

El artículo relata una investigación sobre cómo unos profesores de Ciencias, durante una etapa de su formación permanente, manifiestan y proponen acciones relacionadas con el conocimiento previo de los estudiantes, analizando el caso concreto de las concepciones sobre la forma de la Tierra. Además de las dificultades de los propios profesores en relación con dicha noción, los resultados indican que aquellos que manifiestan una posición más constructivista del aprendizaje proponen estrategias de cambio conceptual de mayor nivel de complejidad.

El conocimiento de los profesores sobre el conocimiento de los alumnos: el caso de las concepciones sobre la forma de la Tierra

pp. 103-112

Joao B. S. Harres*
Verno Krüger*

Introducción

Las concepciones didácticas de los profesores han sido muy investigadas últimamente. Los resultados de estas investigaciones permiten establecer, al menos como hipótesis de trabajo, la existencia de una epistemología docente que influye de forma relevante en su práctica, constituyendo lo que viene siendo denominado *conocimiento profesional* (Porlán y Rivero, 1998). En esta epistemología, una dimensión muy importante consiste en considerar la ideas previas de los alumnos. Hashweh (1996), por ejemplo, mostró que el reconocimiento por los profesores de las ideas previas de los alumnos y la intención didáctica de promover un cambio conceptual están relacionadas con las concepciones que tienen sobre la naturaleza del conocimiento científico.

En esta misma línea, Harres (1999) identificó que profesores con una concepción empirista sobre la naturaleza de la ciencia tienden a desechar el conocimiento previo de los alumnos o a verlo como un error a eliminar.

De la misma forma que el conocimiento de los alumnos, el conocimiento profesional de los profesores también está en permanente evolución. Por esta razón, los procesos de formación inicial y permanente, deben estar orientados a propiciar un cambio gradual de este conocimiento. Por tanto, como formadores, consideramos necesario adoptar una postura constructivista sobre la evolución del conocimiento profesional de los profesores, o sea, partir también de su conocimiento previo. Sólo así podremos favorecer que éstos, por su parte, puedan adoptar posturas de mayor consideración del conocimiento previo de los alumnos.

* Departamento de Ciências Exatas e Biológicas, Univates-Centro Universitário, Caixa Postal 155, Lajeado – RS CEP 95900000 Brasil.

Así, como parte de un programa de formación permanente más amplio (Krüger, 2001), estructuramos una actividad de explicitación y contraste del conocimiento didáctico previo de los profesores sobre el conocimiento de los alumnos en el caso de las concepciones de los estudiantes sobre la forma de la Tierra.

Este trabajo relata el análisis de las concepciones identificadas en esta actividad, intentando contribuir a una mejor caracterización e integración del conocimiento de los profesores sobre el conocimiento de los alumnos en un marco conceptual más amplio que favorezca su evolución; derivándose, de esa forma, algunas implicaciones para la formación de profesores según el marco teórico formativo e investigativo aportado por Porlán y Rivero (1998) y García y Porlán (2000).

Concretamente, en esta investigación partimos de la hipótesis de que la proposición por parte de los profesores de estrategias didácticas potencialmente más efectivas para promover un cambio conceptual están relacionadas con su concepción del aprendizaje. Estas dos dimensiones del conocimiento profesional fueron analizadas según una escala construida con un gradiente de complejidad coherente con la necesidad de considerar el carácter evolutivo del conocimiento profesional. Esta construcción, por su parte, constituye también una hipótesis de trabajo investigada.

Metodología

El estudio se realiza con un grupo de 26 participantes en un Curso de Especialización en la Enseñanza de las Ciencias integrado por profesores de Ciencias y Matemáticas de la Enseñanza Básica y por profesores de Matemáticas, Física, Química, Biología y Geografía de Enseñanza Media del sur del Brasil. El curso fue organizado en una serie de etapas analítico-reflexivas sobre la práctica docente de forma que favoreciera una evolución del conocimiento profesional de los profesores (Porlán y Rivero, 1998).

Anteriormente a la actividad aquí descrita y analizada, se llevó a cabo la realización de otras

actividades de explicitación del modelo didáctico personal, así como debates sobre formas de avanzar hacia posturas didácticas más evolucionadas (Porlán, 1993). Confirmando los mismos obstáculos en la evolución del conocimiento profesional apuntados por García y Porlán (2000), el análisis de estas actividades ha identificado concepciones de los profesores sobre el “qué enseñar”, “para qué enseñar” y “cómo enseñar” relacionadas con un absolutismo epistemológico y con un desconocimiento de cómo los alumnos construyen su conocimiento (Krüger y Harres, 1999).

Como forma de propiciar un avance en las concepciones de los profesores, se escogió una actividad que integrase esos obstáculos en una situación didáctica concreta. La actividad pedía que los profesores respondiesen a dos preguntas, propuestas por Hashweh (1996), sobre las concepciones de los alumnos respecto a la forma de la Tierra.

El caso de las concepciones sobre la forma de la Tierra ha sido objeto de muchas investigaciones (Nussbaum, 1979; Cubero, 1989; Nardi y Carvalho, 1996 y Harres, 1999). Nussbaum (1979), en uno de los más importantes trabajos sobre este tema, encontró que los estudiantes, incluso muchos años después del periodo en que esta idea ha sido abordada en la escuela, presentan muchas dificultades para integrar la concepción esférica de la Tierra con la experiencia cotidiana de la misma, marcadamente “plana”.

El potencial formativo del análisis de esta situación reside en el hecho de ser un ejemplo significativo de un resultado de la investigación didáctica que no ha sido todavía considerada por la mayoría de los profesores. Esta situación se contraponen a la concepción, muy común entre los profesores (Porlán y Rivero, 1998), de que el aprendizaje de un conocimiento nuevo ocurre por simple adición a la estructura cognitiva del “aprendiz” o por sustitución del conocimiento “erróneo” (Tierra plana) por el conocimiento “correcto” (Tierra esférica). Al contrario, la nueva información, de acuerdo con una perspectiva constructivista, va siendo parcialmente integrada, dependiendo también de otras formas de co-

nocimiento no sólo conceptuales, sino procedimentales y actitudinales (Gil, 1993), y a partir de sucesivas aproximaciones hacia concepciones más avanzadas (Nussbaum, 1985).

La situación es la siguiente:

“El profesor, en la clase de Ciencias hace la siguiente pregunta: Si andas siempre en línea recta sobre la superficie de la Tierra, ¿qué ocurre?”

“Un alumno responde: Después de andar cierto tiempo llegaría al final de la superficie terrestre y continuando caería hacia abajo en el espacio vacío”.

Después de la lectura de la situación, a los profesores les fueron hechas las siguientes preguntas:

a) ¿A qué atribuyes la respuesta de este alumno?

b) ¿Qué estrategias didácticas propones para esta situación?

A diferencia de Hashweh (1996), que investigó situaciones concretas para cada área de procedencia de cada uno de los profesores de su muestra, optamos por analizar el mismo caso con todos para favorecer que los participantes pudiesen contrastar sus respuestas con otros compañeros. Según esto, se contemplaba el área mayoritaria de los participantes, es decir docentes de Ciencias al final de la Enseñanza Básica y dos profesores de Geografía.

Concepciones sobre la aprendizaje

Las respuestas por parte de los profesores a las dos cuestiones fueron sometidas a un proceso de integración entre metodologías cualitativas (Moraes, 1995) y cuantitativas que permitiese una perspectiva evolutiva en el análisis de los datos. De esta forma se estructuró una escala según un gradiente de complejidad (García, 1995) para el análisis de las concepciones implícitas sobre la aprendizaje y de las estrategias propuestas para el proceso de cambio conceptual.

En cuanto a la primera pregunta, de la misma manera que Hashweh (1996), fueron construidas dos grandes categorías sobre la aprendizaje: la *concepción constructivista* y la *concepción empirista*. En la *concepción constructivista* in-

cluimos aquellos profesores que enfatizan el rol activo del aprendiz en la construcción de su entendimiento del mundo. Estos parecen ser conscientes de que los alumnos desarrollan ideas distintas por sí mismos y que gran parte de estas ideas son inconsistentes con el conocimiento científico aceptado. Consecuentemente, comparten la idea de que el aprendizaje en la enseñanza de las ciencias constituye un proceso de cambio conceptual y que su enseñanza está estructurada en torno al contraste de las concepciones alternativas de los estudiantes.

Por otra parte, en la *concepción empirista* del aprendizaje incluimos los profesores que enfatizan el rol del refuerzo externo en el aprendizaje. No conciben que los estudiantes puedan construir y desarrollar por sí mismos ideas sobre los fenómenos, y por eso no son conscientes de la existencia de las concepciones alternativas, o cuando son conscientes de esto no las consideran en su planteamiento didáctico.

Cada una de estas dos categorías presentaban diferencias internas en el grado de complejidad de la concepción sobre el aprendizaje, formando así una escala evolutiva con cinco niveles. A pesar de que algunas afirmaciones de los profesores enmascaraban, al mismo tiempo, más de un nivel de concepción del aprendizaje, el análisis de los contenidos fue orientado a la identificación, lo más adecuada posible, de cada individuo con sólo uno de los niveles.

Concepción empirista del aprendizaje

La primera categoría de concepción sobre el aprendizaje incluye a aquellos sujetos que muestran una concepción cuya característica principal es la de no reconocer la existencia del conocimiento previo del estudiante. Esta categoría, a su vez, fue subdividida en tres niveles de concepciones, coherentes con la idea central más relevante, con una diferenciación que permite identificar un grado de complejidad creciente en la forma “empirista” de considerar el aprendizaje.

En el primer nivel incluimos aquellos sujetos que o nada afirman sobre las ideas del alum-

no o parecen no haber entendido que la pregunta pedía un posicionamiento didáctico a este respecto. Esta postura, coherente con un cierto "egocentrismo escolar" (enseñanza centrada exclusivamente en el profesor), también puede revelar que los profesores tienen dificultades con el concepto que se estudia. Así, por ejemplo encontramos manifestaciones como: "No, (...) la Tierra es redonda y siendo la trayectoria recta, no llegaría al final, andaría en círculos a causa de la fuerza que la Tierra tiene sobre los cuerpos".

En el segundo nivel de diferenciación interna de esta categoría el alumno ya parece "existir". Pero éste es visto como un ser "tonto", pues "no se da cuenta de que está equivocado". Para estos profesores, la deficiencia del aprendizaje estaría en la observación "incorrecta" de la realidad próxima: "Este alumno no se da cuenta de que está en la superficie esférica de la Tierra". Se defiende, implícitamente, una epistemología inductivista ingenua, ya superada (Porlán y Hares, 1999).

Por último, como nivel más avanzado dentro de la concepción empirista del aprendizaje, aparecen aquellos profesores que, al menos, creen en la capacidad de los alumnos de aprender mediante la enseñanza. Lo inadecuado de las respuestas en esta subcategoría es la referencia a una falta de información por parte de los estudiantes, o por no haber "visto" este tema antes en la escuela: "muchos niños de centros periféricos tienen falta de información" o "el alumno no está preparado para dar otro tipo de respuesta"; o por la mala comprensión consecuencia de una enseñanza ineficiente: "el alumno no consigue abstraer el conocimiento que le fue suministrado" o "esta respuesta (...) demuestra falta de conocimiento".

Concepción constructivista del aprendizaje

En la segunda categoría encontramos los 2/3 restantes de los profesores. Aquí el criterio general es el reconocimiento de que la respuesta del estudiante puede estar relacionada con una idea previa sobre la forma de la Tierra. Según

García (1999), el reconocimiento de las ideas previas de los alumnos parece ser la característica más clara de una perspectiva constructiva de la enseñanza de las ciencias. La forma de cómo este reconocimiento se explicita es lo que nos va a permitir diferenciar esta categoría en dos niveles de evolución diferentes en cuanto a la concepción del aprendizaje.

En el primer nivel aparecen aquellos que ven la manifestación del estudiante como el resultado de un proceso de construcción que tiene sentido para él en el estadio de desarrollo cognitivo en que se encuentra, pero inadecuado ante el conocimiento científico establecido. Así, para éstos, el conocimiento previo es visto como un error a eliminar.

En este nivel aparecen respuestas como: "Dentro del conocimiento del niño es correcto"; "será necesario (...) considerar la edad de este niño"; "la respuesta (...) corresponde a la idea de que la Tierra es un plano"; "no tiene una noción clara, para él la Tierra es finita" o, esta otra: "por no entender bien, el alumno responde de manera lógica, con lo que alcanza a ver".

Por fin, en el nivel más avanzado de concepción sobre el aprendizaje, identificado a partir de respuestas a la primera pregunta de la actividad propuesta, surgen claros indicios de reconocimiento de la existencia de una idea previa sobre la forma de la Tierra. Este reconocimiento se refuerza (y se diferencia del nivel anterior) por el acompañamiento de manifestaciones que indican una calificación menos absolutista (jerárquicamente superior) del conocimiento científico junto a una mayor aceptación y comprensión de la idea del alumno. La construcción de esta idea aparece claramente como el resultado de un proceso de interacción con el medio, implicando una concepción más compleja sobre el aprendizaje; podemos identificarla como una concepción constructivista acompañada, al menos implícitamente, de una concepción didáctica también constructivista.

Algunas respuestas que se destacan en este nivel son: "Es una respuesta normal desde el punto de vista del niño"; "es aceptable considerando (...) que es la primera impresión que se tiene"; "es aceptable (...) en una visión de lo cotidiano"; "los

conceptos están unidos al saber cotidiano"; *"propio de su capacidad de relacionar (...), no está formado"*; o esta otra, *"no se ha equivocado en la respuesta"*.

La tabla 1 sintetiza el análisis de las respuestas dadas. Los niveles de cada gran categoría fueron numerados con la intención, como se verá más adelante, de representar y relacionar esta escala evolutiva con el grado de complejidad del concepto de aprendizaje.

Se verifica que la mayoría de los profesores manifiestan concepciones coherentes con los niveles más avanzados en la escala construida (4 y 5). Creemos que esto debe haber ocurrido como consecuencia de las reflexiones anteriores y por una parcial superación, en el curso, de los obstáculos en la evolución del conocimiento profesional apuntados por Porlán y Rivero (1998), como son, una concepción absolutista del conocimiento científico y una concepción aditiva del aprendizaje.

En efecto, durante las actividades del curso de Especialización en Enseñanza de las Ciencias, estos obstáculos ya habían sido identificados, explicitados y contrastados con las contribuciones recientes de las investigaciones en didáctica de las Ciencias, siendo previsible, por lo tanto, la constatación de una cierta evolución en su conocimiento previo sobre el aprendizaje.

Sin embargo, la categorización de los individuos debe ser vista de forma relativa, pues la manifestación de cada profesor fue categorizada

según el contexto en que se realizaba. De esta forma, entre los niveles 2 y 3, por ejemplo, puede haber dudas en la categorización según el punto de vista teórico con el cual se interpreta la respuesta. Intentando superar posiciones epistemológicas radicalmente empiristas o aprioristas en la investigación educativa, como sugiere Porlán (1989), la interpretación fue dirigida por las hipótesis de partida y, éstas, a su vez, contextualizadas de acuerdo con los datos obtenidos. Por esta razón, la definición del nivel donde se encuadraba determinada afirmación ocurrió algunas veces por el análisis simultáneo de la segunda respuesta o, en otras ocasiones, por la parte de la manifestación que se identificaba con la hipótesis de trabajo.

Concepciones sobre el cambio conceptual

Antes de intentar establecer la relación de las concepciones de aprendizaje identificadas, se analizaron las posturas didácticas propuestas en la segunda pregunta. Este análisis incluye la comparación de las estrategias propuestas por los profesores con la clasificación en niveles de potencialidad para el cambio conceptual de Hashweh (1996).

A partir de un análisis teórico anterior, Hashweh (1986) señala que las estrategias de enseñanza propuestas por los profesores pue-

Concepción sobre el aprendizaje	Nivel	Indicador	Número de profesores
Empirista (no hay conocimiento previo)	Nivel 1	Inadecuado	3
	Nivel 2	Como falta individual	2
	Nivel 3	Falta de información o enseñanza ineficiente	5
Constructivista (hay conocimiento previo)	Nivel 4	Error que se debe eliminar	8
	Nivel 5	Relativa aceptable, resultado de la interacción con el medio	8

Tabla 1. Número de profesores por concepción sobre el aprendizaje.

den clasificarse según su potencial efectivo para “inducir” un cambio conceptual. En esta clasificación, el potencial crece a medida que la estrategia satisface determinados presupuestos sobre el aprendizaje hoy en día aceptados en el ámbito de los estudios de cambio conceptual (Posner y otros, 1982). A continuación explicitamos cada uno de los cinco niveles de clasificación de Hashweh, presentando las evidencias obtenidas en el grupo de profesores.

Según este autor, en el nivel más bajo que favorece un cambio conceptual, “Nivel 1: Explica y repite”, estarían las estrategias que apenas tratan la explicación del conocimiento científico y/o la mera repetición de éste. En este nivel, se supone que al profesor le bastaría con enfatizar el conocimiento científico para conseguir que los estudiantes descarten sus concepciones alternativas y de esta forma evitar futuros “errores”. En caso de dificultades del alumno (incomprensión) el profesor repetirá la explicación cuantas veces sea necesario para, finalmente, “inducir” el cambio conceptual (del cual el profesor no es consciente).

No fueron identificadas estrategias de cambio conceptual apoyadas exclusivamente en la explicación del conocimiento científico, característica propia de este nivel. Las estrategias clasificadas aquí están más relacionadas con una “pobreza” didáctica que con una concordancia propia de la perspectiva de este nivel. Así, incluimos en el Nivel 1 estrategias como: “Coger una bola y hacer correr una hormiga en la superficie”; “yo propondría una reflexión sobre el origen de la Tierra”; “mostraría el globo para ver allí donde nos encontramos”; o esta otra, “lo mejor sería trabajar con material concreto, como el globo terrestre, video”.

El “Nivel 2: Convence” englobaría estrategias de presentación de ejemplos, consecuencias o “experiencias de pensamiento”. Éstas “probarían” la veracidad del conocimiento científico. Aquí aparecen estrategias tales como: “Colocando un globo terrestre enfrente de los alumnos para mostrar que la Tierra es redonda”; “les pondría ejemplos, como el de un navío andando en alta mar”; “yo propondría la observación del globo terrestre, comparándolo con el mapa-mundi, mos-

traría fotos espaciales de la Tierra para que el niño entendiese que la Tierra es redonda” y “explicaciones con ayuda del globo y paseo con los alumnos”.

El nivel siguiente, “Nivel 3: Rebate”, es semejante al anterior pero avanza un poco en la medida en que los ejemplos, consecuencias o “experiencias de pensamiento” no son ofrecidos simplemente para confirmar el conocimiento “verdadero” sino para rebatir o contradecir las concepciones alternativas de los estudiantes. Esto es, a partir de este nivel parece haber un reconocimiento de que existe un conocimiento anterior y que el conocimiento científico no actúa sobre una *mente en blanco*.

De esta forma son ejemplos de este nivel: “Les pediría que dibujasen la Tierra con gente que vive en ella (...) mostraría con el globo cómo es la Tierra”; “con el globo (...) provocaría el buscar una solución para el problema hasta que él, con el dedo, señalara el recorrido sugerido”; “haría preguntas como: ¿ves que la Tierra es cuadrada? (...), daría un paseo para mostrar al alumno que el horizonte (...) es la superficie de la Tierra redonda”.

En el “Nivel 4: Desarrolla” se pretende que las ideas de los alumnos sean desarrolladas hasta que éstas estén claras y suficientemente explícitas para, entonces, realizar una confrontación con sus concepciones científicas.

Como ejemplos de este nivel aparecen afirmaciones como: “Conversar, debatir, (...) orientar la conversación para que los alumnos perciban (...), relacionar las ideas con las concepciones científicas”; “antes (...) pondría en duda y compararía (...), trabajaría (...) a partir del conocimiento cotidiano (...), daría la oportunidad para que los alumnos utilizaran nuestras ideas (...) en diferentes contextos”; “trabajaría (...) cuestionando la idea del alumno (...) para entonces trabajar los conocimientos de ese momento”; “realizaría actividades que los desafiasen, (...) el alumno pasaría a construir su conocimiento, donde el profesor sería el mediador (...), analizando las concepciones de cada uno”; “provocar un debate con los alumnos, (...), realizar investigación, hacer comparaciones con las respuestas de las investigaciones y el resultado

Niveles de potencial de las estrategias de cambio conceptual	Indicador	Número de profesores
Nivel 1	Explica y repite	4
Nivel 2	Convence	11
Nivel 3	Rebate	5
Nivel 4	Desarrolla	6
Nivel 5	Reestructura	0

Tabla 2. Número de profesores por nivel de las estrategias propuestas.

del experimento”; “el profesor debería explorar al máximo el conocimiento del alumno”.

Por fin, en el más alto grado de potencialidad para un cambio conceptual estaría el “Nivel 5: Reestructura”, en el que las estrategias de enseñanza, distintas en su forma, tratarían la comparación entre las concepciones científicas y las concepciones alternativas. En esta fase estaría la explicación de las relaciones entre estos dos tipos de concepciones promoviendo una comprensión, por parte del estudiante, de la adecuación y de los límites de cada una, a modo de tentativa, como escribe Hashweh (1996, p. 52), “de resolver el conflicto entre ellas”. Ningún sujeto fue identificado en este nivel.

La tabla 2, sintetiza los resultados de la categorización de las estrategias de cambio conceptual propuestas por los profesores.

Como se ve en esta tabla, la gran mayoría (casi 80%) de los profesores se quedan en los niveles de estrategias didácticas menos potentes para promover el cambio conceptual (Nivel 1, 2 y 3). Lo que contrasta con los 2/3 de ellos que reconocían el conocimiento previo de los alumnos. Didácticamente estos profesores, al final, priorizan la imposición del conocimiento científico. Por ello, resulta importante verificar con más detalles cómo ocurre esta relación entre las dos escalas investigadas.

Relación entre las concepciones sobre aprendizaje y el potencial de las estrategias

La relación entre las concepciones de aprendizaje y el potencial de las estrategias propuestas para el cambio conceptual fueron analizadas de dos formas. Inicialmente, se separaron las concepciones de aprendizaje en las dos grandes categorías de concepción sobre la aprendizaje “Empiristas”, y “Constructivistas”, relacionándolas con el nivel de las estrategias propuestas. Se observa que el número de profesores va disminuyendo en el grupo empirista y aumentando en el grupo constructivista a medida que aumenta el potencial de las estrategias. La tabla 3, que se muestra a continuación, presenta estos datos.

Otra forma de verificar la existencia de implicaciones entre las dos escalas construidas es el cálculo del coeficiente de correlación lineal entre ellas. Este coeficiente es de 0,55 (estadísticamente significativo en un nivel inferior a 1%) que, sin aplicar una relación determinista (y no habría de serlo), parece dejar claro la implicación aquí analizada.

En definitiva, estos resultados apuntan a una confirmación de la hipótesis de la investigación, es decir, la consideración del conocimiento previo de los alumnos por parte los profesores pa-

Concepción sobre el aprendizaje	Nivel de potencial para el cambio conceptual de las estrategias				
	Nivel 1 Explica/Repite	Nivel 2 Convence	Nivel 3 Refuta	Nivel 4 Desarrolla	Nivel 5 Reestructura
Empirista (no hay conocimiento previo)	3	4	2	1	0
Constructivista (hay conocimiento previo)	1	7	3	5	0

Tabla 3. Número de profesores por concepción sobre el aprendizaje y por nivel de potencial de estrategia de cambio conceptual propuesta.

rece estar asociada a una consideración simplista del cambio conceptual. En otro trabajo, presentando el mismo dilema de la forma de la Tierra a una muestra de más de 500 profesores del área de Ciencias del sur de Brasil, también encontramos este mismo resultado (Harres, 1999).

En el presente trabajo, el uso de una metodología cualitativa y la estructuración de una escala evolutiva de análisis permitió avanzar en la comprensión de la implicación entre estas ideas. Se verificó también que es diferente el nivel de evolución en cada uno de los aspectos relacionados. Una parte significativa de los profesores que tienen una concepción de aprendizaje que reconoce la existencia del conocimiento previo de los alumnos proponen estrategias para el cambio conceptual que se sitúan cerca de los niveles más bajos de la escala construida, caracterizando así un desprecio didáctico del conocimiento previo.

Una posible explicación de este desajuste en la evolución entre la concepción de aprendizaje y el nivel de las estrategias de cambio conceptual propuestas puede estar relacionada con las etapas anteriores del curso de formación. Así, mientras que las concepciones de aprendizaje tuvieron un tratamiento didáctico acentuado dentro del programa de formación permanente, no había ocurrido igual todavía con la proposición, análisis y evolución de planteamientos didácticos coherentes con estas concepciones. Esta etapa se desarrollaría después de la actividad analizada en este trabajo.

En otras palabras, los profesores estaban manifestando, cuando proponían estrategias para el cambio conceptual, su conocimiento profesional "previo" sobre esta cuestión. Como ya ha sido identificado en otras investigaciones, este nivel de conocimiento profesional, mayoritario entre los profesores, se caracteriza por la identificación próxima de la forma tradicional de enseñar (Porlán, 1993).

Implicaciones para la formación de profesores

Los resultados generales presentados dan soporte a la hipótesis de que el nivel de complejidad de la estrategia para el cambio conceptual aumenta a medida que la concepción del aprendizaje de los profesores se aproxima a una perspectiva constructivista.

Nuestros resultados concuerdan con los de Hashweh (1996) en el sentido de que profesores constructivistas, desde el punto de vista del aprendizaje, tienden a usar (o por lo menos defienden el uso de) estrategias de cambio conceptual potencialmente más efectivas. Cabe citar que en la investigación de Hashweh (1996), la clasificación de los profesores en constructivistas o empiristas fue hecha con anterioridad a través de un análisis epistemológico, esto es, a partir de la concepción sobre la naturaleza del conocimiento científico.

De lo dicho, es posible afirmar que la intención de establecer una escala evolutiva de las

concepciones del aprendizaje, comparándolas con el nivel de complejidad de las estrategias de cambio conceptual, es adecuada para caracterizar el estadio de evolución del conocimiento profesional de los profesores, lo que puede llevar al planteamiento y el desarrollo de otras actividades para la evolución de este conocimiento.

Concretamente, este resultado es importante pues se presenta como una prueba a favor de una postura de superación del absolutismo también en el ámbito de la investigación del conocimiento profesional, evitando la clasificación de los profesores en “buenos o malos”, “tradicionales o constructivistas”, o, incluso, en aquellos que “valen” y aquellos que “no valen”. Creemos que la formación permanente debe considerar las diferentes situaciones en las cuales se encuentran las concepciones de los profesores en relación a su actuación profesional y, a partir de esto, construir hipótesis de progresión del conocimiento concretadas en actividades formativas coherentes con esta perspectiva.

Al mismo tiempo, es importante dejar claro que, aisladamente, la simple confirmación de resultados encontrados por otros investigadores en nuestro contexto tiene cierta validez. En este sentido, estamos trabajando en el análisis de la evolución de los profesores en los niveles de conocimiento profesional identificados en esta y en otras actividades del programa de formación más amplio en el cual se integra esta investigación (Krüger y Harres, 1999).

Así, de modo más específico y como continuación de este trabajo, es necesario desarrollar y evaluar estrategias de cambio conceptual del conocimiento profesional de los profesores superando el sentido común sobre la enseñanza y sobre el aprendizaje. Y, de modo más amplio, es necesario integrar estos resultados en una visión compleja del conocimiento profesional relacionando los obstáculos formativos con las necesidades de cambios procedimentales y actitudinales, tal cual se defiende en el ámbito del aprendizaje de conceptos en la enseñanza de las ciencias (Gil, 1993). Todo esto, integrado en una teoría del conocimiento profesional (García y Porlán, 2000) orientada al establecimiento de una *hipótesis de progresión* (Porlán y Rivero, 1998) sobre

cómo este conocimiento puede evolucionar hacia modelos didácticos personales más potentes para resolver los problemas del aula.

REFERENCIAS

- CUBERO, R. (1989). *Cómo trabajar con las ideas de los alumnos*. Sevilla: Diada, 1989.
- GARCÍA, F. F. (1999). El papel de las concepciones de los alumnos en la didáctica de las ciencias sociales. *Investigación en la Escuela* 39, 7-16.
- GARCÍA, J. E. (1995). La transición desde un pensamiento simple hacia un pensamiento complejo en la construcción del conocimiento escolar. *Investigación en la Escuela* 27, 7-20.
- GARCÍA, J. E. y PORLÁN, R. (2000). Teoria e prática na ação docente: uma teoria do conhecimento profissional. *Cadernos Pedagógicos* 3, 7-43, Lajeado.
- GIL, D. (1993). Contribución de la historia y de la filosofía de las ciencias al desarrollo de un modelo de enseñanza/aprendizaje como investigación. *Enseñanza de las Ciencias* 11 (2), 197-212.
- HARRES, J. B. S. (1999). *Concepções de professores sobre a natureza da ciência*. Porto Alegre: Pontificia Universidade Católica do Rio Grande do Sul. Tesis doctoral no publicada.
- HASHWEH, M. Z. (1986). Toward an explanation of conceptual change. *European Journal of Science Education* 8, 229-249.
- HASHWEH, M. Z. (1996). Effects of science teacher's epistemological beliefs in teaching. *Journal of Research in Science Teaching* 33 (1), 47-63.
- KRÜGER, V. (2001). *Evolução do conhecimento profissional de professores de Ciências e Matemática: uma proposta de formação continuada*. Porto Alegre: Pontificia Universidade Católica do Rio Grande do Sul. Tesis doctoral inédita.
- KRÜGER, V. y HARRES, J. B. S. (1999). *Concepções prévias de professores de ciências sobre ensino: referentes para a evolução de seus conhecimentos profissionais*. Campinas (Brasil): II Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências.
- MORAES, R. (1999). Análise de Conteúdo. *Educação* 37, 7-32. Porto Alegre
- NARDI, R. y CARVALHO, A. M. P. (1996). Um estudo sobre a evolução das noções de estudantes sobre o espaço, forma e força gravitacional do planeta Terra. *Investigações em Ensino de Ciências* 1 (2), 20-39. Porto Alegre.

- NUSSBAUM, J. (1979). Children's conceptions of the Earth as a cosmic body: a cross-age study. *Science Education* 63 (1), 83-93.
- NUSSBAUM, J. (1985). La Tierra como cuerpo cósmico. In: DRIVER, R.; GUESNE, E. y TIBERGHEIN, A. *Ideas científicas en la infancia y la adolescencia*. Madrid: Morata/MEC.
- NUSSBAUM, J. (1989). Classroom conceptual change: philosophical perspectives. *International Journal of Science Education* 11, 530-540.
- PORLÁN, R. (1989). *Teoría del conocimiento, teoría de la enseñanza y desarrollo profesional: las concepciones epistemológicas de los profesores*. Tesis doctoral inédita. Universidad de Sevilla.
- PORLÁN, R. (1993). *Constructivismo y escuela*. Sevilla: Díada.
- PORLÁN, R. y HARRES, J. B. S. (1999). La epistemología evolucionista de Stephen Toulmin y la enseñanza de las ciencias. *Investigación en la Escuela*, 39, 17-26.
- PORLÁN, R. y RIVERO, A. (1998). *El conocimiento de los profesores. Una propuesta formativa en el área de ciencias*. Sevilla: Díada.
- POSNER, G. J.; STRIKE, K. A.; HEWSON, P. W. y GERTZOG, A. (1982). Accomodation of a science conception: toward a theory of a conceptual change. *Science Education* 66 (2), 211-227.
- TOULMIN, S. (1977). *La comprensión humana I. El uso colectivo y la evolución de los conceptos*. Madrid: Alianza.

SUMMARY

The research reports how science teachers, during a span of their continuing education, express themselves and suggest actions in relation to the alternative conceptions of their students, analysing the concepts about the shape of the earth. Besides the evidence of the difficulties shown by the teachers with this conception, the results show that those which reveal a more constructivist position of the learning process propose conceptual changing strategies with a higher level of complexity.

RÉSUMÉ

Cet article explique comme des professeurs de Sciences, pendant une étape de leur formation continue, expriment et proposent des actions en rapport avec les représentations des élèves, en analysant la cas concret de la forme de la Terre. Les résultats montrent non seulement les difficultés de ces professeurs en rapport avec celle notion là mais aussi comme les enseignants avec une position plus constructiviste sur l'apprentissage proposent des strategies de change conceptuel avec une plus grande complexité.