

APRENDIZAJE ESCOLAR Y OBSTÁCULOS. ESTUDIO DE CASO DE UNA PROFESORA DE CIENCIAS DE SECUNDARIA

Educational school learning and its obstacles. A Secondary School Science teacher's case study

Bartolomé Vázquez-Bernal¹
Roque Jiménez-Pérez²
Matilde Martos³
Vicente Mellado⁴

Resumen: En el artículo se describe un estudio de caso de una profesora de educación secundaria integrada en un grupo de investigación-acción. Nuestro interés es la relación entre el aprendizaje escolar y los obstáculos que sus alumnos encuentran. Se analiza cómo la reflexión de la profesora y sus acciones en el aula interactúan, así como su influencia en el desarrollo profesional. Para acometer este estudio hemos desarrollado una hipótesis de progresión que llamamos de la Complejidad. Los hallazgos sugieren que la profesora posee una concepción asimilativa del aprendizaje escolar, formando parte del núcleo duro de sus obstáculos para el desarrollo profesional. Este proceso indica la dirección en su desarrollo profesional en tanto construya teorías más complejas al respecto, así como el soporte fundamental del grupo de investigación-acción.

Palabras clave: Aprendizaje escolar. Obstáculos. Reflexión. Prácticas de aula. Complejidad. Desarrollo profesional.

Abstract: This article describes a case study of a secondary education science teacher as a part of an investigation-action group. We analyze how reflection and action interact, and the influence on teacher professional development. To undertake this study we have developed a progression hypothesis that we call The Complexity Hypothesis, which progresses from technical efficiency, passing to interest in practical problems, and to critical awareness. The findings suggested that the teacher's conception is associated with the assimilation of the educational school learning, comprising a hard core of obstacles for her professional development. On the other hand, we also saw the emphasis on her interest in the pupils' difficulties in the learning process. This process indicates the direction of her professional development for more complex theories on the matter, as well as the fundamental importance of the support of the investigation-action group.

Keywords: Educational-school learning. Obstacles. Reflection. Classroom practice and complexity. Science teacher's professional development.

¹ Doctor en Didáctica de las Ciencias. Universidad de Huelva (España). bartolome.vazquez@ddcc.uhu.es

² Doctor en Ciencias Químicas. Catedrático de Didáctica de las Ciencias de la Universidad de Huelva (España). rjimenez@uhu.es

³ Docente de Enseñanza Secundaria en Málaga (España). matildemartos@arrakis.es

⁴ Doctor en Educación. Universidad de Extremadura (España). vmellado@unex.es

¹ Depto. Didáctica de las Ciencias y Filosofía
Facultad de Educación - Universidad de Huelva
Avd. Fuerzas Armadas s/n
Huelva, España

Introducción

De igual forma que algunos investigadores sugieren una mejor comprensión del cambio conceptual en los alumnos (VOSNIADOU, IONNAIDES, 1998), los programas de desarrollo profesional del profesorado de base constructivista, han supuesto un considerable progreso en este campo (GIL et al., 2002). Estos programas consideran a los profesores como continuos aprendices (LUNARDI, DA SILVA, 2001), y han evolucionado hacia un desarrollo gradual del profesorado, incorporando nuevas aportaciones, como el de cambio de estatus de las ideas o el de ecología conceptual, así como asumiendo perspectivas compartidas con otras orientaciones, como la investigación-acción (CASES, 2001), la modelización (JUSTI, GILBERT, 2002) o la metacognición (HEWSON et al., 1999). En esta perspectiva son necesarias investigaciones que ofrezcan una visión global y que ahonden en el análisis y evolución de las concepciones y las prácticas de aula del profesorado de ciencias experimentales (MELLADO et al., 2006).

En nuestra investigación asumimos el carácter complejo del fenómeno educativo, incidiendo en ideas tales como multidimensionalidad y capacidad de interacción, asociadas ambas al concepto de pensamiento complejo (VÁZQUEZ-BERNAL, 2006; BONIL et al., 2004; MORIN, 1995). En este sentido, creemos que implementar estudios de naturaleza compleja precisa de acercamientos de naturaleza conceptual diversa al medio didáctico (HERRÁN, HASHIMOTO, MACHADO, 2005).

Las propuestas de la hipótesis de progresión sobre el conocimiento profesional de los profesores (JIMÉNEZ, WAMBA, 2003; WAMBA, 2001), toman como referente la búsqueda de modelos didácticos personales propios de cada profesor. Investigaciones precedentes nos muestran que, los profesores con experiencia tienen creencias y conocimientos prácticos personales muy estables (MELLADO, 2003). Los cambios de las creencias y conocimientos no son sencillos y, menos aún, de las prácticas docentes (JEANPIERRE, OBERHAUSER, FREEMAN, 2005), ya que existen obstáculos, ya sea en los mismos profesores o en el propio sistema educativo, que impiden o dificultan la evolución de sus modelos didácticos (HASHWEH, 2003; TOBIN, 1998).

En nuestro desarrollo teórico ocupa un eje central la “Hipótesis de la Complejidad”, constructo derivado del de “progresión”, que asume la no disociación e integración entre calidad de reflexión en el profesorado y práctica de aula, como generador de conocimiento lo que, desde nuestro punto de vista, ha de redundar en un grado de complejidad en el desarrollo profesional. La propuesta de Hipótesis de la Complejidad se elabora a partir de las aportaciones de teóricos sobre la capacidad de reflexión (ELLIOT, 1999; SCHÖN, 1998; VAN MANNEN, 1977; LOUDEN, 1991; CARR, KEMMIS, 1988; TOM, 1984; HOYLE, 1974). En ella, diferenciamos tres dimensiones: técnica, práctica y crítica, que ocupan el lugar de los niveles descritos por los diversos autores, pero que llevan asociado un concepto algo diferente. En nuestra *hipótesis*, cada salto en la dimensión se vuelve más complejo, añadiendo una complejidad creciente a los procesos. Así, se desarrolla desde la escasa interacción que caracteriza a la dimensión técnica (DT), pasando por la resolución de problemas prácticos en la dimensión práctica (DP), hasta la consideración de que los problemas educativos están incardinados en un contexto social y único, en la dimensión crítica (DC).

En términos metodológicos configuramos seis marcos analíticos: ideológico, formativo, psicológico, contextual, epistemológico y curricular con un total de 77 categorías de análisis (VÁZQUEZ, JIMENEZ, MELLADO, 2007; VÁZQUEZ et al., 2006).

En el presente artículo, sólo incidiremos en el marco psicológico, que incluye las categorías sobre el aprendizaje y sobre los obstáculos a la enseñanza/aprendizaje, para, a la luz de la Hipótesis de la Complejidad, determinar que grado de complejidad muestran la profesora analizada en sus reflexiones y en sus intervenciones en el aula, su variación en el tiempo y el grado de interacción de ambos procesos, para determinar su grado de convergencia o integración y, por tanto, indagar en los obstáculos para su desarrollo profesional. El primer obstáculo lo representa el papel de la memoria como principal garante del aprendizaje (código técnico asociado **TMEM** en tabla II). La crítica a esta forma de aprendizaje puramente mecánico se corresponde a lo que Pozo y Gómez Crespo (1998) denominan “enseñanza tradicional”, asociado al aprendizaje pasivo por parte del alumnado. En este mismo contexto, otro obstáculo se asocia a la importancia de la asimilación de conceptos científicos difíciles (código técnico asociado **TASI**). Frente a esta opinión, en la dimensión práctica, se aduce que el diseño de estrategias de asimilación sólo deben utilizarse cuando los conceptos nuevos que se introducen son poco inclusivos y que tiendan a dar calidad a una estructura de conocimiento que ya se posee (MINTZES, WANDERSEE, 2000). Las estrategias de enseñanza que implican reconstrucción en vez de la asimilación, necesitan un mayor conjunto de condiciones para que se produzca el verdadero aprendizaje significativo, por la necesidad de una reestructuración del conocimiento más fuerte y radical, entrando en competición directa las explicaciones alternativas de los alumnos, con las nuevas explicaciones escolares y aumentando la posibilidad de resistencia de los alumnos a los nuevos conceptos (código práctico asociado **PSIG**). De forma complementaria a esta dimensión, pero vinculando la componente social o dimensión crítica, es posible utilizar tres importantes resortes (DANIELS, 2003): *los conflictos sociocognitivos*, que permiten progresos intelectuales por medio de la interacción entre alumnos; *la metacognición*, que posibilita la construcción consciente del pensamiento; y *la zona de desarrollo próximo*, en cuanto posibilitan un mejor aprendizaje en el seno del grupo (código asociado crítico **CAPR**).

Dentro del bloque asociado al marco psicológico, derivar los obstáculos del alumnado al aprendizaje sólo a la falta de comprensión por el alumnado (código técnico asociado **TINC**), implica desconocer que, por ejemplo, la simple lectura de textos implica el uso de conocimientos previos y de procesos dinámicos que organicen la información (MACÍAS, CASTRO, MATURANO, 1999). En una dimensión superior más compleja, pensamos que la reflexión sobre las dificultades permite la generación de conocimiento (ASTOLFI, 1999) y, esto es así, en cuanto las dificultades son síntomas interesantes de los obstáculos con que se enfrenta el pensamiento de los alumnos (código práctico asociado **PDIF**). Compatible con esta visión, pero en una dimensión social crítica, los procesos de formación implicarían aprender continuamente de forma colaborativa y participativa (IMBERNÓN, 2002); aprender mediante la reflexión individual y colectiva y la resolución de situaciones problemáticas de la práctica; aprender en un ambiente formativo de colaboración y de interacción social; compartir problemas, fracasos y éxitos con los colegas y elaborar proyectos de trabajo conjunto y vincularlos a la formación mediante estrategias de I/A (código asociado crítico **COBS**).

Metodología de investigación

La investigación se realizó en un Instituto de Educación Secundaria de un pueblo de 20.000 habitantes del suroeste de España, confluyendo dos niveles de investigación (VÁZQUEZ-BERNAL, JIMÉNEZ PÉREZ, MELLADO, 2008a). Un primer nivel consistente en un programa de investigación-acción desarrollado en el centro durante los cursos 2001-2002 y 2002-2003, en el que uno de los autores adquiere el rol de “facilitador”, asesorando en los aspectos metodológicos característicos de la investigación-acción. Solapado a éste proceso, se desarrolla otro nivel de investigación complementario, donde el propio facilitador actúa de “investigador”. El grupo de profesores pertenece a los departamentos de ciencias experimentales del centro educativo, con experiencias que oscilan entre los ocho y doce años. La profesora analizada en este artículo, de nombre supuesto Ana, es licenciada en Químicas, y tenía una experiencia docente de doce años cuando se inició la investigación.

Prestamos una atención especial a los criterios de calidad (validez, fiabilidad, credibilidad, transferibilidad, consistencia y neutralidad), así como al contraste de los datos desde diferentes ángulos (triangulaciones). De esta forma, para el análisis de la reflexión, distinguimos tres formas diferentes de reflexión, según el contexto donde ésta se realiza: introspectiva, interrogativa y grupal (tabla I).

Expresamos en la tabla II una síntesis de los instrumentos utilizados en la investigación, clasificados como de primer orden (recogida de datos), segundo orden (sistemas de categorías, modelos teóricos empleados para analizar los datos) y tercer orden (presentación e interpretación de los datos globales).

En el presente artículo analizaremos el aprendizaje escolar y los obstáculos en el proceso de enseñanza/aprendizaje (VÁZQUEZ-BERNAL, JIMÉNEZ PÉREZ, MELLADO, 2008b). La Hipótesis de la Complejidad se traduce en tres dimensiones diferentes para cada uno de los aspectos mencionados en el modelo teórico del punto anterior, con un total de 7 categorías a las que asociamos un código de letras (tabla III), desde una dimensión a otra se añade complejidad, en el sentido de capacidad de interacción.

El sistema de procesamiento de la información se realizó, en parte, con el programa informático AQUAD (HUBER, FERNANDEZ, HERRERA, 2001).

Tabla I. Formas de reflexión utilizada en la investigación.

Tipo de reflexión	Nº de participantes	Orientada a	Documentos analizados
Introspectiva	Uno	Indagación	Diarios de profesores
Interrogativa	Dos	Declaración	Memorias y entrevistas
Grupal	Más de dos	Interacción	Registro de reuniones

Tabla II. Instrumentos de recogida de datos, análisis y presentación de datos.

	Instrumentos de Primer Orden	Instrumento de Segundo Orden	Instrumentos de Tercer Orden
Análisis de la Reflexión	<ul style="list-style-type: none"> . Diarios . Memorias . Reuniones del grupo de trabajo . Cuestionario de Concepciones Iniciales Declaradas (CID) . Cuestionarios finales . Entrevistas semiestructuradas 	<ul style="list-style-type: none"> . Categorías Marco Contextual 	<ul style="list-style-type: none"> . Expresión gráfica de la complejidad en la reflexión . Horizonte de la integración
Análisis de la Práctica de Aula	<ul style="list-style-type: none"> . Notas etnográficas . Extracto vídeos de las sesiones de aula . Programación de aula . Unidades didácticas . Producciones de los alumnos . Otras fuentes de información 	<ul style="list-style-type: none"> . Categorías Marco Contextual . Modelo de análisis de contenidos (Zabala) 	<ul style="list-style-type: none"> . Expresión gráfica de la complejidad en la práctica de aula . Horizonte de la integración

Tabla III. Categorías y códigos para el análisis.

El aprendizaje escolar	DT: Papel de la memoria como principal garante del aprendizaje (TMEM) La asimilación como garante del aprendizaje (TASI) DP: La construcción como garante del aprendizaje significativo (PSIG) DC: El aprendizaje como construcción social (CAPR)
Obstáculos en el proceso de enseñanza-aprendizaje	DT: Falta de comprensión del alumno (TINC) DP: Reflexión sobre las dificultades de los alumnos (PDIF) DC: Indagación colectiva sobre la naturaleza de los obstáculos que están detrás de las dificultades (COBS)

Resultados de la reflexión de la profesora

Los resultados se muestran según dos tipos de análisis: frecuencia y contenido. El primero incidirá en los aspectos relacionados con la codificación desde una perspectiva numérica, mientras que el segundo incidirá más en el propio contenido de las unidades de información. Hemos realizado un tercer tipo de análisis llamado de vínculos, que indaga en las asociaciones entre las diferentes categorías, a la búsqueda de los núcleos duros resistentes al cambio, pero por razones de espacio no se muestran aquí.

Análisis de frecuencias de la reflexión cursos 2001/2002 y 2002/2003

En la tabla IV, mostramos los resultados globales obtenidos en las tres formas de reflexión para las categorías de la tabla III. Se indican los códigos de cada categoría, señalando entre paréntesis la frecuencia de cada una de ellas sumando las tres formas de reflexión.

Destacamos la elevada frecuencia encontrada en la dimensión técnica para la categoría asociada a la falta de comprensión del alumnado (TINC), durante el primer curso y el descenso, apreciable, en el segundo. En la dimensión práctica destaca la elevada frecuencia de la categoría asociada a la reflexión sobre las dificultades en el aprendizaje de los alumnos (PDIF), con un descenso, también evidente, en el segundo año. Por último, en la dimensión crítica sólo encontramos dos referencias durante el segundo año a la categoría que indaga de forma colectiva sobre la naturaleza de los obstáculos que están detrás de las dificultades (COBS).

Tabla IV. Frecuencia de la reflexión en cada dimensión.

Estructura		D. Técnica	D. Práctica	D. Crítica
El aprendizaje escolar	Curso 2001/2002	TMEM (14), TASI(6)	PSIG (2)	CAPR (0)
	Curso 2002/2003	TMEM (7), TASI(10)	PSIG (1)	CAPR (0)
Obstáculos en el proceso de enseñanza-aprendizaje	Curso 2001/2002	TINC (57)	PDIF (78)	COBS (0)
	Curso 2002/2003	TINC (37)	PDIF (54)	COBS (2)

Análisis de contenido de la reflexión

Mostraremos únicamente algunos de los resultados más significativos en cada dimensión en los dos cursos de implementación de la investigación, tanto para el aprendizaje escolar como para los obstáculos.

a) El aprendizaje escolar

Dimensión técnica: a través de los diarios (D-2001: diario curso 2001/2002), vemos cómo la profesora se basa en el recuerdo de las definiciones, a través del diálogo, antes de introducir un determinado concepto (TMEM):

*“16 Los conceptos no se introducen
-> (16- 22): TMEM
17 directamente como definiciones sino que
18 intento que sean ellos los que vayan
19 descubriendo (o recordando de cursos
20 anteriores) el significado de cada uno de los
21 términos, así como procedimientos y
22 unidades de medida.” (D-2001)*

A continuación, mostramos las siguientes citas de la reflexión grupal (R-2001: reuniones de trabajo curso 2001/2002), donde la profesora nos indica que ante la insistencia o repetición de un contenido concreto, en este caso los métodos de separación, el alumno lo aprenderá mejor (TASI):

“108 [...] en el cambio de estado no distinguen ellos
 109 muy bien si se trata de un proceso físico o
 110 químico y yo he visto pocas referencias en → (110- 113): TASI
 111 insistir en que se trata de un proceso físico
 112 que luego los métodos de separación son
 113 métodos físicos, volver a insistir, que la
 114 evaporación es física que la disolución es
 115 física, yo creo que ahí sí podíamos incidir.” (R-2001)

Dimensión práctica: las referencias a la categoría constituyente de esta dimensión, la construcción como garante del aprendizaje significativo (PSIG), son mínimas, como la expresada a continuación, en la que considera que es necesario que el alumno construya un determinado contenido y que la labor docente consiste ayudar a construir esos contenido complejos, como son los científicos:

“90 [...] la teoría casi por ellos mismos, hacen
 91 prácticas y ellos aprenden y la verdad yo → (91- 94): PSIG
 92 creo que hay dirigirlos un poco, ellos no
 93 aprenden directamente de la práctica,
 94 porque sacar conclusiones [...] ” (R-2001)

Dimensión crítica: no existen referencias a la categoría constituyente de esta dimensión, el aprendizaje como construcción social (CAPR), en ninguno de los dos cursos.

b) Obstáculos en el proceso de enseñanza-aprendizaje

Dimensión técnica: la categoría que conforman esta dimensión se refiere a la falta de comprensión del alumno (TINC) para aludir a los problemas de aprendizaje. Las referencias son múltiples en todos los tipos de reflexiones. Así, dentro del diario, abordando el concepto de propiedades características de la sustancias, reflexiona de que “no habían entendido el proceso de separación”:

“179 [...] El problema se les ha
 180 presentado cuando la mezcla no se podía
 181 separar directamente con una sola acción: la
 182 mezcla de arena, sal y hierro pretendían
 183 separarla por decantación o por otros
 184 métodos con lo que demostraban no haber → (184- 186): TINC
 185 entendido el ejercicio o el proceso de
 186 separación[...] ” (D-2001)

Dimensión práctica: en contraste con la categoría precedente, encontramos también múltiples evidencias de reflexión sobre las dificultades de los alumnos (PDIF), en todos los tipos de reflexiones. Por ejemplo, reflexiona sobre la posibilidad de que los trabajos prácticos puedan ayudarles a superar esos obstáculos o algunos contenidos:

*“Otra cosa será cuando 41 vayamos avanzando y hablemos de
42 concentración. Aquí espero que las → (42- 45): PDIF
43 prácticas les ayuden a comprender, puesto
44 que creo (espero equivocarme) que les va a
45 costar trabajo.” (D-2002)*

*“69 Tienen muchas dificultades para admitir → (69-73): PDIF
70 que las disoluciones están compuestas de
71 sustancias puras y que estas se pueden
72 separar aprovechando las diferencias entre
73 sus puntos de ebullición.” (D-2002)*

Dimensión crítica: emergen, en el segundo año, algunas reflexiones en torno a la indagación colectiva sobre la naturaleza de los obstáculos que están detrás de las dificultades (COBS), como cuando la profesora reconoce, en la entrevista (E-2002: entrevista curso 2001/2002), el centro de interés que supone el grupo para detectar los fallos y su naturaleza:

*“165 F: Indagación colectiva sobre la naturaleza → (165- 171): COBS
166 de los obstáculos que están detrás de las
167 dificultades. O sea, eso se relaciona con el
168 grupo de trabajo.
169 A: Con el grupo de trabajo, siempre,
170 todos deberíamos mirar haber dónde falla,
171 por qué fallan, qué es lo que les pasa.” (E-2002)*

Resultados globales para la reflexión

Sobre *el aprendizaje escolar*, creemos que la profesora continúa en la dimensión técnica, por el papel que concede a la memoria en el aprendizaje y, aunque existen leves indicios de que la construcción de significados puede ser importante, es la asimilación de contenidos el proceso principal de aprendizaje en sus reflexiones.

En cuanto a *los obstáculos en el proceso de enseñanza/aprendizaje*, estimamos que la profesora se encuentra en tránsito desde la dimensión técnica, de la que existen múltiples referencias en todas las reflexiones, hacia la dimensión práctica, en la que se aumenta el número de codificaciones.

En la figura 1 aparece, de forma global, una síntesis de naturaleza espacio-temporal de los resultados obtenidos para la reflexión de la profesora, a lo largo de los dos cursos del

estudio, en una concreción metafórica de la Hipótesis de la Complejidad. Con el ánimo de facilitar el acceso rápido a la información, hemos adoptado una serie de claves de interpretación, realizándose en dos niveles, desde los códigos y desde las flechas que se utilizan. Un código puede mostrarse de tres formas diferentes, con perfil y relleno negro (TMEM, TASI, TINC y PDIF en la figura 1) expresa que el código aparece en los dos cursos, con perfil negro y relleno blanco (COBS en la misma figura) el código aparece en un solo curso, y con perfil y relleno blancos (PSIG y CAPR en figura 1) el código no aparece en ninguno de los dos cursos. Por su parte, las flechas expresan la dirección de la complejidad, así, una flecha negra continua indica que se han completado la complejidad desde una dimensión inicial a la siguiente; una flecha blanca expresa que no existe complejidad y una punteada que se está en tránsito. En la figura 1, por ejemplo, no existe evolución en la complejidad en el *Aprendizaje Escolar* (flechas blancas en el rectángulo izquierdo), sin embargo, en el ámbito de los *Obstáculos en el Proceso de Enseñanza/Aprendizaje*, observamos que existe tránsito hacia las dimensiones prácticas y críticas (flechas punteadas en el rectángulo derecho).



Figura 1. Resultados en la complejidad de la reflexión para el aprendizaje y los obstáculos en el proceso de enseñanza/aprendizaje.

Resultados de la práctica de aula de la profesora

Aprendizaje escolar

Para el análisis de la práctica se ha utilizado el modelo de Zabala (1995), tomando como referente las secuencias de actividades centradas en los contenidos. El modelo, desde una visión constructivista del aprendizaje, aborda los diferentes contenidos (conceptuales, procedimentales y actitudinales) en forma de secuencias de actividades. A continuación mostraremos dos contenidos únicamente, dado el elevado número y la diversidad de ellos, uno de naturaleza conceptual y otro procedimental, ya que no existe un contenido actitudinal concreto abordado por la profesora de forma sistemática. El primero constituye uno de los conceptos fundamentales de la unidad, la *concentración de una disolución*, mientras el segundo se refiere a un procedimiento que, aunque no es exclusivo de la ciencia escolar, nos referimos a *la interpretación de gráficas*, sí posee muchos de los valores que caracterizan al trabajo científico en el aula, tanto por sus matices analíticos como de síntesis de la información obtenida. Por razones de extensión, sólo mostraremos los resultados del segundo curso.

En la columna izquierda del cuadro 1 se muestran los registros etnográficos como forma de indagación de la práctica (RET9,10–2002: registros etnográficos de las sesiones 9 y 10, curso 2002/2003). En la columna derecha del cuadro 1 se muestran las correspondientes

secuencias de contenido para el contenido conceptual concentración de una disolución, de acuerdo con el modelo elegido:

Registros etnográficos 9, 10 (RET9,10-2002)	Análisis de las secuencia de contenido conceptual
<p>10,21 h. La profesora pregunta si se acuerdan de la concentración, “que la disteis el año pasado”. Manda a la página 7. Indica que van a expresar la concentración. De una disolución. Ella lo explica y los alumnos escuchan.</p> <p>10,22 h. Habla primero de la densidad y les hace ver que no siempre hay que decir lo gramos de sal y de agua, por ejemplo. Añade que hay otra forma. Pide voluntarios para leer.</p> <p>10,23 h. Virginia lee el apartado 2.2, página 7. Los demás alumnos lo siguen en sus apuntes.</p>	<p>Exposición del concepto de concentración.</p> <p>Definición.</p>
<p>10,24 h. La profesora explica el texto. Se centra en la anterior actividad y la utiliza para aplicar el concepto de concentración. Explica, una vez más, el concepto de soluto, disolvente y disolución.</p>	<p>Nueva exposición del concepto de concentración.</p>
<p>10,25 h. Da un ejemplo de cómo medir la concentración con ayuda de una probeta y una balanza. Con la probeta “medimos el volumen y luego pesamos con la balanza la masa del soluto”. 10,26 h. Añade que ahora lo van a hacer con la actividad 7 de la página 8, “a ver si nos enteramos”. Les remite a esa página. 10,27 h. Expresa que copien los enunciados por partes, por apartados. Dice que “hay que copiarlo, si no, no nos enteramos”. La profesora borra la pizarra. 10,32 h. Los alumnos copian. Ella escribe en la pizarra: 7) 16 g de cloruro de sodio (sal), 2 litros de caldo. Ella comenta qué el cloruro de sodio es la sal de cocina. 10,29 h. Le dice a Gema que sólo copie el apartado a. Ella misma lee el apartado y escribe en la pizarra: a) Pide que se le diga cómo resolver el problema. José M^a dice que le da 800. La profesora le pregunta “cuál es el soluto”. José M^a dice que el caldo. Coro añade que el pescado. Virginia dice la sal. La profesora explica que es el soluto de la disolución. Lo pregunta de nuevo y los alumnos contestan, ella escribe: $c = \frac{\text{g soluto}}{\text{l disolución}} = \frac{16\text{g}}{2\text{l}}$</p> <p>José M^a pregunta si no había que multiplicar por 100. Ella dice que eso es la otra forma de expresar la concentración. 10,31 h. La profesora pregunta por los litros de la disolución y escribe: $c = \frac{\text{g soluto}}{\text{l disolución}} = \frac{16\text{g}}{2\text{l}} = \frac{8\text{g}}{\text{l}}$</p>	<p>Funcionalidad del concepto de concentración. aplicación del concepto a un problema concreto por parte de la profesora. Ejercitación y práctica guiada.</p>
<p>Antonio comenta que no se ha enterado. La profesora se lo explica, de nuevo, entero, pero en forma de cuestiones a las que el alumno va respondiendo. Parece que se ha enterado ahora. 10,32 h. Ella dice que la cosa se complicará cuando se dé el volumen en cm³, pero que sólo deben pasarlo a litros “y ya está”. Pregunta si se han enterado. Los alumnos dicen que sí. 10,33 h. Antonio no calla. De vez en cuando suelta algún comentario fuera de tono. José M^a comenta que no sabe hacerlo, refiriéndose al apartado b, que pregunta si la c es la misma en una cucharada. 10,34 h. La profesora le comenta que suponga una cucharada de caldo y le pregunta “¿cuál sería su concentración?”. Gema añade que “la misma y sólo que en la cuchara hay menos caldo”.</p>	<p>Resumen de ideas. Síntesis de la información recibida. Descontextualización. Resumen de ideas. Funcionalidad del concepto.</p>
<p>11,48 h. La profesora dice que se distribuyan en grupos de 2 ó 3 personas o que ellas los distribuirá. Discuten brevemente sobre el agrupamiento. Ella llama la atención a Antonio para que no coma en clase. 11,50 h. Ella expresa que el trabajo es individual y reparte la hoja siguiente: TRABAJO DE INVESTIGACIÓN: LA CONCENTRACIÓN DE UNA DISOLUCIÓN.</p>	<p>Descontextualización. Actividad motivadora. Ejercitación.</p>

Cuadro 1. Análisis de las secuencias de contenido conceptual - Concentración de una disolución.

Análogamente se utilizan los registros etnográficos para el análisis del contenido procedimental (Cuadro 2, columna izquierda.), en nuestro caso, la interpretación de gráficas, encontrando evidencia de las siguientes secuencias de actividades (Cuadro 2, columna derecha).

Dimensión técnica: para la primera de las categorías (TMEM), en función de las secuencias de actividades utilizadas por la profesora, concluimos que no hay evidencias de esta categoría en el desarrollo de su práctica docente, pues, si bien concede importancia a la memoria, como muestran las actividades de repaso y retención utilizadas en el estudio de la concentración o la ejercitación en la interpretación de gráficas, no es el motor principal del aprendizaje para la profesora.

Para la segunda categoría en esta dimensión (TASI), tanto el análisis del contenido conceptual como el procedimental, indican que la profesora entiende el aprendizaje como asimilación de los contenidos y así se trasluce en las secuencias que propone, ahora bien, si en el primer año las actividades se reducían a la exposición, ejercitación y repaso, durante el segundo año se van haciendo más complejas, utilizándose actividades que implican la funcionalidad del concepto, actividades de síntesis, descontextualización y actividades motivadoras, lo cual nos induce a considerar que, aunque básicamente la profesora actúa considerando el aprendizaje como asimilación de contenidos, puede haberse iniciado el tránsito hacia la dimensión práctica, donde el aprendizaje se erige como verdadera construcción de significados.

RET16,17,18-2002	Análisis de las secuencia de contenido procedimental
<i>Trabajo de investigación 2: la solubilidad de las sustancias...(se prolonga a lo largo de tres sesiones).</i>	<i>Actividad motivadora. Construcción y comprensividad progresiva del modelo. Práctica guiada.</i>
<i>10,06 h. Les indica cómo calcular la solubilidad del nitrato de potasio en la gráfica. Se pone con cada grupo.</i>	<i>Presentación del modelo gráfico. Verbalización del procedimiento.</i>
<i>12,08 h. Los alumnos escriben sus conclusiones en el cuaderno. Pide que miren la gráfica y les pide que miren la solubilidad del nitrato de potasio a 30 °C. Ella añade "¿muy bajita, no?". 12,09 h. La profesora comenta que la solubilidad es muy baja comparada con la de ayer. Ella explica por qué se ha cristalizado. Pregunta por la forma de curva y su significado. Antonio contesta correctamente y ella se extiende en la explicación y repite todo el proceso que han hecho sobre la gráfica.</i>	<i>Ejercitación. Recapitulación y resumen de ideas.</i>
<i>12,10 h. Se lo explica, de nuevo, a Gema. Los alumnos siguen escribiendo...</i>	<i>Conclusiones finales. Nueva ejercitación.</i>
<i>12,11 h. Ella recuerda la solubilidad de los gases y su dependencia con la temperatura. Dice que la gráfica irá la revés y escribe en la pizarra...</i>	<i>Aplicación en contexto diferenciados.</i>

Cuadro 2. Análisis de las secuencias del contenido procedimental - Interpretación de gráficas de solubilidad.

Dimensión práctica: a partir del análisis de las secuencias de contenido, se pone en evidencia que, aunque no hay conocimiento de las ideas iniciales de los alumnos y no se producen situaciones de conflicto cognitivo para los aspectos conceptuales, se inician actividades que implican la funcionalidad, síntesis y descontextualización del concepto de concentración, así, como actividades motivadoras, tanto para el contenido conceptual como procedimental. Por su parte, los procedimientos siguen basándose en la ejercitación, utilizando a la profesora como modelo. De esta forma, pensamos que, aunque no existen evidencias precisas de la categoría constituyente de esta dimensión, la construcción como garante del aprendizaje significativo (PSIG), dentro de la práctica desarrollada por la profesora, existen ciertos signos de *complejidad* hacia posiciones prácticas, aunque el componente asociado al aprendizaje por asimilación está muy asentado dentro de la práctica docente de la profesora

Dimensión crítica: de acuerdo con las conclusiones anteriores, al existir escasas evidencias de que el aprendizaje en la práctica de la profesora se desarrolle según esquemas constructivistas, concluimos que se está aún lejos de considerar el mismo desde una perspectiva social (CAPR), por lo que pensamos que la profesora se encuentra todavía alejada de esta dimensión práctica.

Obstáculos en el proceso de enseñanza-aprendizaje

Dimensión técnica: no existen intervenciones referidas a la falta de comprensión del alumno (TINC), para aludir a los problemas de aprendizaje, en ninguna de las intervenciones de la profesora.

Dimensión práctica: la categoría que conforma esta dimensión, se refiere a la preocupación por las dificultades que se les presentan a los alumnos (PDIF), de las cuales hallamos diversas evidencias de intervenciones realizadas. Esta preocupación se presenta bajo diversas formas de intervención como las que se muestran a continuación.

En el siguiente extracto, cuando da oportunidad a sus alumnos para que realicen en grupos sus trabajos, trata de resolver dudas de forma individual o grupal, sobre cuestiones concretas (PDIF):

*“13,03 b. La profesora da instrucciones a Gema sobre la realización del dibujo, qué pintar y qué no pintar. Una alumna le pregunta una duda y la profesora se acerca a solucionársela.
13,04 b. José M^a le pregunta cómo va la destilación. La profesora se lo vuelve a explicar. Otro alumno se lo explica, pero la profesora lo explica más detenidamente y, en especial, cómo disponer las gomas en la destilación. José M^a sigue preguntando y la profesora prosigue aclarándole aspectos de la destilación” (RET3-2002 - Registro Etnográfico 3, curso 2002/2003)*

Cuando el contenido lo permite, recurre a ejemplos cotidianos para aclararlo:

“8,32 b. Virginia prosigue leyendo, en la página 5. Explica el concepto de soluto y disolvente. Se refiere a que en la prueba inicial se dio cuenta de que algunos alumnos no tenían claro estos conceptos. Explica estos conceptos. Pide ejemplos de gas en líquidos. Los alumnos callan y no lo saben. Ella pone el ejemplo de la coca-cola y lo explica.

8,34 b. Ella pregunta quién es el soluto y el disolvente en “un cubata”. Un alumno dice que el coca-cola es el disolvente. La profesora indica que el disolvente es el refresco. Ella pide ejemplos de solutos. Los alumnos dicen varios: brandy, ginebra [...]” (RET6-2002)

Dimensión crítica: no existen registros de indagación colectiva sobre la naturaleza de los obstáculos que están detrás de las dificultades (COBS), en ninguna de las intervenciones de la profesora.

Resultados globales para la práctica de aula

En la figura 2 representamos los resultados para la práctica de aula de Ana. A partir del análisis realizado para el *Aprendizaje Escolar*, deducimos que la profesora se encuentra todavía en la dimensión técnica en su práctica docente, debido, principalmente, al papel que otorga a la asimilación en el aprendizaje, como se muestran en las secuencias de actividades y a la ausencia de actividades que implique que la profesora considere la construcción de significados, por parte de los alumnos, como marco teórico para el aprendizaje. Ahora bien, pensamos que, de alguna forma, la profesora va introduciendo determinadas actividades de funcionalidad, síntesis y descontextualización de los conceptos, así como actividades motivadoras, que pueden ofrecer un lugar de crecimiento para la complejidad de su práctica docente.



Figura 2. Resultados en la complejidad de la práctica de aula para las estructura aprendizaje y obstáculos en el proceso de E/A.

En cuanto a los Obstáculos en el Proceso de Enseñanza/Aprendizaje, creemos que la profesora se encuentra dentro de la dimensión práctica, como se desprende en las intervenciones antes especificadas y se observa en la figura 3, según los códigos antes especificados.

La interacción entre reflexión y práctica de aula

Para el análisis de la interacción entre reflexión y práctica de aula necesitamos de la convergencia de diversas fuentes de información, lo cual nos permite incidir en los obstáculos de naturaleza inclusiva a ambos procesos. Para dotar de unidad al análisis de la interacción, conjugaremos los resultados de diversas fuentes de información, como las conclusiones parciales en torno a la reflexión, la práctica de aula y las concepciones iniciales declaradas (CID).

Aprendizaje escolar

a) Integración reflexión-práctica de aula

Existe coherencia entre la reflexión y la práctica de aula de Ana, si bien, en el aspecto de la complejidad, sus intervenciones en el aula van adquiriendo un grado mayor de complejidad que sus propias reflexiones. Existen ciertos aspectos contradictorios en su concepción sobre el aprendizaje, lo cual, por otro lado, podría actuar como impulsor del cambio conceptual, si la profesora prosigue en el debate interno que ha instaurado, aunque su constructivismo se refiere más bien a una forma de asimilación encubierta, como extraemos del siguiente extracto de sus concepciones iniciales declaradas (CID):

“El alumno tiene que interaccionar, contigo y con los demás, a veces, porque muchas veces contrastan la opinión de uno, la opinión de los compañeros...y entre ellos mismos, sí, cuando tú les has dado, digamos, unas líneas, unas bases, unos contenidos mínimos, pero eso de por sí mismos. Ni tú se lo puedes hacer, tú no puedes hacer que un alumno aprenda, yo no creo en eso.”

b) Obstáculos para el desarrollo de la profesora

Concibe el aprendizaje como un proceso de naturaleza asimilativa. Ahora bien, denotamos tanto en las reflexiones, como en las intervenciones en el aula, indicios leves de cierta orientación constructivista, traducidas en el empleo y secuenciación de algunas actividades de esta naturaleza. Respecto al papel de la memoria, entendemos que es coherente con su concepción del aprendizaje y así se destaca en sus reflexiones.

c) Perspectiva de desarrollo

Destacamos el papel que su práctica de aula, transformada en teoría práctica, puede ejercer como zona de desarrollo de la profesora, de forma que su experiencia produzca el efecto de entrar en competencia entre las teorías prácticas, sobre “*lo que funciona en el aula*”, y sus concepciones sobre el aprendizaje (LABURU, ARRUDA, NARDI, 1998).

Obstáculos en el proceso de enseñanza-aprendizaje

a) Integración reflexión-práctica de aula

Pensamos que existe una diferencia apreciable entre su reflexión y las intervenciones que desarrolla en el aula, siendo estas últimas más complejas, buscando el consenso entre los alumnos y el debate, utilizando recursos didácticos en busca de la comprensibilidad de sus alumnos (FREITAS, JIMÉNEZ, MELLADO, 1994). Sin embargo, el efecto de su núcleo duro entra en confrontación directa con sus intentos de analizar las dificultades y los obstáculos de forma recurrente. A modo de pugna interna, las reflexiones centradas en la incompreensión y el análisis de las dificultades se reflejan desde sus CID:

“Te hacen una pregunta en clase que te hace ver ¡claro es que ello no tienen porqué saber lo que yo estoy suponiendo que saben. Entonces, por eso pienso yo que es muy difícil y que debíamos plantearnos a la hora de poner los problemas, eso, que el alumno lo ve por primera vez y que no tiene toda la base y todo lo que nosotros sabemos”.

b) Obstáculos para el desarrollo

Existe un claro desfase, como hemos comprobado, entre sus reflexiones y sus acciones en el aula. Así, dentro de sus acciones en el aula, existe una preocupación evidente por las dificultades de los alumnos, abriéndose paso, desde la dimensión práctica, otro tipo de consideraciones, como los obstáculos de naturaleza epistemológica o, bien, la escasa transferencia desde otras áreas de conocimiento.

c) Perspectiva de desarrollo

No podemos despreciar la oportunidad que para la profesora, contrastada en las diversas formas de análisis, ofrece su interés por las dificultades que los alumnos encuentran en su aprendizaje y, en especial, en los diversos tópicos que conforman la unidad objeto de estudio, incluidos los procesos de resolución de problemas. Pensamos que debe dársele la ocasión de profundizar en tales aspectos: la socialización que le permite el grupo de trabajo y la formación que conlleva.

El horizonte de la integración entre reflexión y práctica de aula

En la figura 3 hemos representado un nuevo instrumento de tercer orden, a modo de síntesis, que escenifica la integración entre reflexión y práctica de aula, en los términos analizados en este artículo, al que denominamos *horizonte de la integración*. A tenor de los datos sintetizados podemos realizar las siguientes apreciaciones bajo dos perspectivas de análisis:

a) La perspectiva de la integración:

Existe un grado de integración total en el aprendizaje escolar y una integración parcial en lo que refiere a los obstáculos en el proceso de enseñanza-aprendizaje.

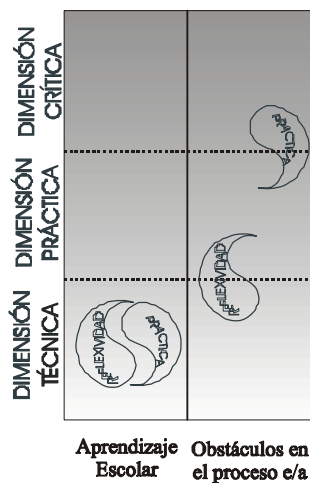


Figura 3. Horizonte de la integración reflexión-práctica.

b) La perspectiva de la complejidad:

La diversidad desde el punto de vista de la complejidad es evidente. Desde las posiciones técnicas integradas en el aprendizaje escolar hasta la dimensión práctica en los obstáculos en el proceso de e/a, pasando por la zona de tránsito técnico-práctica para la reflexión en esta misma estructura.

Conclusiones

Los resultados de Ana, muestran, desde nuestra perspectiva teórica, un grado de complejidad divergente, coexistiendo tanto aspectos técnicos como críticos. En este sentido, podemos resaltar la importancia que poseen sus consideraciones sobre el aprendizaje escolar y las intervenciones en el aula congruentes con ello, evidenciando la naturaleza asimilativa que concede al aprendizaje, verdadero obstáculo en su desarrollo profesional y núcleo duro de sus concepciones. Investigaciones anteriores han señalado que la concepción del profesor sobre el aprendizaje y en particular sobre la importancia de las ideas del alumnado es un catalizador de su propio cambio didáctico (HEWSON et al., 1999; MACEDO et al., 2001), por lo que habrá seguir prestando especial atención a este aspecto.

Ahora bien, es indudable la importancia y preocupación que Ana otorga a las dificultades y obstáculos que el alumnado encuentra en el proceso de enseñanza/aprendizaje, que indica una dirección de desarrollo profesional. Aquí interviene de forma esencial el tipo de soporte personal, social y profesional, que puede aportar el grupo de investigación para repercutir, sustancialmente, en las expectativas abiertas para su desarrollo como profesora. El proceso de cambio, conceptual, metodológico y actitudinal, en el cual la profesora está inmersa, viene catalizado por la didáctica de las ciencias experimentales y nos indica la influencia que en diversos aspectos analizados posee.

El modelo de formación utilizado en nuestra investigación, ahonda en la socialización de los profesores, la experimentación curricular y la construcción de conocimiento práctico, pensamos que los grupos de investigación-acción son una fórmula aceptable en estos modelos formativos.

Agradecimiento

Este trabajo ha sido parcialmente financiado por el Proyecto de Investigación SEJ2006-04175 del Ministerio de Educación y Ciencia de España y por los Fondos Europeos de Desarrollo regional.

Referencias

- ASTOLFI, J. P. **El error, un medio para enseñar**. Sevilla: Díada, 1999.
- BONIL, J. et al. Un nuevo marco para orientar respuestas a las dinámicas sociales: el paradigma de la complejidad. **Investigación en la Escuela**, Sevilla, n. 53, p. 5-19, 2004.
- CARR, W.; KEMMIS, S. **Teoría crítica de la enseñanza**. Barcelona: Martínez Roca, 1988.
- CASES, I. Un estudio de casos sobre el crecimiento personal del profesorado. In: IMBERNÓN, F. (Coord.). **La investigación educativa como herramienta de formación del profesorado: reflexión y experiencias de investigación educativa**. Barcelona: Gráo, 2001. p. 119-42.
- DANIELS, H. **Vygotsky y la pedagogía**. Barcelona: Paidós, 2003.
- ELLIOT, J. La relación entre comprender y desarrollar el pensamiento docente. In: PÉREZ GÓMEZ, A.; BARQUÍN RUIZ, J.; ANGULO RASCO, J. F. (Eds.). **Desarrollo profesional del docente: política, investigación y práctica**. Madrid: Akall, 1999. p. 364-78.
- FREITAS, M. I.; JIMÉNEZ, R.; MELLADO, V. Solving physics problems: the conceptions and practice of an experienced teacher and an inexperienced teacher. **Research in Science Education**, Dordrecht, The Netherlands, v. 34, n. 1, p. 113-133, 2004.
- GIL, D. et al. Defending constructivism in science education. **Science and Education**, Dordrecht, The Netherlands, v. 11, n. 6, p. 557-71, 2002.
- HASHWEH, M. Z. Teacher accommodative change. **Teaching and Teacher Education**, Cardiff, UK, v. 19, n. 4, p. 421-34, 2003.
- HERRÁN, A.; HASHIMOTO, E.; MACHADO, E. **Investigar en educación: fundamentos, aplicación y nuevas perspectivas**. Madrid: Dilex S.L., 2005.
- HEWSON, P. W. et al. Educating prospective teachers of biology: Findings, limitations, and recommendations. **Science Education**, Pennsylvania, USA, v. 83, n. 3, p. 373-84, 1999.
- HOYLE, E. Professionalism, professionalism and control in teaching. **London Educational Review**, London, UK, n. 3, p. 13-9, 1974.
- HUBER, G. I.; FERNÁNDEZ, G.; HERRERA, L. **Análisis de datos cualitativos con AQUAD cinco para Windows**. Granada: Grupo Editorial Universitario, 2001.
- IMBERNÓN, F. La investigación educativa y la formación del profesorado. In: _____. (Coord.). **La investigación educativa como herramienta de formación del profesorado: reflexión y experiencias de investigación educativa**. Barcelona: Gráo, 2002. p. 11-68.
- JEANPIERRE, B.; OBERHAUSER, K.; FREEMAN, C. Characteristics of professional development that effect change in secondary science teachers' classroom practices. **Journal of Research in Science Teaching**, Maryland, USA, v. 42, n. 6, p. 668-90, 2005.

- JIMÉNEZ, R.; WAMBA, A. M. ¿Es posible el cambio en los modelos didácticos personales? Obstáculos en profesores de Ciencias Naturales de Educación Secundaria. **Revista Interuniversitaria de Formación del Profesorado**, Zaragoza, España, v. 17, n. 1, p. 113-31, 2003.
- JUSTI, R. S.; GILBERT, J. K. Modelling, teachers' views on the nature of modelling, and implications for the education of modellers. **International Journal of Science Education**, Reading, UK, v. 24, n. 4, p. 369-87, 2002.
- LABURU, E.; ARRUDA, S.; NARDI, R. Os programas de pesquisa de Lakatos: uma leitura para o entendimento da construção do conhecimento em sala de aula em situações de contradição e controvérsia. **Ciência & Educação**, Bauru, v. 5, n. 1, p. 23-38, 1998.
- LOUDEN, W. **Understanding teaching**: continuity and change in teachers' knowledge. Londres: Casell/New York: Teachers' College Press, Columbia University, 1991.
- LUNARDI, L.; DA SILVA, R. E. A prática como fonte de aprendizagem e o saber da experiência: o que dizem professores de Ciências e de Biologia. **Investigações em Ensino de Ciências**, Porto Alegre, v. 6, n. 1, p. 79-96, 2001.
- MACEDO, M. F. et al. Formação continua para la mudança conceptual de professores de biología. **Revista de Educação**, Lisboa, Portugal, v. 10, n. 1, p. 61-73, 2001.
- MACÍAS, A.; CASTRO, J.; MATURANO, C. I. Estudio de algunas variables que afectan la comprensión de textos de física. **Enseñanza de las Ciencias**, Barcelona, España, v. 17, n. 3, p. 431-40, 1999.
- MELLADO, V. Cambio didáctico del profesorado de ciencias experimentales y filosofía de la ciencia. **Enseñanza de las Ciencias**, Barcelona, España, v. 21, n. 3, p. 343-58, 2003.
- MELLADO, V. et al. Contributions from the philosophy of science to the education of science teachers. **Science & Education**, Dordrecht, The Netherlands, v. 15, n. 5, p. 419-45, 2006.
- MINTZES, J. J.; WANDERSEE, J. H. Reforma e inovação no ensino da Ciência: uma visão construtivista. In: _____.; _____.; NOVAK, J. D. (Orgs.). **Ensinando Ciência para a compreensão: uma visão construtivista**. Lisboa: Plátano Edições Técnicas, 2000. p. 44-67.
- MORIN, E. **Introducción al pensamiento complejo**. Barcelona: Gedisa, 1995.
- POZO, J. I.; GÓMEZ CRESPO, M. A. **Aprender y enseñar ciencias**. Madrid: Morata, 1998.
- SCHÖN, D. **El profesional reflexivo**. Barcelona: Paidós, 1998.
- TOBIN, K. Issues and trends in the teaching of science. In: FRASER, B. J.; TOBIN, K. (Eds.). **International handbook of science education**. Dordrecht: Kluwer A. P., 1998. p. 129-51.
- TOM, A. **Teaching as a moral craft**. Nueva York: Longman, 1984.

- VAN MANEN, M. Linking ways of knowing with ways of being practical. **Curriculum Inquiry**, Ontario, Canada, n. 6, p. 205-28, 1977.
- VÁZQUEZ, B. et al. El análisis de la epistemología en el medio escolar: estudio de un caso. **Revista Mexicana de Investigación Educativa**, México, DF, v. 11, n. 31, p. 1259-86, 2006.
- _____.; JIMÉNEZ, R.; MELLADO, V. La reflexión en profesoras de ciencias experimentales de enseñanza secundaria. Estudio de casos. **Enseñanza de las Ciencias**, Barcelona, España, v. 25, n. 1, p. 73-90, 2007.
- VÁZQUEZ-BERNAL, B. **La interacción entre la reflexión y la práctica en el desarrollo profesional de profesores de ciencias experimentales de enseñanza secundaria**: estudio de casos. Michigan: Proquest Information and Learning, 2006.
- _____.; JIMÉNEZ PÉREZ, R.; MELLADO, V. ¿Cómo podemos llevar a cabo una investigación-acción para mejorar la práctica en el aula de ciencias? **Investigações em Ensino de Ciências**, Porto Alegre, v. 13, n. 1, p. 45-64, 2008a.
- _____.; _____.; _____. The professional development of secondary education science teachers: a case study as methodological integration. In: ERICSSON, I. V. (Ed.). **Science education in the 21st century**. New York: Nova Science Publishers, 2008b. p. 137-64.
- VOSNIADOU, S.; IONNAIDES, C. From conceptual development to science: a psychological point of view. **International Journal of Science Education**, Reading, UK, v. 20, n. 10, p. 1213-30, 1998.
- WAMBA, A. M. **Modelos didácticos y obstáculos para el desarrollo profesional**: estudios de caso con profesores de Ciencias Experimentales en Educación Secundaria. Michigan: Proquest Information and Learning, 2001.
- ZABALA, A. **La práctica educativa**: cómo enseñar. Barcelona: Gráo, 1995.