

Modelización de la biodiversidad en la educación secundaria. Estableciendo puentes entre los planos real, abstracto y concreto

Karen Cisnero¹ y Gonzalo Bermúdez²

^{1,2}Cátedra de Didáctica Especial, Depto. Enseñanza, FCEFYN, Universidad Nacional de Córdoba. ²CONICET. Avenida Vélez Sársfield 1611 X5016GCA. Córdoba, Argentina.

¹karencisnerovazquez@gmail.com, ²gbermudez@unc.edu.ar

Resumen

Los modelos didácticos representan una de las herramientas más prácticas dentro de la enseñanza de las ciencias, particularmente en biología donde el estudio de las representaciones requiere del análisis de procesos complejos. En el presente trabajo se harán explícitas las diferentes fases de una secuencia de enseñanza aprendizaje sobre la modelización de la biodiversidad: diseño, prueba y evaluación. En la fase de evaluación se identificaron cuatro situaciones; y la reflexión sobre la implementación estuvo orientada por tres categorías analíticas: planos de la modelización, soportes semióticos y rol docente. A partir de estas, surgen algunas reflexiones sobre la puesta en práctica de la propuesta, el proceso de los estudiantes, la relación entre los puentes o nexos que propone el modelo para la triangulación entre el mundo de lo real (plano real, PR), mundo abstracto (teorías, PA), con el plano de lo concreto o material (modelización con fichas, PC), que permiten la comprensión de los componentes y atributos de la biodiversidad.

Palabras clave: Modelización, Secuencia de enseñanza y aprendizaje, Diversidad Biológica, Biología, Educación secundaria.

Introducción

En la enseñanza de las ciencias existe un consenso generalizado de que el aprendizaje de la ciencia escolar requiere de actividades de modelización en donde las ideas, la experimentación y la discusión se entrecruzan para promover la progresión desde representaciones iniciales de los fenómenos a otras formas más complejas.

Estas actividades se valen de representaciones semióticas (símbolos, ecuaciones, juegos), que permiten explicar y comprender diferentes fenómenos y conceptualizaciones (como biodiversidad, ser vivo, nutrición humana, sistema nervioso, etc.). Dichas representaciones son creadas con un propósito particular, ya sea comunicativo -para negociar significados-, cognitivo -para razonar-, u operatorio -para resolver problemas- (Gómez Galindo, 2013; Gómez Galindo, Sanmartí y Pujol, 2007). En otras palabras, a través de los modelos se generan formas de ver o conceptualizar el mundo, de interpretarlo y de comunicarse.

Gómez Galindo (2013) agrega que la modelización se centra en el tránsito del fenómeno al modelo, o del mundo real al plano de las ideas, y viceversa. De allí que

pueda considerarse a la modelización como la construcción de un puente o mediador que conecta una teoría y un fenómeno particular.

Para el desarrollo de esta secuencia de enseñanza aprendizaje (SEA) de la biodiversidad se tomó como eje central la idea de Chamizo (2010), quien reconoce que los modelos conectan los planos real y abstracto a través del PC. El contexto actual mundial de pérdida de la biodiversidad requiere que la temática sea tratada como un problema sociocientífico de gran relevancia (Pérez Mesa, 2013). Al respecto, es conveniente recordar que el Convenio sobre la Diversidad Biológica, que se firmó el 5 de junio de 1992 en Río de Janeiro, sentó las bases políticas y jurídicas internacionales para el cuidado ambiental. Los principales objetivos del Convenio sobre la Diversidad Biológica (CDB) fueron la disminución de la pérdida de biodiversidad, el uso sostenible de los recursos y una distribución justa y equitativa de los beneficios derivados de la utilización de los recursos genéticos, incluido el acceso adecuado a éstos y la transferencia apropiada de tecnologías. En ese momento la biodiversidad fue definida aludiendo a tres componentes básicos, conocidos como trilogía: las especies, los ecosistemas y los genes (poblaciones). Revisiones más actuales de la conceptualización de la biodiversidad incluyen las variaciones en la abundancia, distribución, riqueza y equitatividad de no sólo las especies, ecosistemas y poblaciones, sino también de grupos funcionales.

El objetivo de este trabajo es evaluar el proceso de diseño, implementación y evaluación de una secuencia de enseñanza aprendizaje centrada en la modelización de un concepto actualizado de la diversidad biológica.

Desarrollo

La opción metodológica a la que adscribimos es la del estudio de diseño con enfoque de validación interna, sin grupo control. La estrategia general de esta línea implica el desarrollo de secuencias de enseñanza-aprendizaje durante una fase de diseño (FD), seguida de una fase de prueba (FP) en la que se estudia el funcionamiento de la secuencia en la práctica, utilizando los resultados para mejorar el diseño (Furió, Domínguez y Aranzábal, 2012).

a. Fase de diseño (FD)

Se diseñó una SEA de modelización de la biodiversidad, denominada "*Modelizando la biodiversidad: entre lo concreto, abstracto y real*", la que formó parte de una unidad didáctica (UD) titulada "La biodiversidad en Córdoba. Aportes para su reconocimiento y conceptualización". Esta última conformada por 8 clases de 80 minutos cada una. El diseño fue realizado en conjunto entre el segundo autor y la profesora titular del espacio curricular "Ambiente, sociedad y desarrollo" de un Instituto Provincial de Educación Media (IPEM, 6º año) de la ciudad de Córdoba, con Ciclo Orientado en Ciencias Naturales. Algunos de los componentes de la FD que tuvimos en cuenta fueron el análisis curricular y la transposición del contenido (incluyendo los libros de texto), las concepciones alternativas de los estudiantes, el desarrollo de prácticas científicas y de modelización, el análisis de las características del contenido y sus obstáculos epistemológicos, los

roles del docente y de las/os alumnos/as los niveles de complejidad del contenido y las particularidades de la interacción discursiva (Furió et al., 2012). Los objetivos de aprendizaje de la UD fueron que los estudiantes sean capaces de (a) reconocer componentes de la biodiversidad en relación con los contextos ambientales locales y sus problemáticas socio-económicas, (b) valoren la flora y fauna autóctonas y su influencia en los procesos ecosistémicos, y (c) comprendan las relaciones entre la biodiversidad y el funcionamiento del ecosistema, para reconocer la importancia de su conservación y tomar decisiones de manejo. Para la SEA de modelización de la biodiversidad, se esperaron los siguientes logros de las/os estudiantes: que sean capaces de (i) relacionar los componentes del modelo (fuentes concretas o plano material, Chamizo, 2010) con la conceptualización de la diversidad biológica (blanco o plano abstracto), (ii) establecer escenarios de alta y baja biodiversidad para determinados componentes y atributos de la misma, (iii) relacionar los componentes del modelo con escenarios reales (ambientes y seres vivos) para la toma de decisiones de conservación (plano real), y (iv) tomar decisiones de conservación de la biodiversidad en función de los modelos representados.

b. Fase de Prueba (FP) de la SEA de modelización

Consistió en la implementación de la UD y la SEA, la cual estuvo a cargo del segundo autor y la docente titular del curso. Para el posterior análisis y estudio de la SEA, se registraron las actividades grupales realizadas por las/os estudiantes y de la clase en general a través de grabadores digitales, fotografías del pizarrón y el diario docente.

Se comenzó la UD con una evaluación diagnóstica. Luego, a través de una estrategia de indagación dialógica problematizadora (IDP) y la lectura de un material elaborado por los docentes, se abordó el concepto de biodiversidad y sus componentes. A los fines de este trabajo solo se detallarán las clases en las que se realizó la SEA de modelización de la biodiversidad.

- Clase 3 "Salida didáctica, reconocimiento de especies y modelización I": Se llevó a cabo en un espacio verde llamado "La Gota" y en un primer momento se reconocieron especies nativas con el apoyo de una clave dicotómica. A continuación, se recuperaron conceptualizaciones correspondientes a los componentes de la biodiversidad abordados en las clases anteriores. Luego el docente entregó a las/os estudiantes el material concreto (PC) conformado por hilos de 4 m y fichas de goma eva de distintos colores, formas y texturas (Bermúdez, García, García-Capocasa y Battistón, 2014), con los cuales comenzaron a modelizar sobre el plano real (PR). La consigna consistió en que las/os estudiantes eligieran una zona de alta y baja biodiversidad donde se trazaron dos cuadratas (una por cada zona) y se compararon diferentes componentes: número de especies y número de grupos funcionales.

- Clase 4 "Modelización II (en el aula)": se comenzó con la recapitulación y aclaración de dudas respecto de lo que se había trabajado en la salida didáctica. A través de una exposición dialogada el docente explicó que la actividad de modelización es una tarea relacionada con el "hacer las ciencias" ya que los científicos la utilizan permanentemente con el fin de explicar, comprender y predecir fenómenos de la naturaleza o ideales. Luego se

trabajó modelizando algunos escenarios de biodiversidad de la salida didáctica. (ver "Fase de Evaluación").

- Clase 5: "Modelización III (en el aula)": Se plantearon nuevos escenarios para modelizar (ver "Fase de Evaluación").

c. Fase de Evaluación (FE) de la SEA de modelización

A los fines de la presentación a este congreso, nos circunscribiremos a la evaluación de la SEA de modelización de la biodiversidad, hemos identificado distintas situaciones durante su desarrollo y las mismas serán descriptas y ejemplificadas a continuación.

i) Establecimiento de los puentes entre el PR y el PC.

En la salida didáctica, el docente solicitó a las/os estudiantes que armaran una cuadrata sobre dos zonas que ellos/as consideraran de alta y baja biodiversidad, denominadas escenarios de alta y baja biodiversidad (EAB y EBB respectivamente). En ellas, debieron relacionar los materiales del PC (fichas), con los individuos de las especies del MR (en este caso, gramíneas y forbes) (Figura 1). En esta situación fue registrado el siguiente diálogo entre el profesor (P) y las/os estudiantes (E):

"Vamos a usar las fichas para poner encima de las especies, de los individuos, y hacer una representación de lo que podría ser la biodiversidad que vemos y que está en la cuadrata (...) como esto es algo plano vamos a poder ponerle las fichas arriba (...) Yo les entregué fichas de cuatro colores, les pido que el que tenga la bolsita, vaya con sus compañeros y vea cómo coloca las fichas para una especie de cada color.. el pasto, me dijeron ustedes mismos que hay de color violeta, era la ficha de color violeta. ¿qué es de color negro? (E5): "Estas hierbas". (P): "A esto, lo habíamos dicho, que se llamaba Malvavisco y teníamos dos ejemplares".



Figura 1. EBB (izquierda: pocas gramíneas. EAB (derecha: ejemplares de forbes (cuadrados marrones y negro) y gramíneas (hexágonos violetas).

A medida que las/os estudiantes trabajaron sobre los diferentes escenarios fueron estableciendo los puentes del modelo entre el PC y el PR. Por ejemplo:

(P): "(...) Si quisiéramos mantener igual, constante o conservar los colores para que sean las especies. ¿Qué otra cosa de las fichas nos puede servir para representar otra característica?" (sin respuesta) : (P): Repito: hasta ahora estamos pensando en el color. (E1): "Bueno, entonces la forma". (P): "¡Exactamente! Las fichas tienen formas, circulares,

hexagonales, cuadraditas. ¡Correcto! (...) nos fijamos en una cosa, a ver, los pastos que son las violetas ¿bien? Son hexágonos ¿Si? Las que no son gramíneas, las que no son pastos, son cuadrados. Tienen distintos colores, pero son cuadrados. Entonces en este caso, fíjense como: los colores están representando una cosa que es el número de especies, pero a su vez, las formas, nos permiten graficar o representar (...) los grupos funcionales (...) y tienen importancia por cómo influyen en el ecosistema. En este caso, nuestros grupos funcionales, habíamos dicho que eran dos: forbes y gramíneas. ¿Si? Para este caso entonces, les pregunto. ¿Qué forma representa la Forbes?" (E3): "Los cuadraditos". (E5): "Los cuadraditos". (P): "Los cuadrados. ¿Cuántas especies de forbes tenemos?" (A3): "tres". (E2): "Dos". (P): "(...) Las que son cuadrados, entonces son tres. ¡Correcto! Y tenemos solo una especie de las gramíneas. ¿Me siguen? Qué son los hexágonos que nos quedaron".

ii) Representación de una nueva situación del PR, sobre componentes conocidos (especie y grupo funcional), con el PC.

Ya en el aula, el docente proyectó fotografías tomadas en la salida didáctica en zonas no analizadas aún por las/os estudiantes, con el fin de que reconocieran los EAB y EBB (Figura 2).



Figura 2.EBB (izquierda): solo gramíneas. EAB (derecha): margarita reptante y gramíneas.

A continuación, los estudiantes dispuestos en grupos representaron estos escenarios con los materiales del juego (PC), tras lo cual se realizó una puesta en común.

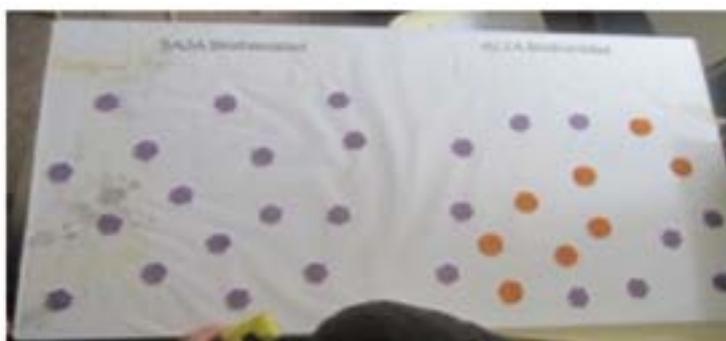


Figura 3.EBB (izquierda): gramíneas representadas con hexágonos de color violeta. EAB (derecha): gramíneas y forbes (círculos de color naranja).

(E7): "(...) este es un grupo funcional que serían las gramíneas y en la otra cuadrata que hay dos grupos funcionales y a las gramíneas de color violeta, y los forbes, las margaritas

reptantes que son las naranjas" (Figura 3). (P): "Bien... Y ustedes representaron bastante parecido a la distribución de la foto ¿No? Veo que hay una franja acá dónde están las margaritas..." (E6): "Sí, y acá no hay nada". (P): "Perfecto. Bien, muy bien".

En este ejercicio el docente fue revisando con los estudiantes los puentes del modelo, es decir, planos real-concreto (PR-PC), y planos concreto-abstracto (PC-PA). Al final de la clase se relacionaron los EAB y EBB (componente estructural del ecosistema) con algunos procesos ecosistémicos (como la infiltración de agua de lluvia, la retención del suelo, la escorrentía, etc.), modificados por posibles disturbios que podían visualizarse en la Figura 1 (pisoteo). Luego el docente presentó otra nueva situación a las/os estudiantes (Figura 4), a partir de la cual se analizó oralmente y con el grupo-clase el número de especies y de grupos funcionales.



Figura 4. EAB (izquierda): dos especies, mayor número de individuos que en EBB. EBB (derecha): dos especies, menor número de individuos que en EAB.

En la clase 5 se comenzó con una fotografía presentada en la clase anterior (Figura 4) a partir de la cual se repasaron de manera oral los componentes de la biodiversidad abordados hasta el momento y se agregó uno nuevo, el concepto de población. Se continuó con el interrogante sobre la respuesta de ambos escenarios ante un disturbio ambiental (plaga, incendio).

iii) Representación de una nueva situación del PR, sobre componentes conocidos (especie, grupo funcional, tamaño poblacional), con el PC y predicción en función del PA.

La clase 5 continuó con la presentación de una segunda situación (Figura 5), para la que se analizaron inicialmente los componentes de la biodiversidad. (P): "Vamos a analizar como veníamos haciendo recién, cuales son los individuos... cuales son las especies... y así. ¿Quién cuenta haber?" (E5): "eee, en la foto se ve que hay pastos y hierbas". (P): "Hay pastos y hierbas, aparentemente entonces ¿Cuántas especies hay?" (E5): "Aparentemente hay dos especies..." (P): "Bien, dos especies, bien. ¿Cuántos grupos funcionales hay? Que era otro de los componentes que estábamos viendo". (E3): "Dos." (P): "Bien, dos. (...) Ahora analizamos las poblaciones que eran el conjunto de individuos..." (E6): "Hay más de un individuo en las gramíneas, quizá hay más individuos en gramíneas y en los forbes hay menos". (E5): "Hay más población de gramíneas y menos de forbes". Una vez hecho el conteo de los componentes se solicitó a las/os estudiantes que pensarán cómo sería el escenario EBB si una de las especies del escenario EAB fuera invasora: (P): "Si la gramínea

fuera invasora ¿Cómo deberíamos representar acá la segunda situación?” (E5): “Solo gramíneas”. (E8): “solo gramíneas”. (P): Bien. (E3): “Muy pocas Forbes”.



Figura 5. EAB (izquierda) EBB (derecha). Predicción del escenario EBB para el caso de que una de las especies de EAB fuera invasora.

El docente fue acercándose a los grupos de estudiantes mientras ellos armaban los escenarios con el PC y aclarando dudas sobre los componentes y puentes del modelo. Luego se hizo la puesta en común: (E3): “Hay tanto gramíneas como forbes, eh, representan que hay dos diversidades... y del otro lado se puede ver que hay muchas más gramíneas que forbes que ya casi no hay... y en este cuadro representamos que se está... está acaparando el lugar...” (E4): “invadiendo”. (E3): ... “De las forbes”. (P): “Acaparando, invadiendo. ¡Perfecto! ¡Está muy bien!” (Figura 6).

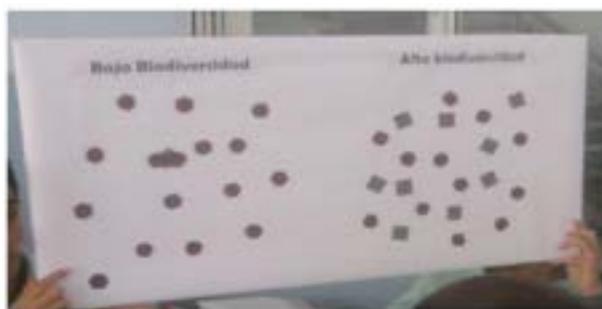


Figura 6. EBB (izquierda) ante una especie invasora. EAB (derecha).

iv) Demostración de escenarios en el PC de alta y baja biodiversidad para interpretar el PA de nuevos componentes: equitatividad de especies y grupos funcionales, y diversidad genética.

En la segunda mitad de la clase se retomaron expresiones respecto de la relación entre el número de especies, individuos y grupos funcionales y se agregó un nuevo componente: la equitatividad. Ejemplo: (P): “(...) Lo que nosotros hemos representado ahora se trataba de fijarnos si había una especie dominante o invasora en función de otra situación en dónde estaban los individuos más parejos repartidos. ¿sí? A esa definición de más parejo la uso porque la han dicho ustedes ¿sí? (...) Nosotros entonces, a esa situación le decimos lo que está escrito acá. (...) E-qui-ta-ti-vidad”. Y las/os alumnas/os la definen como: (E3): “(...) la equitatividad es la cantidad de individuos que había por especie. Si había un balance entre una y otra especie”. (P): “Bien, exactamente”.

Luego el docente ejemplificó una situación de equitatividad entre especies y grupos funcionales, y se repasaron los puentes del modelo para cada uno de ellos. A continuación, el docente comentó a las/os estudiantes sobre la ley agroforestal aprobada en 2017 en la Provincia de Córdoba, y su proyecto de reforestación con plantas exóticas y nativas. Ante esta situación se solicitó a las/os estudiantes que pensarán en lo que sucedería (teniendo en cuenta las conceptualizaciones trabajadas hasta el momento) a nivel provincial tras la implantación de especies invasoras o potencialmente invasoras. Luego de ello, las/os alumnas/os predijeron que disminuiría la biodiversidad.

Para la siguiente consigna, se presentó una nueva situación (Figura 7), a partir de la cual se analizaron los componentes del modelo vistos hasta el momento (grupos funcionales, especies, poblaciones, equitatividad y abundancia), y se agregaron nuevos: las interacciones interespecíficas, y su implicancia en los procesos ecosistémicos. Por ejemplo, la presencia del espinillo en la Figura 7 (EAB) permite una mayor posibilidad nidificación para las aves, la fijación biológica del nitrógeno atmosférico (debido a la presencia de bacterias simbiotes en las raíces), y la de dióxido de carbono (en la formación de biomasa). (P): "(...) ¿Dónde se fijará más dióxido de carbono: de un lado o de otro?" (E4): "En la derecha". (E3): "En la derecha". (P): "¿Acá? ¿Todos coinciden?" (E6): "No, en la izquierda". (E3): "No, porque es espinillo utiliza el dióxido de carbono para respirar y exhalar el oxígeno que nosotros utilizamos".

Otro componente trabajado fue el de diversidad genética, para el que las/os estudiantes establecieron los puentes entre el PA y el PC. (P): "(...) ¿Cómo representaríamos con las fichas la diversidad genética?" (E3): "El diseño de las fichas porque hay ciertas fichas que tienen un diseño liso y otras que tienen..." (E7): "y otras que tienen esas líneas negras". (E3): "como... tienen esas rayas". (P): "Bien... a eso lo podemos llamar textura..."



Figura 7. EBB (derecha: tres especies, dos grupos funcionales. EAB (izquierda: tres especies, tres grupos funcionales, mayor número de interacciones).

Luego las/os estudiantes representaron el componente diversidad genética dentro de una especie en el PC, y, para terminar, se hizo la puesta en común de los diferentes escenarios. Ejemplo: (E1: "bueno, acá representamos una sola especie..." (P: "aha". (E1: "...Pero distintos genes. Por ejemplo, lisos y de textura rugosa... con la alta biodiversidad y más o menos la misma cantidad [de individuos] y en baja biodiversidad... se encuentra eh, un solo gen, rugoso; y en otra más cantidad de otros genes que son los lisos". (P):

“¡Perfecto! Ustedes como el primer grupo hicieron la equitatividad por un lado y por otro lado la abundancia o el número de variantes genéticas de un lado y de otro. ¿Si? Correcto” (Figura 8).



Figura 8. EBB (izquierda): un solo grupo funcional (fichas anaranjadas de textura lisa). EAB (derecha): dos grupos funcionales (fichas anaranjadas de textura lisa y rugosa).

Conclusiones

Del análisis retrospectivo de la SEA, nos interesa reflexionar sobre cuatro categorías de análisis.

a) *Planos de la modelización*: se identifica que el docente transitó la actividad de modelización siguiendo el circuito PR (salida didáctica) – PC (juego de fichas) –PA (conceptos de biodiversidad). El hecho de que la primera actividad de modelización fuera realizada en el plano de lo real con el material concreto, permitió que las/os estudiantes pudieran establecer los puentes del modelo entre dichos planos sin mayores dificultades. Sin embargo, en clases posteriores a la salida didáctica, mediante las exposiciones grupales se observó que no todos las/os alumnos/os relacionaron los planos PC-PA.

b) *Soportes semióticos*: en las representaciones materiales y simbólicas puestas en juego en la modelización se evidenciaron numerosas especificaciones del docente y acuerdos con y entre los estudiantes en el marco de procesos de trabajo grupal y con la clase entera (Gómez Galindo, 2013).

c) *Rol docente*: el profesor tuvo el rol de organizador de las actividades, moderador de las intervenciones y de guía en las actividades de modelización, retomando constantemente las relaciones existentes entre el PR-PC-PA (Gómez Galindo, 2013).

De la presente investigación de diseño surgen algunas recomendaciones para mejorar las prácticas de modelización de la biodiversidad y enriquecer la próxima SEA. Por ejemplo: (a) considerar recorridos abiertos en la modelización entre los planos PC, PA y PR, (b) incluir visitas y visualización de escenarios naturales reales para modelizar y comparar, volviendo a los mismos para trabajar nuevos componentes, (c) permitir que las/os estudiantes establezcan otros nexos de la modelización (PC-PA) y la elección de los registros semióticos (PC), (d) incrementar la disponibilidad de fichas de todos los colores para que las/os alumnas/os no se vean obligados a recurrir a diferentes tonos por falta

de las mismas, (e) pedir a los las/os alumnas/os fotografías de escenarios conocidos por ellos y que tengan la potencialidad de ser representados, (f) recuperar sus vivencias y conocimientos cotidianos a través de relatos, la elección de las especies a representar, etc., y (g) solicitar a los/las estudiantes que evalúen el modelo propuesto por el docente y puedan construir nuevos.

Referencias Bibliográficas

- Bermúdez, G.M.A.; García, L.P.; García Capocasa, M.C. y Battistón, L.V. (2014). Enseñanza de la diversidad biológica con distintas estrategias didácticas. Su influencia en el aprendizaje y motivación de los estudiantes de escuela secundaria. Memorias XI Jornadas Nacionales y VI Congreso Internacional de Enseñanza de la Biología. General Roca, Argentina, 9-11 de octubre: 1-6. Disponible en: <http://congresosadbia.com/ocs/index.php/roca2014/roca2014/paper/viewFile/833/505>
- Chamizo, J. A. (2010). Una tipología de los modelos para la enseñanza de las ciencias. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 7(1), 26-41.
- Furió, C.M.; Domínguez, M.C.S. y Aranzábal, J.G. (2012). Diseño e implementación de una secuencia de enseñanza para introducir los conceptos de sustancia y compuesto químico. *Enseñanza de las Ciencias*, 30(1), 113-127.
- Gómez Galindo, A. A. (2013). Explicaciones narrativas y modelización en la enseñanza de la biología. *Enseñanza de las Ciencias*, 31(1), 11-28.
- Gómez Galindo, A. A.; Sanmartí, N., & Pujol, R. M. (2007). Fundamentación teórica y diseño de una unidad didáctica para la enseñanza del modelo ser vivo en la escuela primaria. *Enseñanza de las Ciencias*, 25(3), 325-340.
- Pérez Mesa, M. R. (2013). Concepciones de biodiversidad desde la perspectiva de la diversidad cultural. Dos estudios de caso. Bio-grafía, *Escritos sobre la Biología y su enseñanza*, 6(11), 43-59.