

Dimensión del perfil conceptual en las investigaciones sobre la enseñanza de las ciencias

Rosa I. Pedreros M.¹

Introducción

Desde la década de los años 80 las investigaciones en enseñanza de las ciencias se han centrado en el estudio de lo que ya sabe el estudiante acerca de las ideas, concepciones y representaciones de aquello a ser enseñando, y dependiendo de estas perspectivas, se ha denominado la enseñanza en este contexto como: *cambios estructurales* (Piaget y Inhelder, 1972; Piaget, 1984; Nussbaum, 1989); *cambios en conceptos o nociones individuales* –contenidos– (concepciones y alternativas); *cambio conceptual en áreas o dominios específicos de conocimiento* (Driver y Erikson, 1983; Driver, 1986; Driver, Squires y Wood-Robinson, 1994); *evolución de las concepciones* (Giordan y De Vecchi, 1988) y *cambio en el contenido conceptual* (Teoría de campos conceptuales) (Vergnaud, 1990, 1996, 2007).

Al respecto, los resultados de las prácticas para lograr los cambios, demuestran que a pesar de los esfuerzos realizados aún no se ha alcanzado este objetivo (Duit, 1994, 1999; Duit y Treagus, 1998). Persisten interrogantes como ¿por qué los estudiantes no aprenden lo que se les enseña? y ¿por qué no se logra un aprendizaje significativo?

Moreira y Greca (2003) agrupan las propuestas como: *Acomodación cognitiva*, Piaget (1984) y Nussbaum (1989); *Concepciones alternativas*, Driver (1986); *Dinámica de los sistemas de conocimiento*, Carey (1985); *Visión epistemológica de la evolución conceptual*, Toulmin (1977); *Campo semántico*, Lins (1994b) y, *Modelos mentales*, (Jhoson-Laird, 1983, 1996; Moreira y Greca 2002).

Desde la perspectiva de las teorías implícitas, se procura un *cambio de los conceptos componentes y un cambio en la forma de conceptualizar*; se considera que las ideas de los alumnos están organizadas dentro de teorías implícitas o personales, con características bien diferenciadas de las teorías científicas (Rodrigo, 1985, 1994; Pozo, Rodríguez, y Marrero, 1993; Rodri-

1 Universidad Pedagógica Nacional. Doctorado Interinstitucional, Educación en Ciencias. Universidad Distrital Francisco José de Caldas.

go, Rodríguez y Marrero, 1994; Utges, Jardón, Ferabóli y Fernández, 2000; Utges y Pacca, 1998, 2003). En cuanto a la propuesta de *las representaciones y modelos mentales*, se busca entender las representaciones de los conceptos científicos y los procesos de construcción que realizan las personas (Williams, Holland y Stevens, 1983; Norman, 1983; Johnson-Laird, 1983, 1996; Morrison y Morgan, 1999; Moreira, 1999, 2005; Moreira y Greca, 2002, 2003; Justi, 2006; Justi y Gilbert, 2006). Otros consideran la *redescripción representacional* (Pozo y Gómez, 1998; Pozo, 1989, 2003). En estas perspectivas, se empieza a contemplar la importancia de la diversidad en el aula a partir de las representaciones y teorías personales. Sin embargo, no muestran la relación entre contexto local y global, y no evidencian la presencia de comunidades diferenciadas en el aula, lo cual implica una diversidad epistémica, conceptual y cultural (Ogawa, 1986; Arca, Guidoni y Mazzoli 1990; Mathy, 1992; Cobern, 1993, 1994, 1996; Segura, Molina, Pedreros, Arcos, Velasco, Leuro y Hernández, 1995; Aikenhead, 1996, 2001; Cobern y Loving, 2001; Mortimer, 1998, 2000, 2001; Molina, 2000, 2004, 2005a; El-Hani, 2006).

Ahora bien, propuestas como *Colectivos de pensamiento* (Fleck, 1986a, 1986b), *Visiones de mundo* (Cobern, 1993, 1994, 1996; Cobern y Loving, 2001), *Perfil Conceptual* (PC) (Mortimer, 1998, 2000, 2001) y *Conglomerados de relevancias* (Molina, 2000, 2002; Molina, López y Mójica, 2005), posibilitan el reconocimiento de las comunidades culturalmente diferenciadas y el cuestionamiento respecto a ¿cuál es el origen y condicionamiento histórico-social en la formación de los conceptos, la organización de la mente y las modalidades de pensamiento y formas de hablar en la clase? y ¿cómo se presenta la producción de significados?

En la primera parte de este capítulo, se aborda la dimensión del Perfil Conceptual (PC)² y se presenta el sentido y significado del PC; en la segunda, se exponen investigaciones sobre la enseñanza de las ciencias que hacen uso de la noción y marco referencial de los PC. En la revisión de literatura, se acudió a fuentes como artículos, tesis de maestría y estudios doctorales, así como a documentos de reflexión que circulan en la comunidad de docentes. Al final se presentan unos comentarios a manera de conclusión.

2 La revisión hace parte de la búsqueda de antecedentes de la tesis doctoral que se pregunta sobre *¿cuál es el Perfil Conceptual de equilibrio térmico de los individuos de dos comunidades culturalmente diferenciadas? y ¿cuáles son las implicaciones para una Educación en Ciencias que contemple la diversidad cultural?*, adelantada en el Doctorado interinstitucional en Educación, línea de investigación Enseñanza de las Ciencias y Contexto Cultural, en la Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Bogotá, Colombia.

Para comprender el sentido y significado del Perfil Conceptual (PC) y su pertinencia en las investigaciones de la enseñanza de las ciencias, se expone en este aparte su origen, caracterización, base epistemológica, aspectos metodológicos y el aprendizaje y enseñanza desde el abordaje de PC. Dicha exposición permite visibilizar el marco referencial desde el cual se estructura el PC y su distinción con propuestas como las del cambio conceptual.

En cuanto al origen de los Perfiles Conceptuales (PC), se puede decir que fueron presentados a mediados de 1990 por Mortimer (1975, 1994, 1995), quién los propuso como una manera de modelar la heterogeneidad del pensamiento y el lenguaje en la clase de ciencias. Fueron desarrollados inicialmente como una alternativa al modelo de cambio conceptual de Posner, Strike, Hewson y Gerzog (1982), rechazando la idea de llevar al estudiante a romper con sus concepciones previas como requisito para aprender ciencias.

Esta propuesta se aproxima al constructivismo contextual de Cobern (1996), quién también propone la coexistencia de diferentes modos de pensar y hablar el aprendizaje de las ciencias, entendido como el aprendizaje de un lenguaje, en este caso de la ciencia escolar, el cual se logra en el aula. Este es comprendido por Mortimer y Scott (2000, 2003) desde una perspectiva socio-interaccionista. La noción de PC puede ser usada para la estructuración de las ideas relativas a un determinado concepto y para describir la evolución de las ideas –tanto en el espacio social de la clase como en los individuos– como consecuencia del proceso de enseñanza.

En los PC se contempla que *en cualquier cultura o persona no existe una única forma homogénea de pensar sino diferentes tipos de pensamiento verbal*. Esta heterogeneidad del pensamiento verbal reconoce la *coexistencia en el individuo de dos o más significados para una misma palabra o concepto*, que se emplean correctamente en diferentes contextos. Esta coexistencia es posible también en un concepto científico, en el que la visión clásica y moderna de un mismo fenómeno no es siempre equiparable. En los PC, la evolución conceptual no es entendida como la sustitución de las concepciones previas de los aprendices por ideas científicas, sino como un enriquecimiento del espectro de ideas con el que se dispone para la comprensión de un asunto dado (Mortimer, 1994, 1998, 2000, 2001).

Las ideas que caracterizan los Perfiles Conceptuales (PC) son:

- Deben ser entendidos como *modelos* de diferentes maneras de ver y representar el mundo, que son utilizados por las personas para significar su experiencia.

- Es concebido como una manera de modelar la heterogeneidad de los pensamientos y el lenguaje en la clase de ciencias.
- Se basa en la idea de que las personas exhiben diferentes formas de ver y conceptualizar el mundo, por ende, diferentes modos de pensar que son usados en diversos contextos (Mortimer, 1994, 1995, 2001).
- Deben ser entendidos como modelos de la heterogeneidad del pensamiento verbal (Tulviste, 1991). Modos de pensar que son tratados como elementos que permanecen en el pensamiento conceptual de los individuos, íntimamente relacionados con los significados socialmente construidos que pueden ser atribuidos a los conceptos.
- Se constituye en una herramienta para analizar el discurso estructurado en torno a la relación entre modos de pensar y de hablar (Mortimer, 2001); se pueden abordar en términos de lenguajes sociales y géneros del discurso de Bakhtin (1986). El examen de esta dimensión corresponde a un análisis de los significados socialmente establecidos que son atribuidos a un concepto dado a partir de distintos modos de pensar. Estos modos de pensar y los significados asociados a ellos son compartidos en sentidos diferentes, siendo necesaria una herramienta para analizar esos modos estables de producción de significados que emergen en las interacciones discursivas en la clase.
- Cada PC modela la diversidad de modos de pensar o de significar un concepto determinado. Por ejemplo, calor, materia, vida, adaptación, molécula, evolución, entre otros.
- Está constituido por varias “zonas”; cada una representa un modo particular de pensar o de atribuir significado a un concepto. Cada modo de pensar puede estar relacionado con un modo particular de hablar.
- Los principales aspectos que caracterizan la noción de PC son la pluralidad filosófica relativa a un concepto, la posibilidad de complementariedad entre los diversos puntos de vista sobre un concepto y la heterogeneidad de ideas relativas a un mismo concepto que pueden coexistir en un mismo individuo (Mortimer, Scott y El-Hani, 2009).

En estas características, se distinguen los siguientes aspectos:

- *Distinción entre las características ontológicas y epistemológicas de cada zona del perfil*, dado que al tratar con el mismo concepto, cada zona del perfil podría ser epistemológica y ontológicamente diferente de otras, ya que estas características del concepto pueden cambiar en la medida en que se mueva a través del perfil. Por ejemplo, en relación al perfil del concepto de átomo, en cuanto objeto cuántico no pertenece a la misma categoría ontológica del átomo clásico. Esta distinción entre aspectos epistemológicos y ontológicos es importante una vez que muchos de los problemas de los aprendizajes de conceptos científicos han sido relacionados con la dificultad de si cambian las categorías ontológicas de las cuales los conceptos son designados.

- *Toma de consciencia por el estudiante de su propio perfil*, desempeña un papel importante en el proceso de enseñanza-aprendizaje. Este aspecto ya sería suficiente para explicar ciertos resultados de la literatura que cuestiona la interpretación usual del cambio conceptual como sustitución de las pre-concepciones por conceptos científicos. Por ejemplo, el uso por parte del estudiante, de concepciones previas en problemas cotidianos y/o nuevos podría indicar el hablar de la consciencia de su propio perfil. El alumno tendría adquirido el concepto newtoniano de movimiento, mas no tendría la consciencia de la relación entre éste y su concepto anterior de que el “movimiento requiere fuerza”, no sabiendo por tanto, en qué contexto es más apropiado emplear uno u otro. Sin embargo, en una situación nueva, él usará el concepto pre-newtoniano de que el “movimiento requiere fuerza”, a pesar de ya haber usado el concepto newtoniano como suceso de situaciones familiares, justamente porque él no habría tomado consciencia de que esos dos conceptos pertenecen a un mismo perfil, pero que los dominios en los que se aplica son diferentes. La falta de esa consciencia lo llevaría a generalizar su concepto anterior, que puede ser más familiar, y que sería usado con más seguridad en una situación nueva (Mortimer, 2004).
- *Los niveles “pre-científicos” no son determinados por escuelas filosóficas de pensamiento, pero sí por los compromisos epistemológicos y ontológicos de los individuos*, como las características individuales están fuertemente influenciadas por la cultura, podemos definir el PC como un sistema supra-individual de formas de pensamiento que puede ser atribuido a cualquier individuo dentro de una misma cultura. A pesar de que cada individuo posee un perfil diferente, las categorías por las cuales él es tratado son las mismas para cada concepto. La noción de perfil conceptual es, por tanto, dependiente del contexto, una vez que es fuertemente influenciada por las experiencias distintas de cada individuo; y depende del contenido, ya que para cada concepto en particular, se tiene un perfil diferente.

Las categorías que caracterizan el perfil son independientes del contexto, una vez que dentro de una misma cultura, están las mismas categorías por las cuales son determinadas las diferentes zonas del perfil. En nuestra civilización occidental, las zonas científicas del perfil son claramente definidas por la historia de las ideas científicas. Las zonas pre-científicas también están claras para muchos conceptos como consecuencia de la intensa investigación en concepciones alternativas de los estudiantes realizadas en las últimas décadas, y que identifican los mismos tipos de concepciones relacionadas a un determinado concepto científico en diferentes partes del mundo.

Según Mortimer (1995) el PC es individual, pero las categorías que caracterizan las zonas de cada perfil particular son compartidas por individuos de una misma cultura, especificando así formas de pensar. Eso es coherente

con la visión de Vygotsky (1978, 1987, 2000), en tanto que las funciones mentales superiores –entre ellas el pensamiento conceptual– emergen primero en el plano social, intermedio, para después ser internalizadas por los individuos, constituyendo el plano intramental. La internalización no es una simple copia del plano externo al interno, es más un proceso por el cual el plano intramental es creado, cada vez que se desenvuelve su propio perfil a partir de los significados sociales (Amaral, 2004).

La heterogeneidad de los modos de pensar no se da solo en el contexto del lenguaje cotidiano. Las ciencias también tienen formas heterogéneas de pensar y hablar en la cotidianidad, propiciando múltiples maneras de conceptualizar la experiencia, por ejemplo, el concepto de átomo. En los PC como modelos de la heterogeneidad del pensamiento, se considera que los diferentes significados que pueden ser atribuidos a un concepto coexisten en un individuo, mas cada cual se muestra pragmáticamente más poderoso para tratar con determinados tipos de problemas. La heterogeneidad de pensamiento conceptual no se limita a la ciencia. Innumerables “términos científicos” son también usados en las experiencias cotidianas, sea porque son palabras del lenguaje común de las cuales la ciencia se apropia, como “adaptación”, sea porque son palabras de la ciencia que fueron apropiadas por el lenguaje común, como “gen”. En estos casos, los PC son todavía más ricos y la distinción entre los significados diferentes y los dominios apropiados de su aplicación se torna aún más complicada (Mortimer, Scott y El-Hani, 2009).

Los criterios para evaluar el perfil son:

- Cuanto más central un concepto esté en una estructura conceptual, más poderosas deben ser las consecuencias de construir el perfil.
- Cuanto más un concepto es usado en diferentes áreas de la ciencia, más polisémico debe ser, estando presentes distintas zonas de carácter científico.
- Cuanto más el concepto es usado en el lenguaje cotidiano, más interesante de construir el perfil, porque hay más polisemia, con zonas no científicas, y mayor será la contribución para la enseñanza y aprendizaje.

Referentes teóricos y base epistemológica de los PC

En la propuesta de los PC se contempla que las personas tienen diferentes maneras de ver y de conceptualizar el mundo (Schutz, 1967; Tulviste, 1991; Cobern, 1996), que lidian con “representaciones colectivas” (Durkheim, 1972) y que construyen su pensamiento conceptual. Estas construcciones colectivas son de naturaleza supra-individual (o sea, social) y son impuestas a la cognición individual. De este modo se termina por lidiar con con-

ceptos y significados que se mantienen en una forma bastante similar por una serie de individuos en varias esferas del mundo social (Mortimer, Scott y El-Hani, 2009).

La noción de PC fue inspirada en la idea de Perfil Epistemológico (PE) de Bachelard (2003). En esta perspectiva, el PE tiene la pretensión de constituirse como una herramienta que vislumbra las rupturas históricas que se han sucedido en la conformación de los conceptos científicos, y sobre este psicoanálisis determinar los obstáculos que ha superado el conocimiento hasta la construcción de las teorías recientes. Estos “estados de pensamiento” por los que discurren las diversas conceptualizaciones (realismo ingenuo, racionalismo primero, racionalismo de la mecánica racional, racionalismo completo, racionalismo discursivo), al ser planteados como perfil, proporcionan una descripción de los procesos de consolidación de un proceso particular (Orozco, 1996).

De esta manera el PE se constituye para un concepto y posee un carácter idiosincrático; cada individuo tiene la posibilidad desde un psicoanálisis objetivo de su pensamiento, de establecer la naturaleza y proyección de su propio PE. Bachelard (2003) convoca al pluralismo de la cultura filosófica. Un PE debe ser relativo a un concepto designado, que vale solo para un espíritu particular que se examina a sí mismo en un estadio particular de su cultura. Por ejemplo, el PE de la noción de masa.

Este epistemólogo plantea que a cualquier actitud filosófica general se puede oponer, como objeción, una noción particular, cuyo PE revela un pluralismo filosófico. Una sola filosofía es, pues, insuficiente para dar cuenta de un conocimiento algo preciso. Si se quiere, por consiguiente, plantear exactamente la misma cuestión a propósito de un mismo conocimiento a diferentes espíritus, se verá aumentar extrañamente el pluralismo filosófico de esa noción. Cada filosofía no da más que una banda del espectro nocional y es necesario agrupar todas las filosofías para poseer el espectro completo de un conocimiento particular (Bachelard, 2003).

Mortimer introduce dos distinciones, las cuales permiten construir un modelo que describe los cambios en los pensamientos de los individuos como resultado de los procesos de enseñanza (Mortimer, 1995, 2000, 2001), a saber:

1) No se trataría de ubicar las discusiones en el plano de las escuelas filosóficas, como lo hace Bachelard, sino más bien en el plano de la conceptualización científica. En esta perspectiva Mortimer introduce el concepto de PC como un sistema superindividual de formas de pensamiento que puede tener un individuo en una determinada cultura, y

2) *Considera el PC desde un aspecto dual, en donde cada una de las diferentes zonas que lo conforman está definida por su naturaleza ontológica y epistemológica, permitiendo con esto introducir la idea de que cada concepto científico, independiente de la zona en la que se encuentre, presenta unas definiciones ontológica y epistemológica particulares. De esta manera pueden existir zonas de PC cuyos presupuestos epistemológicos sean compartidos, pero en el plano ontológico sean disímiles.*

La noción de PC comparte características con el PE, como la jerarquía entre diferentes zonas del perfil, siendo cada zona sucesiva, caracterizada por contener categorías de análisis con poder explicativo mayor que las anteriores (Ribeiro y Mortimer, 2006). Otras características son distintas a las del PE: la diferencia entre las zonas a partir de los aspectos ontológicos del concepto y la importancia dada a la toma de consciencia por el estudiante de su propio perfil.

De manera análoga al PE, la noción de PC presupone que un individuo puede presentar diferentes visiones sobre un mismo concepto, considerando que existen varias formas de ver y representar la realidad. Contrario al PE, el PC considera que los diversos puntos de vista sobre la realidad están asociados a contextos específicos que le son apropiados; no se caracteriza o privilegia una forma de pensar sobre otra (Ribeiro y Mortimer, 2004).

Las categorías epistemológicas propuestas por Bachelard, se presentan significativas para la comprensión del desarrollo de las ideas científicas. Sin embargo, la idea de pluralidad filosófica está enfocada en el análisis del progreso del conocimiento científico y sugiere una valorización de racionalidad del conocimiento científico por encima de las otras formas de conocimiento. La noción de PC, no prevé esta jerarquización (Putnam, 1995, XXX).

Nuevas ideas pueden ser constituidas en forma diferente de aquellas existentes, y estas últimas pueden no representar necesariamente obstáculos a la construcción de las primeras. Cada uno de los puntos de vista sobre un determinado concepto puede reflejar una dimensión epistemológica diferente, como en el PE. Los diferentes aspectos filosóficos implicados pueden ser comprendidos en una perspectiva complementaria. La imposición de tales construcciones colectivas a la cognición individual ocurre en el hecho de que ésta se desarrolla mediante la internalización de herramientas culturales que son tomadas de las interacciones sociales (Ribeiro y Mortimer, 2004).

Epistemológicamente la noción de PC está comprometida con la posición filosófica del pragmatismo objetivo, se diferencia del relativismo y del

pragmatismo subjetivo jamesiano (James, 1907). Hay un número limitado de ideas y modos de pensar que pueden ser bien sucedidos para lidiar con cualquier problema. Los PC se apoyan en la idea de un valor pragmático de distintas formas de conocimiento para tal fin.

El abordaje de los PC se aleja del subjetivismo, enfatiza en el papel de la apreciación racional de los modos de pensar y actuar, como se muestra de manifiesto en la propuesta de toma de consciencia sobre la demarcación de modos de pensar y sus dominios de aplicación como un objetivo del aprendizaje. Es posible, de este modo, la construcción de una dimensión crítica, a la cual se puede permitir que se vaya alejando de juicios subjetivos sobre lo que es útil para los propósitos de una persona o grupo (Mortimer, Scott y El-Hani, 2009).

En la propuesta de PC se tienen en cuenta otras teorías, como la del lenguaje de Bakhtin (1986), como referencia para el análisis de los modos de hablar; la teoría de las funciones mentales de Vygotsky (1978, 1987, 2000) como base para el análisis del aprendizaje y, la estructura desarrollada por Mortimer y Scott (2000, 2003).

Aspectos metodológicos en el PC

Para construir un PC es necesario considerar una gran diversidad de significados atribuidos a un concepto y a una variedad de contextos, considerados por Vygotsky en sus estudios sobre las relaciones entre pensamiento, lenguaje y formación de conceptos, a saber: *los dominios socio-culturales, ontogenético y microgenético* (Wertsch, 1985). Se buscan en los datos relativos a la producción de significados en estos dominios genéticos, los compromisos ontológicos y epistemológicos que estabilizan modos de pensar y hablar sobre los conceptos y, así mismo, individualizar las zonas para la construcción de un perfil.

En la construcción de las zonas del PC, está la categorización del discurso escrito u oral. Los compromisos ontológicos y epistemológicos que estructuran diferentes modos de pensar y hablar sobre un concepto, son dados explícitamente en declaraciones o proposiciones. Cada individuo tiene un PC propio, que se diferencia de los perfiles de otros sujetos por el peso dado a cada zona y no por las zonas propiamente dichas (Mortimer, Scott y El-Hani, 2009).

Las diferencias entre perfiles resulta de la diversidad y de la experiencia social de los individuos, en la medida en que estas pueden ofrecer más o

menos oportunidades para emplear distintos modos de pensar en los contextos en que son pragmáticamente poderosas.

Para buscar los compromisos, se deben considerar datos o información de diversas fuentes de una manera dialógica, y al mismo tiempo, en interacción unos con los otros. Las fuentes pueden ser:

1) *Fuentes secundarias sobre la historia de la ciencia y análisis epistemológicos sobre el concepto en estudio.* Son particularmente instrumentales en la comprensión de la producción de significados en el dominio socio-cultural y en el establecimiento de compromisos ontológicos y epistemológicos que orientan los procesos de significación de un concepto.

2) *Trabajos sobre concepciones alternativas de estudiantes,* que son útiles para comprender la significación de los conceptos en el dominio ontogenético, y

3) *Datos recogidos* a través de entrevistas, cuestionarios y filmaciones de interacciones discursivas en una variedad de contextos de producción de significados, particularmente en situaciones educacionales, que dan acceso a los dominios ontogenético y microgenético.

En relación con el aprendizaje y enseñanza desde el abordaje del PC, se contempla que en cualquier aula de clase hay una inevitable heterogeneidad de modos de pensar y hablar, que precisan ser modelados si se tuviese la intención de producir alguna teoría sobre la enseñanza y el aprendizaje. Las aulas son lugares sociales complejos, en los cuales un profesor busca mejorar la integración entre los estudiantes, así como la intuición de desarrollar un punto de vista particular, en el caso de la enseñanza de las ciencias, la historia científica (Mortimer y Scott, 2003), con el objetivo de promover en los estudiantes una comprensión de los conceptos científicos (El-Hani y Mortimer, 2007).

El aprendizaje es entendido en dos procesos interrelacionados:

1) *El enriquecimiento de los perfiles conceptuales, y*

2) *La toma de consciencia de la multiplicidad de modos de pensar que constituyen un perfil y los contextos en los cuales éstos y los significados que se les asignan pueden ser aplicados de modo apropiado, es decir, pragmáticamente poderosos.*

En la enseñanza de las ciencias, el primer proceso envuelve la comprensión de modos científicos de pensar a los cuales los estudiantes generalmente no tienen acceso por otros medios. El segundo proceso surge de una

necesidad impuesta por una idea central en el abordaje de los perfiles, a saber, de una coexistencia de modos de pensar y significar de la cognición humana. Frente a tal existencia, se torna un objetivo crucial de la enseñanza y aprendizaje, la promoción de una visión clara entre los estudiantes, de la demarcación entre modos de pensar y significados, así como entre sus contextos de aplicación (El-Hani y Mortimer, 2007).

En el proceso de enseñanza-aprendizaje, los conceptos científicos y las concepciones alternativas o informales de los alumnos, pueden representar un sistema de convicciones o una visión de mundo, que no son necesariamente compatibles con la visión científica. La contraposición entre la visión científica y las concepciones informales de los alumnos sobre un mismo concepto puede generar conflictos, pero eso no necesariamente se constituye en argumentación suficiente para asegurar que las ideas informales sean subsumidas por las científicas (Mortimer, 1995, 2000; Putnam, 1995).

En el contexto escolar las actividades son diversas, y se pueden presentar vinculadas a diferentes esferas de la actividad humana. En la clase, las ideas informales de los estudiantes y las tentativas de contextualización de los conceptos enseñados pueden suscitar discusiones sobre situaciones que retratan diferentes contextos o esquemas conceptuales distintos. En este tipo de discusiones pueden surgir una diversidad de concepciones o diferentes formas de pensar, que representan la heterogeneidad del pensamiento de los alumnos y de el profesor, y esa manifestación se concretiza en los múltiples modos de hablar sobre un mismo concepto. De acuerdo con Putnam (1995), la explicación para los hechos envuelve cuestiones de valor. Así mismo, cuando las discusiones científicas ultrapasan fronteras y van hasta el nivel fundamental, envuelven cuestiones de la filosofía, de la ciencia y de la cultura.

En los PC se prevé que, a lo largo de su proceso de aprendizaje, el estudiante va constituyendo un perfil del concepto, acciones relativas al mismo. Cada concepto está relacionado con un sistema de convicciones específico que puede ser apropiado para determinado contexto y está representado por una zona del perfil. Diferentes concepciones aparecen relacionadas a diferentes interpretaciones del mundo (Putnam, 1995), así cada una de las zonas en el perfil puede estar relacionada con una forma de pensar y ver el mundo que se aplica a un cierto dominio (Mortimer, 2001).

De esta forma el aprendizaje es visto como una construcción de nuevas zonas en un perfil conceptual, que no necesariamente implican un abandono de concepciones pertenecientes a otras zonas, más la consciencia de las relaciones entre esas diferentes zonas conceptuales y la identificación

de contextos en que una u otra zona puede ser aplicada. Trabajar con la noción de perfil conceptual también ayuda a percibir cómo ciertas características de una zona pueden representar obstáculos epistemológicos y ontológicos para construir zonas más avanzadas.

Investigaciones en la enseñanza de las ciencias

En este aparte del capítulo, se presentan investigaciones que han tenido a la base de sus desarrollos la noción de PC. En la revisión se tuvieron en cuenta artículos, documentos, tesis de maestría y estudios doctorales. En las investigaciones se realiza el PC de un concepto, se incursiona en el aula, se plantean reflexiones sobre la práctica de la enseñanza de las ciencias y se destaca el proceder metodológico realizado en su desarrollo. Para su exposición se organizan en dos grupos: investigaciones que caracterizan las zonas del PC e investigaciones que tienen en cuenta en sus planteamientos y reflexiones la base epistemológica de los PC.

Investigaciones que caracterizan las zonas del PC

La investigación “Evolución del atomismo en la sala de aula: cambio de perfiles conceptuales” de Mortimer (1994), tuvo como objetivo detectar y describir la evolución de las explicaciones atomistas para los estados físicos de la materia, entre estudiantes de octava serie de primer grado (14-15 años). Se analizaron pre y post-test y secuencias de episodios de enseñanza que fueron transcritos en vídeo. El investigador se interesó particularmente en describir la génesis de la noción de un modelo para explicar los estados físicos y las transformaciones de los materiales, en particular los cambios de estado y disoluciones.

La hipótesis inicial fue si sería posible describir la evolución de las ideas atomísticas de los estudiantes como resultado de un proceso de equilibración mejor (Piaget, 1975) y como cambio conceptual, entendida como “el proceso en el cual los conceptos centrales y organizadores de una persona se modifican de un conjunto de conceptos a otro, incompatible con el primero (Posner, Strike, Hewson y Gertzog, 1982, p. 211). Se pensaba que una visión continua de la materia era incompatible con la visión atomista y que la construcción de esta última presentaba la superación de la primera en el proceso de equilibración. La metodología de investigación fue adelantada a partir del desarrollo cognitivo individual, la historia y filosofía de la ciencia y el desarrollo social de las ideas en la clase.

Se analizaron los obstáculos surgidos en las situaciones de enseñanza, a partir de cada zona del perfil que fue establecido. Para la concepción atomista de la materia fueron definidas tres zonas del perfil:

- Realista: se caracteriza por la ausencia de cualquier noción de discontinuidad de la materia, o sea, la negación del atomismo, siendo el principal obstáculo la negación de la existencia del vacío. Algunas de las ideas de los estudiantes fueron analizadas por la representación de la materia, hecho sin cualquier mención a las partículas constituyentes.
- Atomismo substancialista: fue caracterizada por el uso de partículas en las representaciones de los estudiantes, en tanto no eran consideradas como granos de la materia, con sus propiedades inherentes: dilatación, contracción, cambio de estado, etc. El principal obstáculo identificado fue la analogía entre los niveles macroscópicos y atómico-moleculares. Los estudiantes representan las partículas, más no las comprenden, la idea de vacío entre ellas no fue explicada.
- Noción clásica del átomo: presenta el átomo como una unidad básica de la materia, conservado durante las transformaciones químicas, cuyo comportamiento es gobernado por la mecánica y de cuya combinación resultan las moléculas. Las dificultades en esta zona del perfil estaban relacionadas con el hecho de que algunos estudiantes presentaran ausencia en la presentación de raciocinio sobre la conservación de la masa.

Con relación a los estados físicos de la materia, fueron establecidas las siguientes zonas:

- Realista: fue caracterizada por las relaciones hechas con la apariencia externa a aspectos sensoriales de la materia. Los sólidos son duros y densos, los líquidos son fluidos y se derraman y los gases son invisibles, no es posible tocarlos o sentirlos.
- Empírica: fue relacionada con las propiedades que permiten definir sólidos, líquidos y gases de una manera más precisa: forma y volumen. Los sólidos poseen forma y volumen constante, los líquidos poseen volumen constante y forma variable, y los gases poseen forma y volumen variables.
- Racionalista: fue construida por la generalización hecha a partir de un modelo explicativo: sólidos, líquidos y gases son constituidos de partículas y se diferencian por factores internos, intrínsecos. El principal obstáculo para la construcción de esta zona estaba relacionado con la transición entre aspectos externos e internos.

Finalmente, se exponen las implicaciones teóricas para la equilibración y mediación, cambio conceptual y evolución de los perfiles. En ellos se da cuenta de la construcción de los conocimientos intuitivos y contra-intuitivos (el papel de la equilibración, de la negociación y de los obstáculos); la génesis del atomismo; los obstáculos, el conocimiento intuitivo y la relación entre ciencia y sentido común; el PC y el modelo de cambio conceptual, y algunas cuestiones para futuras investigaciones e implicaciones en la enseñanza de la química y de la ciencia (planeación y evaluación, constructivismo y enculturación).

En la investigación “Más allá de las fronteras de la química: relaciones entre filosofía, psicología y enseñanza de la química” de Mortimer (1997), se propone un perfil para el concepto de molécula y se hacen nuevas consideraciones sobre la noción de Perfil Conceptual (PC). Esta noción fue presentada como una contribución para conectar fronteras de la química, y el pensar en la evolución de los conceptos, una forma de colocar lado a lado conceptos cotidianos, conceptos químicos clásicos y modernos. Mortimer, considera que la enseñanza lidia con fronteras de la química relacionadas con las ciencias humanas, como la psicología, la filosofía, la historia, la sociología y otras formas de conocimiento que no son consideradas científicas.

Se propusieron tres zonas para el perfil de molécula: *Molécula en términos de los “principios” o elementos* (tiene en cuenta que en el contexto histórico puede ser identificada fuera de la cultura científica o en medicinas alternativas como la homeopatía); *sustancialismo* (se tiene en cuenta cuando son atribuidas a las moléculas individuales, propiedades como la dilatación o fusibilidad) y *arreglos geométricos de los átomos* (se considera la concepción de molécula como una menor unidad en la cual la sustancia puede ser dividida sin que haya cambio de su naturaleza química).

Se presenta también la posibilidad de ampliación del número de las zonas del perfil, a partir de las ideas presentes en la química contemporánea que rompen con las características esenciales de la estructura molecular clásica, que es su geometría fija. En este trabajo, Mortimer resalta la importancia del contexto en la comprensión de una idea central de la química, cuestionando la universalidad e independencia impuestas a esta y otras ideas científicas.

Amaral y Mortimer (2001) adelantan la investigación “Una propuesta de PC para la noción de calor”, a partir de los datos de algunas de las investigaciones ya hechas acerca de este tema (Erickson, 1985; Silva, 1995; Barbosa y Barros, 1997; Mortimer y Amaral, 1998). Para el análisis de las ideas fueron usados los trabajos de Bachelard (1996), que se refieren a la noción de obstáculo epistemológico y al desarrollo del conocimiento; es utilizada para identificar compromisos filosóficos implícitos en el desarrollo histórico del concepto y en las concepciones de los estudiantes. El trabajo de Chi (1992), en donde son presentadas algunas de las dificultades de aprendizaje de los conceptos en ciencias a partir de una categorización ontológica básica del conocimiento, es utilizado para identificar los obstáculos ontológicos en el desarrollo del concepto. Al final del análisis fue hecha una estructuración de las ideas considerando la noción de PC de Mortimer (1995), con la determinación de cinco zonas para el PC de calor: realista, animista, sustancialista, empírica y racionalista.

Se tiene en cuenta en la investigación que la noción de PC (Mortimer, 1995) establece que un único concepto puede estar disperso entre varios tipos de pensamiento filosófico y presentar a su vez características ontológicas diversas, de forma que cualquier persona puede poseer más de una forma de comprender la realidad, que puede ser usada en contextos apropiados. La elaboración del perfil prevé la estructuración de las ideas en diversas zonas que representan diferentes compromisos epistemológicos y características ontológicas distintas. Cada zona corresponde a una forma de pensar y hablar de la realidad, que convive con otras formas diferentes en un mismo individuo. El PC puede constituirse en un instrumento para planear y analizar la enseñanza de las ciencias. A partir de los obstáculos y aprendizaje de los conceptos pueden ser identificados y trabajados en la clase con una visión de aprendizaje de las ciencias como cambio de perfiles conceptuales, donde el estudiante no necesariamente tiene que abandonar sus concepciones o aprender nuevas ideas científicas, mas sí tornarse consciente de esas diversas zonas y de la relación entre ellas.

Los investigadores, al revisar el desarrollo histórico y la pesquisa de las ideas presentadas por los alumnos en la clase, encuentran que es posible realizar una categorización y análisis de las principales ideas con relación al concepto de calor. Las categorías establecidas pueden representar zonas que están vinculadas a compromisos epistemológicos y ontológicos distintos y apuntan a posibles obstáculos en el desarrollo del concepto científico.

Amaral y Mortimer consideran que los resultados de la investigación en concepciones alternativas de los niños y adolescentes son una fuente importante para la determinación de las zonas pre-científicas, dado que en el contexto de la educación científica, a pesar de que cada individuo tiene un perfil diferente, las categorías por las cuales ello es mezclado dentro de una misma cultura, son las mismas para cada concepto.

A partir del análisis hecho para las ideas de calor, se pudo proponer un PC de calor constituido por cinco zonas, a saber:

- Realista: la idea calor vinculada estrictamente a las sensaciones, sin que sea acostumbrada una reflexión sobre su naturaleza. En este sentido, puede existir una tendencia a hacer elaboraciones superficiales que no ultrapasan las sensaciones. Se encuentran en esta zona las ideas de sentido común relativas al calor y a la temperatura.
- Animista: representa la idea de calor como sustancia viva o capaz de construir la vida, imbuida de una fuerza motora inherente, pudiendo aún ser asociada a la idea de que los objetos o materiales poseen voluntad de dar o recibir calor.

- Substancialista: el calor es considerado como una sustancia que puede penetrar otros materiales, siendo esa una idea que va a estar presente hasta mediados del siglo XIX entre los científicos, y puede ser frecuentemente observada en contextos didácticos y que su uso no sea consciente.
- Empírica: está relacionada con el uso del termómetro, que proporciona condiciones para la realización de experimentos en donde el calor puede ser medido. Los experimentos muestran divergencias entre el calor y las sensaciones, permitiendo la elaboración del concepto de calor específico y que se haga la diferenciación entre el calor y la temperatura.
- Racionalista: el concepto de calor es pensado como una relación entre la diferencia de temperatura y el calor específico, se constituye en un “cuerpo de nociones y ya no apenas como un elemento primitivo de una experiencia inmediata” (Bachelard, 1978). Esta zona del PC puede ser desbordada en otras zonas para diferentes niveles del racionalismo, lo que constituye una propuesta para la continuidad de este trabajo.

Los investigadores plantean que en situaciones de enseñanza, lo que se puede observar es que un mismo estudiante presenta más de una forma de pensar sobre el calor, dependiendo de la situación o contexto a que ello se refiera. El estudio de las ideas de los alumnos en la clase puede ser hecho a partir de la identificación del contexto de producción de las ideas, teniendo en cuenta las diferentes maneras de hablar vinculadas a diferentes contextos y zonas del perfil.

Solsona, Izquierdo y Jhon (2003, 2004), en su investigación “Explorando el desarrollo de perfiles conceptuales de los estudiantes acerca del equilibrio químico”, hicieron el uso del término PC como sinónimo para la teoría escolar, explorando el desarrollo de perfiles conceptuales de los estudiantes acerca del equilibrio químico. Las investigadoras consideran que los PC están implicados en el proceso de aprendizaje, en el cual los estudiantes construyen un cuerpo de conocimientos e interpretaciones sobre el concepto estudiado, en el caso, de los fenómenos químicos. Las preguntas de investigación fueron: ¿qué PC sobre el concepto de las reacciones químicas pueden ser identificados entre los estudiantes de enseñanza media?, ¿cómo puede ser caracterizado el desarrollo de tales perfiles durante los años consecutivos de la escuela secundaria?

Analizan cómo los estudiantes aprenden a interpretar el fenómeno de cambio químico desde el punto de vista de las relaciones entre el mundo macro y microscópico, sobre la idea de la desaparición de sustancias y formación de nuevas, y su explicación en términos de ciertas entidades inalterables que son los átomos. Realizan una actividad que consiste en elaborar dos ensayos acerca del equilibrio químico.

Distinguen los PC: *interactivo* (cambio de sustancias), *mecano* (explicación microscópica del cambio, no se tiene en cuenta la fuente fenomenológica), *cocina* (centrado en el fenómeno, cambio a nivel macroscópico –cambio físico: propiedades–) e *incoherente* (el cambio no llega a ser explicado). Distinguen que el trabajo se enriquece haciendo la fenomenología de lo estudiado, que responde a aspectos perceptibles y que lo enseñado son los modelos de la ciencia, lo expuesto en el texto o lo presentado por el profesor en clase.

Para las investigadoras los cuatro tipos de perfiles conceptuales permiten expresar en qué extensión los alumnos construirían el concepto de reacciones químicas en sus ensayos, considerando las indicaciones de fenómenos químicos y acompañándolos de sus explicaciones.

Amaral (2004, 2006), en su investigación “Perfil conceptual para la segunda ley de la termodinámica aplicada a las transformaciones físicas y químicas, y dinámica discursiva en una sala de aula de química de enseñanza media”, tiene como objetivos proponer un PC relacionado con la comprensión de la segunda ley de la termodinámica aplicada a las transformaciones físico-químicas, tomando los conceptos de entropía y espontaneidad, y utilizar ese perfil para analizar las relaciones entre aspectos epistemológicos y discursos en el proceso de enseñanza-aprendizaje de esos conceptos en la clase.

Para la constitución del perfil (Mortimer, 1995, 2000), fueron consideradas ideas de la historia de la ciencia y la literatura en educación en ciencias, en una clase de 2º año de la enseñanza media de Coltec/UFMG. En la clase los aspectos epistemológicos fueron estudiados a partir de las zonas del PC y los aspectos discursivos fueron observados a partir de una estructura analítica propuesta por Mortimer y Scott (2002, 2003) para el estudio del discurso en la clase.

En síntesis, la investigación está estructurada en la constitución del PC, el análisis del discurso producido en la clase sobre entropía y espontaneidad y el de las relaciones entre los aspectos epistemológicos y discursivos en el proceso de enseñanza-aprendizaje de esos conceptos. La noción de PC es utilizada principalmente para comprender cómo las ideas de los estudiantes evolucionan como consecuencia de un proceso de enseñanza-aprendizaje, a partir del análisis de los discursos que circulan en la clase. La investigadora no tuvo la preocupación de determinar el PC de cada alumno, pero sí comprender la dinámica de elaboración de nuevas zonas en la clase, y cómo los discursos del libro didáctico, del profesor y de los alumnos con-

tribuyen para esa elaboración y para el establecimiento de relaciones entre las diferentes zonas.

1. A partir de los niveles de comprensión fueron propuestas las siguientes zonas:

- Perceptiva/intuitiva: está relacionada con los niveles de percepción inmediata y sensible de los fenómenos y corresponde a las ideas de espontaneidad que justifican apenas la ocurrencia natural de los mismos, no siendo consideradas las condiciones en los procesos que ocurren.
- Empírica: está relacionada con la proximidad a los fenómenos hecha por medio de la investigación, siendo la experiencia traducida en términos de constructos de la ciencia, en la cual son enfatizadas condiciones físicas experimentales.
- Formalista y racionalista: están relacionadas con un plano teórico de comprensión, en el cual la zona formalista está asociada al uso de algoritmos y fórmulas matemáticas para el análisis de los procesos, sin que eso se traduzca en el entendimiento de las relaciones conceptuales. En cuanto a la zona racionalista, comprende ideas sobre la espontaneidad de los procesos que llevan en consideración modelos científicos teóricos, tales como la distribución de energía en un nivel atómico-molecular.

2. La investigadora distingue que la estructuración de las ideas sobre entropía y espontaneidad a partir de las zonas del PC permite una visualización más amplia y profunda de esos conceptos y posibilita un análisis más detallado y sistemático de las discusiones en la clase.

Viau, Zamorano, Gibbs y Moro (2006) realizan la investigación “Ciencia y pseudociencia en el aula: el caso del ‘Bosque energético’”. Indagan por las concepciones espontáneas dentro de los modelos conceptuales del PC de los estudiantes. Los autores consideran que la elaboración del conocimiento científico no es espontánea, que la enseñanza depende del cuadro epistémico implícito que guía las actividades cognitivas de los estudiantes; que se deben tener en cuenta las convicciones epistemológicas y ontológicas de los estudiantes en el aula y que el trabajo en torno a los PC, promueven la evolución de sus preconcepciones hacia modelos teóricos de la ciencia, lo cual se logra mediante la reflexión metacognitiva. En la investigación miran la validez de algunos fenómenos que violarían las leyes físicas en el Bosque energético de la ciudad de Miramar, Buenos Aires, y realizan estudios sobre diferentes situaciones y experimentos sobre el equilibrio en el aula. Distinguen en el PC las zonas percepto-intuitiva, empírica, formal y racionalista.

En la investigación se plantea que en dominios científicos hay diferencias ontológicas y epistemológicas; que en el PC, un único concepto puede estar disperso entre varios tipos de pensamiento y presentan características ontológicas diversas, de modo que todo alumno puede poseer más de un modelo conceptual que podría ser utilizado en contextos apropiados; que el conocimiento cotidiano está condicionado por una epistemología espontánea de relaciones causales simples, está dirigido por la percepción y es ampliamente compartido, y que en los modos de hablar de los estudiantes se presenta un realismo crítico (empirismo inductivo) y un realismo constructivo (relativismo).

Sepúlveda (2009), en su investigación “Construcción de perfil conceptual de adaptación y análisis de la dinámica discursiva en contextos de enseñanza de la evolución”, dirigida por el Dr. El-Hani, trata el concepto de adaptación entre los diversos conceptos de biología evolutiva, porque se presta particularmente bien para la construcción de un perfil conceptual aplicable al contexto de enseñanza de la evolución. Se concibe que la adaptación es un concepto central en las explicaciones darwinistas y que guardan una gran polisemia, tanto en el dominio específico de la biología, como en otros dominios de la cultura y del lenguaje.

Ante esas observaciones, a los investigadores les parece promisoría la construcción de un PC como herramienta teórico-metodológica para la organización de investigaciones acerca de la enseñanza y aprendizaje de la evolución vistas desde una perspectiva sociocultural. Las preguntas de la investigación son: ¿cuál es la propuesta de PC de adaptación más adecuada para el análisis de los procesos de significación en situaciones de enseñanza de la evolución, en la clase de enseñanza media y superior de biología?, ¿cuál es la contribución que un PC de adaptación puede traer para el análisis de interacciones discursivas en estos dos contextos de enseñanza de la evolución?, ¿cómo se configura la elaboración conceptual de los estudiantes en la enseñanza de la evolución a la luz del PC de adaptación que construimos?, ¿cómo este proceso de elaboración conceptual por los estudiantes se relaciona con una dinámica discursiva instaurada en el espacio social de la clase?

Para responder a estas preguntas, se estructuran unas etapas, a saber: construcción de una propuesta de PC de adaptación, aplicación de ésta al análisis discursivo de episodios de enseñanza de la evolución en contextos de enseñanza media y superior de biología, y perfeccionamiento del modelo inicialmente propuesto a partir de la caracterización de “modos de hablar” sobre adaptación, géneros del discurso empleados por los estudiantes

y profesores en la negociación de significados en torno a las explicaciones para los cambios evolutivos.

Presentan la caracterización epistemológica de las cuatro zonas que componen la propuesta del perfil, a saber:

- **Mecanicismo intra-orgánico:** hacen parte de esta zona interpretaciones de las líneas adaptativas que no se conciben como un fenómeno que demanda explicaciones evolutivas, estos es, explicaciones que evocan causas últimas y no apenas causas próximas (Mayr, 1988). En estas interpretaciones se hace referencia a la existencia de trazos adaptativos y explicaciones hablando exclusivamente a causas próximas, particularmente a procesos fisiológicos o biomecánicos, todos como suficientes para explicar la organización de la estructura orgánica. Y dado el énfasis en la descripción de atributos funcionales de los trazos adaptativos, no se refiere a la selección natural sino a lo que dicen respecto al papel que ejerce una manutención del sistema orgánico.
- **Ajuste providencial:** esta zona del perfil está constituida por interpretaciones en las que la adaptación es concebida, en términos ontológicos, como un estado del ser o como propiedades de los organismos o de sus estructuras morfológicas, los cuales se encuentran ajustados a sus condiciones de vida. En términos causales, este ajuste es explicado apoyándose en el principio de economía natural y en una perspectiva teológica de ordenación de la forma orgánica. La adaptación es explicada como un fenómeno resultante de la armonía necesaria entre estructura organizacional del organismo y de las condiciones ambientales.
- **Perspectiva transformacional:** la principal diferencia entre esta zona del perfil y la zona anterior es la introducción de una perspectiva de explicar la diversidad de las formas orgánicas. La adaptación no es interpretada como un estado del ser, sino como resultado de un proceso de transformación de la esencia de la especie en dirección a un estado óptimo de ajuste a las condiciones ambientales. Este proceso se da a través de cambios simultáneos que ocurren con cada uno y con todos los miembros individuales de la especie (Lewontin, 1985; Caponi, 2005). O sea, los cambios evolutivos (filogenéticos) son tenidos como resultado de un cúmulo de cambios ontogenéticos.
- **Perspectiva variacional:** esta zona está constituida por interpretaciones que conciben la adaptación como resultado de un proceso de propagación selectiva y fijación de variantes en una población y en determinado régimen selectivo.

Investiga además, la caracterización de rutas, dado que considera que ellas participan de la génesis del concepto de adaptación en el contexto de producción de conocimiento de la enseñanza de la biología. Las rutas son

abordaje adaptacionista de la forma orgánica y abordaje pluralista de la evolución de la forma orgánica.

A manera de comentarios finales se plantea que el PC tiene la intención de representar una posible ruta genética del desenvolvimiento de diferentes significados del concepto. Los compromisos epistemológicos y ontológicos deben ser vistos a partir de una perspectiva dinámica, de acuerdo con lo cual, los compromisos de una zona ponen tanto límites como posibilidades para la significación de otras perspectivas.

A los investigadores les interesa analizar tanto las dificultades que sus compromisos epistemológicos y ontológicos imponen para la significación de la perspectiva darwinista de interpretar la adaptación, como las semillas con que disponen para generar cambios en los procesos de significación, las cuales puedan favorecer la emergencia de esta perspectiva. De este modo consideran la comprensión del abordaje variacional darwinista en el campo adaptativo como uno de los objetivos de la enseñanza de la evolución, una vez que esta perspectiva es aceptada corrientemente por la comunidad científica al respecto de la legitimidad de otras zonas y en otros contextos sociales.

Investigaciones que utilizan la base epistemológica de los PC

“Modelos explicativos que estructuran las ideas de los estudiantes en física: aportes, resultados e interpretaciones para el aprendizaje del empuje”, es una investigación adelantada por Alurralde y Salinas, (Recurso electrónico, Octubre de 2009) de la Facultad de Ciencias Exactas, Unsa y Facultad de Ciencias Exactas y Tecnología, UNT. Las investigadoras plantean que, desde el campo de la investigación educativa en ciencias y desde la psicología cognitiva, se han hecho distintos aportes para ‘modelar’ los razonamientos de los estudiantes y el rol de las concepciones en dichos razonamientos, y que desde diferentes perspectivas teóricas surge la idea del ‘modelo’ como construcción personal del sujeto. Algunos autores como Mortimer (1995), quien se apoya en el modelo del Perfil Epistemológico (PE) de Bachelard (1996), propone la noción de PC en la búsqueda de un modelo que explique los cambios en el pensamiento individual como resultado del aprendizaje. Mortimer considera que cada zona sucesiva del PC se caracteriza por tener categorías con mayor poder explicativo que su antecedente, pero presenta dos elementos que la diferencian del PE: la distinción entre rasgos epistemológicos y rasgos ontológicos propios de cada concepto, y el hecho de que los niveles no científicos no están restringidos a escuelas filosóficas, sino a compromisos epistemológicos y ontológicos del individuo.

En la investigación se propuso como metodología una “indagación exploratoria en espiral” previa a otra etapa de “control de hipótesis”. Durante la primera, las respuestas de los estudiantes a preguntas sobre temas vinculados al empuje fueron ordenadas, definiendo y codificando “categorías de respuestas” basadas en alguna característica considerada relevante por los estudiantes. Por ejemplo, “El empuje depende de la cantidad de líquido en el recipiente” fue codificada como categoría C5. *A posteriori*, se llevó a cabo el análisis de la forma en que cada estudiante usaba las diferentes categorías, detectándose “agrupamientos de categorías” (configuraciones características). Por ejemplo, ciertos estudiantes solo utilizaban las categorías codificadas con A1: “El empuje depende del volumen de líquido desalojado” y C3: “El empuje depende de la densidad del líquido”. Estos agrupamientos se consideraban posibles indicadores de “modelos explicativos” coherentes con las explicaciones de los estudiantes.

En la etapa de control de hipótesis, se puso a prueba el uso por parte de los estudiantes de los modelos explicativos detectados en la etapa exploratoria en espiral, el grado en que esos modelos son compartidos por los estudiantes y la medida en que el empleo de éstos depende de la situación problemática enfrentada.

En la investigación “El vínculo entre aspectos conceptuales y epistemológicos en el aprendizaje de la física clásica”, por Guridi y Salinas (1999) –Departamento de Formación Docente, Facultad de Ciencias Exactas, Universidad Nacional del Centro y Salinas, del Departamento de Física, Facultad de Ciencias Exactas y Tecnología, Universidad Nacional de Tucumán, Argentina–, se informa sobre los resultados obtenidos en una Tesis de Maestría desarrollada con la intención de comprender mejor el proceso de aprendizaje de la física en el nivel medio y obtener criterios que orientaran estrategias educativas más eficaces. La investigación realizada estuvo centrada en el estudio de la relación entre la comprensión conceptual de la Mecánica newtoniana y la concepción epistemológica de la Física Clásica en estudiantes de Física de nivel medio.

Esta investigación ha incorporado estrategias cualitativas y cuantitativas. La población en estudio fueron dos grupos de estudiantes de 15 años de edad, que cursaban Física como asignatura curricular del tercer año de dos escuelas medias de la ciudad de Tandil (provincia de Buenos Aires, Argentina).

Con una metodología cualitativa se reveló información referida al estilo del docente, al clima del aula y al modo en que fueron tratados los contenidos en clase. Para ello se presencié y grabé el desarrollo completo de todas

las clases en ambos grupos. Las actividades estaban vinculadas con la Mecánica newtoniana y se empleó un protocolo para orientar la organización de las observaciones.

Con una metodología cuantitativa se estudió el comportamiento y la vinculación entre sí de dos variables: la visión acerca de la ciencia que presenta un estudiante de nivel medio (PE) y su conceptualización en física [“Comprensión Conceptual” (CC)]. Se operativizaron ambas variables (PE y CC), se establecieron criterios para su cuantificación y se realizó un estudio descriptivo y de correlación de las mismas. La noción de CC hace referencia al entendimiento de la Mecánica Clásica que tienen los estudiantes en relación con tres aspectos: discriminación de leyes, integración de leyes y aplicación de leyes.

Finalmente las investigadoras consideran que la educación en ciencias requiere por parte de docentes e investigadores una actitud científica, crítica y reflexiva, que no acepte sin control “verdades obvias”, sean éstas “tradicionales” o “alternativas”, es decir, tanto la crítica de la enseñanza habitual como la sugerencia de estrategias educativas superadoras, deben fundamentarse teóricamente y controlarse experimentalmente con rigor. Los resultados refuerzan la advertencia ya formulada por otros investigadores en el sentido de que las relaciones entre aprendizaje de la ciencia y visión acerca de la ciencia no son sencillas ni directas y deben ser estudiadas en profundidad (Strike y Posner, 1991); en el aprendizaje de la física no parece haber una “relación causal simple” entre comprensión conceptual y comprensión epistemológica, y que las orientaciones epistemológicas se complejizan, porque para el caso de un estudiante que fuera un realista ingenuo, se podría estar tentados de pensar que éste suponga que el método científico es único, que el conocimiento científico no es transferible, ni perfectible, ni colectivo; una visión muy ingenua, obviamente, acerca del trabajo científico. Sin embargo, los resultados muestran que las orientaciones epistemológicas no son simples, sino que, por el contrario, presentan numerosos matices que serían interesantes de estudiar con mayor profundidad.

La investigación “¿Hay relación entre la ‘comprensión epistemológica’ y la ‘comprensión conceptual’ en el aprendizaje de la física clásica?”, por Salinas, Wainmaie y Guridi (2005) –Universidad Nacional de Tucumán, Argentina; Universidad Nacional de Quilmes, Argentina; y Universidad de Sao Paulo, Brasil–, tiene como objetivos aportar a la identificación de aspectos de una cierta estructura en las concepciones de los estudiantes en la búsqueda de interpretaciones más profundas e interconectadas que su mera

descripción, y sugerir estrategias e instrumentos de enseñanza y evaluación de mayor eficacia.

Algunas reflexiones de partida dan cuenta de que la investigación educativa está mostrando que el aprendizaje comprensivo –con significado y con sentido– de la física es el resultado de múltiples factores internos y externos al aula, cuya identificación, caracterización, incidencia e interrelación aún no han sido satisfactoriamente abarcadas, analizadas, comprendidas. Entre los diversos factores cuya influencia cabría conjeturar y controlar desde una concepción constructivista sobre el aprendizaje de las ciencias, la comprensión por parte de los estudiantes de la *naturaleza epistemológica del conocimiento que se enseña* es reconocida por numerosos investigadores como una dimensión potencialmente relevante.

Este reconocimiento conduce a la realización de diversas indagaciones que han permitido conocer las imágenes de la ciencia y del conocimiento científico de los estudiantes, y explica la fortaleza de esta línea de investigación, así como los esfuerzos destinados a clarificar y establecer consensos sobre lo que constituye una visión correcta de estos aspectos. El estudio de las visiones epistemológicas pretende aportar a la identificación de aspectos de una cierta estructura en las concepciones de los estudiantes, en interpretaciones más profundas e interconectadas más allá de una descripción, y de estrategias e instrumentos de enseñanza más eficaces. Dichas imágenes pueden ser vinculadas con distintos propósitos de la educación científica. En particular, varios autores sostienen que las concepciones epistemológicas de los estudiantes influyen en los resultados del aprendizaje de los contenidos científicos (Songer y Linn, 1991; Gaskell, 1992; Mortimer, 1995; Salinas, Gil y Cudmani, 1995; Duschl y Hamilton, 1998; Campanario y Otero 2000).

Desde esta perspectiva, se entiende que una adecuada comprensión del cuerpo de conocimientos disciplinares requiere un apropiado entendimiento de las concepciones epistemológicas que actúan como moldes en el proceso de su elaboración y validación. Sin embargo, hasta el momento hay relativamente poco análisis teórico-experimental sistemático de la relación entre las visiones epistemológicas de los estudiantes sobre las ciencias y el aprendizaje de las mismas, mucho menos en el campo de la educación universitaria. Los trabajos son escasos, la mayoría para el nivel medio, con resultados no coincidentes, y los autores alertan sobre la complejidad de esta relación (Strike y Posner, 1991; Halloun y Hestenes 1996; Tsai, 1998), por lo que el problema parece necesitar de más estudios y profundizaciones.

En este contexto, se informa sobre los resultados obtenidos en dos Tesis de Maestría en las que se propusieron responder el siguiente interrogante: *¿hay relación entre la comprensión epistemológica de la Física y la comprensión del cuerpo de saberes de la disciplina?* Las poblaciones bajo estudio correspondieron a estudiantes de nivel medio (Guridi, 1999) y a estudiantes de nivel universitario (Wainmaier, 2003), en ambos casos asistentes a cursos de Física destinados a su familiarización con el conocimiento de la disciplina (Furió, Vilches, Guisasola, y Romo, 2001).

La investigación “La multiplicidad de representaciones acerca de las estructura de la materia”, por Gallegos, Garritz, y Flores (2005) –de CCADET UNAM y Facultad de Química UNAM– presenta los modelos de representación que tienen estudiantes universitarios sobre la estructura de la materia, considerando que esta representación está formada por un perfil de modelos que describen sus respuestas ante distintos contextos fenomenológicos.

Como reflexiones de partida se muestra que durante las últimas décadas el trabajo sobre concepciones alternativas ha llevado hacia distintas formas de representación de las mismas, desde considerarlas conceptos aislados hasta integrarlas dentro de marcos o estructuras conceptuales que determinan la forma en la que éstas son utilizadas por los estudiantes. Estas concepciones persisten en las estructuras conceptuales de los estudiantes, coexistiendo con nuevas ideas –elaboradas por los sujetos–, lo que ha llevado al reconocimiento de que los estudiantes construyen múltiples representaciones conceptuales que dependen de las condiciones de aplicación dentro de contextos específicos.

Desde esta perspectiva, Mortimer (1995) propone la noción de perfil conceptual, lo que “presupone que un individuo puede tener diferentes visiones del mismo concepto, considerando que existen diferentes formas de ver y representar, al mismo tiempo, una realidad” (Ribeiro y Mortimer, 2004, p. 218).

Los investigadores exponen que un caso ampliamente documentado de estas múltiples representaciones, es el que presentan los estudiantes de distintos niveles escolares con relación a sus concepciones de estructura de la materia (Andersson, 1990; Pozo, Gómez y Sanz, 1999). Estos estudios muestran que los estudiantes mantienen una concepción continua de la materia, que es compartida con modelos de partículas. Estas dos representaciones no se interrelacionan, lo que expresa las dificultades que presentan para visualizar un modelo continuo y uno discreto ante cierto fenómeno. Esto genera interrogantes como: ¿son las únicas representacio-

nes o modelos que tienen los estudiantes?, ¿cuál sería el perfil de uso de tales concepciones?

Algunas de las conclusiones evidencian que la descripción que dan los perfiles de modelos de la población total, muestran que estos sufren transformaciones a lo largo de la escolaridad. Este proceso de transformación que se observa en los perfiles señala la existencia de un cambio en el PC, indicado por la frecuencia de uso de los modelos, y que los perfiles de modelos son sistemas complejos que describen cómo las distintas formas de representación, con base en el contexto y nivel de cuestionamiento, son estructuradas en la mente de los sujetos.

En la investigación “Capacidad generativa de conceptos sobre masa, peso y gravedad de un modelo analógico”, por Viau, Zamorano, Gibbs y Moro (2006), de la Universidad Nacional de Mar del Plata, Argentina, plantean que las dificultades que presentan los alumnos para la comprensión de los conceptos de masa, peso y gravedad han sido bastantes. No son conceptos que se derivan de sí mismos, sino que los estudiantes los van adquiriendo a medida que avanza la instrucción. Los investigadores consideran que para los físicos, la naturaleza esencial de la gravedad se encuentra dentro de lo profundo de la teoría de la relatividad de Einstein. Pero los cursos de enseñanza media y del ciclo básico universitario están basados en las tres leyes de Newton y en la ley de gravitación universal. Distinguen que si bien los estudiantes reciben la instrucción por medio de asignaturas en las cuales la mecánica es abordada desde currículos correspondientes a los niveles medio y universitario, la ley de gravitación universal no es tratada de forma integral con los principios de Newton. Por lo tanto, no se les otorga un marco conceptual pertinente que les permita reconocer la interacción gravitatoria y diferenciarla en distintas problemáticas.

Los investigadores estudiaron las analogías, metáforas y modelos como herramientas para la exploración de la continuidad del progreso científico. Pero además, consideraron que brindaban la posibilidad de una planificación didáctica, contextualizando la enseñanza de los conceptos frente a los procesos cognitivos de los estudiantes. La aplicación didáctica del modelado puede ser considerada como un razonamiento continuo en el cual el profesor comienza conociendo las capacidades representacionales básicas de los alumnos y trata de aproximarse al entramado de conocimientos científicos (modelos teóricos). Los investigadores, señalan que en el medio tiene que existir una forma de intermediación representacional (modelos didácticos analógicos). Según su línea de investigación (Zamorano, Gibbs, Moro y Viau, 2006) proponen una estrategia didáctica para mejorar

la conceptualización, que consiste en la utilización de un modelo didáctico analógico aplicado a diferenciar los conceptos de masa, peso y gravedad.

Esta investigación se llevó a cabo en dos etapas: la primera consistió en la elaboración del PC de los estudiantes sobre los conceptos de masa, peso y gravedad, sobre el que se basaron para diseñar un modelo didáctico analógico aplicado a dichos conceptos, y la segunda fue el diseño de un modelo didáctico analógico.

“El perfil conceptual de vida: ampliando las herramientas metodológicas para su investigación”, por Rodrigues y Silva, (2006), de la Facultad de Educación UFMG, Belo Horizonte, Brasil, es un estudio que tiene como objetivo investigar posibilidades de refinamiento en los procedimientos de obtención de datos para investigaciones sobre perfiles por medio de cuestionarios. El PC es una noción relacionada con la enseñanza/aprendizaje de conceptos científicos y se fundamenta en el hecho de que un concepto puede abrigar una diversidad de significados, que pueden ser aplicados de acuerdo con el contexto (Mortimer, 1995).

El trabajo sobre el perfil de vida, se constituye en una tentativa de expansión y refinamiento de la metodología de Coutinho (2005), contribuyendo al perfeccionamiento de los procedimientos de investigaciones sobre perfiles conceptuales realizados por medio de cuestionarios. Como esta investigación tiene un carácter de replicación metodológica, algunas consideraciones de Coutinho (2005) sobre la investigación empírica realizada con cuestionarios y los resultados obtenidos por medio de ese instrumento, sirvieron como norteadoras para la elaboración de su metodología.

El cuestionario de Coutinho contaba con cuatro cuestiones, siendo que la cuestión del número 2 era subdividida en otras tres subcuestiones. Esas cuestiones exigían respuestas escritas de los estudiantes, solicitando definiciones sobre la vida. De este test fueron aprovechadas las respuestas de tres preguntas para el análisis y construcción de los datos. El cuestionario fue aplicado a 120 estudiantes de graduación y pots-graduación del curso de Biología de una institución pública federal. Los resultados servirían para la construcción de las zonas del perfil, para el análisis de los perfiles individuales más frecuentes y el estudio de la evolución de las categorías del perfil a lo largo de dos períodos.

Al analizar los perfiles individuales, Coutinho (2005) destacó que un gran número de entrevistados –37,5% de los 45 de los sujetos de su investigación– manifestaron solamente una zona del perfil. Ello atribuye que para esos estudiantes las cuestiones pueden no haber sido eficientes en el acceso

a las zonas del PC de esos entrevistados. Coutinho sugirió que una reformulación al cuestionario, aumentando el número y diversificando los temas de las cuestiones, podría tal vez crear condiciones para que el entrevistado expresase el mayor número de categorías que componen su perfil.

Otra observación del autor es que, al investigar las concepciones sobre la vida de los estudiantes de un curso de Biología, ellos tienen acceso a un contexto cultural específico. Con eso, puede verse favorecida la aparición de determinadas zonas características del discurso de un centro de investigación y de la formación académica de biólogos. De esa forma, Coutinho recomienda la extensión del estudio a otros cursos de graduación, lo cual podría ampliar el acceso a concepciones del sentido común y verificar si la tendencia de aumento de la zona internalista observada entre los estudiantes de Biología es común en otros cursos.

Esas dos consideraciones de Coutinho sugirieron la realización de un nuevo estudio que utilizase un cuestionario diferente y que contemplase un universo muestral más amplio, constituyéndose un punto de partida para la investigación presentada. Siendo así, un nuevo instrumento de investigación fue construido y aplicado a un total de 237 alumnos de una universidad pública federal. Ese grupo estuvo compuesto por 132 estudiantes de un curso de graduación en biología y 105 alumnos del curso de farmacia.

Comentarios finales

En la dimensión del Perfil Conceptual (PC) en las investigaciones sobre la enseñanza de las ciencias se observa, por un lado, que la noción de PC se viene constituyendo en una opción que contempla los distintos modos de pensar y hablar sobre el mundo de la vida, particularmente de la ciencia. En esta propuesta no se busca reemplazar las ideas de los estudiantes por las ideas científicas; se pretende enriquecer la mirada, distinguir otros modos de pensar y hablar, reconocer la demarcación de estos modos, tomar consciencia de la existencia de las diferentes zonas y su potencialidad en los contextos de uso.

La distinción de las zonas posibilita la ubicación de los modos de pensar y hablar tanto en las ideas de la historia y filosofía de la ciencia como en las ideas de los estudiantes en el aula, en situaciones de aprendizaje, en donde se propicia la evolución del PC. Esto permite ubicar el valor pragmático y marco de referencia desde los cuales hablan los sujetos y comunidades a partir de la distinción de los aspectos epistemológicos y ontológicos subyacentes en esos modos de pensar y hablar. Se reconoce que existe un perfil

para cada individuo, pero este se constituye en el entramado de significaciones de los contextos en los cuales se moviliza el sujeto, es decir, en su cultura de origen.

El trabajo en torno a los PC, permite considerar la pluralidad epistémica y cultural tanto en el aula como en las comunidades científicas, lo cual se constituye en una alternativa para el reconocimiento del otro, su distinción y diálogo, particularmente en el aula.

Por otro lado, las investigaciones reseñadas nos permiten identificar un proceder particular cuando se tiene en la base los PC. En este sentido, se distingue que en la investigación se debe elegir y optar por un concepto específico, por ejemplo calor, entropía, vida, átomo, estructura de la materia, empuje, evolución, adaptación, masa, peso, gravedad, molécula, entre otros.

Con relación a las fuentes en este tipo de investigaciones, se deben contemplar la historia de las ideas científicas y la filosofía de la ciencia, estudios y trabajos sobre alternativas en la enseñanza de las ciencias y las vivencias en el aula, dado que teniendo estas fuentes se llega a comprender mejor la génesis de los conceptos, el significado para las comunidades y la dimensión de los contextos de uso. Su revisión debe ser simultánea para allegar elementos que permitan ubicar las categorías, distinguir las zonas y caracterizar el PC. En el desarrollo del trabajo en clase, la elaboración del discurso puede llevar a replantear las categorías según la emergencia de los diferentes modos de pensar y hablar.

La mayor parte de las investigaciones reseñadas utilizaron el PC como un instrumento para la clasificación y estructuración de las ideas relacionadas con un determinado concepto. En algunos casos, aspectos de la constitución de las zonas no fueron explicitados, por ejemplo, ideas del contexto histórico fueron poco o nada consideradas en las zonas (Amaral, 2004). Se tiene en cuenta que la caracterización de las zonas del perfil estima los datos empíricos obtenidos en la clase, relatos en estudios de la literatura sobre concepciones informales de los estudiantes y el estudio de la evolución histórica del concepto (Mortimer, 1995, 1997, 2000).

Los instrumentos diseñados fueron cuestionarios, escritos, conversaciones, filmaciones, preguntas abiertas, situaciones de estudio, entre otras. Lo cual brinda la opción de revisar y retroalimentar las categorías y formas de sistematizar y recoger la información.

Finalmente, varias de las investigaciones abren nuevas rutas de estudio y desafíos para pensar la enseñanza de las ciencias. Por ejemplo, repensar la enseñanza de la química, física o biología; la enseñanza y aprendizaje

de un concepto o una teoría; el estudio y la indagación de los principios ontológicos y epistemológicos para comprender los modos de pensar y hablar en el aula; el reconocimiento de la diversidad cultural, el contexto y las comunidades presentes en los espacios escolares al adelantar la acción pedagógica, entre otras posibilidades.

Bibliografía

Aikenhead, G. (1996). Science ducation: Border crossing into the subculture of science. En: *Studies Science Education* (27), 1-52.

_____ (2001). Students' ease in crossing cultural borders into school science. En: *Science Education* (85), 180-188.

Alurralde, E. y Salinas, J. (2009). Modelos explicativos que estructuran las ideas de los estudiantes en física: aportes, resultados e interpretaciones para el aprendizaje del empuje. Disponible en: <http://www.feeye.uncu.edu.ar/web/posjornadasinve/area3/Ciencias naturales y su didactica/060>. Argentina: UN Tucuman.

Anderson, B. (1990). Pupils' conceptions of matter and its transformations (age 12-16). En: *Studies Science Education* (18), 53-85.

Amaral, E. R. (2004). *Perfil conceitual para a segunda lei da termodinâmica aplicada às transformações físicas e químicas e dinâmica discursiva em uma sala de aula de química do ensino médio*. [Tese Doutorado em Educação] Belo Horizonte: Faculdade de Educação, Universidade Federal de Minas Gerais,.

Amaral, E. R., y Mortimer, E. F. (2001). Uma proposta de perfil conceitual para o conceito de calor. En: *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências* (1), 5-18.

_____ (2006). Uma metodologia para estudar a dinâmica entre as zonas de um perfil conceitual no discurso da sala de aula" (en impenta). En: F. Santos; M. T. Greca y M. R. Lleana (Org.). *A pesquisa em ensino de ciências no Brasil e suas metodologias*. Ijuí: Editora UNIJUÍ.

Arca, M.; Guidoni, P. y Mazzoli, P. (1990). *Enseñar ciencia. Cómo empezar: reflexiones para una educación científica de base*. Barcelona: Paidós Educador.

Bachelard, G. (1996). *A formação do espírito científico*. Estela dos Santos Abreu (Trad.). Rio de Janeiro: Contraponto Editora.

_____ (2003). *La filosofía del no. Ensayo de una filosofía de un nuevo espíritu científico*. Amorrortu.

- Bakhtin, M. M. (1986). *Speech genres and other late essays*. Austin, TX: University of Texas Press.
- Barbosa, L. y Lins de Barros, H. (1997). Uma proposta de ensino de calor e temperatura à luz de Bachelard. En: *Atas do I Encontro Nacional de Pesquisa em Ensino de Ciências*, 315-321.
- Campanario, J. M. y Otero, J. C. (2000). Más allá de las ideas previas como dificultades de aprendizaje: las pautas de pensamiento, las concepciones epistemológicas y las estrategias metacognitivas de los alumnos de ciencias. En: *Enseñanza de las Ciencias*, 18 (2), 155-169.
- Caponi, G. (2005). O darwinismo e o seu outro, a teoria transformacional da evolução. En: *Scientiae Studia*, 3 (2), 233-242.
- Carey, S. (1985). *Conceptual change in childhood*. Cambridge: MA, MIT Press.
- Chi, M. T. (1992). Conceptual change within and across ontological categories: examples from learning and discovery in science. En: R. N. Giere (Ed.). *Cognitive models of Science. Minnesota studies in the philosophy of Science, XV*. Minneapolis: University of Minnesota Press.
- Cobern, W. (1993). College student's conceptualizations of nature: an interpretative world analysis. En: *Journal of Research in Science Teaching*, 30 (8), 985-951.
- _____ (1994). Point: belief, understanding and the teaching of evolution. En: *Journal of Research in Science Teaching* (31), 583-590.
- _____ (1996). Worldview theory and conceptual change in science education. En: *Science Education* (80), 579-610.
- Cober, W., y Loving, C. (2001). Defining "Science" in a multicultural world: Implications for Science Education. En: *Science Education* (85), 50-67.
- Coutinho, F. A. (2005). *Construção de um perfil conceitual de vida*. [Tese Doutorado em Educação]. Belo Horizonte: Universidade Federal de Minas Gerais, Faculdade de Educação.
- Driver, R. (1986). Psicología cognoscitiva y esquemas conceptuales de los alumnos. En: *Enseñanza de las ciencias*, 4 (1), 3-15.
- Driver, R., y Erikson, G. (1983). Theories in action: some theoretical and empirical issues in the study of students conceptual frameworks in science. En: *Studies in science education*, 10.
- Driver, R.; Squires, A.; Rushworth, P. y Woodo-Robinson, V. (1994). *Making sense of secondary science*. Londres y Nueva York: Routledge.

- Duit, R. (1994). Conceptual change. Approaches in science education. En: *Symposium of Conceptual Change*. Alemania: Universidad de Jena.
- _____ (1999). Conceptual change. Approaches in science education. En: W. Shonotz; S. Vosniadou y M. Carretero (Eds.). *New perspectives on conceptual change*. Oxford: Elsevier.
- Duit, R. y Treagus, D. (1998). *Learning science: from behaviourism towards social constructivism and beyond*. En: B. J. Fraser y K. G. Tobin (Eds.). Dordrecht: Kluwer Academic Publishers.
- Durkheim, E. (1972). *Selected writings*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Duschl, R. y Hamilton, R. (1998). Conceptual change in science and in the learning of science. En: *International Handbook of Science Education*, 1047-1065.
- _____ (1998). Conceptual change in science and in the learning of science. En: B. J. Fraser y K. G. Tobin (Eds.). *International handbook of science education*, 1047-1065. Dordrecht, the Netherlands: Kluwer.
- El-Hani, Ch. (2006). Referencias teóricas y subsidios metodológicos para una pesquisa sobre las relaciones entre educación científica y cultura. En: G. Texeira (Org.). *A Pesquisa em ensino de ciencias no Brasil e suas Metodologias*, 161-212.
- El-Hani, Ch. y Mortimer, E. F. (2007). Multicultural education, pragmatism and the goals of science teaching. En: *Cultural Studies of Science Education* (2), 657-702.
- Erickson, G. (1985). Heat and Temperature – part A: An overview of pupils' ideas. En: R. Driver; E. Guesne y A. Tiberghien (Eds.). *Children's Ideas in Science*. Milton Keynes, Philadelphia: Open University Press.
- Fleck, L. (1986a). *La génesis y el desarrollo de un hecho científico*. L. Meana (Trad.). Madrid: Alianza Editorial.
- _____ (1986b). Some specific features of the medical way of thinking 1927. En: R. S. Cohen y T. Shanelle (Eds.). *Cognition and fact*, 39-46. Dordrecht.
- Furió, C.; Vilches, A.; Guisasola, J. y Romo, V. (2001). Finalidades de la enseñanza de las ciencias en la secundaria obligatoria. ¿Alfabetización científica o preparación propedéutica? En: *Enseñanza de las Ciencias*, 19 (3), 365-376.
- Gallegos, L.; Garritz, A. y Flores, F. (2005). La multiplicidad de representaciones acerca de la estructura de la materia. En: *Enseñanza de las Ciencias*, Número Extra. VII Congreso, 1-6.

- Gaskell, P. J. (1992). Authentic science and school science. En: *International Journal of Science Education* (14), 265-272.
- Halloun, I. y Hestenes, D. (1996). Interpreting VASS dimension and profiles. En: *Science y Education*, 7 (1), 3-24.
- Giordan, A. y De Vecchi, G. (1988). *Los orígenes del saber. De las concepciones personales a los conceptos científicos*. Sevilla: Diada Editores.
- Guridi, V. (1999). ¿Puede vincularse la comprensión conceptual en Física con el perfil epistemológico de un estudiante? [Tesis de Maestría en Epistemología y Metodología de la Ciencia]. Argentina: Universidad Nacional de Mar del Plata.
- Guridi, V. y Salinas, J. (1999). El vínculo entre aspectos conceptuales y epistemológicos en el aprendizaje de la física clásica. En: *Ensino y Educacao*, 6 (2).
- James, W. (1907). Pragmatism: A new name for some old ways of thinking". New York: Longman Green and Co. Recuperado el 6 de abril de 2008. Disponible en: http://www.brocku.ca/MeadProject/James/James_1907/James_1907_toc.html.
- Johnson-Laird, P. (1983). *Mental models*. Cambridge: Harvard University.
- _____ (1996). Images, models, and propositional representational. En: De Vega, et al. *Models of visiospatial cognition*. New York: University Press.
- Justi, R. (2006). La enseñanza de las ciencias basada en la elaboración de modelos. En: *Enseñanza de las ciencias*, 24 (29), 173-184.
- Justi, R. y Gilbert, J. (2006). Models and modelling in chemical education. En: J. Gilbert; O. D. Jomg; R. Justi; D. F. Treagust y J. H. Driel (Eds.). *Chemical Education: towards research-based. Practice*, 47-68). Dordrecht: Kluwer.
- Lewontin, R. (1985). The organism as the subject of evolution. En: R. Levins y R. Lewontin. *The dialectical biologist*. Cambridge: Haward University Press.
- Lins, R. (1994). *Eliciting the meanings for algebra produced by students: knowledge, justification and semantic fields*. Lisboa: PME XIV.
- Mathy, P. (1992). *Las teorías de la evolución en los manuales escolares. Análisis crítico-histórico-epistemológico y proposición de alternativas*. Bruselas: Département Sciences, Philophies, Societés Facultés Universitaires de Namur-Bruxelles.
- Mayr, E. (1988). *Toward a new philosophy of biology: Observations of an evolutionist*. Cambridge: Harvard University Press, 563.

- _____ (1998). *O desenvolvimento do pensamento biológico: diversidade, evolução e herança*. I. Martinazzo (Trad.). Brasília: Editora da Universidade de Brasília.
- Molina, A. (2000). *Conhecimento, cultura e Escola: Um estudo de suas interrelações a partir das idéas dos alunos (8-12 años) sobre os espinhos dos cactos*. [Tesis doctoral]. Sao Paulo: Universidad de Sao Paulo.
- _____ (2002). Conglomerado de relevancias de niños y jóvenes. En: *Científica*, 4 (1), 187- 200.
- _____ (2004). Investigaciones acerca de la enseñanza, el aprendizaje de los textos escolares en la evolución de la vida: Enfoques culturales. En: *Cuadernos de Investigación, Enfoques culturales en la educación en ciencias caso de la evolución de la vida*. Universidad Distrital (4), 9-33.
- _____ (2005a). El "otro" en la constitución de identidades culturales. En: C. Piedrahita y E. Paredes (Eds.). *Cultura política, identidades y nueva ciudadanía*, 139-169 (2 v.). Cúcuta: Sic Editorial LTDA.
- Molina, A.; López, D. y Mójica, L. (2005). Ideas de los niños sobre la naturaleza: un estudio comparado. En: *Revista Científica*, 7 (1), 41-62.
- Moreira, M. A. (1999). Modelos mentales. En: *Investigaciones en Enseñanza de las ciencias*, 1 (3), 193-232.
- _____ (2005). *Representações mentais, modelos mentais e representações sociais*. Porto Alegre: Universidad Federal do Rio Grande do Sul.
- Moreira, M. A. y Greca, I. (2002). Modelos mentales y modelos conceptuales en la enseñanza y aprendizaje de las ciencias. En: *Brasileira de Pesquisa em Educacao en Ciencias*, 2 (3), 44-66.
- _____ (2003). Cambio conceptual: Análisis crítico y propuestas a la luz de la teoría del aprendizaje significativo. En: *Ciencia y Educacao*, 7-25.
- Mortimer, E. F. (1975). Conceptual change or conceptual prolife change? En: *Science y Education* (4), 267- 285.
- _____ (1994). *Evolução do atomismo em sala de aula: Mudança de perfis conceituais*. [Tesis de doctorado] São Paulo: Universidade de São Paulo, Faculdade de Educação.
- _____ (1997). *Para além das fronteiras da química: relações entre filosofia, psicologia e ensino de química*. En: *Química Nova*, 20 (2).

- _____ (1998). Multivoicedness and univocality in classroom discourse: an example from theory of matter. En: *International Journal of Science Education* (1), 67-82.
- _____ (2000). *Linguagem e formação de conceitos no ensino das ciencias*. Belo Horizonte: Editora UFMG.
- _____ (2001). Perfil conceptual: modos de pensar y formas de hablar en las aulas de ciencia. En: *Infancia y Aprendizaje*, 24 (4).
- Mortimer, E. F. y Scott, P. H. (2000). Analysing discourse in the science classroom. En: J. Leach; R. Millar y J. Osborne (Eds.). *Improving Science Education: the contribution of research*. Milton Keynes: Open University Press.
- _____ (2003). *Meaning making in secondary science classrooms*. Maidenhead, UK: Open University Press.
- Mortimer, E. F; Scott, P. y El-Hani, Ch. (2009). Bases epistemológicas da abordagem dos perfis conceituais. En: *VII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências* (ENPEC).
- Morrison, M. y Morgan, M. (1999). Models as mediating instruments. En: M. S. Morgan y M. Morrison (Eds.). *Models as mediators*, 10-37. Cambridge: University press.
- Norman, D. (1983). *Some observations on mental modelos*. En: D. Gentner y A. L. Stevens (Eds.). New York: Lawrence Erlbaum Associates.
- Nussbaum, J. R. (1989). Classroom conceptual change: philosophical perspectives. En: *International Journal of Science Education* (11), 530-540.
- Orozco, J. (1996). Gastón Bachelard y la historia comprometida. En: *Cuadernos de Historia y Enseñanza de las Ciencias* (2), 19-43. Universidad Pedagógica Nacional.
- Ogawa, M. (1986). Towards a new rationale of science education in a non-western education. Bulletin of the Faculty of Education, Ibaraki University. En: *Educational Sciences* (35), 1-8.
- Piaget, J. (1975). *El desarrollo del pensamiento. Equilibración de las estructuras cognitivas*. Lisboa: Don Quijote.
- _____ (1984). *La representación del mundo en el niño*. Madrid: Morata.
- Piaget, J. y Inhelder, B. (1972). *De la lógica del niño a la lógica del adolescente*. Buenos Aires: Paidós.

- Posner, G. J.; Strike, K. A.; Hewson, P. W. y Gerzog, W. A. (1982). Accommodation of a scientific conception: Toward a theory of conceptual change. En: *Science Education* (66), 211-227.
- Pozo, J. I. (1989). *Teorías cognitivas del aprendizaje*. Madrid: Morata.
- _____ (2003). ¿Puede la educación científica sustituir al saber cotidiano de los alumnos? En: *II Congreso Iberoamericano de la Enseñanza de las Ciencias Experimentales*. Madrid: Universidad de Alcalá.
- Pozo, J. I. y Gómez, M. (1998). *Aprender y enseñar ciencias. Del conocimiento cotidiano al conocimiento científico*. Madrid: Morata.
- Pozo, J. I.; Rodríguez, A. y Marrero, J. (1993). *Las teorías implícitas. Una aproximación al pensamiento cotidiano*. Madrid: Aprendizaje Visor.
- Pozo J. I., Gómez, M. A., y Sanz, A. (1999). When change does not mean replacement: different representation for different context. En: Shnotz W.; Vosniadou S. y Carretero, M. (Eds.). *New perspectives on conceptual change*, 161-174. Oxford: Pergamon Elsevier.
- Putnam, H. (1995). *Pragmatism: an open question*. Oxford e Cambridge: Blackwell Publishers.
- Ribeiro, E. y Mortimer, E. (2004). Un perfil conceptual para entropía y espontaneidad: una caracterización de las formas de pensar y hablar en el aula de Química. En: *Educación Química*, 15 (3), 218-233.
- Rodrigo, M. J. (1985). Las teorías implícitas en el conocimiento social. En: *Infancia y aprendizaje* (31-34), 145-156.
- _____ (1994). El hombre de las calles, el científico y el alumno: ¿un solo constructivismo o tres? En: *Investigación en la escuela* (23), 7-15.
- Rodrigo, M. J.; Rodríguez, A. y Marrero, J. (1994). *Las teorías implícitas. Una aproximación al conocimiento cotidiano*. Madrid: Visor.
- Rodríguez, F. y Silva, D. (2006). *O perfil conceitual de vida: ampliando as ferramentas metodológicas para sua investigação*. Belo Horizonte: Universidade Federal de Minas Gerais, faculdade de educação.
- Salinas, J.; Gil, D. y Cudmani, L. (1995). La elaboración de estrategias educativas acordes con un modo científico de tratar las cuestiones. En: *Memorias de la Novena Reunión Nacional de Educación en Física*, 336-348). Argentina: Salta.
- Salinas, J.; Wainmaier, C. y Guridi, V. (2005). ¿Hay relación entre la “comprensión epistemológica” y la “comprensión conceptual” en el aprendizaje de la física clásica? En: *Enseñanza de las ciencias*, Número Extra. VII Congreso, 1-5.

- Schutz, A. (1967). *The phenomenology of the social world*. G. Walsh y F. Lehnert (Trad.). New York, NY: Northwestern University Press.
- Segura, D.; Molina, A.; Pedreros, R.; Arcos, F.; Velasco, A.; Leuro, R. y Hernández, G. (1995). *Vivencias de conocimiento y cambio cultural*. Santafé de Bogotá: Corporación Escuela pedagógica Experimental – Colciencias
- Sepúlveda, C. y El-Hani, Ch. (2009). *Construcción de perfil conceptual de adaptación y análisis de la dinámica discursiva en contextos de enseñanza de la evolución*. [Tesis de doctorado]. Salvador: Universidad Federal de Bahía, Facultad de Educación.
- Silva, D. (1995). *Estudo das trajetórias cognitivas de alunos no ensino da diferenciação dos conceitos de calor e temperatura* [Tesis de doctorado]. Brasil: Universidade de São Paulo, Faculdade de Educação.
- Solsona, N.; Izquierdo, M. y Jong, O. (2003). Explorando el desarrollo de perfiles conceptuales de los estudiantes acerca del equilibrio químico. En: *Revista Journal of Science Education*, 25 (1), 3-12.
- Songer, N. B. y Linn, M. C. (1991). ¿How do students' views of science influence knowledge integration? En: *Journal of Research in Science Teaching* (28), 761-784.
- Strike, K. y Posner, G. J. (1991). *Philosophy of Science, Cognitive Science and Educational Theory and Practice*. New York: Sunny Press.
- Tsai, C. C. (1998). An analysis of scientific epistemological beliefs and learning orientations of taiwanese eighth graders. En: *Science Education*, 82 (4), 473-489.
- Toulmin, S. (1977). *La comprensión humana 1. El uso colectivo y la evolución de los conceptos*. Madrid: Alianza Universidad.
- Tulviste, P. (1991). *The cultural-historical development of verbal thinking*. M. J. C. Hall (Trad.). New York: Nova Science.
- Utges, G. y Pacca, J. (1998). Razonamiento analógico y aprendizaje significativo. Una discusión analizando analogías utilizadas en la enseñanza del concepto de onda. En: *Atas do IV Encontro de Pesquisa em Ensino de Física*. Florianópolis.
- _____ (2003). *Análisis factorial en la caracterización de representaciones implícitas. Reflexiones metodológicas a la luz de algunas investigaciones realizadas*. Universidad del Rosario.
- Utges, G.; Jardón, A.; Feráboli, L. y Fernández, P. (2000). Teorías implícitas de los profesores sobre la tecnología y su enseñanza. En: *Atas do VII Encontro de Pesquisa em Ensino de Física*. Florianópolis.

- Vergnaud, G. (1990). La theorie des champs conceptuels. *Resecherches. Didactique des Mathematiques*, 10 (23), 133-170.
- _____ (1996). A trama dos champs conceptuels na construação dos conhecimentos. En: *Revista do GEMPA* (4), 9-19.
- _____ (2007). ¿En qué sentido la teoría de los campos conceptuales puede ayudarnos para facilitar aprendizaje significativo? En: *Investigaciones em Ensino de Ciencias*, 12 (2), 285-302.
- Viau, J.; Zamorano, R.; Gibbs, H. y Moro, L. (2006). Ciencia y pseudociencia en el aula: el caso del "Bosque energético". En: *Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 5 (3), 451-465.
- Vygotsky, L. S. (1978). *Mind in society: The development of higher psychological process*. En: M. Cole; V. John-Steiner; S. Scribner y E. Souberman (Eds.). Cambridge, MA: Harvard University Press.
- _____ (1987). Thinking and speech. En: R. W. Rieber y A. S. Carton (Eds.). Minich, N. (Trad.). *The collected works of L. S. Vygotsky*, 39-285. New York, NY: Plenum Press.
- _____ (2000). *A construção do pensamento e da linguagem*. Bezerira, P. (Trad.). São Paulo: Martins Fontes.
- Wainmaier, C. (2003). *Incomprensiones en el aprendizaje de la Mecánica Clásica Básica*. [Tesis de Maestría]. Tucumán, Argentina: Universidad Nacional de Tucumán.
- Wertsch, J. V. (1985). *Vygotsky and the social formation of mind*. Cambridge, MA: Harvard University Press.
- Williams, M. D.; Holland, J. D. y Stevens, A. L. (1983). Human reasoning about a simple physical system. En: D. Gentner y A. L. Stevens (Eds.). *Mental models*. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum.
- Zamorano, R.; Gibbs, H.; Moro, L. y Vaio, J. (2006). Evaluación de un modelo didáctico analógico para el aprendizaje de energía interna y temperatura. En: *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 3 (3), 392-408.