

El diseño, implementación y evaluación de Unidades Didácticas como estrategia para la Formación de Profesores de Biología. Design, Implementation and Evaluation of Didactic Units as a Strategy for Biology Teaching Training

Pamela Susana Diaco¹, Nora Bahamonde², Gimena Garcia³

*^{1,2,3}Departamento de Didáctica de las Ciencias Naturales, Profesorado de Biología.
Universidad Nacional de Río Negro, Río Negro, Argentina.*

Recibido 31/08/2019 – Aceptado 20/11/2019

Resumen

Este trabajo se enmarca en un proceso de diseño, implementación y evaluación de Unidades Didácticas (UD), entendido como un potente dispositivo para la formación profesional y la modelización científica y didáctica por parte de futuros Profesores de Biología, a partir del abordaje de un problema complejo de interés sociocientífico, contextualizado en el conflicto existente entre las políticas de manejo de la fauna silvestre y la ganadería extensiva en la Provincia de Río Negro. Este dispositivo dio lugar a la reconstrucción y profundización de modelos evolutivos y ecológicos, y a una metareflexión didáctica sobre los fundamentos teóricos que orientaron el diseño de la UD implementada. Los resultados de la modelización científica y didáctica alcanzada se analizan e interpretan desde los procesos de metacognición y autorregulación llevados a cabo por los estudiantes.

Palabras claves: Diseño de unidades didácticas; Modelización científica y didáctica; Formación de profesores; Metacognición; Regulación de aprendizajes

Abstract

This work is framed within a process of design, implementation and evaluation of Didactic Units (DU), understood as a powerful device for professional training and scientific and didactic modelling by future Teachers of Biology, by addressing a complex problem of socio-scientific interest, contextualized in the existing conflict between wildlife management policies and the extensive livestock in Rio Negro Province. This device resulted in the reconstruction and deepening of evolutionary and ecological models, and a didactic meta-reflection on the theoretical foundations that guided the design of the implemented DU. The results of the scientific and didactic modelling achieved are analyzed and interpreted from the processes of metacognition and self-regulation carried out by the students.

Keywords: Design Of Didactic Units; Scientific And Didactic Modeling; Teacher Training; Metacognition; Learning Regulation

Introducción

Este trabajo forma parte de los resultados de un proyecto de investigación denominado "Un ciclo de diseño, implementación, evaluación y reformulación de Unidades Didácticas, integrando las perspectivas disciplinar y didáctica, en la formación de Profesores en Biología", desarrollado en la Universidad Nacional de Río Negro PI UNRN (2017-2019). En el marco de dicho proyecto, las profesoras de la cátedra de Introducción a la Didáctica de las Ciencias Naturales (IDCN) del segundo año de un Profesorado en Biología, llevaron a cabo una investigación acerca de la implementación de una Unidad Didáctica (UD), diseñada por una alumna de Didáctica de las Ciencias Naturales (DCN) del tercer año del Profesorado en Biología. La UD se diseñó en la primera etapa del ciclo (Diacó, 2017), con ajuste a las directrices teóricas del campo de la Didáctica de las Ciencias Naturales y fue además rediseñada de manera colaborativa entre la autora y el equipo docente, para adaptarla a las características del grupo y al tiempo disponible. Dicha UD se implementó en IDCN en el ámbito natural de las clases, durante un mes y medio, llevándose a cabo su evaluación -en relación a la modelización científica y didáctica alcanzada por el alumnado por parte del equipo docente investigador y de estudiantes.

En esta comunicación se presentan una descripción de las decisiones tomadas en el proceso de rediseño de la UD, las ideas claves que orientaron el diseño de las actividades y una tabla síntesis de la UD. Se presentan también los resultados del proceso de autoevaluación, a partir del análisis de una encuesta realizada a estudiantes sobre la UD implementada, y su interpretación por el equipo docente, que da cuenta de los procesos de reflexión, metacognición y autoregulación llevados a cabo por ellos.

Referentes Teóricos y/o Antecedentes

Teniendo como primeros antecedentes los trabajos producidos por Robert Karplus y Chester Lawson y el desarrollo que hicieron de la idea de *ciclos de aprendizaje* (Lawson, 1994), el diseño de UD's sigue constituyendo en la actualidad la actividad más importante en el trabajo docente, ya que es a través de ellas que se concretan y se hacen explícitas las intenciones educativas de las y los profesores a partir de la organización y estructuración de diferentes tipos de actividades orientadas tanto a la enseñanza y el aprendizaje como a la evaluación y regulación de los mismos (Sanmartí, 2002).

Las UD's también son un dispositivo privilegiado para el desarrollo de investigaciones en el campo de la Didáctica de las Ciencias y, según los contextos en los que puedan aplicarse y de acuerdo a las diferentes directrices teóricas que en la actualidad pueden fundamentarlas, se constituyen como potentes herramientas para favorecer la modelización científica, metacientífica y didáctica por parte de estudiantes (Diacó, 2017). Los diseños didácticos pueden funcionar también como "ejemplos ejemplares" para orientar las prácticas docentes y dar lugar a la producción de innovaciones y de transformaciones profundas del trabajo de enseñanza en las aulas.

La línea de investigación que venimos desarrollando nos ha permitido "a partir del diseño de UD's, su implementación y evaluación" trabajar sobre ciertos aspectos innovadores

para la formación del profesorado en Biología en el ámbito de la Universidad (Lozano, Bahamonde, Cremer y Mut, 2018):

a) El establecimiento de vínculos entre diferentes campos de la formación del profesorado en Biología.

Los profesorados universitarios en Ciencias en nuestro país suelen establecer una separación entre la formación que recibe el estudiantado en el ámbito de las disciplinas de las Ciencias Naturales y la formación en contenidos pedagógicos y didácticos. Desde nuestra perspectiva, pensamos que los ámbitos de formación en Didáctica de las Ciencias Naturales pueden conectarse y difundir modelos y estrategias de enseñanza hacia la formación biológica y, si dichos espacios de formación que se cursan en el profesorado, retoman y vuelven a tratar los modelos biológicos con miras a su enseñanza, la integración podría hacer más significativos y estables los aprendizajes tanto de los modelos científicos disciplinares de la Biología como de los modelos didácticos que construya el colectivo estudiantil. En función de esto, la línea de investigación que desarrollamos se ocupa del diseño, implementación y evaluación de UD's que en el ámbito de las materias del área de DCN, retoman, amplían y profundizan modelos biológicos, y UD's que en los espacios de formación disciplinar en Biología están informadas e intervenidas desde modelos actualizados del campo de la DCN.

b) La integración de la modelización disciplinar, metacientífica y didáctica en el abordaje de problemas complejos de interés Socio-Científico.

El diseño de las UD's que elaboramos se hace a partir del Modelo Cognitivo de Ciencia Escolar (MCCE) (Izquierdo, 2000), perspectiva que entiende que la educación científica debe ofrecer al estudiantado oportunidades para pensar teóricamente al mundo y para intervenir en él y, en ese marco teórico, la Actividad Científica Escolar (ACE) permite extender sus ideas centrales al trabajo concreto de diseñar la enseñanza, orientada a la modelización de fenómenos (Gilbert & Justi, 2016; Adúriz-Bravo, 2013). Sumado a lo anterior, la perspectiva de Asuntos Socio-Científicos, (Bahamonde, 2014) da lugar a la dimensión práctica de aplicación de los modelos a fenómenos de interés de la realidad, al abordar problemas significativos para el colectivo estudiantil y la sociedad. Por otra parte, desde el eje Naturaleza de la Ciencia se orienta al desarrollo de ideas claves metacientíficas que permite al estudiantado pensar diferentes temas de Epistemología, Historia y Sociología de las Ciencias (Gilbert & Justi, 2016).

Las ideas clave serían ideas orientadoras de la actividad científica escolar (ACE), porque son afirmaciones sencillas, estructurales del modelo, a ser construidas por el alumnado durante la ACE y surgen de una transposición holística, de la reformulación de diferentes referentes científicos en relación a su valor educativo (Adúriz-Bravo, 2007). Estas ideas son una valiosa herramienta al momento de decidir los aspectos centrales del modelo a trabajar y el modo en que se plasmarán en el diseño de las actividades

docentes. Estos aspectos relevantes suponen una toma de decisión para seleccionar una mirada particular sobre un saber de referencia, de la Biología o de la Epistemología, y transformarlo en un saber a enseñar.

De este modo, y situados en las coordenadas teóricas desarrolladas anteriormente, diseñamos UD que abordan un problema complejo de interés Socio-Científico e integra, dinamizados por la modelización, un eje disciplinar biológico, un eje metacientífico y un eje didáctico. Estos se desarrollan simultáneamente en las clases y se explicitan mediante la formulación de ideas clave disciplinares y metacientíficas y la revisión y reconstrucción de modelos teóricos del campo de la DCN, a partir de la reflexión sobre la estructura de la UD y su impacto en los procesos de aprendizaje (Figura 1, adaptado de Bahamonde & Diaco, 2016).

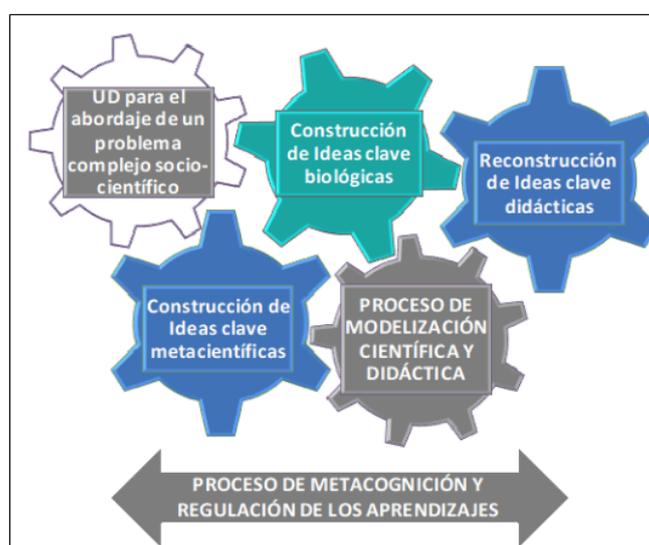


Figura 1. Modelo de integración de perspectivas teóricas en el diseño de UD dinamizadas por la modelización (Adaptado de Bahamonde & Diaco, 2016).

Consideramos que tener en cuenta estas variables en los procesos de diseño de UD, permite avanzar en una integración explícita y profunda entre modelos disciplinares y reflexión metacientífica, además de posibilitar la reflexión didáctica acerca de la estructura de la propuesta y los modelos teóricos involucrados.

Por último, las UD en su diseño integran actividades que apuntan a la metacognición y autoevaluación por parte de los estudiantes, tendiendo puentes entre teoría y práctica, y favoreciendo la reflexión situada y orientando los procesos de regulación de sus aprendizajes. La metacognición actúa posibilitando la formación de representaciones dinámicas que surgen como producto de las experiencias resultantes de las actividades del sujeto sobre la realidad, y su mecanismo principal es la reflexión (Sanmartí, 2002; Angulo Delgado & García Rovira, 1999). Al mismo tiempo, permite iniciar con estudiantes procesos de reflexión metacognitiva sobre sus futuras prácticas profesionales, y valorar el papel de los ciclos de diseño, implementación y evaluación de unidades didácticas fundamentadas

en teoría del campo de la Didáctica de las Ciencias Naturales, en el aprendizaje de los alumnos y alumnas (Diacó,2017).

Metodología

En el marco de la Actividad Científica Escolar (ACE) (Sanmartí, 2002) y los Estudios de Diseño (DBR) (Reigeluth & Frick, 1999), se trabajó en un ciclo iterativo de diseño, rediseño colaborativo (estudiante y profesores) e implementación de UD por parte de estudiantes de un Profesorado en Biología en las materias del área de Didáctica de las Ciencias Naturales, el cual fue alimentado con los propios datos de la investigación (Psillos & Kariotoglou, 2016). La primera etapa, que denominamos Fase preliminar, implicó el diseño de UDs en la materia DCN del primer cuatrimestre de tercer año, su revisión y la identificación de obstáculos y dificultades, en función del marco teórico desarrollado en la materia.

La segunda etapa, Fase definitiva, implicó la selección de una de las UDs y su rediseño de manera colaborativa con la autora, a partir de las dificultades identificadas. En esta etapa se llevó a cabo también su implementación en el aula, con un nuevo grupo de estudiantes de IDCN del segundo año, segundo cuatrimestre, y la evaluación de los resultados a partir del análisis de los datos y conclusiones por parte de los estudiantes que vivenciaron la implementación y el equipo docente investigador.

Fases de la Investigación

Fase preliminar: El diseño de una UD (por los estudiantes de DCN) para la enseñanza del modelo de evolución por Selección Natural en la escuela secundaria.

-Evaluación de las UDs de estudiantes de DCN, identificación de obstáculos y dificultades.

Fase definitiva: Selección de una UD, rediseño colaborativo (adaptación a los estudiantes universitarios de IDCN, segundo año) de las ideas clave y de la secuencia de actividades de enseñanza y evaluación, entre docentes investigadores y la autora (Estudiante de DCN).

-Implementación de la UD en el espacio de la materia IDCN para alumnos y alumnas de 2º año.

-Análisis y Evaluación por parte de los estudiantes de IDCN y docentes investigadores de la UD rediseñada colaborativamente.

Luego de completar la Fase preliminar, se efectuó el rediseño de la UD para la implementación en la Fase definitiva. En la implementación de la UD, participaron 18 alumna/os de 2º año de la carrera de Profesorado en Biología, de la materia IDCN, organizados en 4 grupos, y el desarrollo completo de la UD ocupó el dictado de 5 clases, de 3 a 4 horas cada una.

Como unidades de producción se consideraron a los 4 grupos y a los estudiantes individualmente. Para el proyecto de investigación se consideraron, como unidades de análisis, las producciones de textos escritos y episodios del trabajo grupal, interacciones con materiales, intercambios y discusiones, a partir de grabaciones/videos o tomando nota en el cuaderno de registros y encuestas de evaluación de la UD. Para esta comunicación se utilizaron los datos obtenidos de las encuestas y las grabaciones de las discusiones. En el análisis de las encuestas se establecieron diferentes categorías que reunían un grupo de elementos bajo un título genérico y que otorgaban un sentido generado desde la intervención teórica sobre los datos (Bardin, 1986). La tarea de definición de las categorías se efectuó en reuniones entre el equipo de investigadores y la dirección del proyecto.

Resultados y Discusión

En este artículo presentamos los resultados de la Fase Definitiva que consideramos importantes de destacar: la UD rediseñada colaborativamente e implementada en el aula, con la indicación de las unidades de registro tomadas; una descripción de las decisiones tomadas en el diseño de la UD y sobre el sentido de las mismas; ideas claves que orientaron el diseño de las actividades. Por último, la evaluación de la UD realizada por parte de los estudiantes y la sistematización e interpretación de los resultados llevada a cabo por el equipo docente investigador.

A. En relación a las Ideas Claves construidas

A continuación, se presentan las Ideas Clave elaboradas colaborativamente con la estudiante de DCN durante la etapa fase definitiva de la investigación.

Ideas clave

-El conflicto entre la ganadería extensiva y las poblaciones de carnívoros silvestres como el puma, comenzó en la región patagónica cuando esta actividad económica se estableció en un ecosistema que tenía una fauna silvestre y una dinámica natural propia, producto de millones de años de historia.

-Los pumas son predadores tope en los ecosistemas, tienen una dieta generalista y grandes variaciones en sus hábitos tróficos. Seleccionan presas vulnerables, presentan comportamientos depredadores oportunistas al utilizar presas introducidas como el ciervo colorado, la liebre, las ovejas, etc., y pueden aprender sobre la mansedumbre de las presas domésticas con respecto a las silvestres.

-Desde la perspectiva evolutiva, la caza control constituye una fuerza selectiva que afecta la estructura y densidad de las poblaciones de pumas, poniendo en riesgo su continuidad como especie por un descenso considerable en el número de individuos y pudiendo afectar además la variabilidad intraespecífica de la población.

-La teoría de evolución por selección natural de Darwin contiene un conjunto de potentes metáforas e ideas (selección natural, selección artificial, árbol de la vida, lucha

por la existencia, variabilidad, etc.) para explicar algunos hechos del mundo e intervenir sobre ellos.

-Las decisiones de manejo de un ecosistema, como por ejemplo la caza control, deberían contemplar su impacto a corto, mediano y largo plazo, dentro de las redes, tramas tróficas y hábitats, así como en las actividades productivas en su conjunto.

B. En relación al diseño de la UD.

Presentamos a continuación la UD implementada en una tabla que, si bien es un formato sintético, permite comprender cómo el marco teórico se enlaza con el diseño de la secuencia de actividades que apuntan a la modelización científica, metacientífica y didáctica por parte de los estudiantes y a la progresión de sus aprendizajes.

La UD abordó un hecho socio-científico: un plan de control de la presunta sobrepoblación de pumas lanzado por el gobierno de Río Negro, en el que aumentaba la recompensa económica por los cueros de los pumas cazados, argumentando que el incremento de pumas causó la disminución de las majadas de los crianceros de la zona. El análisis de esta situación disparó dos líneas de modelización disciplinar y metacientífica.

Tabla 1: Unidad didáctica implementada

UNIDAD DIDÁCTICA
<p><i>"Pagarían \$3000 pesos por cada cuero de puma, en Río Negro". ¿Fauna silvestre vs ganadería extensiva?</i></p>
<p>SESIÓN 1: "Pagarían \$3000 pesos por cada cuero de puma, en Río Negro"</p> <p><i>Formulación del problema. Recolección de los modelos iniciales.</i></p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Responder los siguientes interrogantes a partir de la lectura del artículo del diario RN. ¿Por qué crees que se produce la "supuesta" superpoblación de pumas en la línea Sur?, ¿Cómo crees que era en el pasado la densidad poblacional de los pumas en la Patagonia?, ¿Crees que la caza es una estrategia de manejo de la población de pumas adecuada para resolver el problema?, ¿Por qué?, ¿Cómo crees que afectaría la caza control a la población de pumas, a largo plazo? <p>TOMA DE DATOS: Recolección de respuestas individuales escritas (modelos iniciales).</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Registro de la discusión en pequeños grupos (escrita) y puesta en común (grabación audiovisual).
<p>SESIÓN 2: Complejización de la problemática. Incorporación de otros actores sociales intervinientes (Ambientalistas, Científicos, Crianceros, Gobierno).</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Leer, identificar y describir las diferentes posturas que se encuentran en la noticia, en el artículo científico y los audios del programa "Nuestra fauna". ✓ ¿Quiénes son los responsables de dar una solución a la problemática? Y ¿De qué manera debería intervenir la sociedad en estos asuntos? <p>TOMA DE DATOS: Registro de la discusión en pequeños grupos (escrita) y puesta en común (grabación audiovisual).</p>

SESIÓN 3: Debate argumentado. Sobre la caza control

- ✓ *Se divide el grupo de estudiantes según las posturas identificadas en los artículos (crianceros, ecologista, autoridades y científicos). Sostener una postura en un debate, justificar y argumentar en una presentación de 10 a 15 minutos. Para ello harán lecturas bibliográficas de profundización, como por ejemplo videos de algunos testimonios, artículos periodísticos, publicaciones científicas, entre otras.*

TOMA DE DATOS: Registro del debate y de la discusión (grabación audiovisual).

SESIÓN 4: Introducción de nueva información sobre la biología del Puma.

- ✓ *Observación del video: Puma, El León de los Andes de National Geographic y lectura de información bibliográfica. Con la información y utilizando las siguientes orientaciones armar un texto. (diferencias y semejanzas dentro de esta tan diversa Familia. ¿Qué características puedes describir acerca de esta especie *Puma concolor*?, ¿qué la diferencia de los demás félidos? ¿cuáles son las diferencias en cada sub especie?, ¿a qué creen que se debe esta diversidad de sub especies?, ¿por qué podemos encontrarlos en tantos lugares y en diferentes biomas? Indicar la distribución geográfica de las poblaciones de puma en Argentina).*

TOMA DE DATOS: Un texto por pequeño grupo.

SESIÓN 5: La historia de una idea: los arboles filogenéticos.

- ✓ *A partir de la lectura de un texto que explica como los científicos construyen los arboles filogenéticos y del análisis del árbol filogenético de la familia Felidae. Responder: ¿se pueden entrecruzar el puma y el linco?, ¿por qué?*

TOMA DE DATOS: Respuestas individuales más filmación de la puesta en común.

SESIÓN 6: Construcción de ideas Meta científicas contextualización socio histórica. ¿Quiénes construyeron las ideas/ teorías sobre el árbol? ¿en qué época?

- ✓ *A partir de la observación de fragmentos de la película "la duda de Darwin" y del documental "El árbol de la vida", elaborar un texto que caracterice la sociedad victoriana teniendo en cuenta: el rol que jugaron las diferentes instituciones como la iglesia, la comunidad científica (sus temas de investigación, principales representantes, agrupaciones), las relaciones que se establecieron entre esas instituciones y otros aspectos de la sociedad victoriana que desconocías.*

TOMA DE DATOS: Textos grupales más filmación de la puesta en común.

SESIÓN 7: Metáforas del libro el origen de las especies de Darwin.

- ✓ *A partir de la lectura de una selección de las principales metáforas del libro el origen de las especies de Darwin, revisar la metáfora del árbol de la vida y analizar otras metáforas y analogías e ideas del modelo de Evolución por SN como: selección natural, supervivencia del más apto y superproducción de descendencia, variabilidad.*
- ✓ *Se retoman las respuestas del cruzamiento del puma con el linco, se solicita reformularlas teniendo en cuenta las metáforas y analogías analizadas.*

TOMA DE DATOS: Re escritura de los textos sobre el cruzamiento del puma con el linco.

SESIÓN 8: Se retoma la problemática de los Pumas. Construcción de un Texto argumentativo.

- ✓ Cada grupo expone una síntesis de las ideas principales de diferentes textos científicos teniendo en cuenta la problemática abordada.
- ✓ Elaboración de un texto argumentativo dirigido al gobernador de la provincia de Río Negro, teniendo en cuenta los aportes de todos los integrantes, retomando la problemática, ¿Consideras que la caza control del puma propuesta por el gobierno es una estrategia adecuada para resolver esta problemática? Para la realización del texto te propone utilizar las ideas científicas construidas.

TOMA DE DATOS: *Texto argumentativo grupal.*

C. En relación a las decisiones tomadas en el diseño de la UD y su alcance

La UD abordó un hecho socio-científico, controversial, contextualizado en la problemática entre la ganadería extensiva y la fauna silvestre en la provincia de Río Negro. El análisis de esta situación disparó dos líneas de modelización vinculadas a que el colectivo estudiantil pudiera interpretar la naturaleza y dinámica de los conflictos entre las poblaciones de fauna silvestre y las actividades productivas, e incorporar los marcos teóricos de las metaciencias para realizar reflexiones más sólidas y contextualizadas sobre los modelos científicos involucrados.

La primera línea abordó aspectos de los modelos biológicos de Ecosistema y Evolución. En este proceso, y para dar sentido o cuestionar el Plan de caza control implementado por el gobierno, los y las estudiantes construyeron modelos explicativos iniciales. Estas ideas iniciales fueron tensionadas y contrastadas mediante el desarrollo de actividades de ampliación y profundización conceptual, y de la incorporación de nuevos puntos de vista.

La otra línea, desarrollada de manera simultánea y contextualizada en el mismo problema, dio lugar al desarrollo de una idea clave metacientífica: el papel de las metáforas y analogías en la construcción de los modelos científicos. Esta idea se contextualizó en el estudio de episodios históricos sobre la Teoría de Evolución por selección natural de Darwin, y en el análisis del conjunto de potentes ideas, metáforas y analogías que contiene ("selección natural", "árbol de la vida", "lucha por la existencia", variabilidad, etc.), para explicar algunos hechos del mundo e intervenir sobre ellos.

Un aspecto relevante en el desarrollo de la Unidad Didáctica es que las modelizaciones disciplinares y metacientíficas no solo eran simultáneas, sino que además contemplaban momentos para favorecer la interacción, la tracción y la sinergia entre ellas.

D. En relación al análisis e interpretación de los resultados de las encuestas realizadas a los estudiantes / futuros profesores.

Se confeccionó una encuesta dirigida a los/as estudiantes de realización individual, con el objetivo de evaluar en base a diferentes categorías, los resultados de la implementación de la UD en relación a la modelización científica y didáctica llevada a cabo por ellos.

Para la categoría *El rol de la UD en la modelización científica de estudiantes* se elaboró la siguiente consigna: "Explique brevemente si se apropió de las ideas básicas científicas y metacientíficas, a partir del desarrollo de las actividades".

De 13 estudiantes, 10 manifiestan haberse apropiado de las ideas básicas, mientras que 3 de ellos consideran que sólo lo hicieron a nivel parcial. En un caso, (estudiante 2. MA) manifiesta haberse apropiado de ideas básicas metacientíficas que colaboraron en la construcción de las ideas básicas disciplinares, lo cual pone de manifiesto la tracción entre modelización científica y metacientífica teniendo en cuenta el rol de las metáforas en el marco de la modelización.

Algunos/as estudiantes expresan que el modelo construido durante la implementación funcionó como epítome (ejemplo ejemplar) para explicar otros problemas similares. También destacan la importancia del abordaje de un problema complejo para elaborar argumentos con base en diversos campos del conocimiento.

A continuación, se presenta una tabla en la que se ejemplifican algunas de las respuestas de los/as estudiantes.

Tabla 2: El rol de la UD en la modelización científica de los estudiantes

Estudiante	El rol de la UD en la modelización científica de los estudiantes
2. MA	<p>1. "(...) logré apropiarme de las ideas básicas científicas y <u>metacientíficas</u> (sí) (...). Inclusive creo que las actividades con las metáforas de Darwin para explicar la teoría me permitieron alcanzar y conocer más los aspectos centrales del modelo" (tracción entre modelización científica y <u>metacientífica</u>: el rol de las metáforas en el marco de la modelización)</p> <p>2. "El texto fue muy apropiado para desarrollar una visión amplia de la problemática, ya que para su construcción era necesario tener en cuenta todos los agentes involucrados en la problemática, crianceros, ambientalistas, gobierno, científicos, la fauna silvestre y la producción ganadera (...) tenía que buscar una alternativa que no perjudique a ninguna de las partes y que sea resolutoria a la problemática." (modelización/ argumentación).</p>
4. NN	<p>1. "Sí, (...) me apropié de ciertas ideas básicas, aunque quizás necesitaría una revisión Ej. lince y puma. La producción final (...) me pareció una forma de reunir todas las posturas y generar una más acertada, o quizás más reflexiva con respecto a la idea que teníamos al inicio, fue una forma de plasmar los conocimientos que aprendimos/apropiamos." (sí, modelización, parcial).</p>
11. GK	<p>1. "La primera idea básica no pude completarla por completa. No logré comprensión de que antes de la ganadería existía otra clase de ecosistema. El resto de las ideas básicas quedaron claras." (modelización casi completa, salvo aspectos ecológicos)</p> <p>2. "La producción final fue interesante. Permitía tomar perspectivas diferentes a la que tenía. Como alumno te involucrabas en el problema y veías la cantidad de argumentos que había para resolver la problemática. Se podía evidenciar que este problema no tenía una sola solución, y la falta de conocimiento que había detrás de las decisiones tomadas por el gobierno." (modelización- enfoque complejo).</p>

Para la categoría *La UD como ejemplo ejemplar para el diseño de la actividad científica escolar* se elaboró la siguiente consigna: "¿En qué medida cree que lo aprendido durante la implementación de esta UD orientó la elaboración de su trabajo práctico final?". Los/as 12 estudiantes que respondieron esta categoría de la encuesta, coinciden en que pudieron utilizar la UD como epítome para elaborar el trabajo final propuesto por la cátedra de la IDCN, el cual consistía en el diseño de una unidad didáctica de Biología para la Escuela Secundaria, fundamentada teóricamente. En general, manifiestan haber utilizado la UD como modelo para hacer la propia, en cuanto a su arquitectura, la selección de recursos pertinentes y su diversidad, la propuesta de actividades y la elaboración de consignas. A continuación, se presenta una tabla en la que se ejemplifican algunas de las respuestas de los/as estudiantes en relación a esta categoría.

Tabla: 3 La UD como ejemplo ejemplar para el diseño de la actividad científica escolar

Estudiante	La UD como ejemplo ejemplar para el diseño de la actividad científica escolar
1. ML	1. "Me ayudó mucho (...)," (sí) 2. "al principio de la cursada no se me hubiera ocurrido utilizar una noticia como actividad" (recursos como modelo) 3. "y verlo en la unidad me abrió a otras ideas" (diversificación de recursos como modelo) 4. "entendí también que ir de lo macro a lo micro nos ayuda a comprender mejor los procesos, a contextualizar y realizar generalizaciones" 5. "(...) aprendí una estructura para realizar las unidades didácticas a futuro, que se puede trabajar con cualquier problemática, que se puede relacionar con los modelos, es decir que podemos cambiar los enfoques iniciales y enseñar los mismos modelos. Creo que pude desarrollar mi unidad bastante bien, es difícil, pero con imaginación se puede." (arquitectura de la UD como modelo)
2. MA	1. "La UD no sólo me sirvió como modelo," (sí) 2. "sino que también me permitió tener un ejemplo de cómo se deben desarrollar las actividades, como deben estar escritas y explicitadas por el docente." (arquitectura y consignas como modelo) 3. "La UD nos sirvió como ejemplo para escribir la UD del trabajo final, seguimos formato y los recursos utilizados." (arquitectura y recursos como modelo)
5. LD	1. "Mucho." (sí) "Sirvió de guía tanto para las actividades como para la redacción." "Como puse antes terminé de comprenderlas al realizar nuestra unidad." (arquitectura y consignas como modelo)
8. HA	1. "Creo que la UD fue muy orientadora porque me dio un primer vistazo a lo que son las unidades didácticas." (sí) 2. "Además, pude utilizarla como modelo para guiarme. (...)" 3. "te enseña a contextualizar las problemáticas y a verlas desde diferentes puntos de vista de un modo crítico. Además, te ayuda a pensar actividades didácticas entretenidas y pensadas para las aulas con diversidad." (la UD como modelo)

Para la categoría *El rol de la UD en la formación profesional docente* se elaboró la siguiente consigna: "¿En qué medida cree que lo aprendido durante la implementación de esta UD contribuye a su formación como futuros docentes? De ser positiva su respuesta ¿En qué dimensiones?". Los y las 13 estudiantes que contestaron en la encuesta esta categoría,

coinciden que la implementación de la UD contribuye en su formación docente profesional, resaltando diferentes aspectos que consideraron significativos. Entre ellos resaltan haber comprendido mejor el modelo didáctico constructivista, por ejemplo, en cuanto al rol del alumnado. Algunos hacen referencia al modelo cognitivo de ciencia escolar, al reconocerse como agentes cognitivos. A continuación, se presenta una tabla en la que se ejemplifican algunas de las respuestas de los/as estudiantes en relación a esta categoría.

Tabla 4: El rol de la UD en la formación profesional docente

Estudiante	El rol de la UD en la formación profesional docente
2. MA	1. Principalmente me sirvió para saber y ver cómo se puede desarrollar un conocimiento sin que sea necesaria una clase expositiva. (sí, cambio de modelo didáctico) 2. Fue un gran ejemplo de construcción propia de los conocimientos con la guía del profesor, desde las herramientas y acompañando. Me permitió entender esta forma constructivista del conocimiento para dar clases y como se pueden desarrollar las actividades para tal fin." (modelo didáctico constructivista- MCCE)
5. LD	1. Bastante. (sí) 2. Contribuye a cambiar el enfoque. En lo personal mi experiencia es con profesores tradicionalistas, por ende, nunca había pensado ni considerado los criterios que usamos para la confección de la UD." (cambio de modelo didáctico)
6. RS	1. La implementación de esta UD contribuye positivamente en mi formación como docente. (sí) 2. Aprender a realizar una UD para los alumnos, para que ellos puedan construir conocimiento y ayudarlos a que ellos y nosotros también, como agentes cognitivos, podamos y aprendamos junto con ellos de los fenómenos y situaciones del mundo. (modelo didáctico constructivista- MCCE) 3. Además, nos ayuda a elegir los temas necesarios para enseñar y cómo enseñarlos." (modelo didáctico- contenidos- enseñanza)
9. MD	1. Considero a que me ayudaría a contextualizar problemáticas, (sí) 2. a mostrar a los alumnos como hay problemas que no son ajenos a nosotros y que involucran a toda la sociedad." (ciencia para la ciudadanía)
11. GK	Vivir la experiencia de realizar una unidad didáctica basada en toda la teoría que leímos me fue de ayuda para ponerme en el lugar del alumno y ver cómo es la situación de aprendizaje. Pude pensar qué es lo que me llama la atención como alumno y el trabajo cognitivo que se lleva a cabo. (sí, modelo didáctico constructivista- el rol del alumno)

Conclusiones o Reflexiones Finales

Creemos que los resultados presentados en esta comunicación son sugerentes en varios sentidos. En primer lugar, porque permitieron concretar en la práctica la idea de que, en los espacios de la formación didáctica del profesorado, se retomen y resignifiquen los saberes construidos por estudiantes en su formación biológica y pedagógica, generando espacios de aprendizaje coherentes y articulados, que fueron valorados por ellos, en relación a su formación y desarrollo profesional.

Por otra parte, los resultados presentados, nos brindan un ejemplo concreto de diseño de una propuesta de enseñanza fundamentada teóricamente para la formación

de Profesores de Biología, con el claro propósito de producir procesos de modelización científica, didáctica y metacientífica de manera articulada, potenciando la sinergia entre ellos (Bahamonde, 2014; Bahamonde y Diaco, 2016; Bahamonde y Lozano, 2017; Lozano et al., 2018). Se trata de una UD orientada a la modelización de fenómenos de la realidad (Adúriz-Bravo, 2013; Gilbert & Justi, 2016), de interés Socio-Científico porque aborda problemas significativos para estudiantes y la sociedad e integra actividades planificadas desde el eje Naturaleza de la Ciencia, para favorecer la apropiación de ideas clave de Epistemología, Historia y Sociología de la Ciencia.

En correspondencia con lo planteado en el encuadre teórico, la UD implementada integró, además en su diseño, actividades que apuntaban a la metacognición y autoevaluación por parte de estudiantes, tendiendo puentes entre teoría y práctica, favoreciendo la reflexión situada y orientando los procesos de regulación de sus aprendizajes (Diaco, 2017; Sanmartí, 2002; Angulo Delgado & García Rovira, 1999). En este sentido, los resultados de las encuestas de futuras y futuros profesores dan cuenta de la reflexión situada llevada a cabo y de los conocimientos construidos sobre los modelos científicos abordados, así como de la forma en que lo hicieron, a partir de las evocaciones y representaciones dinámicas de sus propios procesos. Al mismo tiempo, los estudiantes llevaron a cabo procesos de reflexión metacognitiva sobre sus futuras prácticas profesionales y valoraron el papel de los ciclos de diseño, implementación y evaluación de unidades didácticas fundamentadas en teoría del campo de la Didáctica de las Ciencias Naturales (Lawson, 1994; Psillos y Kariotoglou, 2016) en el aprendizaje de los alumnos y alumnas.

A lo anterior, podemos agregar que los resultados reflejan también que el estudiantado reconoce y valora la implementación de la UD diseñada como un "ejemplo ejemplar" o epítome para la planificación y acción docente y como una herramienta estratégica para su futuro desempeño profesional.

En relación al proceso de modelización científica y metacientífica de los y las estudiantes, se pudieron identificar niveles de complejidad creciente en los argumentos teóricos desarrollados por ellos, inscritos en modelos ecológicos y evolutivos y en las ideas clave estructurantes, referidas al eje Naturaleza de la Ciencia, pero dada la extensión del artículo, los resultados y conclusiones del análisis de dichos procesos de modelización, llevado a cabo por el equipo docente investigador, serán presentados en una próxima comunicación.

Referencias bibliográficas

- Adúriz-Bravo, A. (2013). A 'semantic' view of scientific models for science education. *Science & Education*, 22(7), 1593-1611.
- Adúriz-Bravo, A. (2007). *¿Qué naturaleza de la ciencia hemos de saber los profesores de ciencias?* Biblioteca virtual EducaRed. <http://www.educared.pe/modulo/upload/130077622.pdf>
- Angulo Delgado, F. y García Rovira, P. (1999). Aprender a enseñar ciencias: una propuesta basada en la autorregulación. *Revista Educación y Pedagogía*, 11(25). <http://>

- aprendeonline.udea.edu.co/revistas/index.php/revistaeyp/article/viewFile/5860/5273
- Bahamonde, N. (2014). Pensar la educación en Biología en los nuevos escenarios sociales: La sinergia entre modelización, naturaleza de la ciencia, asuntos sociocientíficos y multirreferencialidad. *Bio-grafía - Escritos sobre la Biología y su enseñanza*, 7(13): 87-98.
- Bahamonde, N. y Diaco, P. (2016) EL Diseño de una UD para la enseñanza del Modelo de Evolución por Selección Natural advertido por ideas metacientíficas. *III Congreso Latinoamericano de Investigación en Didáctica de las Ciencias* Montevideo 6 al 8 de Julio de 2016.
- Bahamonde, N. y Lozano, E. (2017). El diseño, implementación y evaluación de una unidad didáctica sobre el modelo de presión arterial advertido por ideas metacientíficas en la formación del profesorado en biología. *Enseñanza de las Ciencias*, Número Extraordinario 2017: 449-454.
- Bardin, L. (1996). *El análisis de contenido*. 2º edición. Madrid: Akal.
- Diaco, P. (2017). *El diseño de unidades didácticas sobre el modelo de evolución Darwiniana en la formación en Didáctica de las Ciencias Naturales del profesorado de Biología* (Tesis de Maestría). Universidad Nacional del Comahue. Neuquén, Argentina.
- Gilbert, J.K. y Justi, R. (2016). *Modelling-based teaching in science education* (Vol. 9). Cham, Switzerland: Springer International Publishing.
- Izquierdo, M. (2000). Fundamentos epistemológicos. En Perales Palacios F. J. Y Cañal de León, P. (Ed). *Didáctica de las ciencias experimentales*. (pp. 35-64). Alcoy: Editorial Marfil.
- Lozano, E.; Bahamonde, N.; Cremer, C. y Mut, P. (2018) El desarrollo de una línea metacientífica para la enseñanza del modelo de presión arterial en la formación del profesorado en biología. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 17 (3): 564-580.
- Lawson, A. E. (1994) Uso de los ciclos de aprendizaje para la enseñanza de destrezas de razonamiento científico y de sistemas conceptuales. *Revista Enseñanza de las Ciencias*, 12(2): 165-187.
- PI UNRN (2017-2019) *Un ciclo de diseño, implementación, evaluación y reformulación de unidades didácticas, integrando las perspectivas disciplinar y didáctica, en la formación del profesorado en Biología*. 40-A-569 resol. 368/2016. UNRN. Dir. Nora Bahamonde.
- Psillos, D. y Kariotoglou, P. (2016). *Iterative desing of teaching-learning sequences*. Dordrecht: Springer.
- Reigeluth, C. y Frick, T. (Eds.) (1999). *Instructional-design theories and models – A new paradigm of instructional theory*. New Jersey: Lawrence Erlbaum.
- Sanmartí, N. (2002). *Didáctica de las ciencias en la educación secundaria obligatoria*. Madrid: Editorial Síntesis Educación.