

El Conocimiento Didáctico del Contenido en Genética de un profesor de Biología

Pedagogical Content Knowledge in Genetics of a Biology teacher

Conhecimento Didático do Conteúdo em Genética de um professor de Biologia

Marco Vinicio López Gamboa¹

Resumen

Se presenta el estudio de caso de un profesor de Biología de educación secundaria en Costa Rica, donde se analiza su Conocimiento Didáctico del Contenido (CDC) en el tema de Genética, a partir de un cuestionario, cuyas preguntas fueron validadas por criterio de expertos. Asimismo, los datos se analizaron a partir del modelo de conocimiento profesional de Gess-Newsome (2015) y siguiendo la línea del Conocimiento Didáctico del Contenido Biológico de Valbuena (2007), en coherencia con las dimensiones técnica, práctica y crítica que se representan en la Hipótesis de la Complejidad (Vázquez-Bernal et al., 2010). Los resultados plasman una clara tendencia a la dimensión crítica, dado que el profesor fomenta en los estudiantes, la indagación y la abstracción por medio de diversas actividades en su mediación pedagógica, como el análisis de casos y la implementación de simulaciones PhET, saliendo del marco tradicional de la enseñanza.

Palabras clave: conocimiento didáctico del contenido, genética, estudio de caso.

Abstract

This study presents the case of a high school Biology teacher in Costa Rica, where his Pedagogical Content Knowledge (PCK) in the subject of Genetics is analyzed, based on a questionnaire. Likewise, the data was analyzed based on the professional knowledge model of Gess-Newsome (2015) and following the line of PCK Biological of Valbuena (2007), in coherence with the technical, practical and critical dimensions that are represented in the Complexity Hypothesis (Vázquez-Bernal et al., 2010). The results show a clear trend towards the critical dimension, given that the teacher encourages students on abstract thinking and investigation through various activities during their pedagogical mediation, such as case analysis and the implementation of PhET simulation, leaving the traditional teaching framework.

Keywords: pedagogical content knowledge, genetics, a case study.

Resumo

Apresenta-se o estudo de caso de um professor de Biologia do ensino médio na Costa Rica, onde se analisa seu Conhecimento de Conteúdo Didático (CDC) na disciplina de Genética, com base em um questionário, cujas questões foram validadas por critérios de especialistas.

¹ Universidad de Costa Rica, San José, Costa Rica. Correos electrónicos: marcovinicio.lopez@ucr.ac.cr / mviniciopcn@gmail.com



Da mesma forma, os dados foram analisados a partir do modelo de conhecimento profissional de Gess-Newsome (2015) e seguindo a linha do Conhecimento Didático de Conteúdo Biológico de Valbuena (2007), em coerência com as dimensões técnica, prática e crítica que estão representadas na Complexidade Hipótese (Vázquez-Bernal et al., 2010). Os resultados mostram uma clara tendência para a dimensão crítica, uma vez que o professor estimula os alunos a investigar e abstrair por meio de diversas atividades em sua mediação pedagógica, como análise de casos e implementação de simulação PhET, saindo do quadro de ensino tradicional.

Palabras - chave: conocimiento de conteúdo didático, genética, estudo de caso

Introducción

El Conocimiento Didático del Contenido (CDC), es un elemento potenciador de la planeamiento didáctico y mediación pedagógica, el cual definido por Shulman (1986) como la amalgama del contenido disciplinar y de la pedagogía intrínseca del profesor. Posteriormente, Gess-Newsome (2015) implementa un nuevo modelo de CDC con dos elementos medulares, el CDC personal y CDC y habilidad, direccionadas a la planeación y ejecución de un contenido particular, respectivamente. Asimismo, por medio del Conocimiento Didático del Contenido Biológico (CDCB) expuesto por Valbuena (2007), se tendrá una perspectiva más específica del CDC del profesor de Biología.

Por otro lado, se debe considerar la mediación pedagógica de este, a través de las dimensiones técnica, práctica y crítica, propuestas por Vázquez-Bernal et al. (2010), en su Hipótesis de la Complejidad (HC), permite describir y ubicar la trascendencia del profesor entre estas. El objetivo de esta investigación es el de plasmar el CDC sobre Genética de un profesor de Biología de enseñanza secundaria.

El CDC es una particularidad propia de los profesores, que desde la perspectiva de Gess-Newsome (2015), simboliza un modelo de conocimiento profesional. Por otro lado, complementa el saber primordial en el momento en que se da la planeación y desarrollo de tema particular en el aula. Además, el CDC se va configurando a través de la relación entre las Bases del Conocimiento Profesional del Profesor (BCPP), que son el conocimiento de la evaluación, didáctico, del contenido, de estudiantes y curricular; junto con el Conocimiento Profesional del Tópico Específico (CPTE), inciden en el desarrollo profesional de los profesores, además de las respectivas formas de aprendizaje de los estudiantes, que se detallan en la siguiente figura:



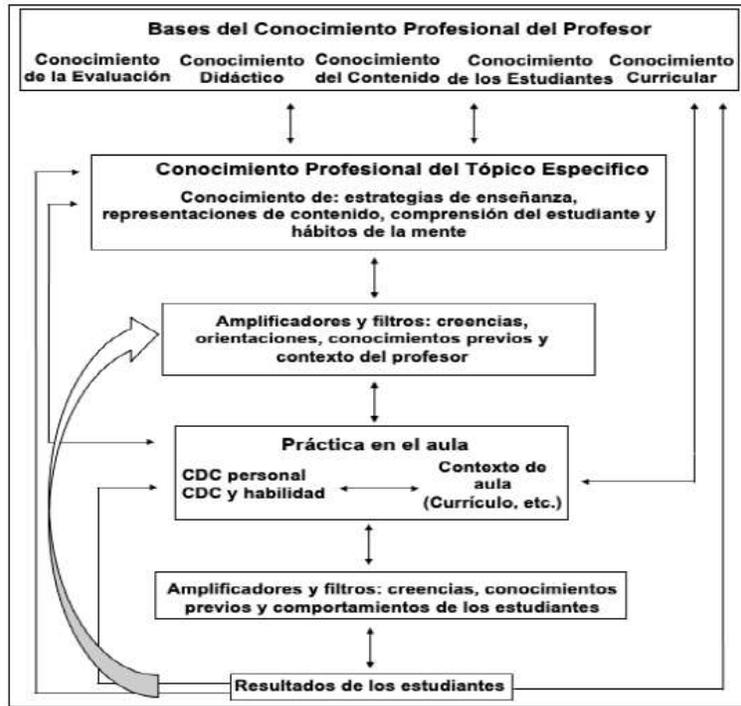


Figura 1. Modelo de Conocimiento Profesional del Profesor y Habilidad que incluye CDC. Fuente: Gess-Newsome (2015).

Valbuena (2007) describe al Conocimiento Didáctico del Contenido Biológico (CDCB) como el proceso en el que se da la transformación, procesamiento, interrelación, e integración de diferentes componentes:

- Los contenidos biológicos por enseñar.
- Las finalidades de la Biología y de su enseñanza.
- Las estrategias metodológicas para la enseñanza de la Biología.
- Las concepciones de los estudiantes sobre la Biología.
- Las dificultades en la enseñanza-aprendizaje de la Biología.
- La evaluación de los aprendizajes de la Biología.

Componentes similares a las Bases del Conocimiento Profesional del Profesor (BCPP) y a partir del Conocimiento Didáctico del Contenido Biológico (CDCB) genera la construcción del conocimiento escolar de la Biología (Valbuena, 2007), como se muestra a continuación:





Figura 2. Componentes del CDCB. Adaptado de Valbuena (2007).

Todos estos elementos se relacionan entre sí, y son esenciales para determinar el CDCB del profesor. A partir de las Bases del Conocimiento Profesional del Profesor y su respectivo Conocimiento Profesional del Tópico Específico plasman la hoja de ruta del profesor en su proceso de mediación pedagógica, misma que se analizará por de la trascendencia entre las dimensiones de la Hipótesis de la Complejidad. Correspondiendo a la manera en que evoluciona la capacidad de interacción con el medio social o natural, a través de la integración reflexión-práctica que afecta aspectos ideológicos, formativos, contextuales, epistemológicos y curriculares (Vázquez-Bernal et al., 2010). Conformada de tres dimensiones trascendiendo con un grado de complejidad creciente y complejo: la técnica, la práctica y la crítica; siendo esta última la más compleja de las tres, haciendo una analogía con las dimensiones espaciales (1D, 2D y 3D) en cuanto a su complejidad y nivel de alcance, como se expone en la figura 2:

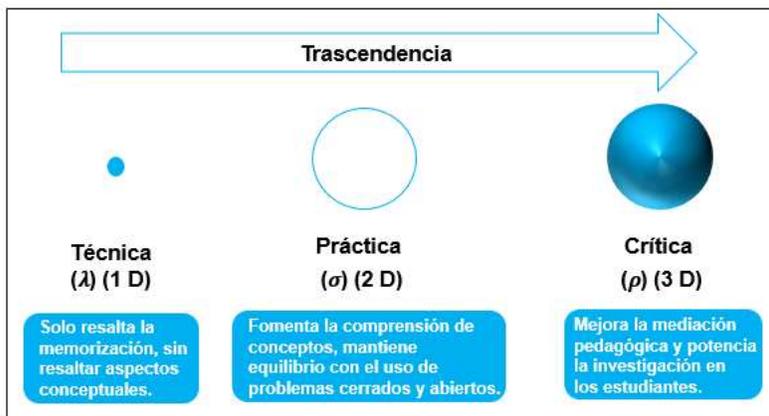


Figura 2. Dimensiones de la HC y su representación. Adaptado de Vázquez-Bernal et al. (2006, 2010).

El profesor al trascender de la dimensión técnica (λ) a la práctica (σ) y posteriormente a la crítica (ρ), complementa su CDC, superando obstáculos curriculares como contextuales.



Además de ir forjando un entorno más dinámico, innovador e investigativo en sus clases. De ahí que, para determinar esto, se plantea la siguiente pregunta de investigación, ¿cuál es el Conocimiento Didáctico del Contenido del profesor de Biología de secundaria en la enseñanza de la Genética?

Metodología

A través del estudio de caso, definido como algo específico que sigue patrones de conducta consistentes y secuenciales (Stake, 2005). De esta forma se puede hacer un abordaje más descriptivo, predominante en las investigaciones sobre CDC según lo indican Fernández y Fernandes de Goes (2014), y en este particular sobre un profesor de Biología. A la vez que presenta un carácter cualitativo, enfocado en el paradigma de la complejidad evolutiva, pues aporta una percepción del desarrollo del profesor, aportando un grado de razonamiento complejo traducándose en la madurez personal y social (de la Herrán, 2003). En lo que respecta a la forma de obtener el CDC, fue mediante un cuestionario en *Google Forms*, cuyas preguntas han sido validas por el criterio de expertos en didáctica de las ciencias experimentales. Al mismo tiempo, que están fundamentadas en las Representaciones del Contenido (ReCo) de Loughran, Mulhall y Berry (2004) y fueron asociadas con las Bases del Conocimiento Profesional del Profesor y enfocadas en el contenido de Genética, en la siguiente tabla se muestran algunas:

Tabla 1.
Algunas preguntas del cuestionario

BCPP	Preguntas (ReCo)
Conocimiento del contenido	1¿Qué otras estrategias o recursos se podrían diseñar o implementar para enseñar sobre la Genética? ¿por qué?
Conocimiento didáctico	2¿Qué habilidades espera que los estudiantes desarrollen cuando usted enseña el tema de Genética?
Conocimiento didáctico	3¿Cuál es el rol del profesor y del estudiante durante el proceso de enseñanza-aprendizaje y evaluación del tema de Genética?
Conocimiento curricular	4¿Qué recursos tecnológicos utiliza y/o consideraría utilizar para el desarrollo de las secuencias didácticas sobre Genética?
Conocimiento de los estudiantes	5¿Qué dificultades presentan los estudiantes a la hora de trabajar el tema de Genética?
	6¿Considera las emociones de los estudiantes en la mediación pedagógica?
Conocimiento de la evaluación	7¿A qué formas de evaluación (cualitativas y/o cuantitativas) han respondido los estudiantes de manera favorable o desfavorable en cuanto a sus resultados de aprendizaje?



Para apreciar todas las preguntas del cuestionario, escanee el siguiente código QR:



Figura 3. Código QR de enlace a cuestionario.

Sobre el profesor de Biología, cuenta con un Bachillerato en la Enseñanza de las Ciencias Naturales y una Licenciatura en Ciencias de la educación con énfasis en Ciencias Naturales, además de una experiencia en la docencia de entre 11 a 15 años. Mientras que el contexto educativo en donde desarrolla la mediación pedagógica es la educación secundaria pública de Costa Rica, en la provincia de Heredia, bajo la modalidad es académica diurna, en particular esta investigación, el CDC recolectado es el nivel de décimo.



Respuestas

1. Aplicación de estudios de casos para fomentar el análisis y abstracción de datos asociados a la temática, como por ejemplo el cultivo de plantas de rápido crecimiento, para observar la variación genética o uso de moscas de la fruta (en condiciones ideales de recursos disponibles).

2. Indagación, observación, comparación, análisis, modelado, sistematización.

3. El docente será un facilitador del proceso de enseñanza-aprendizaje, que pretende enseñarles como aprender a aprender. Mientras que el estudiante debe llevar el ritmo e hilos de la clase con la guía del docente, quien sugiere, lanza preguntas generadoras.

4. Simulaciones PhET (<https://phet.colorado.edu/es/simulations/natural-selection>), simulaciones sobre la estructura del ADN (<https://biomodel.uah.es/model3j/adn.htm>), presentaciones animadas para la mejora de la comprensión de conceptos abstractos.

5. Carencia de comprensión lectora y apatía a la lectura. Así como, el mal manejo del concepto de variable, capacidad para comprender conceptos abstractos limitada.

6. Los estudiantes deben estar motivados para aprender, la empatía entre docentes y estudiantes genera un vínculo, para así construir en conjunto y aprender. Además, el docente debe generar este vínculo desde la cordialidad y humanismo, para que, una vez realizado el enlace emocional, pueda ofrecerle la guía para mejorar el conocimiento. Durante mi experiencia, ha sido elemental el ganarse la confianza y empatía de los estudiantes, siempre se presentan más felices, saben que estarán en un espacio relajado y se disponen a escuchar y ejecutar en su beneficio.

7. Existe cierto rechazo a la evaluación cuantitativa, dado el grado de ansiedad que eso genera en los estudiantes. Cuando se les aplica algún instrumento cualitativo, de alguna manera la respuesta es más satisfactoria en cuanto a rendimiento, incluso logran reflexionar de mejor forma sobre sus errores.

**Resu
ltado
s y**

discusión

A continuación, en la tabla 2 se muestran las respuestas del profesor en función de las preguntas diseñadas en función de las Representaciones del Contenido, presentadas en la tabla 1. Donde el profesor expone sus abordajes al momento de planear y ejecutar sus clases (mediación pedagógica), entre otros aspectos. De ahí que, se puede generar la recolección e interpretación del CDC asociado a la enseñanza de la Biología, en particular a



la Genética y la forma en que trasciende entre las dimensiones técnica (λ), práctica (σ) y crítica (ρ) de la Hipótesis de la Complejidad.

Tabla 2. *Respuestas del profesor*

A partir de las respuestas, sobresalen aspectos en su CDC personal, que van más allá de la planeación de la clase tradicional, donde además de abordar la respectiva fundamentación teórica, desarrolla un mayor componente práctico. En consecuencia, su CDC y habilidad utiliza recursos digitales como los indicados en la tabla 2, y ejecuta actividades donde potencia el análisis de casos de situaciones de genética, como se puede visualizar en su planeamiento didáctico:



Figura 4. Código QR de enlace a planeamiento didáctico.

Integrando las respuestas del profesor, con las Bases del Conocimiento Profesional del Profesor y Conocimiento Profesional del Tópico Específico se plasma el modelo de CDC del profesor, como se representa en la figura 5.



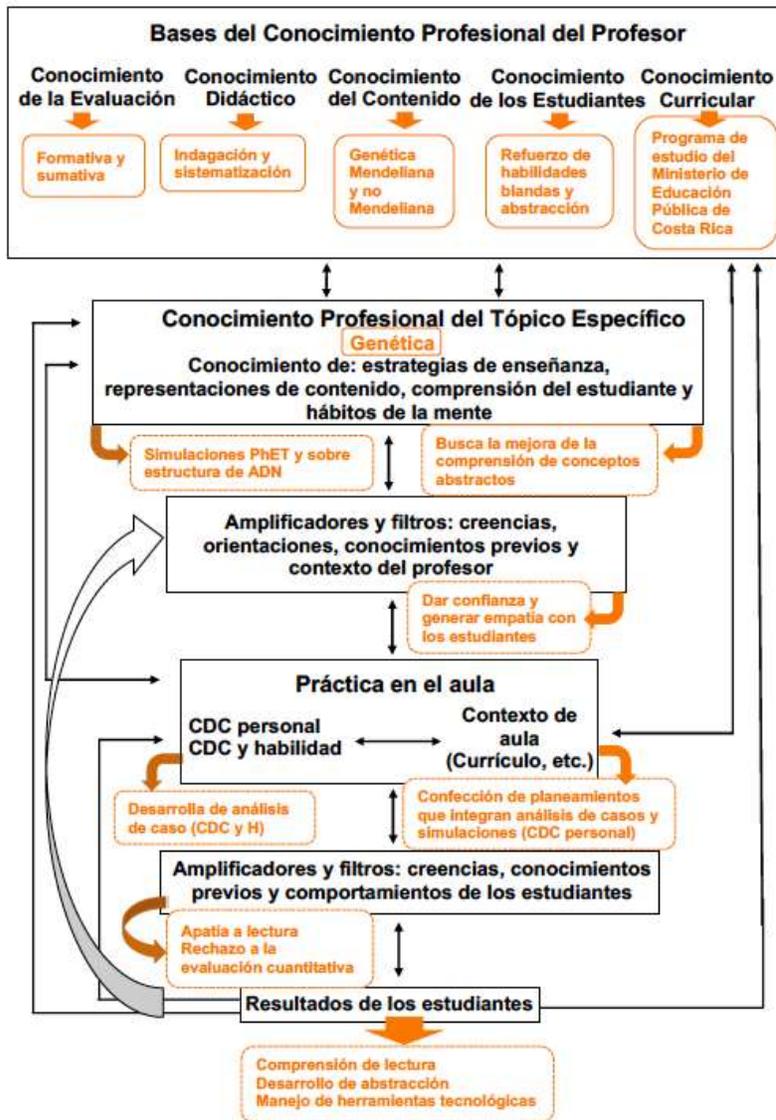


Figura 5. Modelo de CDC del profesor.

Sobresale la preocupación del profesor por generar confianza y empatía con los estudiantes, para que estos se sientan a gusto y tranquilos, para que estén motivados a aprender. Así como, el refuerzo de habilidades blandas como el pensamiento crítico, pensamiento sistémico, comunicación asertiva, el aprender a aprender, entre otras; a través de actividades dinámicas, por medio de herramientas y estrategias como las simulaciones expuestas en la tabla 2 y los estudios y análisis casos presentados en el planeamiento de la figura 4. Además, de la confección de los equipos de trabajo, para los análisis de los casos, en función de la diferentes situaciones que le plantea a los estudiantes, como se aprecia a continuación:

CASO 2. Un hospital descuidado y la huella genética

En un hospital con poco personal y récord de nacimientos atendidos en un día, 3 bebés han perdido a sus padres. Su grupo de especialistas ha llamado a las parejas afectadas para practicarles análisis. La imagen adjunta muestra los patrones de bandas en el ADN amplificado, así como los genotipos de los padres. Resuelva en el menor tiempo posible a qué pareja corresponde cada bebé empleando todos los datos de la imagen. Debe adjuntar los procedimientos empleados.

Recuperado y modificado de: <https://www.bbvaopenmind.com/ciencia/apuntes-cientificos/asi-nacio-la-huella-genetica-la-tecnica-los-csi/>

Pareja A		Pareja B		Pareja C		Bebé 1	Bebé 2	Bebé 3
M	F	M	F	M	F	A heteroc	B	C
—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—

Figura 6. Uno de los casos utilizado en el planeamiento didáctico.

Respecto al CDC Biológico en Genética, se expone en la figura 7:



Figura 7. CDC Biológico del profesor.

En lo que respecta a las dimensiones de la Hipótesis de la Complejidad que refleja el profesor, presenta una trascendencia entre la práctica (σ) y crítica (ρ). Destacando el interés por desarrollar elementos conceptuales y de abstracción en su clases, tanto en los momentos donde expone aspectos teóricos, como en las secciones donde realiza experiencias prácticas. A la vez que por medio de estas, promueve y mejora la participación de los



estudiantes y su interacción con él, colocándolo en la dimensión práctica (σ). En la figura 8 se muestra la trascendencia entre dimensiones del profesor:



Figura 8. Dimensiones de la Hipótesis de la Complejidad presentes en el profesor.

Conclusiones

El profesor define un CDC en Biología en el que destaca la planeación y ejecución de actividades que potencian la indagación y la abstracción. De igual manera, el considerarse un facilitador y no un transmisor de conocimiento en el proceso de enseñanza-aprendizaje, aspectos cualitativos en las evaluaciones y sobre todo considerar la empatía entre él y sus estudiantes, como un agente motivador durante este proceso, lo posicionan en la dimensión crítica (ρ) de la Hipótesis de la Complejidad.

En cuanto a la consideración de la implementación de recursos tecnológicos en la mediación pedagógica, como las simulaciones expuestas en la tabla 2, no solo afianzan esta trascendencia entre dimensiones, sino que, que abre paso al profesor, a desarrollar su Conocimiento Didáctico Tecnológico del Contenido, explicado por Mishra y Koehler (2006) como la unión la tecnología con la didáctica al momento del desarrollo de los contenidos.

Por otra parte, el fomento de las competencias científicas a través de los estudios de casos expuestos en las figuras 4 y 6, plasman el CDC del profesor, como docente, que va más allá de transmitir conceptos y realizar ejercicios prácticos de Genética. A la vez, que empodera a los estudiantes en habilidades blandas como el pensamiento crítico, pensamiento sistémico, manejo de información y comunicación asertiva.

Por último, mencionar, que al investigar sobre CDC y en particular sobre CDC Biológico, se genera una percepción, no solo del proceso de enseñanza-aprendizaje de esta disciplina en un tópico particular, ofreciendo una visión de las necesidades a considerar, implementar tanto en el proceso de formación inicial y laboral de los docentes de Biología. Por ejemplo, instrucción en tecnología educativa, desarrollo de habilidades blandas, diseño de prácticas



de laboratorio con materiales de fácil obtención, laboratorios remotos, simulaciones digitales, etc.; así como la implementación y ejecución de estudios de casos en el desarrollo de los contenidos a enseñar.

Referencias

- Fernández, C. y Fernandes de Goes, L. (2014). Conhecimento pedagógico do conteúdo: estado da arte no ensino de ciências e matemática. En A. Garritz, S. Daza, y M. G. Lorenzo. (Eds.), *Conocimiento Didáctico del Contenido. Una perspectiva Iberoamericana* (pp. 66-100) Saarbrük: Editorial Académica Española.
- Gess-Newsome, J. (2015). A model of teacher professional knowledge and skill including PCK: Results of thinking from the PCK Summit. En A. Berry, P. Friedrichsen, & J. Loughran. (Eds.), *Reexamining Pedagogical Content Knowledge in Science Education* (pp. 28-42). New York: Routledge.
- Herrán, A. de la. (2003). El nuevo "paradigma" complejo-evolucionista en educación. *Revista Complutense de Educación*, 14(2), 499-562.
- Mishra, P., & Koehler, M. J. (2006). Technological Pedagogical Content Knowledge: A Framework for Teacher Knowledge. *Teacher College Record*, 106(9), 1017-1054.
- Loughran, J., Mulhall, P., & Berry, A. (2004). In search of pedagogical content knowledge in science: developing ways of articulating and documenting professional practice. *Journal of Research in Science Teaching*, 41(4), 370-391.
- Shulman, L. (1986). Those who understand: Knowledge growth in teaching. *Educational Researcher*, 15(2), 4-14. <https://doi.org/bg52xz>
- Stake, R. E. (2005). Qualitative case studies. In N. K. Denzin, & Y. S. Lincoln. (Eds.) *The SAGE Handbook of Qualitative Research* (pp. 443-466). Thousand Okas: SAGE Publications.
- Vázquez-Bernal, B., Jiménez-Pérez, R. y Mellado, V. (2006). La Hipótesis de la Complejidad como integración y reflexión práctica. *Actas de XXII Encuentros Nacionales de Didácticas de las Ciencias Experimentales*. Universidad de Zaragoza. Zaragoza: España.
- Vázquez-Bernal, B., Jiménez-Pérez, R., Mellado, V. y Taboada, M. (2010). La Resolución de Problemas: ¿podemos cambiar el tipo de actividades en el aula? Estudio de un Caso. En A.M. Abril y A. Quesada. (Eds.) *XXIV Encuentro de Didáctica de las Ciencias Experimentales*, 118-125. Jaén. Servicio de Publicaciones de la Universidad de Jaén. Andalucía: España.



- Valbuena, E. (2007). El conocimiento didáctico del contenido biológico: estudio de las concepciones disciplinares y didácticas de futuros docentes de la Universidad Pedagógica Nacional (Colombia). Tesis Doctoral, Universidad Complutense de Madrid, Madrid, España.

