

El proceso de diseño de unidades didácticas sobre el modelo de Evolución Darwiniana en la formación en didáctica de las ciencias naturales del profesorado

Pamela S. Diaco, Nora Bahamonde y Eduardo Lozano

pdiacono@unm.edu.ar, nbahamonde@hotmail.com

Universidad Nacional de Río Negro. Sede Alto Valle. General Roca. Estados Unidos 750

Resumen— La presente comunicación informa sobre los fundamentos y algunos resultados preliminares de una investigación llevada a cabo en el espacio curricular de Didáctica de las Ciencias Naturales del profesorado de biología, de la UNRN, que implicó, el análisis e interpretación de las unidades didácticas elaboradas por los futuros profesores, identificando sus modelos iniciales biológicos, metacientíficos y didácticos y su revisión/reformulación, a partir de un formato de intervención docente que propone un conjunto de actividades especialmente diseñadas para la problematización y reformulación de los modelos de partida. A partir del análisis de los resultados obtenidos es posible afirmar que las intervenciones docentes generaron modificaciones significativas entre la UD 1 (Protomodelo) y la UD 2 (Modelo Intermedio) El diseño de intervenciones docentes a partir de los obstáculos detectados en las UD de los estudiantes, tomadas estas como unidades de sentido estructurales y funcionales, favoreció y promovió procesos de metacognición y autorregulación y la reconstrucción de los modelos de partida. Generó además posibilidades, para que los modelos teóricos de DCN se constituyan en referentes que orienten la toma de decisiones en el proceso de diseño de unidades didácticas para la actividad científica escolar.

Palabras clave: Diseño de unidades didácticas. Modelo de Evolución Darwiniana. Formación de profesores. Didáctica de las Cs. Naturales.

INTRODUCCIÓN

El trabajo presentado en esta comunicación aborda un proceso cíclico de diseño de unidades didácticas, llevado a cabo por estudiantes del profesorado de Biología de la UNRN, en el ámbito de las asignaturas de Didáctica de las Ciencias Naturales. Se enmarca en una línea de investigación más amplia, que venimos desarrollando, en la que proponemos que los espacios de formación didáctica retomen y refuercen los modelos biológicos a enseñar, y que los espacios de formación disciplinar en biología, estén informados e intervenidos desde modelos didácticos actualizados, que puedan permear hacia la formación biológica, con miras a una integración que

redunde en hacer más estables los aprendizajes de los estudiantes en ambos campos, por su significatividad para la formación profesional.¹

En esta comunicación compartimos avances de la investigación llevada a cabo en los espacios curriculares de Didáctica de las Ciencias Naturales, en lo referido al análisis e interpretación de las unidades didácticas elaboradas por los futuros profesores, identificando sus modelos iniciales biológicos, metacientíficos y didácticos y su revisión/reformulación, a partir de un formato de intervención docente, que propone un conjunto de actividades especialmente diseñadas para la problematización y reformulación de los modelos de partida.

REFERENTES TEÓRICOS

Esta investigación parte de la idea de considerar a la Didáctica de las Ciencias Naturales (DCN) como una **ciencia de diseño**, similar a otros campos tecnológicos que se mueven desde una base de conocimientos científicos hacia una práctica profesional fundamentada teóricamente, “en la medida en que teoriza sobre la transmisión y construcción del conocimiento y sobre los procedimientos que la hacen posible” (Estany e Izquierdo, 2001), En relación a la perspectiva planteada, se puede deducir que una de las preocupaciones de la DCN es su compromiso con la mejora de la enseñanza de las ciencias, a partir de una intervención activa sobre la realidad escolar, con el propósito de lograr una educación científica de calidad para todos. “...De este modo, la labor del profesorado de ciencias, la producción de innovaciones para la enseñanza de las ciencias, y la generación de modelos teóricos sobre la educación científica, son actividades que interactúan al interior del campo de acción

¹ El diseño, implementación y evaluación de unidades didácticas como estrategia de integración de las perspectivas disciplinar y didáctica en la formación del profesorado de Biología. PI 40 A 412 Resol. 290/2015 UNRN. Dir. Nora Bahamonde

de la didáctica de las ciencias...” (Adúriz Bravo, 2006 p.9)

El trabajo realizado se inscribe dentro del **Modelo Cognitivo de Ciencia Escolar** (MCCE) (Izquierdo et al., 1999; Izquierdo, 2000), el cual sostiene como idea básica que la educación científica debe ofrecer a los estudiantes oportunidades para pensar teóricamente al mundo y también para intervenir en él. Toma como base epistemológica el **Modelo Cognitivo de Ciencia (Giere, 1992)**, que propone una visión semántica de la teoría científica, según la cual la teoría es válida solo si tiene significado y es útil para interpretar los fenómenos del mundo. En el marco del MCCE se considera que los modelos teóricos son entidades abstractas, construcciones teóricas simplificadas de la realidad, pero ajustadas a esta, construidas por los agentes científicos durante su actividad cognitiva y resultan de conectar hechos científicos con fenómenos del mundo, para poder explicarlos, predecirlos y transformarlos (Izquierdo, 2000). Esta característica, la construcción de modelos, se articula con otra, la axiológica, es decir los sistemas de valores que justifican las acciones llevadas a cabo por los agentes científicos durante su actividad. (Izquierdo, 2000). Así, la *Actividad científica escolar* (ACE), es el modelo que permite extender las ideas centrales del MCCE al trabajo de diseñar la enseñanza. A partir de una tipología de actividades consistentes con este modelo (Sanmartí, 2002), la ACE procura que la clase de ciencias sea fuertemente teórica, esto es orientada a la modelización de fenómenos, pero dando lugar siempre a la dimensión praxica, esto es, de construcción de modelos el marco de “hechos del mundo”, a partir del abordaje de problemas complejos (Bahamonde, 2007; Bahamonde y Diaco, 2013), significativos para los estudiantes y la sociedad. En este sentido sostenemos la importancia del tratamiento de *asuntos socio-científicos* (Ziedler et al., 2005), que propician “*el abordaje de contenidos de ciencia relevantes en el mundo cotidiano, y a menudo controversiales, destacando la importancia del aprendizaje situado, de una enseñanza que atienda los contextos y del desarrollo de razonamiento moral por parte de los estudiantes*” (Bahamonde, 2014)

Así, se espera que la ACE sea comunicativa y que promueva el desarrollo de habilidades cognitivas lingüísticas, y también que sea axiológica, estimulando la discusión sobre valores implicados en los contenidos abordados.

El otro componente implicado es el eje *Naturaleza de la Ciencia* (NOS), que propone una educación científica que incluya contenidos metacientíficos que brinden a los estudiantes oportunidades para pensar qué es la ciencia,

cómo se produce y como se relaciona con la sociedad.

De los diferentes enfoques que sobre NOS se han producido en los últimos veinte años, y que proponen diferentes formas de seleccionar y organizar contenidos metacientíficos, adherimos en esta investigación a la propuesta de formulación de ideas clave (Adúriz, 2005), la cual también extendemos para la formulación de los aspectos biológicos del modelo a enseñar.

Por último, justificamos la elección de los aspectos centrales del modelo biológico de evolución por selección natural propuesto por Darwin y Wallace, porque se considera que constituye un punto de inflexión en la comprensión del modelo ser vivo, que, ha logrado dar unidad e integrar a la biología moderna (Dobzhansky, 1973), al intentar comprender el porqué de la diversidad biológica. En la actualidad la enseñanza del modelo biológico de evolución por selección natural forma parte de los acuerdos curriculares nacionales (<http://www.educ.ar/sitios/educar/recursos/ver?id=110571>), ya que resulta central para la comprensión del origen de las especies y su diversificación, de la construcción de la biología como disciplina científica y del fuerte impacto social que ha generado. En relación a esto último, planteamos que la construcción histórica de este modelo biológico constituye un episodio de relevancia, que tracciona la inclusión del eje NOS en el trabajo áulico.

La perspectiva teórica planteada se inscribe en las nuevas finalidades de la Educación Científica (Acevedo, et al, 2005).

Desde estas coordenadas, que estructuran el marco teórico de la investigación, cobra especial interés el diseño y la puesta en marcha de la ACE en las aulas, a través del diseño de unidades didácticas por parte de los estudiantes. Esta es una tarea estratégica a través de la cual los futuros profesores y los profesores reflexionan sobre la práctica educativa, ya que cuando planifican una unidad didáctica, integran sus conocimientos científicos, metacientíficos y didácticos, su experiencia práctica y sus concepciones. Es decir, que las UD se diseñan a partir de sus ideas acerca del conocimiento biológico, de su naturaleza, de su enseñanza y aprendizaje. “En el marco de los procesos de formación y de desarrollo profesional docente sugerimos considerar a la planificación docente (intervención profesional en el diseño de la actividad científica escolar), como una unidad de sentido, estructural y funcional. La propuesta es partir del análisis de sus modelos de conocimiento científico escolar iniciales (que articulan lo biológico, lo metacientífico y lo didáctico) para hacerlos evolucionar de manera conjunta, hacia modelos

con mayor unidad, robustez y coherencia.”, (Bahamonde, 2007).

METODOLOGIA

La investigación realizada se inscribe en un enfoque metodológico de tipo cualitativo, perspectiva desde la cual se pretende describir y comprender los significados de las acciones humanas en los diferentes contextos de la vida social. Desde ese marco, y en el ámbito de la investigación educativa, este estudio se caracteriza por:

- Trabajar con producciones concretas de los alumnos referidas a procesos de modelización biológica, metacientífica y didáctica, con el interés de interpretar los significados que los alumnos les otorgan, y también para comprender las condiciones de implementación de este tipo de trabajos.

- Los investigadores son los profesores de las materias y son quienes obtuvieron y analizaron los datos, en el contexto natural del dictado de las clases de los espacios curriculares de Didáctica de las Ciencias Naturales.

- Si bien los datos surgieron por un tipo especial de intervención de los investigadores, centrado en el diseño de unidades didácticas orientadas por modelos teóricos, el análisis de los datos y la formulación de categorías, implicaron una tarea inductiva en la cual se tomaron en cuenta las perspectivas de los alumnos y los significados que ellos pusieron en juego en las diferentes situaciones propuestas.

El proyecto se implementó en un ciclo articulado que incluye la elaboración de tres UD por parte de los estudiantes y tres Etapas de Intervención didáctica diseñadas por los docentes (Ver Figura 1). La inicial se llevó a cabo en el espacio curricular de Introducción a la Didáctica de las Ciencias Naturales (IDCN) donde los futuros profesores produjeron la UD 1 (Protomodelo), luego y posterior a la Etapa 1 de intervención docente, produjeron la UD 2, (Modelo intermedio) y por último, a partir de otro conjunto de intervenciones docentes en la Etapa II, elaboraron la UD 3 (Modelo de Arriba).

Las tres etapas de intervención docente conforman una secuencia de actividades para la modelización disciplinar, metacientífica y didáctica diseñadas a partir de las dificultades y errores conceptuales detectados en las UD elaboradas por los estudiantes. Este conjunto de intervenciones conforma también, una UD elaborada por los Docentes que implicó visitar aspectos relacionados con macro y micro evolución desde el modelo disciplinar e ideas metacientíficas como: la ciencia como actividad humana compleja, y el rol de las metáforas y analogías en la construcción del modelo de evolución por selección natural. El conjunto de

actividades buscó de manera intencionada generar procesos de reflexión y autoregulación iluminados por los modelos teóricos biológicos, los del eje Nos y los provenientes de la investigación en el campo de la DCN.

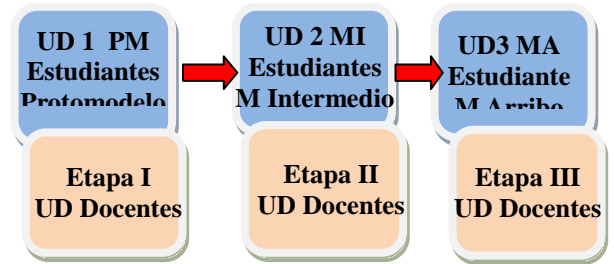


Figura 1 Ciclo articulado de Diseño de UD (estudiantes) e intervenciones docentes (UD docentes)

A continuación presentamos de manera sintética algunas actividades centrales de la intervención docente.

Etapa I	Diagnóstico de las modelos iniciales sobre evolución por selección natural, a partir de una narración elaborada por los estudiantes sobre la historia evolutiva de las ballenas.
Etapa II	Construcción de las ideas biológicas clave de Microevolución, a partir del caso de la resistencia de la Carpacapsa y de la reconstrucción de la historia evolutiva de las ballenas.
Etapa III	Construcción de las ideas metacientíficas clave a partir del análisis del episodio histórico que llevo a la construcción del modelo de evolución por selección natural y del análisis de las metáforas utilizadas por Darwin.

Tabla A. Etapas e intervenciones docentes (UD docentes)

La muestra se seleccionó a partir de un grupo de alumnos (30 estudiantes) que cursaron las materias IDCN y DCN. De ese conjunto se tomaron 10 al azar y se conformaron parejas pedagógicas. Cada equipo diseñó las UD de forma colaborativa en las diferentes etapas de la investigación. Todos los grupos planificaron sus UD sobre el modelo de evolución darwiniana.

RESULTADOS

Presentamos en esta comunicación los resultados del análisis de las producciones: UD 1 (Protomodelo) y UD 2 (Modelo intermedio) elaboradas por una de las parejas pedagógicas, tomada como ejemplo, porque constituye un caso representativo (por cuestiones de extensión de la comunicación).

A continuación se presentan los resultados. En la Tabla I se describen los aspectos del modelo seleccionados y trabajados en las UD 1 y UD 2. En la Tabla II se analizan

las condiciones para iniciar y desarrollar procesos de modelización en la UD 1 y UD 2, y se describen los diferentes tipos de actividades propuestas en la secuencia de actividades, diseñadas por la pareja pedagógica.

ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

En las Tablas I y II, se presentan los principales cambios identificados en las distintas categorías. Por ejemplo, en relación a los aspectos del modelo y las vinculaciones modelo-mundo, se puede observar que mientras en

Protomodelo los estudiantes eligieron un problema clásico del campo de la biología, , en el *Modelo Intermedio (UD 2)* los alumnos diseñaron un problema complejo, de interés sociocientífico, inspirado, en una controversia que se origina en la provincia de Río Negro en relación a la ganadería ovina y la promoción de caza de pumas. Para la categoría referida a la consideración de la historia y la epistemología de la ciencia, podemos observar que en el Protomodelo incluyeron actividades que apuntan a la contextualización histórica del modelo de evolución por selección natural, y en menor medida,

a los aspectos epistemológicos, mientras que en el Modelo Intermedio, pudieron introducir ideas metacientíficas clave ya que las actividades apuntaban a caracterizar la actividad científica como compleja. Otro aspecto a destacar al comparar las secuencias de actividades diseñadas por los futuros profesores para iniciar y desarrollar procesos de modelización, encontramos que en *el Protomodelo se explicitan los modelos iniciales de los alumnos (MI) y que el problema se aborda como estudio de caso, articulando así, las diferentes actividades.*

		UD 1 (PM)	UD2 (MI)
<p>Sobre los modelos.</p> <p>¿Qué aspectos del modelo se advierten en la propuesta?</p> <p>¿A qué fenómenos del mundo se extiende?</p>	<p>El/los aspectos del modelo seleccionados.</p>	<p>El ejemplo seleccionado se sustenta principalmente en la idea de evolución/ macroevolución, descendencia con modificación y ancestro común y mucho menos en el mecanismo de SN.</p>	<p>El ejemplo seleccionado se sustenta principalmente en idea de superproducción de descendencia, aborda también el mecanismo de selección natural y diversidad (subespecies de pumas en América). Incorpora además los aspectos históricos como la filogenia de los felinos. Aunque se lo propone falta profundizar la idea de variabilidad intraespecífica</p>
	<p>Vinculaciones modelo-mundo</p>	<p>Hay vinculaciones, aunque el problema está centrado en aspectos biológicos.</p> <p>¿Por qué sobrevivieron los osos polares al Ártico? ¿a diferencia de otras especies de osos.</p>	<p>Es un problema Socio científico en un contexto regional con vinculaciones Fuertes/controvertidas: pérdida o preservación de especies, superpoblación vs conservación.</p> <p>¿Pagarían 3000 pesos por un cuero de Puma? , ¿Por qué se da la superpoblación de Pumas?</p>
	<p>El modelo en relación a la historia y epistemología de la ciencia</p>	<p>Presenta actividades que apuntan a la contextualización histórica del modelo de evolución por selección Natural y en menor medida a lo epistemológico.</p>	<p>Las actividades propuestas se encuentra centradas en caracterizar la actividad científica como compleja y en poner en duda la idealización del método científico, comparando esto con el trabajo realizado por Darwin y Wallace.</p> <p>También se tienen en cuenta aspectos sociológicos como el impacto social de la teoría de SN.</p>

Tablas I Aspectos del modelo seleccionados (PM y MI)

Sobre el diseño de la Secuencia Didáctica. Condiciones para iniciar y desarrollar procesos de modelización		UD 1 (PM)	UD2 (MI)
	Situaciones problemáticas Y explicitación de MI	Se presenta como un estudio de caso, la mayor parte de la UD se articula en relación a la explicación del fenómeno seleccionado. Se parte de los modelos e ideas iniciales de los alumnos.	Se problematiza un hecho del mundo (superpoblación de Puma) controversial donde intervienen diferentes actores sociales a partir de una noticia del Diario. Se explicitan los MI de los alumnos en los diferentes aspectos que el problema involucra (Biológico, Social, Económico, Político)
	Intervenciones para la reestructuración de los MI y la estructuración del conocimiento	Se advierten intervenciones que apuntan a procesos de modelización, aunque faltan actividades que ayuden en la modelización del mecanismo que produjo la diversificación.	Se les ofrecen diferentes oportunidades para complejizar los modelos iniciales, Con recursos variados que incluyen juegos interactivos, aunque no están contemplados todos los aspectos del modelo de manera gradual, sino que algunos textos académicos son introducidos algo temprano en la secuencia.
	Actividades de aplicación del modelo de transferencia a otros contextos	Se presentan una actividad para explicar el modelo explicar la diversidad de especies (2) de iguanas de Galápagos.	Se presentan dos actividades de aplicación, Supervivencia Game (juego interactivo sobre SN) y Clonación del Mamut (noticia del diario) ¿qué ocurriría con el Mamut si viviera en la actualidad?

Tabla II Diseño de la UD. Condiciones para iniciar y desarrollar procesos de modelización. PM y MI.

En cambio, en *el Modelo Intermedio se puede observar un avance en el sentido del diseño didáctico, dado que el problema propuesto se enmarca dentro de un asunto socio-científico, lo que favorece el abordaje de contenidos de ciencia relevantes en el mundo cotidiano, controversiales, facilitando un aprendizaje situado, y una enseñanza que atiende al contexto y al desarrollo de razonamiento ético por parte de los estudiantes.*

En la categoría de Actividades de aplicación del modelo, podemos observar que ambas propuestas propician situaciones de este tipo aunque la diferencia está dada por las características de las propuestas. En la categoría de Actividades de aplicación del modelo, podemos observar que ambas propuestas propician situaciones de este tipo aunque la diferencia está dada por las características de las propuestas. Mientras que *en el Protomodelo la aplicación del modelo se circunscribe a otro tema subrogado por el modelo del ámbito de la biología, en el Modelo Intermedio las actividades de aplicación posibilitan a los alumnos una mayor libertad de poner a prueba el modelo aprendido de manera interactiva con un juego simulado, y, además en la segunda actividad, se propone aplicar el modelo para*

explicar una situación presentada en los diarios, lo cual muestra coherencia, con lo iniciado en la problematización.

CONCLUSIONES

En esta investigación el interés estaba puesto en analizar e interpretar el proceso de elaboración de UD llevado a cabo por futuros profesores de biología en un ciclo articulado con intervenciones didácticas especialmente diseñadas por el equipo docente. Nos proponíamos identificar obstáculos y dificultades en la conceptualización de sus modelos iniciales biológicos, metacientíficos y didácticos, con el propósito de favorecer, su revisión, reconstrucción y complejización creciente. Los resultados obtenidos permiten afirmar que las intervenciones docentes generaron modificaciones significativas entre la UD 1 (Protomodelo) y la UD 2 (Modelo Intermedio). En este sentido, los resultados presentados, parecen indicar, que si se diseñan intervenciones docentes, a partir de los obstáculos detectados en las UD elaboradas por los estudiantes, tomándolas como unidades de sentido estructurales y funcionales, y en paralelo con estas actividades, se

promueven procesos de metacognición y autorregulación, para favorecer la reconstrucción de los modelos de partida, los futuros profesores estarían en mejores condiciones para poner en discusión los modos de enseñanza tradicionalmente vivenciados por ellos, y de generar situaciones, para que los modelos teóricos de DCN se constituyan en referentes que orienten la toma de decisiones en el proceso de diseño de UD para la actividad científica escolar.

Si bien no se incluyen en esta comunicación los resultados del análisis de la UD 3 (Modelo de Arriba), se puede adelantar que se identificaron también avances significativos en la reconstrucción y complejización de los modelos de los estudiantes con respecto a la UD 2 (Modelo Intermedio). Los mismos serán presentados en una próxima comunicación.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Acevedo, J. et al (2005). Naturaleza de la ciencia y educación científica para la participación ciudadana. Una revisión crítica. *Revista Eureka sobre enseñanza y divulgación de las ciencias*. 2: 2 pp. 121-140.
- Adúriz Bravo, A. (2005). *Una introducción a la naturaleza de la ciencia*. Buenos Aires: Fondo de cultura económica.
- Adúriz-Bravo, Agustín. (2016). Un modelo de ciencia para el análisis epistemológico de la didáctica de las ciencias naturales. *Revista Perspectivas Educativas*, 1.
- Bahamonde, N. (2007). *Los modelos de conocimiento científico escolar de un grupo de maestras de educación infantil: un punto de partida para la construcción de "islotos interdisciplinarios de racionalidad" y "razonabilidad" sobre la alimentación humana*. Bellaterra: Universitat Autònoma de Barcelona.
- Bahamonde, N. y Diaco, P. (2012). *Los modelos de conocimiento de un grupo de docentes y expertos sobre la alimentación humana: Perspectivas para el abordaje de la Educación Alimentaria*. X Jornadas Nacionales V Congreso Internacional de Enseñanza de la Biología. Córdoba.
- Bahamonde, N. (2014). Pensar la educación en Biología en los nuevos escenarios sociales: La sinergia entre modelización, naturaleza de la ciencia, asuntos socio-científicos y multireferencialidad. *Bio-grafía - Escritos sobre la Biología y su enseñanza* Vol. 7 - No.13, julio - diciembre de 2014 - ISSN 2027-1034. pp. 87 - 98
- Dobzhansky, T. (1973). *Nothing in biology makes sense except in the light of evolution*.
- Estany, A., Izquierdo, M. (2001). Didactología: una ciencia de diseño. *Éndoxa: Series Filosóficas*, n. 14, pp. 13-33. UNED, Madrid
- Giere, R. (1992). *La explicación de la ciencia: Un acercamiento cognoscitivo*. México: Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología. Original en inglés de 1988.
- Izquierdo, M., Espinet, M., García, M. P., Pujol, M. R. Y Sanmartí, N. (1999). Caracterización y fundamentación de la ciencia escolar. *Enseñanza de las Ciencias*. Número extra. ICE. Barcelona
- Izquierdo, M. (2000). Fundamentos epistemológicos. En Perales, F. J. Y Cañal de León, P. (Directores): *Didáctica de las ciencias experimentales*. Alcoy: Editorial Marfil.
- Massarini, A. (2010). Capítulo 12 Teoría evolutiva: fundamentos, impactos y debates. *Astrobiología: del Big Bang a las Civilizaciones*, 265.
- Sanmartí, N. (2005). "La unidad didáctica en el paradigma constructivista". En D. Couso, E. Badillo, G. Perafán y A. Adúriz-Bravo (comps.) *Unidades didácticas en ciencias y matemáticas*. Cooperativa Editorial Magisterio, Bogotá, pp. 13-58.
- Zeidler, D. L., Sadler, T. D., Simmons, M. L. And Howes, E. V. (2005). *Beyond STS: A research based framework for Socioscientific Issues Education*. Wiley interscience.