

**EL ESTUDIO DE LAS REPRESENTACIONES – PERSPECTIVAS PARA LA
INVESTIGACION BASICA EN EDUCACION EN CIENCIAS¹⁵**
(The study of representations – perspectives for basic research in science education)

Marta A. Pesa*
Constanza Ruiz Danegger**
Silvia del Valle Bravo*

* Universidad Nacional de Tucumán.
Av. Independencia 1800, (4000) San Miguel de Tucumán, Argentina
Tel. (54) (381) 4364111, Int. 307. Fax (54) (381) 4363004
E-mail: mpesa@herrera.unt.edu.ar

** Universidad del Norte Santo Tomás de Aquino
Universidad Nacional de Tucumán

Resumen

Los aportes de la Psicología Cognitiva y de la Epistemología e Historia de las Ciencias han contribuido a que la noción de cambio conceptual haya derivado a la de cambio representacional, noción que resulta más explicativa y coherente con un modelo integrador del aprendizaje. En este trabajo se da cuenta de los fundamentos teóricos de la nueva concepción, en relación con el desarrollo de las nociones de niveles representacionales -respuestas situacionales, modelos mentales, teorías de dominio y teorías implícitas- y de cambio situado. Se analiza la potencialidad de este estudio como núcleo más fructífero para la comprensión de la estructuración, persistencia y resistencia al cambio de las concepciones alternativas de los fenómenos que estudia la ciencia, que conduzca a una enseñanza más eficaz. Luego se deducen algunas de sus implicaciones para la investigación básica en educación en ciencias.

Palabras-clave: cambio conceptual; niveles representacionales; cambio situado

Abstract

Contributions from cognitive psychology and from epistemology and philosophy of science have shown that the notion of conceptual change has evolved to the notion of representational change which is more explicative and coherent with an integrative learning model. In this paper we report the theoretical foundations of this new conception with respect to the notion of representational levels – situational answers, mental models, domain theories, and implicit theories – and situated change. The potentiality of this approach as a more fruitful nucleus for understanding the structuration, persistence and resistance to change of alternative conceptions in science, leading to a more efficient teaching, is discussed. In addition. Some implications for research in science education are deducted.

Keywords: conceptual change; representational levels; situated change.

Introducción

Es afirmación común que en los últimos treinta años se ha producido una verdadera explosión de la investigación sobre el aprendizaje y la enseñanza de las ciencias de la naturaleza (v.g., cf. Borges, 1999; Pozo, 1993). Más concretamente, la investigación reciente sobre enseñanza de la física constituye una continuación y refinamiento del trabajo de los años 80 sobre las

¹⁵ Trabajo presentado en el I Encuentro Iberoamericano sobre Investigación en Educación en Ciencias, Burgos, España, 16 al 21 de septiembre, 2002.

concepciones que tienen los novatos de los conceptos de la disciplina, especialmente la detección de “ideas previas” o “alternativas” (Voss, Wiley y Carretero, 1996).

Se podría distinguir, siguiendo la pista de Pozo (1993), una investigación de corte más “didáctico”, sobre la “ciencia del alumno” o enfoque de las “concepciones alternativas” sobre dominios específicos; y otra “psicológica”, más generalista y con énfasis en el estudio de los procesos más que en los contenidos. Más allá de sus diferencias teóricas y metodológicas, ambas vertientes habrían llegado a conclusiones con algún grado de convergencia, lo que llevaría a reconocer un ámbito de trabajo común, sobre problemas comunes. Pensamos que la situación en el ámbito de la investigación argentina no permitiría hablar de una división tan tajante como la apuntada. La investigación considerada “didáctica”, de escasa tradición, se refiere principalmente a las características de los eventos de aula, del desempeño docente, etc. en sus dimensiones descriptiva y normativa. Y, por otro, se puede afirmar que la investigación sobre las concepciones alternativas, en cuanto construcciones mentales, ha sido considerada propia del campo de la psicología, más exactamente en el campo de la psicología cognitiva en su aproximación a los fenómenos educacionales -de historia reciente en nuestro medio-.

Podemos formular la hipótesis de que nos encontramos en un momento de transición en el campo de la investigación, ya que se comienza a hablar de puntos de encuentro. Por una parte, dentro de la “investigación en el aula”, hay un acercamiento de la psicología y la didáctica, a través por ejemplo de la investigación de los fenómenos que configuran la vida escolar desde la perspectiva de los actores o del análisis del discurso en el aula (Lemke 1997, Mortimer 2001, Ruiz Danegger, 2000). Por otra, por la consolidación de los grupos interdisciplinarios que dentro de los propios departamentos de Física han logrado paulatinamente iniciar una tradición de investigación con metodologías propias, problemáticas convergentes, difusión de resultados en revistas especializadas, congresos y reuniones científicas específicas, etc. (Cudmani y Pesa, 1993).

En estos últimos años ha surgido el estudio de las “representaciones” como problemática convergente dentro del campo de la Educación en Ciencias. Este constructo tiene su origen en la Psicología Cognitiva, y es considerado uno de los más polémicos, difíciles e interesantes de esta disciplina (Vega, 1984): por medio de él se da cuenta de las construcciones mentales a través de las cuales las personas captan el mundo. El estudio de las representaciones está en los fundamentos de la investigación de corte constructivista, en cuanto se refiere a la base, el objeto y los procesos mismos de construcción cognitiva. En Educación en Ciencias estos planteos se enriquecen con los aportes de la Epistemología e Historia de las Ciencias y las Ciencias de la Educación. Estas disciplinas muestran la complejidad del proceso de la construcción de las teorías científicas, que implican no sólo un cambio de estructuras conceptuales sino también de estructuras sintácticas, un cambio de “modo” de conocer el mundo (Pesa, 1997).

La línea de investigación del estudio de las representaciones está orientada a la búsqueda de interrogantes tales como:

- ¿Qué significa “lo que el alumno ya sabe”? ¿Cómo se accede a conocer esa información? ¿Cómo se estructura esa información dentro del sistema cognoscitivo? ¿Cuáles son las bases psicológicas, epistemológicas, axiológicas y ontológicas de esas construcciones? ¿Son todas las ideas igualmente resistentes o persistentes al cambio o unas lo son más que otras?
- ¿Pueden encontrarse patrones comunes de adquisición de las representaciones de sentido común?

- ¿Cómo se modifican y a qué niveles, durante el proceso de aprendizaje de las ciencias a nivel universitario? ¿Cómo debieran modificarse las representaciones y qué tipo de cambios deberían producirse para lograr un aprendizaje significativo de la disciplina?

La pregunta que nos formulamos y de cuya respuesta quiere dar pistas este trabajo es qué puede aportar el estudio de las representaciones a la investigación en enseñanza de las ciencias y a la enseñanza de la ciencia. Estudios actuales señalan la importancia de cambiar la orientación tradicional de las investigaciones sobre concepciones alternativas para atender más bien a la naturaleza de las representaciones, cómo éstas se organizan y qué procesos de cambio requieren (Greca, Moreira 2000; Pesa 1997; Pozo, Rodrigo 2001; Tyson, Venville, Harrison, Treagust, 1997); contestaremos por lo tanto a la cuestión planteada a partir de un marco teórico justificado por este nuevo enfoque.

Cambios en la concepción del “cambio conceptual” como meta de la educación científica: el modelo integrador de aprendizaje de las ciencias

El modelo de “cambio conceptual” (Posner *et al.*, 1982), basado principalmente en la epistemología de Kuhn, tiene como fundamento implícito la idea que en los procesos de aprendizaje significativo los cambios conceptuales van acompañados de cambios simultáneos en las concepciones axiológicas, epistemológicas y ontológicas de la estructura cognitiva de los estudiantes. Las estrategias didácticas generadas a partir de ese modelo han estado dirigidas a *sustituir* los marcos conceptuales previos de los estudiantes por otros más próximos a las teorías científicas. Sin embargo, las investigaciones realizadas han mostrado un éxito limitado en relación con la aceptación de las ideas científicas y que las concepciones alternativas de sentido común siguen “vivas” en contextos particulares.

Estas concepciones de sentido común (Pesa y Cudmani, 1997) se construyen sobre la base de criterios, modos de razonar, reglas heurísticas, propósitos y valoraciones, que, si bien suelen ser muy efectivas para enfrentar las exigencias de la vida cotidiana, difieren sustancialmente de los desiderata de precisión, coherencia, objetividad y sistematicidad del conocimiento científico (Reif y Larkin, 1991) y actúan como verdaderos obstáculos epistemológicos (Bachelard, 1972; Pesa, 1997) para la comprensión de ciertos dominios de las ciencias. Desde la psicología se agrega que el conocimiento de sentido común y el conocimiento científico no se distinguen necesariamente por su contenido, sino muy especialmente por su epistemología constructiva, por el tipo de escenario sociocultural en el que se construyen y por sus procesos de construcción (Rodrigo, 1997). Ambos tipos de conocimiento se distinguirían también del conocimiento típicamente escolar (Rodrigo, 1997); al mismo tiempo que aprender ciencias requeriría de algún modo trascender esas diferencias, a través de una integración jerárquica de las representaciones que posee o adquiere el sujeto (Pozo y Gómez Crespo, 1998).

Teniendo en cuenta estas dificultades, investigadores como Duschl (1995) y Villani (1992) propusieron la epistemología de Laudan como alternativa a la de Kuhn. Laudan propone un modelo reticular, no jerárquico y sostiene que un cambio en uno de los campos de la estructura cognoscitiva no resulta necesariamente en un cambio holístico que abarque todas las áreas de la misma. Para Laudan, los objetivos y valores determinantes del cambio actitudinal justifican las metodologías. Estas justifican la teoría y muestran la factibilidad de los objetivos científicos. Además, la teoría debe ser coherente con los objetivos y simultáneamente determinar las metodologías más efectivas (Pesa, Ostermann 2002).

En suma, considerando que existe un cierto paralelismo entre los modelos que explican los procesos del cambio científico y los modelos que interpretan los cambios que se dan en el

aprendizaje de las ciencias, y teniendo en cuenta la interdependencia entre los distintos aspectos del conocimiento, pareciera que:

- * Los procesos de cambio son lentos y complejos.
- * Los cambios pueden iniciarse en cualquiera de los niveles y gradualmente extenderse a los otros. Por ejemplo, pueden modificarse las estructuras conceptuales sin alterarse significativamente los compromisos ontológicos, axiológicos y metodológicos.
- * El aprendizaje significativo de las concepciones científicas requiere de acciones intencionadas orientadas a producir la reconstrucción significativa de los distintos campos del sistema cognitivo.

Surge así el modelo integrador (Cudmani, Pesa, Salinas, 2000), al que convergen aportes de otros autores (Gil Pérez, 1993; Duschl, 1995) y que señalan la importancia de integrar contenidos conceptuales, métodos, objetivos y valoraciones, como un camino más eficiente y efectivo para favorecer el aprendizaje significativo de las concepciones científicas. La noción de "representaciones", en su amplitud semántica, permite dar cuenta de la construcción y los cambios que se operan en los campos conceptual, axiológico, epistemológico y ontológico.

Niveles representacionales: aportes al marco teórico para el aprendizaje de las ciencias

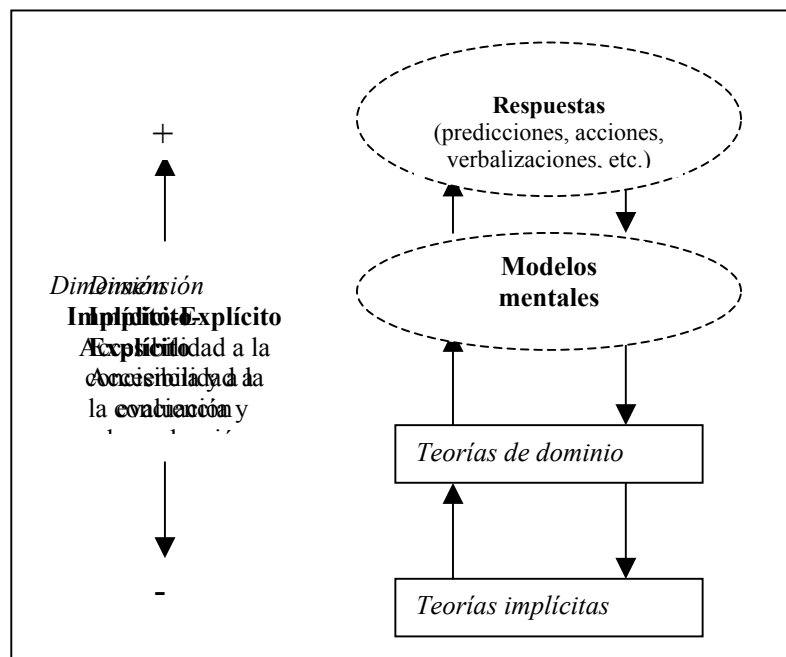
El modo en que se construye y representa el conocimiento resulta crucial para comprender cómo se producen los procesos de cambio en la educación en ciencias (Rodrigo y Correa, 1999).

Desde esta postura, la noción de "cambio integrador" en la estructura cognitiva podría traducirse por "cambio en la forma de conceptualizar" (Pozo, 1997) o "cambio representacional" (Rodrigo y Correa, 1999). Lo que ocurriría en tal fenómeno no sería tanto una mera sustitución de los contenidos mentales de las concepciones alternativas correspondientes al conocimiento cotidiano por otras, ajustadas al conocimiento científico, como una modificación de los modos de representación de los conceptos. En palabras de Pozo y Gómez Crespo (1998), y usando una metáfora tomada de las tecnologías de la información y la comunicación, el verdadero cambio que conduce del conocimiento cotidiano al conocimiento científico implicaría *reformatear* la mente del sujeto o al menos incorporarle un nuevo "sistema operativo" que resulte compatible con los principios en que se basa el conocimiento científico. Sólo de esta manera podría "hacer correr" sus conocimientos anteriores y/o "redescribirlos" de modo adecuado.

Del análisis de la bibliografía se concluye la hipótesis de la existencia de diversos niveles de análisis representacional (ver Esquema 1): *las respuestas situacionales* (Pozo y Gómez Crespo, 1998; Pozo y Scheuer, 1999), los *modelos mentales* (v.g. Borges, 1999; Gentner y Stevens, 1983; Johnson-Laird, 1983; Moreira, 1996, 1997; Rodrigo y Correa, 1999), las *teorías de dominio* (Pozo y Gómez Crespo, 1998; Pozo y Scheuer, 1999) y las *teorías implícitas* (Pozo, 2001; Pozo y Gómez Crespo, 1998; Pozo y Scheuer, 1999; Rodrigo, Rodríguez y Marrero, 1993; Rodrigo y Correa, 1999).

La mayoría de las investigaciones realizadas sobre las concepciones alternativas de los estudiantes han estado centradas en las *respuestas situacionales*, quizás por ser éstas metodológicamente las más accesibles al investigador y las más fáciles de explicitar por el propio sujeto. En general, la metodología de investigación consistía en plantear al sujeto una situación problemática para inducir la activación de una representación, y se asumía implícitamente, que esa representación constituía una concepción alternativa. Entendemos que esta extrapolación no es siempre correcta. Las llamadas concepciones alternativas implican representaciones de nivel más

profundo, sugieren un cierto grado de organización y coordinación entre los elementos del sistema cognitivo. Por ello están caracterizadas por un cierto grado de generalidad, estabilidad, coherencia y resistencia al cambio. Si bien *aparecen*, en general, como ideas fragmentadas y no tienen el requisito explícito de sistematicidad y coherencia interna de las concepciones científicas, presentan para ciertas áreas del conocimiento una estructura jerárquica. En ellas, las ideas centrales representan los núcleos o compromisos estructurales más internalizados y resistentes al cambio, que los sujetos mantienen al abordar diferentes situaciones problemáticas. Estas ideas son frecuentemente implícitas y necesitan de una investigación educativa profunda y reflexiva con adecuadas herramientas de análisis. Por el contrario, ideas de menor jerarquía, cumplen el rol de hipótesis ad hoc, respuestas inestables, que los sujetos no vacilan en cambiar al abordar problemas similares y que se activan desde la memoria de trabajo (Bravo y Pesa, 2000; Pesa, 1997; Pesa y Cudmani, 1997; Pozo y Gómez Crespo, 1998): éstos son los modelos mentales.



Esquema 1: Niveles de análisis de las representaciones

La expresión “*modelos mentales*” se usa en diversos sentidos (cf. Borges, 1999). Para Johnson-Laird son análogos estructurales de la realidad a la que se refieren (Moreira, 1996, 1997), y se construyen usando procesos cognitivos tácitos. Desde su punto de vista, la comprensión de un aspecto de la realidad ocurre cuando se verifica acuerdo entre el modelo construido para explicarlo y el aspecto modelado. Así, nuestra habilidad para dar explicaciones estaría ligada con nuestra comprensión de aquello que es explicado, es decir, con la existencia de modelos mentales sobre ello (1983; Borges, 1999). En general, las características de los modelos mentales que apuntan los autores corresponden a una representación episódica, dinámica y flexible de la tarea o situación, elaborada a partir de la integración de una parte de la teoría implícita y de las demandas de la situación o de la tarea y generada en la memoria a corto plazo (Rodrigo, 1997; Rodrigo y Correa, 1999); son altamente específicos (Moreira, 1996, 1997). Los modelos mentales serían representaciones de la realidad rodadas en un escenario determinado y en respuesta a una meta o una tarea concreta, en las cuales se activan síntesis de trazos esquemáticos sobre ese aspecto de la realidad contenidos en la memoria a largo plazo (Rodrigo, 1997).

Los aportes de la Epistemología contemporánea y de la Historia de las Ciencias han mostrado que los procesos de cambios de paradigmas no implican sustituir unas ideas por otras,

sino en atribuir nuevas significaciones en el marco de nuevos enfoques teóricos, con nuevos principios conceptuales, epistemológicos y ontológicos. Lo que cambia no son las ideas aisladas, sino las teorías de las que ellas forman parte. Por lo tanto para conocer cuáles de esas ideas, predicciones o acciones son significativas, parecería importante estudiarlas no de forma aislada, sino como parte de una estructura o sistema más amplio.

Las teorías de dominio constituyen corpus de representaciones sobre una determinada área del conocimiento, más estables que las representaciones situacionales. Aunque implícitas a la conciencia, se hallarían explícitamente almacenadas en la memoria permanente del sujeto; son menos accesibles al investigador y, en general, sólo pueden ser inferidas a través de metodologías de abordaje múltiple (Pesa, 1997). Las teorías de dominio determinarían las concepciones que activará cada sujeto en función de las demandas de la tarea a resolver; brindarían las características invariantes de los modelos mentales activados en diferentes contextos. Las teorías de dominio se estructurarían a su vez en un marco más complejo y abarcativo constituido por un sistema de supuestos implícitos determinado por las teorías implícitas.

Las teorías implícitas representarían un conjunto de reglas y restricciones que determinarían tanto la selección de la información como las relaciones y vínculos que se establecerían entre los esa información (Pozo, 2001; Pozo y Gómez Crespo, 1998; Pozo y Scheuer, 1999).

Podríamos decir, citando a Rivière, que las teorías implícitas impondrían restricciones al sistema operativo de procesamiento de la información del sistema cognitivo. De esa forma, las representaciones activadas por los sujetos en diversos dominios compartirían similares restricciones de procesamiento. Esto es coherente con resultados encontrados en investigaciones sobre concepciones alternativas donde se detectan reglas heurísticas (contigüidad espacial y temporal, principios de contacto, etc.) en distintos dominios producto de un aprendizaje implícito. Así, un estudiante puede aparentemente cambiar su teoría de dominio en un campo específico, pero mantener los mismos supuestos implícitos e ideas centrales de las representaciones alternativas. Por ejemplo, en Óptica geométrica puede adoptar las leyes de la reflexión y la refracción y mantener la concepción holística de la propagación luminosa (que supone que la imagen se traslada como un todo) como núcleo central. Se trataría entonces de una hibridización de conocimientos científicos y alternativos, donde tampoco se superan modos de razonamiento de sentido común, razonamiento inconsistente o irreversible y reglas heurísticas de sentido común (*“lo que no se percibe no se concibe”*), que constituyen reales obstáculos para la comprensión significativa de las concepciones de la óptica geométrica. También se han encontrado resultados similares en un estudio acerca de los modelos y razonamientos de estudiantes universitarios sobre fenómenos ondulatorios mecánicos (Bravo, Pesa, 2001). Las respuestas a situaciones problemáticas referidas al medio de propagación y a la integración de las relaciones espacio-temporales que caracterizan la propagación de un pulso en una cuerda, revelan también una hibridización de conocimientos científico y alternativo: adoptan aquellos elementos del modelo científico que les son útiles para dar respuesta a los interrogantes planteados (como el manejo del algoritmo $v = \lambda \cdot f$, ó un aprendizaje memorístico acerca de la velocidad de propagación), y a la vez, mantienen modos de razonamiento y/o reglas heurísticas de sentido común (un movimiento más “rápido” de la mano implica una mayor velocidad de propagación, o mayor amplitud del pulso) en sus justificaciones.

Desde esta perspectiva, y de modo coherente con un modelo integrador, habrá aprendizaje significativo cuando se produzcan no sólo la superación del modelo holístico que subyace a esta teoría de dominio sino también una superación en las reglas y principios ontológicos, epistemológicos y axiológicos que subyacen al modo de conocer de sentido común.

El cambio de las teorías implícitas a través de cambios situados en el nivel de los modelos mentales

Esta nueva perspectiva, más centrada en el proceso mismo del cambio, se debe a la emergencia de un nuevo modelo representacional del conocimiento que hace compatible la existencia de teorías implícitas de naturaleza esquemática con modelos mentales de naturaleza episódica. En este sentido Rodrigo (Rodrigo, 1997; Rodrigo y Correa, 1999) da un paso adelante en la consideración de la integración de los componentes situacionales y representacionales, con respecto al aporte de Cheng y Holyoak (1995), que trabajan con el concepto de “esquemas pragmáticos” (a. Voss, Wiley y Carretero, 1996).

Utilizando la nomenclatura clásica del procesamiento de la información, las representaciones de naturaleza esquemática (es decir, las teorías de dominio y las teorías implícitas) se almacenarían en la memoria a largo plazo y serían bastante estables, aunque estén abiertas a cambios parciales a través de las modificaciones en los modelos mentales. Pero para comprender esto hay que recurrir a los aportes del enfoque sociocultural. Los modelos mentales tienen referencias culturales, al ser resultado de la activación de las representaciones esquemáticas en función de las demandas contextuales, se van modificando a medida que cambian las condiciones de la tarea o se va produciendo un proceso de negociación entre los participante en la resolución de la misma. Este proceso de negociación transforma los modelos mentales de los participantes a medida que se modifican sus intenciones y metas hasta llegar, si es el caso, a un modelo compartido de la situación o tarea (Rodrigo, 1997; Rodrigo y Correa, 1999).

El cambio de las representaciones de nivel más profundo (teorías de dominio y teorías implícitas) tendría lugar, por tanto a través de cambios situados, en el nivel de los modelos mentales que dependen de la naturaleza de las demandas de las tareas que controla el profesor (Rodrigo y Correa, 1999). Las diversas situaciones académicas estimularían la creación de un lecho episódico de modelos mentales que irían sufriendo modificaciones fruto del aprendizaje situado. En este sentido sólo los modelos mentales y no las teorías implícitas en su conjunto pueden ser susceptibles de cambios situados debidos a variaciones en las demandas de tareas académicas y en los procesos de negociación que tienen lugar entre los alumnos y el profesor en el seno de la clase. Los cambios situados irían propiciando la posibilidad de que se dieran ciertas reconstrucciones que afectarían a las teorías implícitas de base (Rodrigo y Correa, 1999). Esto es lo que Rodrigo (1997) ha denominado “construcción episódica del conocimiento”.

Implicaciones para la investigación y para la enseñanza

La nueva concepción del cambio que se desprende de esta visión de las representaciones implica que el cambio en los niveles más profundos de representación –de naturaleza esquemática, con almacenamiento en la memoria a largo plazo– depende de los *cambios situados* que el profesor *puede* promover y orientar en el aula.

Ello implica, en primer lugar, la introducción de cierto saludable “optimismo” con respecto a las posibilidades de poder promover el aprendizaje genuinamente constructivo de la ciencia (Pozo, 1996), es decir un aprendizaje que, yendo un poco más allá del aprendizaje de conceptos aislados, llegue al nivel de la re-elaboración de los contenidos mentales del alumno y la integración jerárquica (Pozo y Gómez Crespo, 1998). Y por otro lado, de explicar teóricamente cómo tiene lugar el cambio mismo: aunque el dilema constructivista acerca del origen del conocimiento y la naturaleza del aprendizaje sigue incólume, se ha dado un paso en la teorización sobre el modo en el que se construye y estructura el conocimiento. Este tipo de concepciones de base sobre el fenómeno orientan y dan sentido a las investigaciones del área.

Con respecto a los modos de promover este aprendizaje, desde esta perspectiva se puede recuperar la aserción de Pozo (1987, 1997) de que el cambio conceptual de la teoría implícita sería una meta final de la enseñanza y no su método cotidiano. Resultados de investigaciones sugieren que los aprendices siguen un proceso de aproximaciones graduales, apoyados en cambios conceptuales menores e incluso aprendizajes de tipo asociativo. Desde un punto de vista didáctico, y contrariamente a las prescripciones realizadas desde las versiones primigenias de los modelos de cambio conceptual, no sería aconsejable entonces la promoción sistemática de conflictos cognitivos para lograr las metas de aprendizaje, ya que éstos, en vez de favorecer el aprendizaje, podrían justamente cortocircuitarlo.

Por último, y volviendo a nuestro planteo inicial, pensamos que la noción de representaciones es rica y explicativa como para ser objeto de conocimiento y reflexión en los cursos de formación docente, inicial y en actividad; es en este ámbito donde debe incidir en primer lugar la investigación, si se quiere propiciar la investigación desde una perspectiva que acerque verdaderamente la investigación didáctica a la psicológica, por un lado, y reforzar la relación entre investigación e intervención didáctica, por otro.

En lo que hace a la investigación misma sobre las representaciones, supone un programa que supere las limitaciones del estudio “clásico” de las ideas previas. En la conceptualización actual no se las considera como simples *misconceptions*; y ni siquiera se las ve como sólo “conceptos” sino “concepciones”, de naturaleza conceptual, epistemológica, ontológica y axiológica (Campanario y Otero, 2000; Cudmani, Pesa y Salinas, 2000); ni como ideas aisladas, sino formando verdaderas *teorías* implícitas.

Se afirma que la mayor parte de la ingente investigación sobre representaciones se encontraría en el primer nivel descripto, es decir en el de las respuestas de los sujetos (Pozo y Scheuer, 1999), y que la investigación en el en el dominio de la Física adolece de defectos metodológicos (Campanario y Otero, 2000). No obstante se han encontrado resultados ampliamente coincidentes mediante la utilización de diversos instrumentos, en contextos y culturas distintas. Si las “respuestas” son construcciones ad hoc en función de las demandas de tarea, se puede deducir que a través de las investigaciones realizadas se ha llegado, en mayor o menor grado, a profundizar en representaciones de mayor grado de profundidad.

En tan to las respuestas son el único medio para acceder a las representaciones, ya correspondan al nivel de las teorías de dominio o al de las teorías implícitas, el investigador parecería necesitar acudir a ellas para estudiar las representaciones de los sujetos. Cobran en este punto especial valor las derivaciones metodológicas de las consideraciones que se hacen acerca de cada uno de los niveles descriptos: si se quiere estudiar las teorías implícitas, realizar contrastaciones de los supuestos que subyacen a las respuestas de los sujetos en distintos dominios (Pozo y Scheuer, 1999); si se quieren estudiar las teorías de dominio, utilizar instrumentos que pongan al sujeto en diferentes contextos de tarea (Oliva, 1999; Pesa, 1997).

El énfasis puesto en la atención al componente situado del aprendizaje lleva a pensar en la necesidad de obtener una *validez ecológica* de los resultados (Entwistle, 1988), es decir, considerar las variables situacionales de los eventos de aula y atender a la singularidad de los fenómenos de negociación que se producen en el curso de la clase y del curso académico (Doyle, 1986). De hecho, estas consideraciones sitúan la investigación en una perspectiva que va más allá de los estudios clásicos de las representaciones en condiciones experimentales o cuasi experimentales; haría falta, justamente, estudiar la contextualización de las representaciones que se construyen y/o activan para comprender cabalmente su significado. Desde la perspectiva de la división entre investigación “didáctica” y “psicológica” que se formulaba más arriba, se da efectivamente una convergencia de

intereses pero se acerca el planteamiento al dominio de la didáctica y a la labor de investigación en el aula que desarrollan los grupos de investigación en enseñanza de la Física, en una versión renovada y enriquecida por los resultados obtenidos desde las disciplinas que estudian los mismos fenómenos.

Referencias

- BACHELARD, G. (1972). *La formación del espíritu científico* (Buenos Aires. Siglo XXI).
- BORGES, A. T. (1999). Como evoluem os modelos mentais. *Ensaio, 1* (1), 85-125.
- BRAVO, S.; PESA, M. (2000). Concepciones referidas a los fenómenos ondulatorios. *Procc. of the III International Meeting on Meaningful Learning* (Peniche, Portugal, 11-15 de Setiembre).
- CAMPANARIO, J. M.; 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. *Enseñanza de las Ciencias, 18* (2), 155-169.
- CHENG, P. W.; HOLYOAK, K. L. (1985). Pragmatic reasoning schemas. *Cognitive Psychology, 17* (4), 391-416.
- CUDMANI, L. C. DE, PESA, M. (1993). La integración de aportes interdisciplinarios en la generación de una nueva disciplina: la Educación en Física. Importancia para la formación de Profesores. *Revista de Enseñanza de la Física*, Volumen especial.
- CUDMANI, L. C. de; PESA, M.; SALINAS, J. (2000). Un modelo integrador para el aprendizaje de las ciencias. *Enseñanza de las Ciencias, 18* (1).
- DOYLE, W. (1986). Classroom organization and management. En M. C. Wittrock (ed.), *Handbook of Research on Teaching* (New York. Mac Millan).
- DUSCHL, R. (1995). Más allá del conocimiento: los desafíos epistemológicos y sociales de la enseñanza mediante el cambio conceptual. *Enseñanza de las ciencias, 13* (1).
- ENTWISTLE, N. J. (1988). *La comprensión del aprendizaje en el aula* (Barcelona. Paidós).
- GENTNER, D.; STEVENS, A. L. (1983). *Mental models* (Hillsdale, N.J. Erlbaum).
- GIL PÉREZ, D. (1993). Contribución de la historia y la filosofía de las ciencias al desarrollo de un modelo de enseñanza-aprendizaje como investigación. *Enseñanza de las Ciencias, 11* (2).
- GRECA, I.M.; MOREIRA, M.A. (2000). Mental models, conceptual models, and modelling. *International Journal on Science Education, 22* (1), 1-11.
- JOHNSON-LAIRD, P. N. (1983). *Mental models* (Cambridge, Mass. Harvard University Press).
- LEMKE, J. L. (1997). *Aprender a hablar ciencia* (Barcelona, Paidós).
- MOREIRA, M. A. (1996). "La teoría de los modelos mentales de Johnson-Laird". *Actas, III Escuela Latinoamericana sobre Investigación en Enseñanza de la Física*, Porto Alegre (Canela), 1-12 de julio.
- MOREIRA, M. A. (1997). Modelos mentales. *Investigações em Ensino de Ciências, 1* (3), 193-232.
- MORTIMER, E. F. (2001). Perfil conceptual: formas de pensar y hablar en las clases de ciencias. *Infancia y Aprendizaje, 24* (4), 475-490.
- OLIVA, J. M. (1999). Concepciones de los alumnos en Física y diferencias individuales. *Infancia y Aprendizaje, 88*, 3-24.
- PESA, M. (1997). *Concepciones y preconcepciones sobre formación de imágenes*. (Tesis doctoral. Universidad Nacional de Tucumán).
- Revista Brasileira de Investigação em Educação em Ciências, 2*(3)84-96, 2002.

- PESA, M.; CUDMANI L. C. de (1997). Sistematización de los resultados alcanzados en investigaciones sobre concepciones alternativas. *Memorias de la X Reunión Nacional de Educación en la Física*, Mar del Plata.
- PESA, M.; OSTERMANN F., 2002, La ciencia como actividad de resolución de problemas: la epistemología de Laudan y algunos aportes para la investigación educativa en ciencias. Aceptado para publicación en el *Caderno Catarinense de Ensino de Física*.
- POSNER, G.; STRIKE, K.; HEWSON, P.; GERTZOG, W. (1982). Accommodation of a scientific conception: toward a theory of conceptual change. *Science Education*, 66 (2).
- POZO, J. I. (1987). *Aprendizaje de la ciencia y pensamiento causal* (Madrid. Visor).
- POZO, J. I. (1993). Psicología y Didáctica de las Ciencias de la naturaleza: ¿concepciones alternativas?. *Infancia y Aprendizaje*, 62-63, 187-204.
- POZO, J. I. (1996). No es oro todo lo que reluce ni se construye (igual) todo lo que se aprende: contra el reduccionismo constructivista. *Anuario de Psicología*, 69, 127-139.
- POZO, J. I. (1997). El cambio sobre el cambio: hacia una concepción del cambio conceptual en la construcción del conocimiento científico. En M. J. Rodrigo y J. Arnay (comps.), *La construcción del conocimiento escolar* (Barcelona. Paidós).
- POZO, J. I. (2001). *Humana mente. El mundo, la conciencia y la carne* (Madrid. Morata).
- POZO, J. I.; GÓMEZ CRESPO, M. A. (1998). *Aprender y enseñar ciencia. Del conocimiento cotidiano al conocimiento científico* (Madrid. Morata).
- POZO, J. I.; RODRIGO, M. J. (2001). Del cambio de contenido al cambio representacional en el conocimiento conceptual. *Infancia y Aprendizaje*, 24 (4), 407-423.
- POZO, J. I.; SCHEUER, N. (1999). Las concepciones sobre el aprendizaje como teorías implícitas. En J. I. Pozo y C. Monereo (coords.), *El aprendizaje estratégico. Enseñar a aprender desde el currículo* (Madrid. Santillana).
- REIF, F.; LARKIN, J. H. (1991). Cognition in scientific and everyday domains: Comparison and learning implications. *Journal of Research in Science Education*, 28 (9), 733-760.
- RODRIGO, M. J. (1997). Del escenario socio-cultural al constructivismo episódico: un viaje al conocimiento escolar de la mano de las teorías implícitas. En M. J. Rodrigo y J. Arnay (eds.), *La construcción del conocimiento escolar* (Barcelona. Paidós).
- RODRIGO, M. J.; CORREA, N. (1999). Teorías implícitas, modelos mentales y cambio educativo. En J. I. Pozo y C. Monereo (coords.), *El aprendizaje estratégico. Enseñar a aprender desde el currículo* (Madrid. Santillana).
- RODRIGO, M. J.; RODRÍGUEZ, A.; MARRERO, J. (1993). *Las teorías implícitas. Una aproximación desde el conocimiento cotidiano* (Madrid. Visor).
- RUIZ DANEGGER, C. (2000). Interacción tutorial, posición socio-cognitiva y comprensión. Alumnos aventajados de primer año en clases universitarias de ciencias. *Investigações em Ensino de Ciências*, 5 (1).
- TYSON, L. M.; VENVILLE, G. J.; HARRISON, A. G.; TREAGUST, D. F. (1997). A multidimensional framework for interpreting conceptual change events in the classroom. *Science Education*, 81 (4).
- VEGA, M. de (1984). *Introducción a la Psicología Cognitiva* (Madrid: Alianza).
- VILLANI, A. (1992). Conceptual change in science and science education. *Science Education*, 76 (2).
- VOSS, J. F.; WILEY J.; CARRETERO, M. (1996). La adquisición de habilidades intelectuales y la comprensión de contenidos específicos. En M. Carretero, *Construir y enseñar las ciencias experimentales* (Buenos Aires. Aique).