[...] dando cinco minutos para que [los alumnos] estudien lo visto en la sesión anterior, luego hace una serie de preguntas en voz alta a algunos alumnos. Lanza preguntas a todo el grupo antes de explicar un concepto o referirse a una situación fenomenológica de manera anticipada a la observación y explica los conceptos tal como vienen planteados en el libro de texto.

*Eje 2: correspondencia con la realidad (E) y objeto del aprendizaje (A)*

En este eje se nota una relación concordante entre las concepciones epistemológica y de aprendizaje, así como entre éstas y el comportamiento en el salón de clase. Edith se declara positivista, en la medida en que selecciona en el cuestionario que los conocimientos se corresponden con “un sistema formal de conceptos que se identifica con los hechos”, y mecanicista, puesto que conceptualmente comparte con este enfoque el precepto de que los alumnos deben aprender principalmente “contenidos científicos”. Lo anterior se evidencia en la práctica de Edith, quien a partir de diferentes actividades logra “demostrarle” a los alumnos que la definición de volumen ocupado –objeto del aprendizaje– se corresponde con los hechos observados, ya que:

[...] después de realizar algunas actividades experimentales demostrativas, como cambiar de tipo de recipiente un líquido, les explica los conceptos –características físicas de los sólidos y de los fluidos, forma, volumen y volumen ocupado– de acuerdo como vienen planteados en el libro de texto, les dicta las definiciones, les pide [a los alumnos] que copien lo que está en el tablero y que, finalmente, resuelvan algunos ejercicios de aplicación de los conceptos vistos en la clase.

*Eje 3: método (E) y procesos cognitivos (A)*

Con relación a este par de categorías, Edith muestra coherencia entre el ámbito teórico y el práctico, pues sus concepciones parecen orientar su forma de proceder en el aula; sin embargo, la correspondiente a la ciencia en torno al método no se articula con su representación del aprendizaje

con respecto a los procesos cognitivos, ya que una visión positivista del conocimiento conllevaría a una mecanicista del aprendizaje. En el campo de lo teórico, en cuanto al método, Edith se identifica con “el método científico”, que trata de seguir en clase partiendo de la observación de algunos fenómenos: solicitándoles a los alumnos que emitan algunas hipótesis para explicar el fenómeno en cuestión y a veces les pide que ellos lleguen al concepto, diciéndoles “el primero que me dé la definición de volumen le doy un punto”. Esto lo ratifica en el momento de la entrevista, al afirmar:

[...] si no le enseñas tú a un alumno a esa edad primero a observar, entonces no le puedes enseñar un término, porque no lo está observando, si tú empiezas a decir, es esto, esto y esto..., pero no le enseñas qué es, o sea que él lo observe, entonces va a ser mucho más difícil que se acomode a la definición. Si le enseñas primero a observar lo que está viendo, entonces ya es formular su propia definición.

En el contexto del aprendizaje, Edith se identifica con la visión del *insight*, considera que los procesos cognitivos que deben privilegiarse son “la comprensión, percepción y discernimiento de las experiencias”. En el aula se basa en el razonamiento de los alumnos sobre los fenómenos observados: “La profesora siempre pregunta, qué pasaría... antes de hacer alguna actividad y, pregunta el por qué de lo sucedido, después de realizarla”.

*Eje 4: validación del conocimiento (E) y verificación del aprendizaje (A)*  
En este eje, las concepciones teóricas de Edith se identifican con la posición constructivista, tanto en lo epistemológico como en el aprendizaje, es decir se articulan en el ámbito de lo conceptual; sin embargo, no se reflejan en la práctica docente, pues su comportamiento obedece a un enfoque empirista en cuanto a la validación del conocimiento y mecanicista en la verificación del aprendizaje –comportamientos que se vinculan entre sí–. Desde lo teórico, para Edith el conocimiento se valida a partir de la “elaboración de argumentos coherentes y consistentes sobre un fenómeno, apoyados en elementos teóricos” y la evaluación de los contenidos escolares se da a partir de la posibilidad de que los alumnos puedan: “dar cuenta de los conceptos científicos presentados en clase y reorganizar los que ya tenían”. Pero en contraposición, en el aula, “la maestra justifica y valida el conocimiento en virtud del libro de texto” y como acciones de evaluación:

[...] siempre a principio de clase la profesora llama a lista y da a sus alumnos cinco minutos para que estudien lo visto la clase anterior y luego realiza una serie de preguntas orales a algunos alumnos, las cuales evalúa [asignando una calificación]. En otro momento otorgó un punto al primer alumno que “elaboró por sí solo la definición de volumen”, y también aplicó una evaluación tipo examen (dos preguntas tipo test y dos ejercicios, uno de calorimetría y otro sobre volumen ocupado, con cuaderno abierto).

De tal modo, la forma de verificar el aprendizaje se enmarca dentro de las prácticas tradicionales de evaluación.

### **Conclusiones e implicaciones para la formación de profesores de ciencias**

Eloísa tiene una visión de ciencia y de aprendizaje –en los cuatro ejes de análisis– dominantemente constructivista, que se refleja en casi todas sus acciones en el aula. De ello podemos colegir que si un sujeto está instalado conceptualmente en este enfoque, tanto en lo epistemológico como en el aprendizaje, su comportamiento puede ser realmente orientado por el constructivismo.

En la *praxis* del aula, el perfil de Ignacio sigue siendo opuesto al de Eloísa. Recordemos que en el contexto epistemológico era mixto empirista-racionalista (ver tabla 1), pero su dominancia teórica en el aprendizaje era de tipo mecanicista. Del análisis podemos desprender que no existe articulación entre sus concepciones epistemológicas y las del aprendizaje, y que la imagen de ciencia del profesor no se refleja en el aula, pero su idea del aprendizaje sí orienta su *praxis*; por lo tanto, en este caso, lo que sucede es que las concepciones del aprendizaje son las que prevalecen en su forma de actuar. Edith, realmente representa un sujeto con transición conceptual, donde el discurso respecto del aprendizaje no ha logrado permear su práctica, tal vez por su visión empirista de la ciencia, que es la que orienta predominantemente su práctica en el aula.

De lo anterior podemos inferir que cuando existe bastante coherencia entre las concepciones epistemológicas y las de aprendizaje –como en el caso de Eloísa–, indiscutiblemente éstas se articulan con la práctica docente. Cuando no existe, la concepción más definida al interior de cada sujeto en torno a uno de los dos ámbitos –epistemológico o de aprendizaje– es la que define su perfil y orienta su *praxis*. Es decir, si las concepciones sobre aprendizaje corresponden claramente a un enfoque y no así las

correspondientes a la ciencia, éas son las que inciden en el comportamiento del profesor en el aula. Esto sucede en el caso de Ignacio, cuya clara tendencia conceptual sobre el aprendizaje es más dominante que su imagen de ciencia, por lo tanto, es la que dirige su comportamiento en el aula. En el caso de Edith, su visión acerca de la ciencia es más imperiosa que su perspectiva sobre el aprendizaje, por lo tanto, su tendencia a identificarse con la concepción empirista de la ciencia es la que orienta su *praxis*. Ahora bien, el desfase entre teoría y práctica docente, puede explicarse por el mayor avance paradigmático en el discurso con respecto a la práctica (Flores *et al.*, 2000; López, Flores y Gallegos, 2000); por lo que todavía puede prevalecer un accionar “empirista/positivista” en la práctica docente, aunque desde la perspectiva teórica se haya avanzado hacia posiciones más constructivistas.

Sin embargo, llama la atención que al comparar los tres estudios de caso, observamos que solamente en el eje 3 –que relaciona el método con los procesos cognitivos– hay total articulación y coherencia entre las concepciones epistemológicas de los tres profesores, con las del aprendizaje y éstas con la práctica docente.

Investigaciones anteriores (Freitas, Jiménez, y Mellado, 2004) señalan que los profesores con experiencia, a diferencia de los principiantes, suelen ser más innovadores en lo que hacen en el aula que lo que manifiestan en sus concepciones; en tal sentido, nuestros resultados coinciden en los casos de Eloísa y de Edith. Ahora bien, a diferencia del grupo de Lederman (1999) –cuyos resultados indican que las concepciones docentes sobre la ciencia no necesariamente influyen sobre la práctica, sino que uno de los factores de importancia crítica es el nivel de experiencia–, nuestra investigación muestra que, independientemente de los años de experiencia, las concepciones sobre la naturaleza de la ciencia y/o sobre el aprendizaje sí influyen en la práctica en el aula.

Además, consideramos que si bien las concepciones parecen influir en la práctica docente, también es cierto –como lo afirma Lederman (1999)–, que hay ciertas restricciones curriculares e institucionales que limitan que sean trasladadas íntegramente al salón de clase.

En cuanto a la formación de profesores es importante recordar que en el campo de educación en ciencias experimentales, las investigaciones reiteran la importancia de una adecuada visión de la naturaleza de la ciencia –*Nature of Science* (NOS)– en la educación en ciencias. En este

sentido, McComas, Clough y Almazroa (1998:520) mencionan que el conocimiento de la NOS por parte de los estudiantes mejora el aprendizaje del contenido científico, el interés en la ciencia, el entendimiento de ella y la toma de decisiones; mientras para los profesores mejora la enseñanza, puesto que “el entendimiento de la naturaleza de la ciencia ilumina la construcción y reconstrucción de las ideas y facilita un entendimiento de cómo los alumnos también construyen significados desde sus experiencias”.

Por lo tanto, es necesario revisar en los procesos de formación de profesores –tanto previa como permanente– los roles de los libros de texto y del profesor ya que, como se puede observar en dos de los tres casos analizados, los docentes “sobredependen” de los libros –los toman como el retrato de la ciencia– y estos textos no siempre comunican una adecuada imagen de la NOS. Ahora bien, a pesar de que no existe una definición de NOS, sí hay consenso pragmático alrededor de los tópicos más relevantes, que pueden guiar la reflexión de estos procesos de formación, tales como:

- el conocimiento científico tiene un carácter tentativo;
- el conocimiento científico se fundamenta considerablemente, pero no totalmente, sobre la observación, la evidencia experimental, los argumentos racionales y en el escepticismo;
- no existe una sola forma de hacer ciencia –no existe un método científico universal–;
- la ciencia es un intento de explicar un fenómeno natural, el nuevo conocimiento tiene que ser reportado clara y abiertamente y;
- los científicos son creativos.

Con respecto al aprendizaje valdría la pena reflexionar si tanto la formación previa como los cursos de actualización propician que los docentes y futuros docentes reflexionen en torno al objeto de aprendizaje de las ciencias naturales –que no deben ser los conceptos de los libros de texto–, cuál debe ser el papel real del alumno –como sujeto de aprendizaje– en el aula, lo que lleva a la reflexión de la finalidad de la evaluación del aprendizaje; máxime, si partimos de la premisa de que el aprendizaje consiste en “construir una interpretación racional del mundo a partir de las interacciones entre el sujeto, sus ideas, sus estructuras y la realidad” (Flores *et al.*, 2003:39).

## Anexos

### ANEXO 1

#### *Cuestionario\**

##### **Relación sujeto-objeto**

Después de desarrollar en clase algunos temas de ciencias, espera que el alumno pueda percibir que el conocimiento está determinado prioritariamente por:

- a) La interacción recíproca entre el investigador y el fenómeno a conocer.
- b) Las ideas *a priori* del investigador.
- c) Los hechos expresados lógica y/o matemáticamente.
- d) La interpretación que hace el investigador del fenómeno.
- e) Los hechos o fenómenos observados.

##### **Correspondencia con la realidad**

Los conceptos disciplinarios de su especialidad especificados en el programa de estudios de la secundaria, corresponden a:

- a) Un sistema formal de conceptos que se identifica con los hechos.
- b) Una copia fiel de los hechos de la naturaleza.
- c) Las ideas elaboradas por los científicos.
- d) Un acercamiento progresivo a los fenómenos.
- e) La representación más apropiada de la realidad entre varias posibles.

##### **Método**

El desarrollo de su clase se realiza básicamente a partir de procesos:

- a) Que ofrezcan la mayor pertinencia teórica y metodológica para el problema a resolver.
- b) Hipotético-deductivos, buscando consecuencias que puedan ser objetadas.
- c) Deductivos: que van de lo general a lo particular.
- d) Inductivos: que van de lo particular a lo general.
- e) Establecidos por el denominado "método científico".

##### **Validación del conocimiento**

¿Cómo se daría cuenta de los conocimiento alcanzados por sus estudiantes? Si ellos:

- a) Elaboran argumentos coherentes y consistentes sobre un fenómeno, apoyados en elementos teóricos.
- b) Expresan sus ideas apoyados en la lógica y/o en la matemática.
- c) Dan cuenta de la teoría que explica el fenómeno.
- d) Describen un fenómeno a partir de una situación particular.
- e) Elaboran hipótesis, las defienden y buscan invalidar las de otros.

##### **Papel del sujeto**

Las estrategias didácticas que utiliza en el desarrollo de su clase, privilegian que sus alumnos:

- a) Elaboren explicaciones que permitan la evolución de sus conceptos.
- b) Descubran leyes a partir de actividades experimentales.
- c) Sean conscientes de sus acciones exitosas.

- d) Reorganicen jerárquicamente los contenidos y sus significados.
- e) Respondan a las instrucciones o actividades que les plantea el docente.

#### Objeto del aprendizaje

En su clase de ciencias naturales, lo que los alumnos deben aprender principalmente son:

- a) Destrezas científicas.
- b) Modelos científicos.
- c) Contenidos científicos.
- d) Procesos científicos.
- e) Significados científicos.

#### Procesos cognitivos

Cuando sus alumnos realizan una práctica de laboratorio, las actividades suscitan primordialmente:

- a) La conscientización, reflexión y construcción de explicaciones.
- b) La observación, inducción y generalización de enunciados.
- c) La mecanización, asociación y repetición de la información.
- d) La comprensión, percepción y discernimiento de las experiencias.
- e) La generalización, particularización y asociación de los significados.

#### Verificación del aprendizaje

En la evaluación de los contenidos escolares de su materia, lo más importante para usted es tener evidencias de que sus alumnos:

- a) Recuerdan y repiten información científica.
- b) Transforman sus concepciones y reinterpretan la realidad estudiada por la ciencia.
- c) Dan cuenta de los conceptos científicos presentados en clase y reorganizan los que ya tenían.
- d) Comprenden el por qué de sus éxitos en las actividades científicas.
- e) Descubren la relación existente entre datos empíricos y su formalización lógica o matemática.

#### ANEXO 2

#### *Comportamiento en el aula*

Categorías	Enfoques epistemológicos		
	<i>Empirista/positivista</i>	<i>Racionalista</i>	<i>Racionalismo crít./construct.</i>
Relación S-O	Los conocimientos son adquiridos por los alumnos a partir de la revisión de los contenidos en clase (libro de texto, discurso del profesor).	No se observó	Los conocimientos son producto de la interacción de los alumnos entre ellos y con los fenómenos observados.
Correspondencia con la realidad	Con las actividades experimentales se busca comprobar o demostrar que los conceptos científicos revisados en la explicación de clase se identifican con los hechos de la realidad.	No se observó	Con las actividades experimentales se alientan diferentes explicaciones sobre un fenómeno, logrando puntos de acuerdo entre los alumnos hasta llegar a la explicación de la ciencia escolar.

(CONTINÚA)

## ANEXO 2 / CONTINUACIÓN

Categorías	Enfoques epistemológicos		
	<i>Empirista/positivista</i>	<i>Racionalista</i>	<i>Racionalismo crít./construct.</i>
Método	Se parte de la observación de los fenómenos para, posteriormente, llegar a los conceptos. Las actividades experimentales obedecen lo más fielmente al método científico.	Se parte de los conceptos teóricos explicados en clase para, posteriormente, dar evidencias de ellos mediante ejemplos y el desarrollo de las actividades experimentales.	Las actividades experimentales y el desarrollo de las clases no obedecen a un método normativo ni prescriptivo, hay flexibilidad de acuerdo con la misma dinámica generada por el grupo de alumnos
Validación del conocimiento:	El profesor busca una correspondencia automática y directa entre las respuestas dadas por sus alumnos a las preguntas realizadas por él en el transcurso de la clase o a un examen y los conceptos del programa escolar.	El profesor busca una correspondencia entre las respuestas dadas por los alumnos y, los conceptos de la disciplina a partir de la argumentación elaborada por el alumno.	No se observó
Categorías			
Categorías	Enfoques del aprendizaje		
	<i>Mecanicista/por descubrimiento</i>	<i>Insight</i>	<i>Significativo/constructivismo</i>
Papel del sujeto que aprende	La actividad docente se basa en la exposición de los contenidos de enseñanza, lo cual privilegia que los alumnos sigan instrucciones y sólo realicen las actividades que le son indicadas.	La actividad docente propicia que los alumnos abandonen sus hipótesis iniciales para explicar los fenómenos observados a partir de los conceptos vistos anteriormente en clase.	La actividad docente propicia que los alumnos propongan explicaciones sobre los fenómenos observados y sostengan un debate argumentado al respecto.
Objeto del aprendizaje	Los contenidos programáticos que provienen de los libros de texto y del discurso del profesor.	No se observó	Las conceptualizaciones e ideas previas de los alumnos, sobre los fenómenos, para cuestionarlas y buscar modificarlas.
Procesos cognitivos	El aprendizaje está basado en la asociación y memorización que realiza el alumno de la información presentada en clase.	Elaboración del aprendizaje se basa en el razonamiento de los alumnos sobre los contenidos de clase.	La generación de hipótesis, reflexión, debate, análisis y síntesis por parte de los alumnos.
Verificación del aprendizaje	Aprendizaje evaluado mediante reproducción de información presentada en clase o contenida en libro de texto o expuesta por el profesor.	No se observó	El aprendizaje es evaluado mediante la búsqueda de evidencias de cambio en las ideas de los alumnos, respecto del tema en cuestión.

## ANEXO 3

*Ejemplo del procedimiento de la información recolectada para la categoría de verificación del aprendizaje*

## DESCRIPCIÓN DE LA CATEGORÍA SEGÚN CADA ENFOQUE DE APRENDIZAJE

Categoría	Enfoque del aprendizaje	Mecanicista/por descubrimiento	Insight	Significativo/constructivismo
Verificación del aprendizaje	Reproducción de la información –sobre la “realidad”– y medición de la modificación de las conductas del sujeto.	Realización de acciones exitosas y comprensión de sus consecuencias.		Reorganización de las estructuras cognitivas, que dan cuenta de los nuevos significados o regulación de las transformaciones conceptuales y/o estructurales de los sujetos.

## CRUCE DE INFORMACIÓN PROVENIENTE DEL CUESTIONARIO Y LA ENTREVISTA

Sujeto	Instrumento		Concepción –enfoque–
	<i>Cuestionario</i>		
	<i>[5b En la evaluación, lo más importante es tener evidencias de que:]</i>	<i>Entrevista</i>	
Eloísa	<i>Transforman sus concepciones y reinterpretan la realidad estudiada por la ciencia.</i>	<i>[...] lo importante sería retomar en donde yo vea que hay más dificultad en los alumnos, o sea finalmente para eso me va a servir a mí la evaluación, no es para reprobar ni aprobar, sino [...] ver cómo trabajan, qué cambio están teniendo; eso es lo que a mí me interesa.</i>	Significativo/constructivismo
Ignacio	<i>Descubren la relación existente entre datos empíricos y su formalización lógica o matemática.</i>	<i>La evaluación es continua, siempre trato de evaluarlos en cada sesión [se refiere al carácter sumativo de la evaluación, además hay ejercicios, problemas y su evaluación bimestral. Para que tengan mejor aprovechamiento si ellos cumplen con todas sus evaluaciones, que ellos reciban su calificación.</i>	Mecanicista/por descubrimiento
Edith	<i>Dan cuenta de los conceptos científicos presentados en clase y reorganizan los que ya tenían.</i>	<i>Según nos establecen para ver la cantidad de conocimiento que adquieren, pero yo siento que nunca vas a poder medir el conocimiento que el alumno tiene... Yo por eso les pongo el examen con cuaderno abierto [...] El proceso de enseñanza aprendizaje lo evalúo mediante las participaciones, si cuando yo les lanzó ese tipo de preguntas y la mayoría me contesta.</i>	Significativo/constructivismo
			(CONTINÚA)

## ANEXO 3 / CONTINUACIÓN

INFORMACIÓN PROVENIENTE DE LA PRÁCTICA DOCENTE  
Y SU RELACIÓN CON CADA ENFOQUE DE APRENDIZAJE

Sujeto	Instrumento <i>Guía de observación</i> [14 Realiza alguna evaluación del aprendizaje]	Comportamiento en el aula <i>-correlatos de las categs. analíticas-</i>	Concepción -enfoque-
Eloísa	Sí [utiliza diversos instrumentos de evaluación como cuestionarios, cursos, cuadros, dramatizaciones, prácticas, exámenes, entre otros]. Y retoma las respuestas y resultados de algunos instrumentos para realizar actividades que permitan aclarar dudas o modificar conceptos.	<i>El aprendizaje es evaluado mediante la búsqueda de evidencias de cambio en las ideas de los alumnos, respecto al tema en cuestión.</i>	Significativo/ constructivismo
Ignacio	Sí [califica el trabajo hecho en clase –cuaderno–. A partir de lo leído en el libro de texto, solicita: <i>determina la forma de los sólidos, líquidos y gases, y realiza un ejemplo de cada uno ellos</i> ]. No retoma los resultados de las evaluaciones hechas a sus alumnos.	<i>Aprendizaje evaluado mediante reproducción de información presentada en clase o contenida en libro de texto o expuesta por el profesor.</i>	Mecanicista/ descubrimiento
Edith	Sí [al inicio realiza una serie de preguntas orales a algunos alumnos, las cuales evalúa. En otro momento, otorga un punto al primer alumno que <i>elaboró por sí solo la definición de volumen</i> , y también aplica un examen –dos preguntas cerradas y dos ejercicios, uno de calorimetría y otro sobre volumen–, con cuaderno abierto]. No retoma los resultados de las evaluaciones hechas a sus alumnos.	<i>Aprendizaje evaluado mediante reproducción de información presentada en clase o contenida en libro de texto o expuesta por el profesor.</i>	Mecanicista/ descubrimiento

## Referencias bibliográficas

- Abell, S. y Smith D. (1994). "What is science?: Preservice elementary teachers' conceptions of the nature of science", *International Journal of Science Education*, 16 (4), 475-487.
- Abimbola, I. (1983). "The relevance of 'new' philosophy of science curriculum", *School Science and Mathematics*, 83, 181-193.
- Aguirre, J.; Haggerty, S. y Linder, C. (1990). "Student-teachers' conceptions of science, teaching and learning: a case study in preservice science education", *International Journal of Science Education*, 12(4), 381-390.
- Aikenhead, G. (1973). "The measurement of high school students' knowledge about science and scientists", *Science Education*, 57(4), 539-549.
- Aikenhead, G. y Ryan, A. (1992). "The development of a new instrument: 'Views on Science-Technology-Society' (VOSTS)", *Science Education*, 76 (5), 477-491.
- Billeh, V. y Malik, M. (1977). "Development and application of a test on understanding the nature of science", *Science Education*, 61, 559 -571.
- Brickhouse, N. (1990). "Teacher's beliefs about the nature of science and their relationship to classroom practice", *Journal of Teacher Education*, 41 (3), 53-62.
- Dillon, D. *et al.* (1994). "Literacy learning in secondary school science classrooms: A cross-case analysis of three qualitative studies", *Journal of Research in Science Teaching*, 31 (4), 345-362.
- Duit, R. (2001). "Educational reconstruction: science subject matter and educational issues in harmony", trabajo presentado en Conference of the European Science Education Research Association, Thessaloniki.
- Eflin, J.; Glennan, S. y Reisch, G. (1999). "Comments and criticism. The nature of science: A perspective from the philosophy of science", *Journal of Research in Science Teaching*, 36 (1), 107-116.
- Flores, F. *et al.* (2000). "Transforming science and learning concepts of physics teachers", *International Journal of Science Education*, 22 (2), 197-208.
- Flores, F. *et al.* (2001). "Propuesta para el análisis de los compromisos epistemológicos de los profesores de ciencias naturales", *Memorias VI Congreso Nacional de Investigación Educativa*, México: COMIE.
- Flores, F. *et al.* (2003). "Concepciones de aprendizaje y evaluación: una propuesta analítica", *Ethos Educativo*, 27, 35-41.
- Freitas, I.; Jiménez, R. y Mellado, V. (2004). "Solving physics problems: the conceptions and practice of experienced teacher and inexperienced teacher", *Research in Science Education*, 34, 113-13.
- Gallagher, J. (1991). "Prospective and practicing secondary school science teachers' knowledge and beliefs about the philosophy of science", *Science Education*, 75(1), 121-123.
- Gil, D. *et al.* (1994). *Formación del profesorado de las ciencias y las matemáticas: tendencias y experiencias innovadoras*, Madrid: Editorial Popular.
- Gutiérrez, R. (2004). "La formación del profesorado. Incorporación del estudio de los sistemas de creencias básicas –epistemología y ontología– en su preparación integral", en Ruiz y Primero (comps.), *El campo de la formación docente en el posgrado en educación*,

- memoria del II coloquio internacional 2004 del doctorado en Educación*, México: Universidad Pedagógica Nacional, pp. 59-87.
- Haidar, A. (1999). "Emirates pre-services and in service teachers' views about the nature of science", *International Journal of Science Education*, 21 (8), 807-822.
- Hodson, D. (1985). "Philosophy of science, science and science education", *Studies in Science Education*, 12, 25-57.
- Hodson, D. (1992). "In search of a meaningful relationship: An exploration of some issues relating to integration of in science and science education", *International Journal of Science Education*, 14 (5), 541-562.
- Koulaidis, V y Ogborn, J. (1989). "Philosophy of science: An empirical study of teachers' views", *International Journal of Science Education*, 11(2), 173-184.
- Koulaidis, V. y Ogborn, J. (1995). "Science teachers' philosophical assumptions: How well do we understand them?", *International Journal of Science Education*, 17 (3), 273-283.
- Lakin, S. y Wellington, T. (1994). "Who will teach the 'nature of science'?: teacher's views of science and their implications for science education", *International Journal of Science Education*, 16(2), 175-190.
- Lederman, N. (1992). "Students' and teachers' conceptions of the nature of science: a review of the research", *Journal of Research in Science Teaching*, 29 (4), 331-359.
- Lederman, N. (1999). "Teachers' understanding of the nature of science and classroom practice: factors that facilitate or impede the relationship", *Journal of Research in Science Teaching*, 36(8), 916-929.
- Lederman, N. y Zeidler, D. (1987). "Science teachers' conceptions of the nature of science: do they really influence teaching behavior", *Science Education*, 71, 721-734.
- Lederman, N. y O'Malley, M. (1990). "Students' perceptions of tentativeness in science: development, use and sources of change", *Science Education*, 74, 225-239.
- Lederman, N.; Wade, P. y Bell, R. L. (1998). "Assessing the nature of science: what is the nature of our assessments?" *Science & Education*, 7(6), 595-615.
- López, A.; Flores, F. y Gallegos, L. (2000). "La formación de docentes en física para el bachillerato. Reporte y reflexión sobre un caso", *Revista Mexicana de Investigación Educativa*, 5 (9), 113-135.
- López, A., Rodríguez, D. y Bonilla, X. (2004). "¿Cambian los cursos de actualización las representaciones de la ciencia y la práctica docente?", *Revista Mexicana de Investigación Educativa*, 9 (22), 699-719.
- McComas, W. (1998). *The Nature of Science in Science Education. Rationales and Strategies*, Países Bajos: Kluwer Academic Publishers.
- McComas, W.; Clough, M. y Almazroa, H. (1998). "The role of character of the nature of science in science education", *Science & Education*, 7(6), 511-532.
- Mellado, V. (1996). "Concepciones y prácticas de aula de profesores de ciencias, en formación inicial de primaria y secundaria", *Enseñanza de las Ciencias*, 14 (3), 289-302.
- Mellado, V. (1998a). "The classroom practice of preservice teachers and their conceptions of teaching and learning science", *Science Education*, 82, 197-214.

- Mellado, V. (1998b). "Preservice teachers' and their conceptions of the nature of science", en Fraser y Tobin (eds.), *International Handbook of Science Education*, Londres: Kluwer Academic Publishers, pp. 1093-1110.
- Novak, J. D. (1987). "Human constructivism: Toward a unity of psychological and epistemological meaning making", *Second international seminar on Misconceptionns and Educational Strategies in Science and Mathematics*, Education, Ithaca.
- Petrucci, D. y Dibar, M. C. (2001). "Imagen de la ciencia en alumnos universitarios: una revisión y resultados", *Enseñanza de las Ciencias*, 19 (2), 217-229.
- Pomeroy, D. (1993). "Implications of teacher's beliefs about the nature of science: comparison of the beliefs of scientists, secondary science teachers, and elementary teachers", *Science Education*, 77 (3), 261-278.
- Porlan, R.; Rivero, A. y Martín del Pozo, R. (1998). "Conocimiento profesional y epistemología de los profesores II", *Enseñanza de las Ciencias*, 16(2), 271-288.
- Posner, G. et al. (1982). "Accomodation of a scientific conception: toward a theory of conceptual change", *Science Education*, 66 (2), 221-227.
- Rowell, J. y Cawthon, E. (1982). "Images of science: and empirical study", *European Journal of Science Education*, 4, 79-94.
- Smith, E. L. y Anderson, C. W. (1984). "Plants as producers: A case study of elementary science teaching", *Journal of Research in Science Teaching*, 21 (7), 685-698.
- Tsai, C. (2002). "Nested epistemologies: science teacher's beliefs of teaching, learning and science", *International Journal of Science Education*, 24 (8), 771-783.

**Artículo recibido:** 22 de febrero de 2006

**Dictamen:** 18 de mayo de 2006

**Segunda versión:** 31 de agosto de 2006

**Aceptado:** 1 de septiembre de 2006