

El conocimiento del profesor de ciencias, una disyuntiva entre el conocimiento científico y el conocimiento escolar¹

Carmen Alicia Martínez Rivera

Universidad Distrital Francisco José de Caldas

carmenaliciamartinezrivera@gmail.com

camartinezr@udistrital.edu.co

Resumen

Para los profesores de primaria, ¿Qué referente prima en el conocimiento escolar? ¿Es el conocimiento científico? ¿Qué relación tiene con otros referentes? Son algunas de las preguntas que se abordan a partir de los resultados de tres estudios de caso con profesores destacables que enseñan ciencias en primaria. Caracterizamos sus saberes sobre el conocimiento escolar y sus posibles relaciones frente a las declaraciones sobre el conocimiento científico. Consideramos que estos conocimientos son epistemológicamente diferenciados y buscamos comprender esas complejas relaciones. Para ello analizamos entrevistas, el diseño de unidades didácticas y las grabaciones de las clases de estos docentes. Los resultados de los casos señalan que no hay una relación causal entre el conocimiento científico y el conocimiento escolar. Estas complejidades son caracterizadas a través de ejes dinamizadores o movilizadores, cuestionamiento y obstáculo, propuestos en la investigación.

¹ Este escrito se ha elaborado como parte del desarrollo del proyecto de investigación *El conocimiento profesional de los profesores de ciencias sobre el conocimiento escolar: dos estudios de caso en el Distrito Capital*. CIDC. Universidad Distrital Francisco José de Caldas, y recoge aspectos centrales de investigaciones anteriores (Martínez, 2000 y 2005) realizadas con el apoyo de la Universidad del Tolima y COLCIENCIAS. Los análisis de estas investigaciones han sido ampliamente discutidos y enriquecidos con las investigadoras Dra. Ana Rivero García de la Universidad de Sevilla y Vilma Martínez Rivera, a quienes agradezco.

Introducción

Es nuestra intención señalar en este escrito que el conocimiento científico, como referente, es fundamental tanto para los procesos de enseñanza de las ciencias en general, como para el conocimiento del profesor de ciencias en particular, pero no es el único. Veremos que en el contexto general de la enseñanza de las ciencias y en particular para el conocimiento del profesor de ciencias, existen otros referentes que el docente podría considerar para la construcción de su conocimiento profesional, tal como lo relacionan varias investigaciones (Aikenhead, 2007; Niño y Sepúlveda, 2006).

Si bien durante años la difusión del conocimiento científico ha sido prolífica en diferentes medios de comunicación, también es claro cómo, desde la apertura de nuevas visiones de mundo y de nuevas formas de conocimientos –entre estos el escolar–, ha permitido que se dé la producción y difusión de investigaciones en torno a este otro conocimiento, de modo que el conocimiento científico ya no es el único referente. Razón que nos lleva a indagar sobre la manera como los docentes consideran estos conocimientos en sus propuestas de enseñanza, así como por las relaciones que se establecen entre estos. En este sentido, plantearémos inicialmente las ideas mayoritarias sobre cómo se produce el conocimiento científico, para luego exponer las posibles relaciones entre las concepciones científicas y didácticas de los profesores, soportadas en algunos resultados de nuestros estudios y terminar así con unas reflexiones a modo de conclusión.

Concepciones mayoritarias de los profesores de ciencias sobre cómo se produce el conocimiento científico

Al respecto se han realizado estudios en los que se destaca la existencia de una problemática relacionada con las siguientes tendencias absolutistas en las creencias sobre el conocimiento científico en los profesores: empirismo *ingenuo* (Porlán, 1989), visión inductivista, objetiva y acumulativa (Pope & Scott, 1983); prevalencia del *método científico* (Smith, 2000); conocimiento verdadero y acabado (Tobin & McRobbie, 1997); carácter absoluto y principio de superioridad (Porlán, Rivero & Martín, 2000).

Otros estudios sobre los profesores de ciencias, como los de Lederman (2007), recogen observaciones como, por ejemplo, que en general ellos no poseen

adecuadas concepciones de la naturaleza de la ciencia (Carey & Stauss, 1970; Aguirre, Haggerty & Linde, 1990); o que sus visiones son eclécticas y la carencia de fundamentos en historia y filosofía de la ciencia, influye en su enseñanza (Koulaidis & Ogborn, 1989).

Sobre estas concepciones, Martínez (2000) señala los estudios de Koulaidis y Ogborn (1989) y Porlán (1989), en los que se plantea cómo, en la mayor parte de las investigaciones, se encuentran concepciones absolutistas en los profesores, pero también aparece diversidad en la tendencia a la evolución en las creencias analizadas, así como en los puntos de vista. Esta diversidad nos lleva a reconocer una complejidad, en la que se deberían develar no solo los obstáculos, sino además los cuestionamientos e ideas movilizadoras, con el ánimo de promover el cambio y amplitud frente a las posiciones epistemológicas, a través de propuestas como los ejes *DOC*² (Martínez, 2000; Ballenilla, 2003) o la polifonía epistemológica (Perafán, 2004).

En este contexto diverso y complejo, la pregunta frente a ¿cuáles son las consideraciones que elaboran los profesores de ciencias sobre el conocimiento científico? y ¿cómo ellos relacionan este conocimiento con sus propuestas de enseñanza?, será parte del análisis que a continuación desarrollaremos.

Relaciones entre las concepciones sobre el conocimiento científico y la enseñanza de las ciencias.

Algunas miradas

A estas relaciones **entre las concepciones sobre el conocimiento científico y la enseñanza de las ciencias** se la ha llamado «epistemología del profesor» (Porlán y otros, 2000), y ha sido trabajada por diferentes autores que aportan en la comprensión y evolución del saber propio de los profesores. A continuación veremos tres aspectos de esta relación: una causal, otra en la que se admite que hay implicaciones, y otra en la que se señala una diversidad frente a esta relación.

2 Los ejes *doc* -dinamizadores (o movilizadores), obstáculo y cuestionamiento-, son categorías que hemos venido utilizando con la intención de tratar de abordar una perspectiva más compleja del conocimiento escolar y del conocimiento profesional de los profesores (Martínez, 2000).

Una determinada visión sobre la ciencia no es causa de una determinada práctica docente

Una visión empirista de la ciencia no implica una visión espontaneísta de la enseñanza (Porlán, 1989); Hodson (1993, citado por Fernández (2000) plantea que poseer concepciones válidas sobre la ciencia es un requisito –mas no garantía– para que el trabajo docente sea coherente con estas; en el mismo sentido, Prawat (1992) no considera la influencia de estas concepciones sobre la enseñanza y el aprendizaje; hacerlo sería simplista y mecánico (citado por Rivero, 1996). Igual considera Lederman (2007), quien realiza una revisión de diferentes estudios, como veremos en la Tabla 1.

Tabla 1. Algunos estudios que han abordado la relación entre las concepciones sobre la naturaleza de la ciencia (NOS) y las prácticas docentes (elaborada con base en Lederman, 2007).

ASPECTOS SEÑALADOS	AUTORES
Un estudio con 13 profesores de ciencias señala que las teorías científicas no afectan las decisiones educativas de los profesores.	Dushl Wright (1989)
El trabajo con 18 profesores de biología indica que no hubo relaciones significativas entre las comprensiones de los profesores de NOS y la práctica de clase.	Lederman y Zeidler (1987)
En un estudio de caso múltiple, con 5 profesores de biología de un instituto, de variable experiencia, se encuentra que aunque poseían buenas comprensiones de NOS, esto no afectaba directamente la práctica de clase, incluso, los profesores no intentaban explícitamente enseñar NOS.	Lederman (1999)
Del estudio con 13 profesores, se concluyó que aunque se tenga una comprensión de NOS, esta no es automáticamente trasladada en la práctica al salón de clase.	Bell, Lederman y Abd-El-Khalick (2000)

Así, acorde con los resultados de estas investigaciones, parece cuestionable la relación directa entre las concepciones de los profesores sobre la ciencia y la práctica en su enseñanza.

La visión sobre la ciencia tiene implicaciones en la enseñanza

De esta relación de implicación, citamos algunos autores, quienes coinciden en señalar relaciones entre las visiones sobre el conocimiento científico y la enseñanza, como lo exponemos a continuación:

Tabla 2. Resultados de algunas investigaciones que señalan implicaciones entre las visiones sobre el conocimiento científico y las propuestas de enseñanza.

ASPECTO ENUNCIADO	AUTORES
Los profesores identificados con tendencias constructivistas favorecen el cambio conceptual, mientras que los empiristas, con la consideración de las ideas de los alumnos como errores, usan pocas estrategias para modificarlas (Hasheweh, 1996).	Porlán y otros (2000)
La visión positivista del conocimiento científico se relaciona con las creencias transmisionistas del profesor y con el centramiento de su poder en la toma de decisiones curriculares.	Tobin y McRobbie (1997)
La incorrecta comprensión sobre el conocimiento científico es un problema por su incidencia en la enseñanza.	Fernández (2000)
El conocimiento y la observación son apromblemáticos; entonces sus expectativas para la enseñanza de las ciencias, son igualmente simples y apromblemáticas.	Smith (2000)
La consideración de que la ciencia es divertida y orientada, factual, técnica y precisa, se relaciona con actividades para que los estudiantes estén alegres, las cuales reflejan una ciencia acabada; la maestra aparece como fuente de autoridad.	Munby, Malcolm y Lock (2000)
La ciencia como neutral y objetiva, inmutable, independiente del contexto histórico-social, se relaciona con la selección de contenidos centrada en el texto, organización y secuencia lineal, donde no hay relación entre contenidos. La ciencia como construcción social, condicionada por la comunidad científica, es relativa y con utilidad social; en la selección de contenidos se tiene en cuenta al alumno, y la secuencia y organización es coherente con la disciplina.	Baena (2000)

Las investigaciones realizadas «confirman la tendencia mayoritaria entre los futuros profesores de trasladar el empirismo científico al terreno didáctico» (pp. 529).	Porlán y otros (2000)
La imagen absolutista de la ciencia está relacionada con enseñanzas basadas en aprendizajes formalistas de conceptos científicos, énfasis en la memorización de términos, en el aprendizaje de conceptos acabados, en trabajos de laboratorio centrados en seguir fielmente instrucciones para llegar a los datos correctos, etc. (Brickhouse, 1990; Porlán 1989; otras investigaciones).	Porlán (1996)

2.3. Diversidad de tendencias

Al respecto señalamos las siguientes, en las que se contemplan diferentes relaciones entre las concepciones de los profesores sobre la naturaleza de la ciencia y su práctica docente:

Tabla 3. Algunas investigaciones que señalan diversidad de tendencias frente a la relación entre concepciones sobre el conocimiento científico y la enseñanza.

ASPECTOS SEÑALADOS	AUTORES
Los profesores especialistas en ciencias experimentales y los de más años de experiencia tienden a concepciones «empiro-directivistas»; los profesores de otras disciplinas y los de menos años de experiencia están más cerca de una visión compleja del conocimiento, tanto científico como en la escuela.	Porlán (1989)
Algunas investigaciones señalan que las prácticas de los profesores son consistentes con sus creencias epistemológicas (Tobin y otros, 1992), otras señalan inconsistencias (Hodson, 1993).	Furió (1994)
Diversidad de tendencias. Incluso hay datos contradictorios en los que en algunos casos no se observa claramente esta influencia.	Lederman (1992) Koulaidis y Ogborn (1995)
Las investigaciones que relacionan el currículum de ciencia con las creencias sobre la naturaleza de las ciencias no son decisivas (Brickhouse, 1989).	Tobin y McRobbie (1997)

Son más las investigaciones en las que no se encuentra relación entre estas concepciones y la conducta docente.	Mellado y González (2000)
---	---------------------------

Si bien se da una tendencia absolutista de la ciencia, relacionada con enseñanzas basadas en aprendizajes formalistas de conceptos científicos, hay otras investigaciones que ponen en evidencia la complejidad de este tipo de relaciones, como Porlán (1989) o Mellado y González (2000). Estos últimos consideran que lo habitual «no es encontrar versiones puras sino orientaciones dominantes, con mezcla de rasgos característicos de varias tipologías» (pp. 540).

El anterior panorama nos lleva a preguntar, ¿lo que se pretende enseñar y aprender en las clases de ciencias, es equivalente al conocimiento científico? La respuesta a este cuestionamiento, tal como lo hemos analizado en otros trabajos (Martínez y Rivero, 2005; Martínez, 2005), es no, pues aunque el conocimiento científico es un referente, no es «el» (el único) referente para las propuestas de conocimiento escolar. Consideramos necesaria esta precisión, porque en la medida en que se tenga la claridad de que el conocimiento científico es uno de tantos referentes y no el único, se enriquecerá el proceso de construcción de propuestas alternativas para la formación científica. Esta diferenciación entre un referente y *el referente*, no hace más que ratificar que nos encontramos en escenarios, con formas de producción, criterios de validez y actores, particulares. Porque el conocimiento escolar se produce de manera diferente al conocimiento científico. En este sentido cabe preguntarnos, ¿cuál es la relación entre los diferentes tipos de conocimiento en el contexto escolar?, ¿consideramos que hay un conocimiento superior?, ¿cuál es nuestra pretensión, llegar a un conocimiento predefinido, como hasta el momento ha pasado con el conocimiento científico, o por el contrario, favorecer y reconocer la inclusión de otros conocimientos que enriquezcan al conocimiento escolar?, ¿qué relaciones se pueden establecer entre estas consideraciones sobre *el referente*, los referentes escolares y las declaraciones sobre el conocimiento científico?

En el siguiente apartado analizamos algunas respuestas de estas posibles relaciones, teniendo en cuenta los resultados de nuestra investigación.

Relaciones entre las declaraciones sobre el conocimiento científico y las propuestas de conocimiento escolar. Tres estudios de caso

Si bien consideramos al conocimiento escolar como un conocimiento particular, constituido por distintas formas del saber que posibilitan un proceso de complejización del conocimiento cotidiano de los individuos (García Díaz, 1998) y al conocimiento profesional como la integración de diferentes saberes académicos –implícitos, rutinas y guiones, y prácticos– (Shulman, 1987; Porlán y Rivero, 1998), compartimos lo señalado por Rivero (1996) y Porlán y Rivero (1998) en el sentido de considerar un carácter evolutivo y complejo de estos conocimientos. Así, observamos una progresión del conocimiento del profesor sobre el conocimiento escolar, que parte de visiones tradicionales hacia visiones investigativas, pasando por transiciones que pueden ser o bien de tendencia tecnológica o espontaneísta (Porlán y otros, 2000; Martínez, Molina, Valbuena y Hederich, 2011; Martínez y Martínez, 2012).

En nuestro trabajo, buscamos dar cuenta del conocimiento profesional de los profesores de ciencias de primaria sobre el conocimiento escolar y sus posibles relaciones con las consideraciones sobre el conocimiento científico, que para efectos de la publicación centramos, respecto del conocimiento escolar, en la categoría *Referentes* (formas de conocimiento tenidas en cuenta para el desarrollo del conocimiento escolar) en relación con una descripción de las características centrales de las declaraciones de los profesores sobre el conocimiento científico. Para ello tuvimos en cuenta posibles tendencias organizadas en una hipótesis de progresión (Martínez y Martínez, 2012) basada en Porlán (1998) y Porlán y otros (2000), que van desde tendencias racionalistas, pasando por tendencias empiristas o relativistas hasta la perspectiva evolucionistas (Martínez, 2000; Martínez y Rivero, 2012).

Presentamos los resultados de los estudios de caso de Rosa, Juan y Pedro, quienes fueron seleccionados por ser profesores «destacados», por estar desarrollando sus propias propuestas fundamentadas desde principios contemporáneos, y por tener contacto con grupos de investigación, así como por su voluntariedad para participar en esta. Preferimos maestros con más de 10 años de experiencia, puesto que suponemos que han consolidado un «conocimiento profesional» más

sólido, que enriquece la investigación. Ellos desarrollan sus propuestas en tercero (Rosa y Pedro) y sexto grado de primaria (Juan).

La información fue clasificada en dos niveles: declarativo y de acción. El nivel declarativo abordó la información recogida a través de una entrevista semiestructurada, en la que se trataron aspectos relacionados con el conocimiento escolar (tipos de contenidos, fuentes y criterios de selección, referentes, criterios de validez, grado de generalidad, relaciones horizontales y niveles de formulación) y el conocimiento científico (nivel ontológico, sentido de la objetividad, validez, relación entre diferentes formas de conocimiento, aspectos metodológicos y dinámica del conocimiento), y el análisis del diseño de una unidad didáctica, elaborada por los maestros participantes de la investigación. Al nivel de acción corresponden las grabaciones audiovisuales de las sesiones de clase durante el desarrollo de la unidad didáctica trabajada.

La información fue tratada con base en el análisis de contenido, teniendo en cuenta la propuesta de Bardín (1996) y las recomendaciones de Rivero (1996). Realizamos un proceso de codificación, elaboración de unidades de información, de categorización o clasificación según criterios semánticos, y de inferencia, en el sentido de establecer interpretaciones controladas e hipotéticas a partir del proceso anterior. Un principio orientador de la investigación lo hemos denominado «principio de confrontación», según el cual resaltamos que el análisis de las categorías es fundamentalmente de carácter contextual, de ahí que el proceso de categorización y análisis haya sido discutido y negociado conjuntamente con otros investigadores. La caracterización del tratamiento de los contenidos en el desarrollo de las clases la trabajamos con base en la observación que realizó una de las investigadoras durante todas las sesiones en las que los maestros desarrollaron la unidad didáctica diseñada por ellos.

Queremos señalar que en este escrito solo presentamos algunos resultados de la investigación y que su lectura y revisión fundamentalmente sugieren algunos de los problemas analizados. Para el estudio caracterizamos *ejes obstáculo*, *cuestionamiento* y *movilizadores* (Martínez, 2000; Ballenilla, 2003; Martínez y Rivero, 2001), que consideramos como categorías de análisis de gran potencialidad para dar cuenta de la complejidad del conocimiento profesional de los profesores, como veremos en la observación de algunas respuestas del siguiente apartado.

Caso 1. El conocimiento científico es el referente fundamental, pero hay que adaptarlo

Es el caso de Rosa, quien a pesar de hacer adecuaciones de los contenidos teniendo en cuenta el referente cotidiano, finalmente busca llegar al conocimiento científico como referente fundamental. Esa adaptación consiste, en gran parte, en ejemplificar los contenidos (científicos) haciendo uso de informaciones del ámbito cotidiano.

Los resultados obtenidos en el caso de Rosa, nos permiten señalar que el referente fundamental al que ella acude es el científico, aunque tiene que «adaptarlo» para que sea accesible a los niños. Tal como se indica: «Lo que se trabaja en la escuela tendrá que haber de todo, claro, conocimiento científico también, tengo que partir de unas bases establecidas, no improviso, parto de lo que hay. Yo lo adecuo a lo mío».

En el nivel de acción, al hacer un inventario de los tipos de referentes usados en las intervenciones, tanto de los niños como de la maestra, encontramos primacía al referente cotidiano (215 intervenciones), lo cual nos llama la atención por el mayor número de intervenciones realizadas por la maestra. En el caso de los contenidos introducidos por los estudiantes, se hicieron con base en referentes cotidianos, mientras que los contenidos introducidos por la maestra se abordaron tanto desde referentes cotidianos, mezcla de científicos y cotidianos y exclusivamente científicos.

Destacamos que de los ejemplos en los que a partir del texto se introducen los contenidos, solamente hay uno que está clasificado como referente científico, mientras que los otros los hemos categorizado como de mezcla tanto de científico como de cotidiano. Veamos un ejemplo:

R: A ver Arturo [leéenos] alto, (...) claro, (...) haciendo los puntos (...) y sin correr (...) [...]

A: El agua se presenta en tres estados diferentes, el agua sólida (...), el agua de la nieve (...), del granizo (...) y el hielo está en estado sólido (...), el agua sólida (...) tiene formas variadas (...) y podemos cogerla con las manos (...). Agua líquida [mientras el niño hace la lectura, la maestra la sigue con una de las niñas].

En esta intervención, consideramos que no es propio de un contexto cotidiano que los estudiantes se refieran a los estados del agua; son expresiones propias o de un contexto científico o de un contexto escolar, mientras que expresiones como «podemos cogerla con las manos» sí corresponden a una observación de un contexto cotidiano. Con lo cual afirmamos que el texto, como fuente, está relacionado simultáneamente con referentes tanto cotidianos como científicos, en la mayoría de casos.

En cuanto a la maestra, sus intervenciones usan referentes tanto científicos (cambio de temperatura), como cotidianos (papel del frío, granizo o nieve), o los dos a la vez. Por ejemplo: R: «Y (...) ese [vapor de agua] va a ser el que cuando:: va a tener un cambio de temperatura y va a tener frío :: pues va a formar la lluvia::, o:: el granizo:: o la nieve:: ¿eh?».

Los análisis del caso nos llevaron a suponer los siguientes ejes: un *eje cuestionamiento*: ¿qué significa no dar primacía a referentes científicos y tener en cuenta los referentes cotidianos?, pues tanto en el nivel de acción como en el declarativo, los contenidos (conceptuales y fundamentalmente «científicos») han de ser «adaptados» para que sean asequibles a los alumnos; esto es, ejemplificarlos y/o explicarlos, haciendo uso de informaciones desde un referente cotidiano. Es por eso que abunda tanto este referente. Un *eje obstáculo*: en el que consideramos que los contenidos son «científicos»- «adaptados» con el uso de informaciones con referentes cotidianos. Y un posible *eje dinamizador*: que registra tanto referentes científicos como cotidianos, que son usados por las diferentes fuentes: maestro, texto y estudiantes.

Estos resultados de la categoría *referentes* del conocimiento escolar nos muestran cómo, en el nivel de acción, no hay primacía de un referente científico; mientras que en el caso de otras categorías analizadas en las investigaciones (Martínez, 2000; 2005) como en el de las fuentes y criterios de selección de los contenidos escolares, es usado con mayor frecuencia por el texto y la maestra, mientras que los estudiantes fundamentalmente tienen en cuenta referentes cotidianos. Esto nos indica que los contenidos «más científicos» son introducidos por la maestra y/o el texto, y los «menos científicos», por los estudiantes, lo cual consideramos como *eje obstáculo*. El uso del referente cotidiano por los niños y la maestra, nos hace pensar en un estado en transición y posible *eje cuestionamiento*, donde los contenidos conceptuales y fundamentalmente «científicos»

tienen que ser «adaptados» desde un referente cotidiano, para ser asequibles a los alumnos. Esa adaptación consiste, en parte, en ejemplificarlos desde informaciones con referentes cotidianos.

Respecto al **conocimiento científico**, desde nuestro análisis, señalamos cuatro *ejes obstáculo* relacionados con visiones absolutistas que lo consideran como realidad única, objetivo centrado en «el método científico», donde la experimentación es de gran importancia y lleva a la verdad. En este sentido, Rosa señala:

- *Estoy de acuerdo con que las teorías científicas obtenidas al final de un proceso metodológico riguroso son un reflejo cierto de la realidad.*
- *Yo creo que la eficacia y objetividad del trabajo científico estriba en seguir fielmente las fases ordenadas del método científico...*
- *Dentro de las ciencias... la verdad que sí hay una metodología y que se hace de una manera exhaustiva, y que si hay una demostración científica quizás sería incongruente pensar que un aspecto subjetivo, un aspecto emocional (influya) ahí concretamente en lo científico, si hay una experimentación pues quizás, pueda anular este aspecto.*

Igualmente hemos caracterizado cuatro *ejes cuestionamiento*: ¿es posible «anular los efectos de los aspectos subjetivos y emocionales» en la producción del conocimiento científico?; ¿es el conocimiento científico el mejor de los conocimientos o es una forma (positiva) de conocer?; ¿cuándo podemos estar seguros de que una teoría ha sido «súper probada», como para que la consideremos totalmente cierta?; ¿qué relaciones podríamos establecer entre el proceso de cambio del conocimiento científico, y del contexto sociocultural histórico? Y un *eje movilizador*: Una teoría nueva tiene algo que ver con la teoría antigua, puede transformarla, enriquecerla o modificarla.

- *No se puede decir tajantemente la certeza de que [el conocimiento científico es la mejor forma de conocimiento que pueda darse]. Pero yo sí creo que es una manera positiva de conocer. Yo tampoco tengo la verdad absoluta.*
- *El contexto permite avanzar... y [es modificado gracias al conocimiento humano] hay una interacción.*

Aquí registramos una **cierta coherencia**, pues hay tanto una verdad científica, como una «verdad» en el conocimiento que se enseña en la escuela. Destacamos así un proceso de transición personal por parte de Rosa, con ciertos matices espontaneístas (Porlán y Rivero, 1998), al considerar no solo al conocimiento

escolar como una versión simplificada del conocimiento científico, sino además al dar más relevancia a las motivaciones o gustos de sus estudiantes que a sus ideas. Respecto de ellos, la maestra piensa que son fuente importante, aunque de contenidos «menos científicos», fundamentalmente, pues los «más científicos» suelen ser introducidos por la profesora o por el texto.

Caso 2. Hacia un enriquecimiento del conocimiento de los estudiantes

En el caso 2 identificamos una aproximación a un proceso de enriquecimiento del conocimiento de los niños, en donde el conocimiento científico aporta, pero no es el punto de llegada. Aquí se ve que no se trata de negar o aceptar los conocimientos científicos y cotidianos, sino que se busca reconceptualizar lo científico y tenerlo en cuenta en la elaboración de los contenidos escolares como referente. Este es el caso de Pedro, quien en la entrevista indica una relativización del conocimiento científico en la escuela, donde es probable que se tenga la pretensión de que este se trabaje allí para acercar al estudiante «más profundamente a la realidad». Veamos:

Hay una pretensión de que ese conocimiento (que circula en la escuela) sea un conocimiento científico... como planteamiento último, pero en la realidad, con el niño, el conocimiento científico... o también depende del concepto que uno tenga de... si entiende conocimiento científico... el conocimiento que a partir de unas ideas que tú tengas, verdaderas, falsas, coincidentes, no coincidentes con la realidad, buscas acercarte más profundamente a la realidad, pues yo creo que sí, que hay una pretensión científica.

Desde el análisis general del caso, es posible señalar como un eje movilizador tanto la consideración de «lo cercano al niño» (referente cotidiano), como una mayoritaria visión alternativa, según la cual se relativiza el papel del conocimiento científico en la escuela y se destaca la importancia de un «acercamiento más profundo de la realidad», donde parecen relevantes tanto el conocimiento científico, como el cotidiano. Asimismo identificamos un eje obstáculo al no haber claridad en la organización de esta diversidad de referentes; al no abordar un marco integrador que permita dar nuevos sentidos a las informaciones de distinto tipo que aporta cada uno; que los reconozca como un conocimiento

particular dentro de la escuela, con su propia epistemología; así como la falta de un referente como el metadisciplinar (García Díaz, 1998), desde el cual organizar y dar sentido determinado a las aportaciones del resto de los conocimientos considerados relevantes.

Para el nivel de acción, en este caso la frecuencia de tipos de referentes en los que hemos caracterizado las intervenciones, se presentan así: cotidiano (233 intervenciones), científico (27) y mezcla de cotidiano y científico (123). Aquí vemos cómo las intervenciones de referentes científicos son notoriamente menores con respecto a los cotidianos y a los correspondientes a una mezcla entre cotidianos y científicos.

Desde los referentes de la investigación, la visión tecnológica es considerada un estado de transición en el que se da gran importancia al referente científico, que no es este caso. Mientras que desde la perspectiva espontaneísta, el referente central es el cotidiano, desde los intereses y experiencias de los niños (Porlán y Rivero, 1998). Aquí los referentes anotados tanto por el maestro como por los alumnos, con más frecuencia en la introducción que se hace por primera vez de un contenido, son la mezcla de cotidiano y científico (en 16 ocasiones), y de solo cotidiano (17 ocasiones). Nuestro análisis amplio del caso nos lleva a plantear que es posible que nos encontremos con una tendencia relacionada con un proceso de complejización del conocimiento de los niños:

P: Vamos. Lo vamos a explicar con un poco más de detenimiento, mirad. Yo no sé si vosotros sabéis que una... una gran parte de la superficie de nuestro planeta está cubierta por agua (indica con las manos), ¿eso lo sabéis vosotros?. Los océanos cubren una parte importantísima de... del planeta, incluso, hay mucho... mucha más área cubierta de agua que no lo está, ¿eh? de manera que esa agua:: constantemente se está calentando:: y... quién la puede calentar, a ver quién me sabe contestar.

As: El sol.

P: El sol. Hay zonas de nuestro planeta donde el sol da con más fuerza, da más calor:: y se evapora más, hay zonas donde hay menos fuerza, el agua tiene más fuerza y se evapora menos.

[...]

En las anteriores intervenciones, Pedro introdujo dos nuevos contenidos: la abundancia del agua en el planeta, y la relación entre el grado de calor y evaporación. Estas son informaciones que se hacen desde referentes que no son solamente cotidianos, sino que parecen una mezcla entre cotidiano y científico. Resaltamos en este ejemplo cómo el maestro puede conducir a errores, cuando explica por qué puede evaporarse más o menos agua en términos de que el sol da con más «fuerza», ratificando así una idea cotidiana relacionada con que el sol tiene «fuerza».

Fijémonos cómo, tanto Pedro como los niños, hacen uso de los referentes cotidianos, lo que en principio podría cuestionar un progreso; sin embargo nuestro supuesto es que sí es posible que se dé un proceso de enriquecimiento del conocimiento cotidiano (García Díaz, 1998; Porlán y otros, 2000), dado que el profesor está pendiente de que se introduzcan nuevos elementos en las discusiones de la clase.

Pedro en el nivel declarativo señalaba que se ha de abordar lo cercano al niño y a la realidad, en este sentido planteábamos el cuestionamiento de si hacía referencia a centrarse en referentes cotidianos. Pero desde el análisis del nivel de acción parece que conlleva tanto referentes científicos como cotidianos y no fundamentalmente cotidianos, como se evidenciaba en el nivel declarativo. Consideramos que en este caso las informaciones propuestas por los estudiantes son incorporadas en el proceso, donde no hay un centramiento ni en el referente científico, ni en el cotidiano, sino que podríamos afirmar que por lo menos en algunos casos lo que ocurre es un enriquecimiento del conocimiento cotidiano de los estudiantes, quienes a su vez, aparecen como fuente de contenidos (Martínez y Rivero, 2001).

Parece que la complejización del conocimiento cotidiano, desde un referente también cotidiano, sí se da (Martínez y Rivero, 2001), puesto que parte de este no se intenta reemplazar por ideas científicas, sino que se genera un debate con estos referentes, y en el transcurso de la discusión, se tiende a incorporar nuevos elementos y relaciones en las que se parte de una idea que, parece, es aditiva, y hacia una visión más sistémica, donde el estudiante es involucrado en esta dinámica. Es un proceso de ir y venir entre elementos más cercanos y lejanos del niño: una ciudad, un río cualquiera, su ciudad, su piscina etc. Entonces cabría preguntarnos, ¿qué relaciones son posibles de establecer entre las características

de las propuestas de conocimiento escolar y las declaraciones de este profesor, sobre el conocimiento científico? Recordemos que en el caso 1, identificamos una cierta coherencia respecto a los obstáculos señalados, y así como hay una pretensión de verdad en el conocimiento científico, también la hay en el conocimiento escolar.

En cuanto a las declaraciones sobre el conocimiento científico, hemos caracterizado un *eje obstáculo*, relacionado con visiones absolutistas, tales como su superioridad, la producción de este desde la observación y la experimentación, que garantiza su objetividad, y su consideración de cambio mediante un proceso inductivo.

- *Por ejemplo, comparado con... las conformaciones de tipo irracional que se puedan tener, por cuestiones intuitivas, o por creencias, el método científico realmente es algo, que asegura un camino, teniendo en cuenta todas sus posibilidades... de que no tiene por qué ser totalmente seguro.*

Un *eje movilizador*, relacionado con el reconocimiento de la incidencia de la subjetividad y de los aspectos emocionales en la producción del conocimiento:

- *El contexto sociocultural e histórico de alguna manera determina el pensamiento. El... conjunto de valores, de conocimientos, de verdades aceptadas, pues de alguna manera condicionan el pensamiento... de la persona que vive en ese, en ese contexto.*

Y tres *ejes cuestionamiento* relacionados con el nivel ontológico, los criterios de validez, y el papel de la subjetividad en la producción del conocimiento científico: ¿si las teorías científicas cambian, podemos decir que estas son un reflejo de la realidad?, o ¿hay teorías de las que se puede afirmar que son un reflejo cierto de la realidad, mientras que en otras, dada su complejidad (por ejemplo disciplinas del área humanística y social) no es posible asegurarlo?, ¿es deseable anular el efecto de la subjetividad en la producción del conocimiento científico?, ¿en qué consistiría dicho proceso?, ¿son la observación y la experimentación, los criterios de validez fundamentales del conocimiento científico?, ¿reconocer la complejidad de disciplinas como la antropología y psicología, tiene implicaciones respecto al papel de la observación y de la experimentación como posibles criterios de validez? Por ejemplo afirma:

- *Creo que la complejidad de la realidad hace que ese reflejo totalmente cierto siempre tenga la posibilidad de la revisión... su propia complejidad. También... tengo la impresión de que hay parcelas de la ciencia donde se anda con pies*

más seguros que en otros, ya sea por su propia complejidad...

- *La observación, yo creo que en las disciplinas científicas que lo permiten siempre es una garantía, pero... que tampoco es una garantía absoluta en el sentido... no sé... Yo creo que hay ciencias como la Química o la Biología, donde a través de... la experimentación, pues puedes comprobar pues si se dan o no se dan determinadas cosas, pero yo creo que en otras disciplinas como la Antropología o en la Psicología y demás, la propia complejidad de los procesos, pues te hacen que tú tampoco puedas generalizar de la manera que puedas... generalizar en otras... pero... no estoy muy seguro.*

Fijémonos que la mayor parte de las características las hemos planteado como *ejes cuestionamiento*, resaltando el posible carácter de transición en las consideraciones sobre el conocimiento científico. Nos encontramos con lo que en principio podría indicarse como inconsistencias de las categorías de análisis DOC; pero si pensamos en el proceso de formación de profesores, vemos cómo esta aparente inconsistencia se transforma en una riqueza; es el caso de Pedro, quien considera como relevante el método científico en la producción del conocimiento, pero a la vez, considera que la subjetividad de quien investiga influye en la investigación, y se cuestiona respecto a qué tan deseable es anular el efecto de la subjetividad y cómo será este proceso.

En principio diríamos que si Pedro considera que la producción de conocimiento parte de la observación, y que el método científico garantiza la objetividad, pareciera entonces que él considera deseable la búsqueda de una observación neutra y objetiva, pero dados los ejes movilizador y cuestionamiento, no podemos ratificar esta afirmación. Entonces es posible otra explicación, la consideración de que «el método científico» se ha popularizado entre la población escolar y hace parte de nuestro saber, pero no es un saber reflexionado. Es posible a la vez, reconocer la influencia de la subjetividad en la producción del conocimiento científico, pero aún así, esto no nos da claridad acerca de si es deseable o no pretender anular su efecto. Tener en cuenta estas diferenciaciones nos permite establecer preguntas y actividades que ayuden a confrontar nuestras ideas. Además es una forma de enriquecimiento del proceso, al reconocer la diversidad del pensamiento y, de paso, cuestionar su supuesta homogeneidad.

En este caso, el conocimiento científico no es el referente fundamental del conocimiento escolar, ya que lo que se pretende enseñar en la escuela no le es equivalente. Y aunque esta es una propuesta mucho más cercana a una visión

alternativa (Martínez, 2000; Porlán y Rivero, 1998), notamos la ausencia de un referente organizador de las otras formas de conocimiento que se consideren relevantes en la escuela. Podríamos suponer que estamos hablando de epistemologías diferentes y que, o bien no tiene por qué haber alguna relación entre ellas –Rodrigo (1994)–, entonces no tendría mucho sentido seguir el análisis, o que, a pesar de la diferencia, se puedan establecer relaciones entre ellas, fuertes o débiles, según García Díaz (1998) y es la postura con la que estamos de acuerdo. Quizás ambas responden a una manera particular de ver el mundo, considerada importante por varios autores en la acción educativa (Porlán y Rivero, 1998).

Es posible que el saber experiencial de Pedro le haya permitido abordar de manera más compleja la producción del conocimiento escolar, pero esta visión no ha sido cuestionada respecto a cómo se produce el conocimiento; no ha sido quizás incorporada como parte de su conocimiento profesional explícito. Situación que puede estar relacionada con lo que en alguna ocasión anterior anotamos respecto a que parecía que para Pedro podría tener incidencia la diferenciación entre ciencias en las que «se anda con los pies más seguros», como la química o la biología, y otras en las que no, como la antropología y la psicología, y probablemente la didáctica.

Estos *ejes movilizados* los hemos registrado con mayor énfasis en el nivel de acción, con lo cual parece que, o bien este es un conocimiento tácito no reflexionado (Porlán y Rivero, 1998), o que presenta dificultades en el proceso de formalización, sistematización y explicitación de este discurso. Destacamos que el análisis de comparación entre los dos niveles propuestos, nos llevaron a señalar que podría haber un obstáculo didáctico, relacionado con la consolidación del conocimiento profesional como un conocimiento particular. Cabe señalar que la investigación sobre el conocimiento profesional de los profesores muestra diversos problemas en la construcción de este conocimiento, como se evidencia en Abell (2007, 2008).

Desde la óptica con la que analizamos estos datos, la anterior postura llama la atención dado que, en el proceso de transición, suele ser más frecuente la perspectiva espontaneísta en maestros de primaria, proceso en el que se ignoran los significados alternativos y espontáneos que los estudiantes elaboran (Porlán y Rivero, 1998). Sin embargo, en este caso, parece que la transición en la que se encuentra Pedro, está organizada por la idea de que los estudiantes tienen

conocimientos sobre lo que les va a enseñar, y estos son importantes y hay que tenerlos en cuenta. Adicional a lo anterior, señalamos que se da una relativización del conocimiento escolar, donde el conocimiento científico no es el referente fundamental, y además se introducen algunas relaciones de tipo recursivo y en algunos casos se entra en la naturaleza del proceso, según lo analizado en otras categorías no contempladas en este escrito.

Caso 3. Una tensión: ¿llegar al conocimiento científico o enriquecer el conocimiento de los estudiantes?

En el caso 3 parece que hay una tensión entre si lo que se pretende es enriquecer el conocimiento de los niños, o llegar a un conocimiento predefinido, el conocimiento científico. Juan, el tercer caso, señala en la entrevista que trabaja en la escuela el conocimiento científico, pero no exclusivamente:

- *Lo que se trabaja en la escuela yo creo que es un cúmulo de conocimientos, no solamente trabajas el conocimiento científico, sino que ahí están incluso las relaciones entre el alumno, el profesor, el clima de aula que se crea, la afectividad, la poca afectividad, la mucha afectividad, la serie de... los valores... o bien que el profesor lo transmite, o bien que entre los mismos alumnos, porque si en vez de ser esos alumnos, se cambiara, a lo mejor, a una parte de esos alumnos, en los valores que habría, a lo mejor, serían diferentes.*

Juan indica que en la escuela se da un conocimiento particular: hay actitudes, comportamientos e incluso conocimientos ocultos, esto es, el currículo oculto; hay una diversidad en la que inciden los individuos que allí concurren. Esta mirada nos lleva a plantear un *eje dinamizador* o *movilizador* relacionado con «el posible reconocimiento de un conocimiento escolar no centrado en el conocimiento científico»; es de señalar que lo consideramos como un *eje movilizador*, en tanto que no hay una pretensión previa de llegar a un conocimiento predefinido, pero sí de reconocer los aportes del conocimiento científico, en el enriquecimiento del conocimiento de quienes participan en el proceso. Como lo indicamos en Martínez (2000), son posibles diferentes maneras de entender el conocimiento que se trabaja en la escuela: una mirada pretende equipararlo al conocimiento científico; otra asume que es un conocimiento particular, que implica la integración de diferentes saberes que tienen en cuenta tanto al científico como al cotidiano, del maestro y del alumno, y además otras posibles formas de conocimiento como el ideológico, artístico, etc. (García Díaz y Merchán, 1997).

En el nivel de acción, las frecuencias de los referentes identificados fueron: cotidiano (19), científico (23), mezcla de referentes cotidianos y científicos (52), de modo que predominan los contenidos en los que el referente fundamental no es el científico o el cotidiano, sino una «mezcla de estos», seguidos de los contenidos referidos a conocimientos científicos y luego a los conocimientos cotidianos.

En la siguiente unidad hay una preocupación por parte del maestro, por identificar un proceso cotidiano con uno científico desde el término «mezcla», por lo cual en esta ya no lo hemos señalado como centrado en el referente cotidiano, pues se aborda tanto el cotidiano como el científico.

J.f.: La masa qué cosas. A ver cómo se hace la... masa Luis, cómo crees tú que, una masa de la que sea, por ejemplo una cualquiera [varios niños han levantado la mano] qué es lo que se hace, qué se echa. A ver, Ana.

*A.c.: Harina, azúcar, huevos, leche, aceite***

*J.5.f.: Vale, ya está, y todo eso qué es, **qué nombre le darías a eso.***

*A.c.: Materia***

*A.c.: **Una mezcla** XX*

*J.1.: **Una mezcla***

A.c.: Ayyy, una masa

J.1.5.: Una mezcla.(...) Bien, más cosas.

Un ejemplo de información con contenidos de referentes científicos, lo encontramos en esta otra unidad:

J.2.f.9.: Se disuelve. O cuando tú la echas y la dejas ahí quieto, al cabo del tiempo, ¿se ve el azúcar en el agua? ¿qué le ha pasado al azúcar?

A.c.: [mismo] se disuelve

*J.2.5.e.: Que se ha disuelto. Bien. **Estas mezclas (...) se llaman homogéneas::** [y escribe al frente de azúcar y agua, «homogéneas»] **Esto, «homo»** [señala la palabra en el tablero y encierra en un círculo las sílabas] **significa igual, ¿eh? igual, o sea, igual forma, igual color::, igual sabor::, bueno sabor (...), bueno sí sabor igual. O sea que se ve igual todo. ¿Eh? homo significa igual. ** y hetero distinta, y hetero distinta, distintas e iguales, ¿eh? distintas sustancias, e iguales sustancias, sustancias iguales, todo igual. Sustancias distintas. Hetero significa, una cosa hetero.***

A.d.: / Que al mezclarlo ¿no?

J.12.: Sí.

Ejemplos como el anterior nos llevan a plantear el siguiente *eje cuestionamiento*: ¿La introducción de información por parte del maestro pretende enriquecer el proceso de construcción de conocimiento, o se hace para identificar los contenidos trabajados con contenidos científicos? Vemos cómo en las intervenciones en las que el maestro aporta información y plantea preguntas, favorecen las intervenciones de los estudiantes en este proceso; parece que busca tenerlos en cuenta en la construcción del conocimiento escolar. Es de señalar que se abordan situaciones cotidianas interesantes, de mayor complejidad y dificultad en el tratamiento de contenidos.

Ahora bien, es necesario aclarar que de los contenidos que no son planteados en interacción, priman los que tienen referentes cotidianos, seguidos de la mezcla entre científicos y cotidianos. El caso contrario se da en el maestro, donde priman las intervenciones con referentes tanto científicos como cotidianos, seguidas de los científicos y, finalmente, de los contenidos con referentes cotidianos. Y así, como en algunas unidades de información parece que hay una preocupación por aproximar al conocimiento científico, en particular, por el uso de los términos, a su vez también se nota un proceso en el que se busca que los estudiantes elaboren sus propias explicaciones. Esta situación nos plantea la relevancia de análisis posteriores respecto a cómo se abordan los niveles de formulación: ¿de manera simple a modo de etiquetas? ¿fundamentalmente descriptivos? o ¿explicativos? (Martínez, 2000). Como lo indica Pozo (1996), muchas veces necesitamos adquirir informaciones carentes de significado, o cuyo significado se escapa a nosotros, y no por ello son menos importantes que los aprendizajes conceptuales.

Teniendo en cuenta lo planteado, respecto a la posible preocupación por identificar los contenidos escolares con los científicos, consideramos pertinente formular este otro *eje cuestionamiento*: ¿la introducción del referente científico se hace porque finalmente las elaboraciones escolares tienen la pretensión de ser su equivalente? Este es un debate contemporáneo relevante, en el que identificamos cómo diferentes autores (Martínez, Molina y Reyes, 2010) se refieren al conocimiento escolar de manera diferente (ciencia escolar, conocimiento científico escolar, ciencia en primaria, entre otros), pero además, parece que en algunos casos el referente fundamental continúa siendo el conocimiento científico; este es un aspecto relevante, dados los cuestionamientos actuales sobre el carácter absolutista y jerárquicamente superior que se ha concedido al conocimiento científico frente a otros referentes (García Díaz, 1998; Arnay, 1998), más aún,

frente al reconocimiento del papel relevante de la cultura en la construcción del conocimiento escolar (Martínez y Molina, 2011).

Es de destacar que en el análisis general de este caso (Martínez, 2005), tal como lo esperábamos, no se da una perspectiva homogénea al asumir el conocimiento escolar, sino que hay una primacía de *ejes cuestionamiento*; en este análisis solamente hemos identificado un *eje obstáculo* relacionado con la primacía de contenidos conceptuales, y en cambio sí, dos *ejes dinamizadores*, relacionados con el papel del estudiante como una fuente válida de contenidos escolares y como probables interlocutores en la elaboración del conocimiento.

Respecto al primer cuestionamiento planteado en la categoría de referentes, notamos una tensión en cuanto a si la introducción del referente científico se hace porque las elaboraciones escolares tienen la pretensión de ser equivalentes a este conocimiento, esto es, más que buscar enriquecer las ideas de los niños, se quiere que estas se correspondan a dicho referente. Esta misma tensión se refuerza en otras categorías, y de igual manera, en el análisis de criterios de validez, planteábamos el cuestionamiento siguiente: el niño puede ser asumido como sujeto de conocimiento «válido», pero de todos modos hay un conocimiento al que se debe llegar, el conocimiento científico.

Estos diferentes ejes, pero en particular los *ejes cuestionamientos*, nos permiten suponer un proceso de transición en el conocimiento profesional de Juan, probablemente orientado por la tensión entre enriquecer las ideas de los niños o llegar al conocimiento científico (a un conocimiento predefinido, acabado y probablemente «superior»). Nos preguntamos ¿qué pasaría si no existiera esa tensión? ¿si no se diera esa preocupación por el conocimiento al que hay que llegar? En este sentido es necesario hacer alusión al análisis realizado por García Díaz y Merchán (1997), García Díaz (1998), y García Pérez (1999), quienes plantean varias posibilidades de entender el conocimiento escolar como la hipótesis de la compatibilidad o del «sentido común», que se basa en el supuesto de que tanto el conocimiento cotidiano como el científico tienen epistemologías similares y, por ello, la transición entre uno y otro se hace sin dificultad. Otra considera que subyace una visión del aprendizaje a modo de «llenado del vaso vacío» o «mente en blanco» del estudiante; y están también las hipótesis de sustitución, de coexistencia y de complejización (Martínez, 2000).

Frente a nuestro interés, en cuanto a qué relaciones podríamos establecer entre las características sobre el conocimiento escolar y las declaraciones sobre el conocimiento científico, recordemos que en los dos casos anteriores –tanto en el caso uno (1) como en el dos (2)– identificamos *ejes obstáculos* relacionados con visiones absolutistas sobre el conocimiento científico; pero su relación con el conocimiento escolar fue diferente, pues en el primero parece que hay una pretensión de llegar al conocimiento científico, en cambio, en el segundo, no. Veamos a este respecto qué ocurre en el tercer caso. Recordemos que desde el nivel declarativo se hizo explícita la consideración de otros referentes, diferentes al conocimiento científico.

En el caso de Juan, respecto a las declaraciones sobre el conocimiento científico, señalamos *ejes dinamizadores*: la mirada relativa frente al conocimiento científico en cuanto a su dependencia de los individuos, su relación con el contexto y su carácter colectivo; la no objetividad ni exactitud del conocimiento científico, sino su dependencia de las personas; la observación como determinada por el observador, pues no todos los observadores hacen las mismas observaciones, ya que el científico está influenciado por su contexto y por su propia subjetividad; y el carácter colectivo que generalmente requieren las investigaciones, por ejemplo:

- *En un momento determinado tú tomas por cierto varias cosas que después se han visto que no... que el conocimiento en general y el científico no es objetivo, ni tampoco es exacto, o sea que... que puede serlo, pero también puede no serlo.*
- *En una investigación todos los elementos están conectados unos con otros, incluso la observación depende del observador, qué clase de observador, todos los observadores no hacen las mismas observaciones.*
- *Nosotros somos un sistema, nos movemos dentro del modelo sistémico. Entonces... el conocimiento científico es sistémico también. Cuando varía por ejemplo la observación, la hipótesis, varían todos los elementos, van variando todo...*

De este caso se destaca una mirada relativa frente al conocimiento científico en cuanto a su validez, no con los criterios absolutos; en cuanto al reconocimiento de la incidencia de diferentes variables en su producción; en los procesos de cambio y su carácter sistémico. También hemos señalado *ejes cuestionamiento* (p. ej. ¿si la producción del conocimiento científico está determinada por cada individuo, se produce un conocimiento científico absolutamente relativo? ¿cuál

es el papel del experimento en la investigación? ¿hay investigaciones que no se pueden demostrar?), y señalamos a continuación un *eje obstáculo* que corresponde a la eficacia de «el método»: «La eficacia del método, sí, pueden ser estas fases ordenadas del método científico: observación, hipótesis, experimentación y elaboración de teorías».

De este panorama nos llama la atención el *eje cuestionamiento* en torno a la tensión entre favorecer y enriquecer el proceso de construcción, e identificar los contenidos trabajados con contenidos científicos; vemos cómo la introducción de este referente se hace porque las elaboraciones escolares, probablemente, tienen la pretensión de ser equivalentes a dicho conocimiento; esto es, posiblemente más que buscar enriquecer las ideas de los niños, se pretende que estas sean correspondientes con las del conocimiento científico; pero es una situación que se da en tensión, puesto que hemos identificado unidades que señalan ambas tendencias.

Los anteriores aspectos nos reiteran que en el tercer caso, se está en un proceso de construcción del conocimiento escolar como conocimiento particular; diferente ocurre en el caso dos, donde se nota un mayor número de *ejes dinamizadores* frente a las declaraciones sobre el conocimiento científico, pues hay una reflexión cercana sobre consideraciones tenidas actualmente como adecuadas. Pero al igual que en los casos 1 y 2, en el 3 se asume como relevante el papel del método científico en la escuela.

A modo de conclusión

En los tres casos hemos señalado un proceso de transición entre diferentes niveles de complejidad del conocimiento de los profesores, hemos identificado posibles ejes *DOC*, que evidencian no solo la complejidad del conocimiento de los profesores, sino además, que se está en un proceso de cambio. En particular, parece que hay tres niveles diferentes en la constitución del conocimiento escolar, como conocimiento particular:

- En el caso 1: aunque se hacen adecuaciones a los contenidos teniendo en cuenta el referente cotidiano, parece que finalmente se ha de llegar al conocimiento científico, como predefinido.
- En el caso 2: hay una aproximación a un proceso de enriquecimiento del conocimiento de los niños, en donde el conocimiento científico aporta, pero no es el punto de llegada.

- En el caso 3: parece que hay una tensión frente a si lo que se pretende es enriquecer el conocimiento de los niños, o llegar a un conocimiento predefinido, el conocimiento científico.

De modo que en los tres casos hemos identificado que no se da una manera homogénea de entender el conocimiento escolar, sino que se está en un proceso de transición; de manera especial en los casos 2 y 3 se nota un proceso de construcción de alternativas para entender el conocimiento escolar.

Respecto a las posibles relaciones entre las declaraciones sobre el conocimiento científico y las propuestas de conocimiento escolar, en el caso de los referentes, señalamos que si bien la reflexión sobre el conocimiento científico aporta en los procesos de enseñanza, es posible plantear relaciones, pero no un proceso causal. Siguiendo a Rivero (1996), consideramos que no se puede realizar una interpretación simplista y mecánica de la influencia de las concepciones científicas de los profesores sobre otras concepciones o prácticas; y aunque no todas se relacionen coherentemente, sí podemos hacer referencia a un sistema de ideas en evolución (Porlán, 1989; García Díaz, 1998) que constituyen el conocimiento profesional del profesor.

Consideramos que es necesario adelantar más estudios que ayuden a comprender el proceso de construcción del conocimiento profesional de los profesores de ciencias y, en particular, de los profesores que, insatisfechos con las prácticas tradicionales, emprenden la búsqueda de alternativas. Cabe entonces preguntarnos, ¿cómo se están abordando estas propuestas de conocimiento escolar, en profesores innovadores que buscan favorecer la formación científica? ¿de qué manera estamos considerando las explicaciones propias de nuestra cultura, en relación con esta formación científica?, ¿qué papel cumplen los conocimientos sobre la cultura particular en la enseñanza de las ciencias? Más aún, ¿tenemos en cuenta las diferentes relaciones entre cultura y enseñanza de las ciencias (Martínez y Molina, 2011), por ejemplo aculturación o enculturación (Cobern y Aikenhead, 1998), o las diferentes maneras de concebir la alfabetización científica o el reconocimiento de la cultura científica popular (Aikenhead, 2007)? Así, las preguntas por abordar son bastante relevantes para plantear las propuestas de enseñanza de las ciencias y los desarrollos profesionales de los profesores de ciencias, en atención a nuestros contextos particulares.

Referencias

Abell, S. (2007). Research on Science teacher Knowledge. En: S. Abell y N. Lederman (2007). *Handbook of research on science education*. Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum.

Abell, S. (2008). Twenty years later: Does pedagogical content knowledge remain a useful. In: *International Journal of Science Education*, 30(10), pp. 1405-1416.

Aguirre, J.; Haggerty, S. & Linder, C. (1990). Student-teachers' conceptions of science, teaching and learning: A case study in preservice science education. In: *International Journal of Science Education*, 12(4), pp.381-390.

Aikenhead (2007). Expanding the research agenda for scientific literacy. In: Douglas Roberts. *Promoting scientific literacy: science educations research in transaction*. Uppsala Sweden: Uppsala University.

Arnay, J. (1997). Reflexiones para un debate sobre la construcción del conocimiento: hacia una cultura científica escolar. En: *La construcción del conocimiento escolar 1997*, pp. 35 -57. Barcelona: Paidós Ibérica.

Baena, M. (2000). Pensamiento y acción en la enseñanza de las ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*, 18(2), pp. 217-226.

Ballenilla, F. (2003). *El practicum en la formación inicial del profesorado de ciencias de Enseñanza Secundaria. Estudio de caso*. Tesis Doctoral. Sevilla: Universidad de Sevilla.

Bardín, L. (1996). *El análisis de contenido*. Madrid: Akal.

Castañeda & Franco (2004). *Generación CYT. Análisis de experiencias para el fomento de una cultura de la ciencia y la tecnología en niños, niñas y jóvenes de Colombia*. Bogotá: COLCIENCIAS.

Bell, R. L.; Lederman, N. G. & Abd-El-Khalick, F. (2000). Developing and acting upon one's conception of the nature of science: A follow-up study. In: *Journal of Research in Science*.

Brickhouse, N. W. (1989). The teaching of the philosophy of science in secondary classrooms: Case studies of teachers' personal theories. In: *International Journal of Science Education*, 11(4), pp. 437-449.

Brickhouse, N. (1990). Teachers' beliefs about the nature of science and their relationship to classroom practice. In: *Journal of Teacher Education*, 41(3), pp. 53-62.

Carey, R. L. & Stauss, N. G. (1970a). An analysis of the relationship between prospective science teachers' understanding of the nature of science and certain academic variables. In: *Georgia Academy of Science*, pp.148-158.

Cobern, W. & Aikenhead, G. (1998). Cultural aspects of learning science. In: Fraser y Tobin (Eds.). *International Handbook of Science Education*. London: Kluwer Academic Publisher.

Duschl, R. A. & Wright, E. (1989). A case study of high school teachers' decision making models for planning and teaching science. In: *Journal of Research in Science Teaching*, 26(6), pp.467-501

Fernández, E. (2000). *Análisis de las concepciones docentes sobre la actividad científica: una propuesta de transformación*. Tesis doctoral inédita. Universitat de València.

Furió, C. (1994). Tendencias actuales en al formación del profesorado de ciencias. En: *Enseñanza de las Ciencias*, 12(2), pp.188-199.

García Díaz, J. E. (1998). *Hacia una teoría alternativa sobre los contenidos escolares*. Sevilla: Díada.

García Díaz, J. E. & Merchán, J. (1997). El debate de la interdisciplinariedad en la ESO: el referente metadisciplinar en la determinación del conocimiento escolar. En: *Investigación en la Escuela*, 32, pp. 5-26.

García Pérez, F. (1999). *El medio urbano en la educación secundaria obligatoria. Las ideas de los alumnos y sus implicaciones curriculares*. Tesis doctoral inédita. Sevilla: Universidad de Sevilla.

Hashweh, M. (1996). Effects of science teachers' epistemological beliefs in teaching. In: *Journal of Research in Science Teaching*, 33, pp.47-63.

Hodson, D. (1993a). Philosophic stance of secondary school science teachers, curriculum experiences and children's understanding of science: some preliminary findings. In: *Interchange*, 24(1-2), pp. 41-52.

Koulaidis, V. & Ogborn, J. (1989). Philosophy of science. An empirical study of teachers' views. In: *International Journal of Science Education*, 11(2), pp.173-184.

Koulaidis, V. & Ogborn, J. (1995). Science teacher's philosophical assumptions: how well do we understand them? In: *J. Sci.Edu.*, 17(3), pp.273-283.

Lederman, N. (2007). Nature of Science: Past, present, and future. In: S. Abell & N. Lederman. *Handbook of Research on Science Education*. London: Lawrence Erlbaum Associates, Publishers.

Lederman, N. (1992). Students' and teachers' conceptions of nature of science: A review of the research. In: *Journal of Research in Science Teaching*, 29(4), pp. 331-359.

Lederman, N. G. (1999). Teachers' understanding of the nature of science and classroom practice: Factors that facilitate or impede the relationship. In: *Journal of Research in Science Teaching*, 36(8), pp. 916-929.

Lederman, N. G. & Zeidler, D. L. (1987). Science teachers' conceptions of the nature of science: Do they really influence teacher behaviour? In: *Science Education*, 71(5), pp. 721-734.

Martínez, C. (2000). *Las propuestas curriculares sobre el conocimiento escolar en el área de conocimiento del medio: dos estudios de caso en profesores de primaria*. Tesis Doctoral. Sevilla: Universidad de Sevilla. Programa Didáctica de las Ciencias Experimentales y Sociales, un enfoque interdisciplinar.

Martínez, C. (2005). *Las propuestas de conocimiento escolar en los inicios del aprendizaje de la química: un estudio de caso en las clases de ciencias en sexto grado de educación primaria*. Tolima, Colombia: Centro de Investigaciones, Universidad del Tolima.

Martínez, C. & Martínez, V. (2012). El conocimiento escolar y las hipótesis de progresión: algunos fundamentos y desarrollos. En: *Revista Nodos y Nudos*, 32, pp. 50-63. Disponible en: <http://revistas.pedagogica.edu.co/index.php/NYN/article/view/1799>

Martínez, C. & Molina, A. (2011). La especificidad del conocimiento profesional y del conocimiento escolar en las clases de ciencias: algunas relaciones con la cultura. En: *Revista EDUCyT*. 2(2), pp. 35-57. Consultado el 1 de Marzo de 2012. Disponible en: http://www.educyt.org/portal/index.php?option=com_virtuemart&Itemid=86.

Martínez, C. & Rivero, A. (2001). El conocimiento profesional sobre el conocimiento escolar en la clase de conocimiento del Medio. En: *Revista Investigación en la Escuela*, 45, pp. 65-75. Sevilla.

Martínez, C. & Rivero, A. (2005). Algunos aspectos a considerar en una propuesta de conocimiento escolar desde una perspectiva compleja. Reflexiones en torno a un estudio de caso en las clases de ciencias. En: *Revista Enseñanza*

de las Ciencias, número extra. Disponible en: http://ddd.uab.cat/pub/edlc/edlc_a2005nEXTRA/edlc_a2005nEXTRAp244algasp.pdf

Martínez, C. & Rivero, A. (2012). La investigación sobre el conocimiento profesional del profesor: algunos aspectos conceptuales y metodológicos. En: A. Molina (Ed.). *Algunas aproximaciones a la investigación en educación en enseñanza de las Ciencias Naturales en América Latina* (Énfasis 9, pp. 205-241). Bogotá: Universidad Distrital Francisco José de Caldas.

Martínez, C.; Molina, A. & Reyes, J. (2010). Conocimiento escolar en la didáctica de las ciencias: una aproximación al problema. En: *EDUCyT, Memorias, II congreso Nacional de investigación en educación en ciencias y tecnología*. Disponible en: http://www.educyt.org/portal/images/stories/ponencias/sala_9/9conocimiento_escolar_en_la_didactica_de_las_ciencias_una_aproximacion_al_problema.pdf. Cali, Colombia: Universidad del Valle.

Martínez, C. E.; Molina, A.; Valbuena & Hederich, C. (2011). *El conocimiento profesional de los profesores de ciencias de primaria sobre el conocimiento escolar: un caso sobre los tipos de contenidos y referentes epistemológicos*. VIII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências VIII ENPEC I Congreso Iberoamericano de Investigación en Enseñanza de las Ciencias I CIEC. Campinas, Brasil: Unicamp, Universidade Estadual de Campinas.

Mellado, V. & González, T. (2000). La formación inicial del profesorado de ciencias. En: F. Perales y P. Cañal (Comp.). *Didáctica de las Ciencias Experimentales*. Alcoy: Marfil.

Munby, H.; Malcolm, C. & Lock, C. (2000). School science culture: A case study of barriers to Developing Professional Knowledge. In: *Science Education*, 84(2), pp. 193-211.

Niño, C. & Sepúlveda, C. (2006). Referenciais teóricos e subsídios metodológicos para a pesquisa sobre as relações entre educação científica e cultura. Em: Teixeira, Greca (Org.). *A Pesquisa em ensino de ciências no Brasil e suas metodologias*. Ijuí: Editora UNIJUI.

Perafán, A. (2004). *La epistemología del profesor sobre su propio conocimiento profesional*. Bogotá: Universidad Pedagógica Nacional.

Pope, M. L. & Scott, E. M. (1983). Teachers' epistemology and practice. En: R. Halkes & J. K. Olson. *Teacher thinking: A new perspective on persisting problems in education*. Lise: Swets and Zeitlinger. (Trad. Cast. La epistemología y la práctica de los profesores. En: R. Porlán, J. E. García y P. Cañal: *Constructivismo y enseñanza de las ciencias*. Sevilla: Díada, 1988).

Porlán, R. (1989). *Teoría del conocimiento, teoría de la enseñanza y desarrollo profesional. Las concepciones epistemológicas de los profesores*. Tesis doctoral. Sevilla: Universidad de Sevilla.

Porlán, R. (1996). *Proyecto Docente*. Sevilla: Universidad de Sevilla. Documento inédito. Departamento de Didáctica de las Ciencias.

Porlán, R. (1998). Pasado, presente y futuro de la didáctica de las ciencias. En: *Enseñanza de las Ciencias*, 16(1), pp. 175-185.

Porlán, R. & Rivero, A. (1998). *El conocimiento de los profesores*. Sevilla: Díada Editora.

Porlán, R.; Rivero, A. & Martín, R. (2000). El conocimiento del profesorado sobre la ciencia, su enseñanza y aprendizaje. En: F. Perales y P. Cañal (Comp.). *Didáctica de las Ciencias Experimentales*. Alcoy: Marfil.

Pozo, J. (1996). *Aprendices y maestros*. Madrid: Alianza Psicología Minor.

Prawat, R. (1992). Teachers' belief about teaching and learning: a constructivist perspective. In: *American Journal of Education*, 100(3), pp. 354-395.

Rivero, A. (1996). *La formación permanente del profesorado de ciencias de la educación secundaria obligatoria: un estudio de caso*. Tesis Doctoral inédita. Sevilla: Universidad de Sevilla.

Rodrigo, M. J. (1994). El hombre de la calle, el científico y el alumno: ¿un solo constructivismo o tres? En: *Investigación en la Escuela*, 23, pp. 7-16.

Shulman, L. S (1987). Knowledge and Teaching. Foundations of the New Reform. In: *Harvard Educational Review*, 57(1). (Trad. cast. [2001]. Conocimiento y enseñanza. Estudios públicos, 63, pp. 163-196).

Smith, D. (2000). Content and Pedagogical Content Knowledge for elementary science teacher educators: Knowing our students. In: *Journal of Science Teacher Education*, 11(1), pp. 27-46.

Tobin, K. y McRobbie, C. J. (1997). Belief about the nature of Science and the Enacted Science Curriculum. In: *Science & Education*, 6, pp. 355-371.

Tobin, K. ; Tippins, D. & Hook, K. (1992). *The long hard road from objectivism to constructivism*. En : *Proceedings of the Second International Conference on History and Philosophy of Science in Science Education*. Kingston: Canadá.