

# FORMACIÓN, DIDÁCTICA DE LAS CIENCIAS Y APRENDIZAJE: SU INTERACCIÓN EN EL CDC DE UNA PROFESORA DE CIENCIAS

Bartolomé Vázquez-Bernal, Roque Jiménez-Pérez  
*Universidad de Huelva*

Mellado Jiménez, Vicente  
*Universidad de Extremadura*

**RESUMEN:** Se aborda un estudio de caso de una profesora de enseñanza secundaria de ciencias experimentales. El ámbito de estudio se centra en la Formación del profesorado, Didáctica de las ciencias, El aprendizaje escolar y los Obstáculos en el proceso de enseñanza-aprendizaje. Se parte de una visión compleja del conocimiento profesional y se desarrolla en dos fases diferentes, relacionadas con la innovación escolar y el tipo de contenido que se implementa: Disoluciones y Formación del Suelo. Los resultados muestran un desarrollo en los 4 ámbitos, asociados a la fortaleza de los conocimientos previos básicos y del tópico, pero apoya la urgencia de modificar la formación inicial del profesorado, demasiado dependiente del conocimiento científico y excluyente del didáctico-pedagógico.

**PALABRAS CLAVE:** Formación docente, didáctica de las ciencias, desarrollo profesional, obstáculos y complejidad.

**OBJETIVOS:** Analizar el desarrollo, de una profesora de ciencias según la capacidad de su reflexión (Conocimiento Didáctico del Contenido personal: CDC) en relación con su Formación Docente, las Didácticas de las Ciencias Experimentales, el Aprendizaje Escolar y los Obstáculos en los Procesos de Enseñanza-Aprendizaje de su alumnado y en diferentes contextos de desarrollo profesional.

## **MARCO TEÓRICO:**

Se parte hipótesis de la complejidad, HC, (Vázquez-Bernal *et al.*, 2012), concibiendo esta “*como el desarrollo de la competencia del profesorado de ciencias para interactuar con el entorno educativo, social y natural, en el ejercicio de su profesión y a través de una reflexión orientada a la praxis*”. Por lo tanto, las etapas de desarrollo se consideran procesos cada vez más complejos, afectando aspectos ideológicos, educativos, contextuales, epistemológicos, curriculares y emocionales de su trabajo y pensamiento. Según Gess-Newsome (2015) esta capacidad condiciona las prácticas docentes (CDC - Habilidades personal) y su reflexión sobre esas prácticas (CDC) en un proceso de constante desarrollo en la búsqueda de modelos personales de educación, propios de cada docente. Se proponen tres dimensiones, con un gradiente de interacción social, desde una técnica, relacionada con la denominada racionalidad técnica (verdaderos obstáculos), hasta una crítica o emancipadora, pasando por una dimensión prácti-

ca de mejora individual de los problemas cotidianos del aula. De acuerdo con esta HC, hemos definido quince categorías (tabla 1):

Tabla 1.  
Sistema de categorías, dimensiones e indicadores.

ÁMBITOS	DIMENSIÓN TÉCNICA – CATEGORÍA	DIMENSIÓN PRÁCTICA – CATEGORÍA	DIMENSIÓN CRÍTICA – CATEGORÍA
La formación del profesorado	La formación del profesor como acumulación de créditos (código TACU)	Reconocimiento de lo personal como punto de partida en la mejora en el profesor (código PPER)	Reconocimiento del hecho reflexivo común como garante del cambio personal (código CREP)
Didáctica de las ciencias	Resistencia a la lectura didáctica (código TRES)	Interés por la lectura didáctica (código PLEC)	Pertenencia a una comunidad de profesionales donde se intercambien experiencias en didáctica de las ciencias (código CEXP)
	Inseguridad en el dominio curricular de la materia impartida (código TDOM)	Conocimiento didáctico del contenido (código PDID)	
El aprendizaje escolar	Papel de la memoria como principal garante del aprendizaje (código TMEM)	La construcción como garante del aprendizaje significativo (código PSIG)	El aprendizaje como construcción social (código CAPR)
	la asimilación como garante del aprendizaje (código TASI)		
Obstáculos en el proceso de enseñanza-aprendizaje	Falta de comprensión del alumno (código TINC)	Reflexión sobre las dificultades de los alumnos (código PDIF)	Indagación colectiva sobre la naturaleza de los obstáculos que están detrás de las dificultades (código COBS)

En el presente trabajo, abordaremos el análisis en cuatro ámbitos que conforman parte de su CDC:

- a) *La formación del profesorado*: Escudero (2002) avisaba que, para promover la teórica implicación del profesorado en reformas educativas, se terminó por recurrir a los sexenios, abriendo las puertas a la mercadotecnia formativa (TACU); en esencia, subyace la dicotomía de mero aplicador de programas curriculares *versus* profesional imbuido de valores, conocimientos, capacidades y destrezas (Calvo y Martín, 2014).
- b) *Didáctica de las ciencias*: la falta de reflexión sobre la enseñanza de contenidos concretos limita la posibilidad de desarrollar el CDC (Rivero *et al.*, 2014), esto puede traducirse en un rechazo a la lectura didáctica (TRES) y que devenía, entre otros obstáculos, en la inseguridad en el dominio curricular (TDOM).
- c) *El aprendizaje escolar*: cuando los estudiantes se convierten en sus propios maestros, exhiben los atributos autorreguladores que parecen más deseables para los estudiantes: autocontrol, autoevaluación y autoaprendizaje (Hattie, 2009), así, la memoria deja de ser el garante principal del aprendizaje (TMEM) y el paradigma de transmisión y asimilación (TASI) deja de ser el dominante.
- d) *Obstáculos en el proceso de enseñanza-aprendizaje*: en la actualidad que la construcción de la ignorancia depende del conocimiento del alumnado, la tarea, los criterios de coherencia, interés y las características del contenido (Vaz-Rebelo *et al.*, 2016) y que los obstáculos no siempre entran en el saco de la incomprensión del alumnado (TINC).

## METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN:

El estudio de *caso* objeto de nuestra investigación es el de una profesora de Biología-Geología (Marina), siendo su formación inicial de licenciada en Geología, con 23 años de experiencia. En él diferenciamos tres fases diferentes:

- a) *Primera Fase - Períodos 1º y 2º*: desde el curso 2001 al curso 2003, la profesora se integra en un grupo de investigación-acción (I-A) en un centro de secundaria. El contenido didáctico acordado que sirve de dinamizador al programa es el referido al contenido “*Las Disoluciones*” para alumnado de 14 años. El programa siguió el modelo de investigación-acción de sucesivos ciclos metodológicos de planificación, implementación, observación y reflexión.
- b) *Segunda Fase*: desde el curso 2004 al 2006. Comprende dos cursos, la profesora ya no forma parte del programa de I-A, aunque se compromete a un proceso de asesoramiento para la mejora de sus prácticas. El contenido didáctico elegido por la profesora es sobre “*La Formación del Suelo*”.
- c) *Tercera Fase*: en el curso 2016-2017 Marina tiene la oportunidad de leer los informes elaborados por los investigadores en las dos primeras fases y escribir sus reflexiones en forma de Narrativas como elementos de introspección al enfrentarse a los dilemas experimentados (en desarrollo en la actualidad).

En la tabla 2 se indican los instrumentos empleados en la investigación:

Tabla 2.  
Instrumentos de recogida de datos, análisis y presentación de datos.

Instrumentos para el análisis del estudio de caso	ANÁLISIS DEL CDC	
	Instrumentos de primer orden (fuentes)	– Diarios (cursos 2001-2002; 2002-2003; 2004-2005; 2005-2006)
Instrumentos de segundo orden (análisis)	– Categorías para el análisis de los cuatro ámbitos	

## RESULTADOS: ANÁLISIS DEL CDC

- a) *Análisis de frecuencias*: Los resultados se muestran en la tabla 3, con el número de reflexiones codificadas de cada categoría, entre paréntesis, en función de la escala temporal. En la última columna de la tabla indicamos su desarrollo en términos de la HC.

Tabla 3.  
Frecuencia de códigos por dimensión en los intervalos temporales para la reflexión.

ÁMBITOS	INTERVALO TEMPORAL	DIMENSIÓN TÉCNICA	DIMENSIÓN PRÁCTICA	DIMENSIÓN CRÍTICA	COMPLEJIDAD
La formación del profesorado	1ª Fase – 1º período (2001/2002)	TACU (0) 0 %	PPER (0) 0%	CREP (0) 0%	No situada
	1ª Fase – 2º período (2002/2003)	TACU (0) 0 %	PPER (1) 100%	CREP (0) 0%	Dimensión práctica
	2ª Fase (2004/2006)	TACU (0) 0 %	PPER (4) 100%	CREP (0) 0%	Dimensión práctica

ÁMBITOS	INTERVALO TEMPORAL	DIMENSIÓN TÉCNICA	DIMENSIÓN PRÁCTICA	DIMENSIÓN CRÍTICA	COMPLEJIDAD
Didáctica de las ciencias experimentales	1ª Fase – 1º período (2001/2002)	TRES (0), TDOM (7) 100%	PLEC (0), PDID (0) 0%	CEXP (0) 0%	Dimensión técnica
	1ª Fase – 2º período (2002/2003)	TRES (0), TDOM (3) 100%	PLEC (0), PDID (0) 0%	CEXP (0) 0%	Dimensión técnica
	2ª Fase (2004/2006)	TRES (0), TDOM (1) 11%	PLEC (0), PDID (8) 89%	CEXP (0) 0%	Dimensión práctica
El aprendizaje escolar	1ª Fase – 1º período (2001/2002)	TMEM (15), TASI (0) 100%	PSIG (0) 0%	CAPR (0) 0%	Dimensión técnica
	1ª Fase – 2º período (2002/2003)	TMEM (4), TASI (10) 100%	PSIG (0) 0%	CAPR (0) 0%	Dimensión técnica
	2ª Fase (2004/2006)	TMEM (8), TASI (9) 85%	PSIG (3) 15%	CAPR (0) 0%	Comienza el tránsito hacia la dimensión práctica
Obstáculos en el proceso de enseñanza-aprendizaje	1ª Fase – 1º período (2001/2002)	TINC (23) 72 %	PDIF (9) 28 %	COBS (0) 0 %	Dimensión técnica
	1ª Fase – 2º período (2002/2003)	TINC (18) 58 %	PDIF (13) 42 %	COBS (0) 0 %	Tránsito hacia la dimensión práctica
	2ª Fase (2004/2006)	TINC (8) 33 %	PDIF (16) 67 %	COBS (0) 0 %	Dimensión práctica

En todos los ámbitos de estudios se observa un desarrollo hacia la dimensión práctica en su CDC, con un rasgo en común: suele iniciarse desde la dimensión técnica, excepto el ámbito Formación del profesorado, que inicia desde la propia práctica.

- b) Análisis de contenido: Solo mostraremos, por razones de extensión, las reflexiones de la profesora en la segunda fase y que atañen a los Obstáculos en el proceso de enseñanza-aprendizaje (dimensión técnica), para ilustrar la forma en que se han obtenido y tratado los resultados:

*Obstáculos en el proceso de enseñanza-aprendizaje*

Dimensión técnica: En el diario de la profesora encontramos el siguiente extracto, donde reflexiona a menudo sobre la incapacidad de entender de algunos de sus alumnos/as, pero de forma acrítica, como mostramos en el siguiente extracto:

(4-13) – TINC: “Hoy les he mandado a los alumnos la prueba inicial del tema, aparentemente no se ha planteado ninguna dificultad por parte de los alumnos, salvo que algunos de ellos no comprendían el significado de algunos términos utilizados, siempre han preguntado lo mismo”. Diario 2004/2006.

En otra ocasión, parece que ni siquiera un diseño de práctica específica para ayudar a la comprensión del proceso de la “diagénesis” se libra de este tipo de reflexiones:

(401-405) – TINC: “...demasiado revuelo y parece que han entendido el sentido de la práctica, salvo el situar el horizonte D”. Diario 2004/2006.

Por último, hace caer todo el proceso de comprensión en ciertos alumnos, a los que etiqueta de “perdidos”:

(465-468) – TINC: “Creo que sólo unos 4 ó 5 alumnos están un poco perdidos, sin saber lo que tienen que hacer”. Diario 2004/2006.

Dimensión práctica: Se detiene a explicar una actividad a un grupo de alumnas, sabedora de la especial dificultad de este tipo de actividades relacionadas con la formación del suelo, como mostramos:

(312-317) – PDIF: “En sólo 10 minutos la mayoría lo habían terminado, excepto un grupo de niñas que decían no saber hacerlo, por lo que me he dirigido a ellas para explicarlos”. Diario 2004/2006.

Para finalizar, acabamos el análisis de esta dimensión con esta reflexión, donde se explicita a las claras el interés de la profesora y su relevancia de las dificultades de comprensión de su alumno:

(439-445) – PDIF: “He pedido alumnos voluntarios para hacerlo y el que más problema ha presentado ha sido el A.6, donde ha costado que ellos entiendan por qué en una zona llana el suelo se forma mejor que en zonas de pendiente “. Diario 2004/2006.

Dimensión crítica: no existen citas a la indagación colectiva sobre la naturaleza de los obstáculos que están detrás de las dificultades (COBS).

En contraste con la fase de investigación anterior, denotamos el tránsito continuado desde la dimensión técnica a la práctica, en la presente fase podemos decir que se ha completado el tránsito, ya que las reflexiones prácticas doblan a las técnicas.

- c) Análisis de Vínculos: se ha adoptado un enfoque heurístico para reconstruir sistemáticamente teorías latentes o sistemas de significado en datos verbales, facilitando el descubrimiento de vínculos en esos datos a partir de recuperación de estructuras redundantes (unidades de información).

El análisis de vinculaciones entre las categorías objeto de estudio y otras categorías de su CDC, no incluidas en este estudio, muestra el desarrollo de la categoría asociada al código PDIF desde asociaciones con categorías obstáculos (el propio TINC; el refuerzo desde las ideas del profesor, TREF; la preponderancia del contenido científico, TCIE) hasta categorías prácticas en la 2ª fase (flexibilidad en las actividades de aula, PFLE; participación del alumnado en la construcción conocimiento, PPAR). Es decir, el CDC de la profesora muestra la preocupación que concede a las dificultades del alumnado en el proceso de aprendizaje, aunque evoluciona desde razones internas al alumnado, dependiente solo del aprendizaje, hasta factores más contextualizados en el proceso de enseñanza y en su interacción.

## CONCLUSIONES

A partir de los resultados extraídos de las cifras de frecuencias en la tabla 3, se percibe que para el ámbito Formación, la profesora no sufre desarrollo, pues aunque su posición concluye al término de las dos fases dentro de la dimensión práctica, no hay cambio hacia la crítica. En Didáctica el desarrollo es más claro, concluyendo en la dimensión práctica, mientras que para el ámbito de Aprendizaje Escolar, este proceso es más gradual y lento. Por su parte, Obstáculos, también evidencia un desarrollo más importante. Podemos notar que ninguno de los ámbitos logra un desarrollo dimensional crítico.

Esta diferencia expresa un CDC diferente para cada tópico o contenido de enseñanza. Es interesante destacar cómo el interés que concede al conocimiento de los obstáculos que sus alumnado encuentra en el proceso de aprendizaje, descansa sobre unas teorías personales sobre cómo aprenden sus alumnos

y la naturaleza de los obstáculos. Esta asociación se aprecia en el análisis de vinculaciones. Ya sea por el aprendizaje en el seno del grupo de I/A o por un CDC más robusto en el caso de la Formación del Suelo respecto al de las Disoluciones, o una sinergia entre ambos, lo cierto es que ese desarrollo y consolidación de su CDC es más importante. El CDC de los 4 ámbitos de estudios está íntimamente relacionado con el Conocimiento Profesional Base del Profesor/a y, este, con el Conocimiento Profesional Básico Específico del Tópico (Gess-Newsome, 2015). Como hemos indicado de nuevo, estos se sustentan en esos Conocimientos previos y su desarrollo podría estar asociada al trabajo en el grupo de I/A, por lo que sería clave ayudar a la profesora a fortalecer esos conocimientos; sin embargo, nos parece urgente estimular el debate sobre la práctica ausencia de los conocimientos básicos didácticos-pedagógicos en los diferentes grados de acceso a la carrera docente y la escasa integración entre formación científica y didáctica (Pontes, 2016).

En la actualidad, estamos a la espera de que la profesora Marina realice una lectura crítica de estos resultados para contrastarla en lo que será la 3ª y última fase de la investigación.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- CALVO, G. G. y MARTÍN, J. J. B. (2014). Formación permanente y desarrollo de la identidad reflexiva del profesorado desde las perspectivas grupal e individual. *Profesorado: Revista de currículum y formación del profesorado*, 18(1), 398-412.
- ESCUDERO, J. M. (2002). La reforma de la reforma. ¿Qué calidad, para quienes? Barcelona: Ariel.
- GESS-NEWSOME J. (2015). A model of teacher professional knowledge and skill including PCK: Results of the thinking from the PCK Summit. In Berry, A., Friedrichsen, P., Loughran, J. (Eds) *Re-examining Pedagogical Content Knowledge in Science Education* (pp. 28-42). New York: Routledge.
- HATTIE, J. (2009). *Visible Learning. A synthesis of over 800 meta-analyses relating to achievement*. Abingdon, Oxon (UK): Routledge.
- PONTES, A. (2016). Análisis actual de la formación inicial del profesorado de ciencias de educación secundaria: problemas y perspectivas. En J. L. Bravo Galán (Ed.) *27 EDCE* (pp. 1627-1637). UEX- APICE.
- RIVERO, A. MARTÍNEZ-AZNAR, M., PONTES, A. y OLIVA, J. M. (2014). ¿Qué estamos enseñando y qué deberíamos enseñar desde la didáctica de las ciencias en la formación inicial del profesorado de secundaria? En M. A. de las Heras, A. Lorca, B. Vázquez-Bernal y R. Jiménez (Ed.) *Investigación y transferencia para una educación en ciencias: un reto emocionante* (pp. 1075-1088). Huelva: Servicio de Publicaciones de la UHU.
- VÁZQUEZ-BERNAL, B., JIMÉNEZ-PÉREZ, R., MELLADO, V. y TABOADA, M. CRÍTICA (2012). The process of change in a science teacher's professional development: A case study based on the types of problems in the classroom. *Science Education*, 96 (2), 337-363.
- Vaz-Rebelo, P., Morgado, J., Fernandes, P. y Otero, J. (2016) Ignorancia consciente en el aprendizaje de las ciencias II: factores que influyen en lo que los alumnos saben que no saben. *Enseñanza de las Ciencias*, 34 (1), 91-105.