Nuevas Perspectivas
Revista de Educación en Ciencias Naturales y Tecnología
ISSN 2953-3996
IIES ADUBA | CIAEC | UBA

Enseñanza de la histología de la placenta en Medicina Veterinaria utilizando modelización disciplinar y metacientífica

Teaching Placental Histology in Veterinary Medicine Using Disciplinary and Metascientific Modeling

Vanesa Antonella Vistarop[1] **y Eduardo Lozano**[2]

Guanuco, R. et al. (2026). *Enseñanza de la Histología de la placenta en Medicina Veterinaria utilizando modelización metacientífica*. Revista Nuevas Perspectivas, 5 (10), 1-18

Fecha de recepción: 29/09/2025
Fecha de aceptación: 25/06/2026

Resumen: El presente artículo presenta los resultados de una investigación desarrollada en el marco de una tesis de posgrado, cuyo objetivo fue diseñar, implementar y analizar una propuesta didáctica para la enseñanza de la histología en la carrera de Medicina Veterinaria de una universidad pública argentina. La intervención se centró en el diseño y aplicación de una unidad didáctica (UD) sobre el modelo de placenta e intercambio materno-fetal. Frente a prácticas tradicionales centradas en la transmisión descontextualizada de contenidos, se propuso una enseñanza situada, basada en la modelización científica e integrada con aspectos metacientíficos desde la perspectiva de la Naturaleza de la Ciencia (NOS). La propuesta se construyó a partir de un análisis histórico-epistemológico del modelo biológico y se articuló con un proyecto de investigación sobre eficiencia reproductiva en bovinos, específicamente en relación con la acción de *Brucella abortus* como responsable de pérdidas de preñez. Se adoptó un enfoque cualitativo, con una lógica de investigación-acción y estudios de diseño, en el que la docente-investigadora diseñó e implementó la intervención en su propia práctica, promoviendo la participación activa de estudiantes en la construcción y revisión de modelos. La UD se desarrolló con 25 estudiantes organizados en grupos, cuyas producciones (dibujos, textos, gráficos y registros de puestas en común) constituyeron el corpus de análisis. Los resultados destacaron la potencialidad de la propuesta para promover aprendizajes significativos, vincular docencia e

[1] Centro de Estudios e Investigación en Educación, Universidad Nacional de Río Negro. Argentina. Contacto: vavistarop@unrn.edu.ar
[2] Centro de Estudios e Investigación en Educación, Universidad Nacional de Río Negro. Argentina. Contacto: elozano@unrn.edu.ar

investigación y fomentar una visión crítica de la ciencia, en tanto práctica humana situada, mediada por modelos y comprometida con problemas socialmente relevantes.

Palabras Clave: estudios histórico-epistemológicos, naturaleza de la ciencia, unidad didáctica, aprendizaje significativo.

Abstract

This article delineates the findings of research conducted as part of a postgraduate thesis, aimed at designing, implementing, and evaluating a pedagogical proposal for teaching Histology within the Veterinary Medicine program at a public Argentine university. The intervention concentrated on the development and application of a teaching unit (UD) focused on the placenta model and maternal-fetal exchange. Unlike traditional methods that emphasize the decontextualized transmission of content, a situated teaching approach was proposed, grounded in scientific modeling and integrated with metascientific elements from the perspective of the Nature of Science (NOS). The proposal was formulated through a historical-epistemological analysis of the biological model and was associated with a research project on reproductive efficiency in cattle, particularly concerning the role of Brucella abortus in causing pregnancy loss. A qualitative methodology was employed, following an action-research framework and design studies, wherein the teacher-researcher designed and implemented the intervention within her own practice, encouraging active student participation in the construction and evaluation of models. The UD was executed with 25 students organized into groups, whose outputs (drawings, texts, graphics, and records of group discussions) constituted the corpus for analysis. The results underscored the proposal's potential to facilitate meaningful learning, bridge teaching and research, and cultivate a critical perspective of science as a situated human endeavor, mediated by models and committed to addressing socially pertinent issues.

Keywords: Historical-epistemological studies, nature of science, didactic unit, meaningful learning

Introducción

La enseñanza de disciplinas del campo de las ciencias naturales en los primeros años de la universidad continúa, en líneas generales, organizada bajo un modelo de transposición didáctica que favorece un enfoque analítico y desprovisto de contexto (Sanmartí, 2002). Analítico, en tanto fragmenta los modelos que se enseñan al interior de cada materia en componentes aislados que se convierten en temas de exposición en las clases teóricas. Descontextualizado, en virtud de que los modelos están desvinculados de fenómenos o problemas del mundo real a los cuales podrían iluminar y favorecer así su comprensión y aplicación. Estas condiciones repercuten en una baja motivación y en una escasa percepción del valor y relevancia de lo aprendido por parte de las y los estudiantes (Tinto, 2021). Por su parte, las y los docentes, que en su mayoría provienen de las ciencias y no de la formación pedagógica, suelen orientar las prácticas de enseñanza en la formación básica a partir de la continuidad con su propia experiencia formativa (Gohier et al., 2001), lo que suele expresarse en la lógica de “enseñar como me enseñaron”, haciendo perdurar el modelo de transposición didáctica caracterizado (Lozano et al, 2024a). La enseñanza de la Histología en la formación veterinaria suele

asumir estas mismas características, implicadas en prácticas que combinan teoría y luego observación microscópica (Alonso González et al., 2020), dando lugar a experiencias de enseñanza demostrativas que limitan el enfoque morfofuncional y restringen la comprensión de fenómenos (D'Ottavio, 2011; Rodríguez, 2014). Superar estas limitaciones requiere replantear no solo qué se enseña, sino también cómo y para qué, incorporando propuestas que articulen el conocimiento disciplinar con situaciones significativas y que den lugar a actividades de las y los estudiantes que tengan un parecido de familia con las prácticas de la comunidad científica.

En este sentido se consideró apropiada la consideración de directrices teóricas actuales de la investigación en el campo de la didáctica de las ciencias naturales, como la "enseñanza basada en la modelización" (Adúriz-Bravo, A., e Izquierdo-Aymerich, M. 2009, Adúriz-Bravo, 2012) que propicia el desarrollo del pensamiento teórico de las y los estudiantes al elaborar, utilizar y aplicar modelos para comprender y otorgar significados a hechos del mundo que, desde la perspectiva de los "asuntos sociocientíficos" (Zeidler et al., 2005) contextualizan la enseñanza y le ofrecen relevancia social y la posibilidad del desarrollo de enfoques complejos para comprenderlos e intervenir en ellos. Además, la inclusión de actividades desde la perspectiva "naturaleza de la ciencia" (NOS, Adúriz-Bravo, 2022) promueven la reflexión metacientífica y complementan la formación disciplinar, favoreciendo el desarrollo de visiones actualizadas y críticas sobre la propia actividad científica.

En este marco, el objetivo del estudio fue diseñar e implementar una unidad didáctica (UD) sobre el modelo de la placenta y el intercambio materno-fetal, así como analizar los procesos de modelización desarrollados por las y los estudiantes. La UD integró la formación disciplinar y metacientífica, y se centró en el problema de las pérdidas de preñez asociadas a *Brucella abortus*. Este tema forma parte de un proyecto de investigación orientado al estudio de la eficiencia reproductiva en bovinos de cría del norte de la Patagonia, dirigido por la docente responsable de la asignatura (Vistarop, 2023 y Vistarop et al., 2025). La vinculación con dicho proyecto estructuró la enseñanza, ya que las y los estudiantes asumieron el caso como un problema a explicar con el propósito de aportar conocimientos relevantes a la comunidad de productores. A su vez, esta articulación favoreció la integración entre la investigación y la docencia, enriqueciendo la experiencia formativa.

Marco teórico

La enseñanza basada en la modelización constituye una de las principales directrices actuales en didáctica de las ciencias, ya que promueve la participación activa de las y los estudiantes en la construcción y uso de modelos científicos. A diferencia de enfoques más tradicionales, este marco impulsa a que las y los estudiantes elaboren sus propios modelos para interpretar fenómenos reales, en lugar de limitarse a reproducir modelos preestablecidos. Se sustenta en el modelo cognitivo de ciencia escolar (Izquierdo, 2000), que concibe la actividad estudiantil como análoga a la científica, y en la visión semántica de las teorías científicas (Giere, 1992; Estany, 1993), que entiende a los modelos como entidades abstractas fundamentales para representar la realidad. Estos se vinculan con el mundo empírico mediante hipótesis que posibilitan su validación y pueden expresarse en leyes, ecuaciones, gráficos, tablas o analogías, lo que enriquece su capacidad explicativa (Giere, 1988). La

construcción y revisión de modelos demanda habilidades cognitivas y lingüísticas complejas —describir, explicar, argumentar, justificar— y competencias en lectura y escritura (Sanmartí, 2002; Bahamonde, 2014). En este proceso se reconocen modelos intermedios, útiles para explicar parcialmente un fenómeno y base para su progresiva complejización, mientras que las analogías y metáforas facilitan la comprensión de procesos abstractos al compararlos con realidades más cercanas (Gilbert, 2004; Gómez, 2005).

La incorporación del eje NOS en el currículo complementa esta perspectiva, al promover una visión crítica y actualizada de la ciencia. Basada en aportes filosóficos, históricos y sociológicos, procura ofrecer a las y los estudiantes una formación metacientífica sólida (Lozano, 2021). Su enseñanza persigue dos finalidades centrales: favorecer el análisis crítico de la ciencia como construcción humana y mejorar los procesos de enseñanza y aprendizaje. Su impacto alcanza tanto a quienes se orientan a la investigación científica como a quienes desempeñan un rol profesional vinculado al consumo de ciencia y tecnología. En este sentido, se revisaron estudios histórico-epistemológicos sobre la placenta y el intercambio materno-fetal, identificando episodios, controversias, experimentos y analogías (Lozano et al., 2016). Esta aproximación permitió articular de manera explícita el campo disciplinar con el metacientífico, en línea con la importancia que Adúriz-Bravo asigna a los estudios históricos y epistemológicos para favorecer una enseñanza más profunda y reflexiva (Adúriz-Bravo, 2010).

Las UD que integran modelización y NOS se estructuran a partir de problemas significativos, habitualmente definidos como asuntos sociocientíficos (Zeidler et al., 2005). Estos comprenden problemáticas con dimensiones científicas, sociales, económicas y éticas, y ofrecen oportunidades para reconfigurar la educación científica hacia una propuesta contextualizada y crítica (Lozano, et al., 2024b). En este trabajo, el problema se elaboró a partir de datos de un proyecto de investigación sobre eficiencia reproductiva en bovinos de cría, con énfasis en las pérdidas de preñez ocasionadas por *B. abortus* (Vistarop, 2023 y Vistarop et al., 2025) en la región del Valle Medio de la provincia de Río Negro. Este escenario permitió analizar dimensiones biológicas, económicas y culturales, al tiempo que promovió la modelización de procesos fisiológicos, el uso de analogías y la reflexión sobre la práctica científica. Asimismo, impulsó una mirada crítica sobre las intervenciones humanas y los valores que las orientan, contribuyendo a una educación científica situada y transformadora.

Metodología

Enfoque metodológico

La investigación se enmarcó en un enfoque cualitativo, orientado a comprender de manera profunda y contextualizada los fenómenos educativos, atendiendo a los significados construidos por las y los participantes y a la implicación activa del y de la investigador/a en el escenario natural del dictado de sus clases (Erickson, 1989; Jackson, 1991; Salkind, 1998, en Lozano, 2015). El carácter cualitativo se vinculó con la línea metodológica de los Estudios de Diseño (DBR, por sus siglas in inglés) (Barab & Squire, 2004), entendidos como investigaciones de campo que implementan propuestas didácticas en contextos reales y las someten a escrutinio como expresiones de teorías educativas (Lozano, 2015).

ISSN 2953-3996
IIES ADUBA | CIAEC | UBA

La implementación se realizó al finalizar el segundo cuatrimestre de Histología y Embriología II, con la participación de 25 estudiantes de segundo año de Medicina Veterinaria, organizados en cinco grupos de trabajo. La UD se desarrolló en cuatro clases de tres horas cada una. Las unidades de análisis que constituyeron el corpus documental incluyeron: producciones escritas, dibujos, gráficos y registros de las puestas en común grupales, consignadas en el cuaderno de la docente-investigadora. El análisis de datos se desarrolló siguiendo un proceso recursivo de carácter inductivo–teórico (Bardín, 1986). Se realizó una descripción exhaustiva del contenido de las unidades de análisis, identificando unidades de sentido que fueron contrastadas y puestas en tensión con marcos teóricos vinculados al fenómeno estudiado. Este procedimiento permitió establecer categorías emergentes y dar sentido a los procesos de modelización desarrollados por las y los estudiantes.

El diseño de la UD

Desde las directrices teóricas del modelo cognitivo de ciencia escolar y a partir de la revisión de investigaciones que han diseñado, implementado y evaluado UD integrando la modelización disciplinar y metacientífica (Lozano et al., 2021a, Lozano, et al., 2021b), se elaboró un plan de trabajo para las clases. Este plan contempló actividades que favorecieran distintos momentos de modelización —inicial, intermedia y de cierre— en diálogo con los modelos científicos. En este marco, las y los estudiantes abordaron el problema planteado como un hecho a analizar y resolver: ¿Por qué se produce la pérdida de preñez?, con el propósito de diseñar una posterior intervención en la comunidad de productores. Un aspecto central fue que la observación de imágenes histológicas de placentas afectadas por *B. abortus* se realizó luego de que el proceso de modelización les permitiera elaborar hipótesis consistentes sobre aquello que esperaban encontrar, fortaleciendo así la continuidad teórica del abordaje del problema y la articulación entre la actividad de las y los estudiantes con la práctica científica. (Ver Tabla 1)

La unidad didáctica se estructuró a partir de dos ejes de ideas claves. En el plano disciplinar, se abordó la placenta como un órgano materno-fetal temporario destinado al intercambio fisiológico, conformado por tejidos de ambos orígenes. Se destacó su clasificación en animales domésticos según criterios morfológicos e histológicos, la dinámica del intercambio materno-fetal entre vasos uterinos y fetales, y la colonización de *B. abortus*, que altera la funcionalidad placentaria y compromete la gestación. En el plano metacientífico, se resaltó el papel de los modelos teóricos como herramientas centrales para representar fenómenos, el uso de analogías históricas y actuales para comprender procesos biológicos, y la concepción de la ciencia como una práctica modélica orientada a intervenir en el mundo.

ISSN 2953-3996
IIES ADUBA | CIAEC | UBA

Actividades de la UD

Actividades para la modelización inicial e intermedia: Eje disciplinar

Actividad 1

a) Reunirse de manera grupal y pensar los siguientes interrogantes:

¿En qué órgano u órganos creen que puede actuar el microorganismo y por qué creen que se produce la pérdida de la preñez por la acción de *B. abortus*?

b) Luego de discutir las ideas, elaboren un párrafo en el cual informen la o las hipótesis que han podido construir respecto de la relación entre *B. abortus* y la pérdida de preñez, para compartirlas con el equipo de investigación.

c) Puesta en común grupal: discusión de los modelos iniciales y confrontación con diferentes aspectos que orientarían la modelización hacia el análisis de la placenta.

Actividades para la modelización de arribo: Eje disciplinar

Actividad 2:

a) Construyan un modelo gráfico de la placenta que les permita explicar cuál o cuáles de sus estructuras se verían afectadas por *B. abortus* y por qué se produciría la muerte de los fetos.

Tengan en cuenta:

- ✓ *B. abortus* produce la muerte del feto, pero no de la vaca.
- ✓ Para la elaboración del modelo gráfico en el papel afiche, pueden utilizar diferentes niveles de organización, haciendo “zoom” a nivel de tejidos, células, etc. (Para esto utilicen marcadores de diferentes colores e incorporen textos explicativos al gráfico).
- ✓ Pensando en las funciones de la placenta, asígnenle un nombre que la caracterice y defina. En las explicaciones hagan comparaciones con otros fenómenos o hechos que conozcan.

b) Puesta en común grupal: discusión sobre los modelos de arribo de la placenta. Confrontación con un modelo de ciencia normal, básico, de placenta.

Actividad 3: Breve presentación sobre el uso de la histología para el diagnóstico de causas de aborto.

Actividad 4: Actividad de laboratorio

a) Realizar en grupo la disección del útero con el feto, haciendo énfasis en la placenta. Una vez visualizada la placenta, realizar una descripción de la misma y confrontarla con el modelo construido en la clase 1.

b) Observar al microscopio los preparados histológicos: placentoma bovino y placenta zonal de gata utilizando la guía de trabajos prácticos y el introductorio:

Introductorio al Trabajo Práctico: Histología de la placenta

Tener en cuenta la siguiente información:

ISSN 2953-3996
IIES ADUBA | CIAEC | UBA

Los cortes histológicos permiten la observación de dos dimensiones, para poder reconstituir las tres dimensiones, ayúdense de la observación y descripción de la placenta que realizaron previamente. c) Reunirse en grupo y reflexionar, ahora, a nivel microscópico: ¿Qué piensan que se observaría cómo resultado de la acción de *B. abortus*? ¿Por qué? d) Observar imágenes histológicas de placentas afectadas por *B. abortus* y reflexionar: sobre semejanzas y diferencias con sus modelos iniciales. ¿Qué elementos no tuvieron en cuenta en las primeras reflexiones? e) Llegado este punto, ¿De qué manera podrían explicar la pérdida de la preñez por la acción de *B. abortus*? ¿Qué diferencias encuentran con la primera modelización llevada a cabo en la clase 1? f) Puesta en común final
Actividades para trabajar noción de modelo, usos de analogías y la ciencia como actividad cargada de valores: Eje metacientífico **Actividad 5:** En nuestras clases y en la formación que reciben en general en la carrera, es frecuente la utilización de la palabra "modelo". Revisen, desde el inicio de nuestra investigación sobre el caso de Brucella abortus, las diferentes actividades llevadas a cabo: a) ¿Podrían definir a qué hemos llamado "modelos" y por qué los denominamos así? b) Puesta en común c) Presentación del modelo de Giere: - Desarrollo de un ejemplo de modelo propuesto por ellos - Análisis de cada uno de los elementos presentes en el "modelo teórico". - Abordaje de diferentes aspectos implicados en la noción de "modelo" - Presentación de modelos en la historia y de las analogías que los definieron. Discusión: Texto breve de Adúriz-Bravo. **Actividad 6:** a) ¿Qué recomendaciones le sugerirías al productor? Teniendo en cuenta todo lo analizado anteriormente. ¿Por qué las hacemos? ¿Con qué sentido? b) Puesta en común final

Tabla 1. Plano general de la UD con una síntesis de las actividades propuestas para las diferentes sesiones, tanto para el eje disciplinar como metacientífico.

Resultados

En el presente artículo sólo se presentarán resultados vinculados con:

a) La modelización inicial y el desarrollo del pensamiento teórico por parte de las y los estudiantes.
b) Reflexiones metacientíficas sobre la elaboración de modelos.

ISSN 2953-3996
IIES ADUBA | CIAEC | UBA

c) El laboratorio como un espacio integrado a la modelización del fenómeno.

a) La modelización inicial y el desarrollo del pensamiento teórico por parte de las y los estudiantes.

En acuerdo con las ideas que sostienen la enseñanza basada en la modelización (Gilbert, 2004) la presentación del hecho sociocientífico relacionado con la pérdida de preñez por acción de una bacteria, disparó una actividad cognitivo lingüística particular, el razonamiento modélico/abductivo, que permitió vincular un caso "no evidente" con modelos explicativos más generales (no es evidente la relación entre la presencia de la bacteria en la placenta y/o los anticuerpos en el suero con la pérdida de preñez). Con este tipo de razonamiento es posible enfrentar situaciones de incertidumbre y generar conocimiento novedoso en contextos reales. En este proceso, las y los estudiantes, como también lo hacen las y los científicos, construyeron explicaciones proyectando sobre los fenómenos ciertos "patrones" teóricos estilizados (Pinillos y Adúriz-Bravo, 2022), es decir, esquemas conceptuales que orientaron la interpretación del fenómeno.

Del análisis de los resultados podemos afirmar que, inicialmente y de manera consistente, acudieron a modelos explicativos que podían contener razonablemente el fenómeno analizado: la nutrición, la respiración y el sistema inmunológico y, en cuanto a los órganos afectados, cuatro grupos consideraron a la placenta, tres de los cuales la vincularon también en su relación con el útero.

Grupo	**Modelización inicial:** ¿En qué órgano/s creen que puede actuar la bacteria y cómo se produce la muerte?
2	"…teniendo en cuenta que la vaca aborta en los últimos estadios de la gestación y sabiendo que en este punto la nutrición del embrión proviene de la interacción de la placenta con el útero de la madre, creemos que se ve afectada la morfología de ambos órganos, por lo que no llegan los nutrientes necesarios para continuar con la gestación..."
3	"…suponemos que afecta al útero al cual llega a través de la sangre… esta bacteria produce la muerte del feto porque no tiene desarrollado su sistema inmune, ya que la madre produce anticuerpos para ella, pero no para el feto…"
5	"…la bacteria que viaja por la sangre ataca a los eritrocitos evitando que se transporten oxígeno y otros nutrientes al feto por medio de la placenta, provocando la muerte fetal y desprendimiento del tejido coriónico, produciendo el aborto…"

Tabla 2. Desarrollo del pensamiento teórico vinculado a la modelización inicial con ejemplos de las explicaciones producidas por tres de los cinco grupos. Nota: el subrayado fue realizado por los autores.

Otro aspecto central de este tipo de enfoque es la discusión compartida de las consistencias y debilidades de los argumentos presentados. En ese trabajo, la acción de *B. abortus* sobre la placenta

ISSN 2953-3996
IIES ADUBA | CIAEC | UBA

y el intercambio materno fetal se consensuó como una idea razonable, ya que podía incluir de manera consistente las explicaciones fisiológicas iniciales.

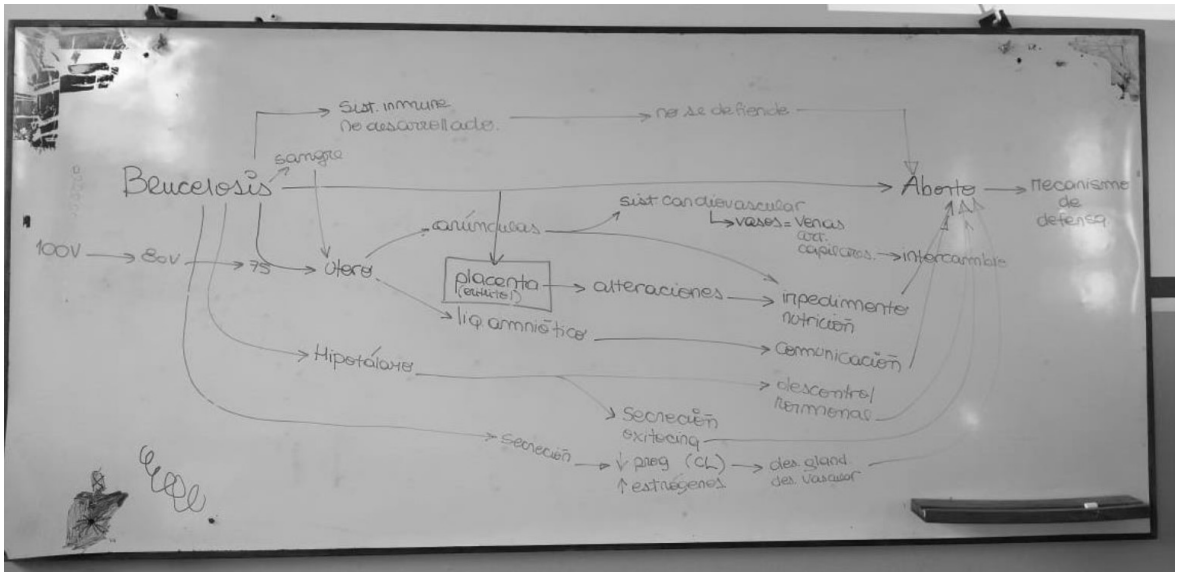


Figura 1. Esquema realizado por la docente en la puesta en común a partir de las explicaciones iniciales de los grupos.

Cuando las y los estudiantes ya se habían centrado en la consideración de la placenta y el intercambio materno-fetal como aspectos centrales del problema investigado, desarrollaron modelos gráficos a partir de lo propuesto en la Actividad 2. Esto les permitió recuperar aspectos morfológicos de la placenta que ya habían abordado anteriormente y proponer explicaciones sobre la acción de Brucella abortus. La exteriorización de las representaciones mentales (Aduriz Bravo, 2012) es una actividad cognitiva principal en el desarrollo de la modelización y muestra toda su potencialidad cuando está orientada por un problema del mundo a resolver.

ISSN 2953-3996
IIES ADUBA | CIAEC | UBA

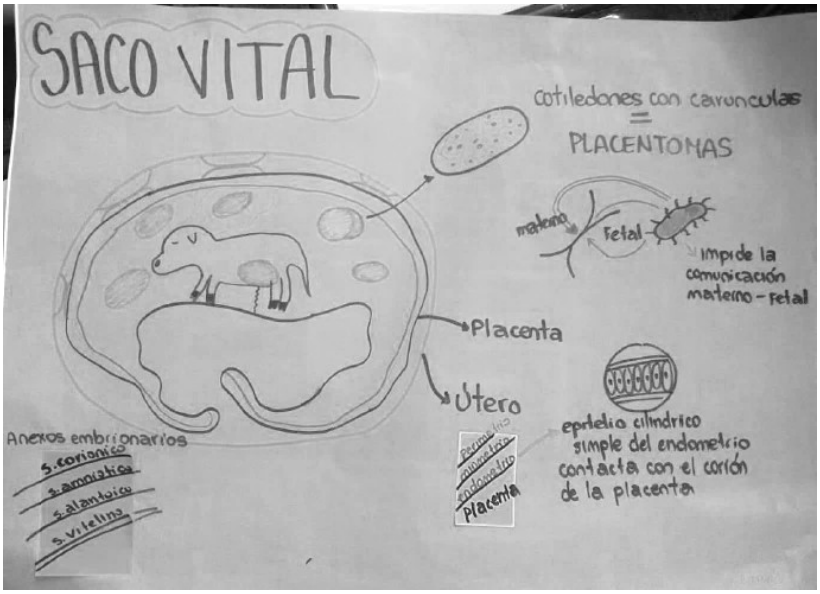


Figura 2. Ejemplo de modelo gráfico intervenido con textos. El nombre asignado a la placenta fue recuperado luego en las actividades metacientíficas, al analizar diferentes metáforas que se utilizaron para describirla en la historia.

b) Reflexiones metacientíficas sobre la elaboración de modelos.

Una de las características principales de esta línea de diseño de UD es proponer actividades que permiten traccionar entre sí a la enseñanza disciplinar y metacientífica (Lozano et al., 2021a).



Figura 3. Integración disciplinar y metacientífica a partir del diseño de actividades que la promueven (adaptado de Lozano et al., 2021).

ISSN 2953-3996
IIES ADUBA | CIAEC | UBA

De la misma manera que se ha validado en trabajos anteriores (Lozano et al, 2016, Orlandini, et al 2025), la metamodelización, esto es, pensar sobre los propios procesos de modelización disciplinar elaborada para explicar un fenómeno, se constituye como una herramienta significativa para elicitar y estructurar aspectos centrales sobre los modelos científicos, desde la perspectiva que ofrece la concepción semántica de las teorías científicas (Giere, 1992). En los subrayados en cada una de las producciones elaboradas por los grupos, se advierten elementos que caracterizan la naturaleza y la función de los modelos: los modelos no son copias de la realidad sino representaciones, y funcionan como guías o mapas para comprender algo de la realidad.

Grupo	**Al revisar nuestras clases, ¿Podrían definir a qué hemos llamado "modelos" y por qué los denominamos así?**
1	"es una representación de una estructura y la denominamos así porque sirve de guía para describir, tener en cuenta y recrear estructuras… poder imaginarlo"
2	"…es una herramienta que utilizamos para representar y simbolizar un concepto, con el fin de darlo a conocer. La llamamos así, porque la usamos en contextos donde nos basamos en conocimientos previos como guía de estudio, sobre los cuales podemos sugerir cambios hasta llegar al modelo deseado o bien, a un nuevo descubrimiento"
3	"es la forma de plasmar de manera organizada una información a la que se llega a través de conocimientos previos, investigación, hipótesis… con el fin de poder explicar de manera precisa un tema"
4	"es una representación abstracta donde se plasman ideas que permiten explicar y dar a conocer detalles sobre algún fenómeno"
5	"es algo hipotético, esquemático, que proviene de la imaginación y conocimientos de cada persona … es una base que sirve de guía para la construcción de algo funcional"

Tabla 3. Definiciones de la palabra "modelo" realizadas por cada uno de los grupos de estudio. Nota: el subrayado fue realizado por los autores.

Este grupo de descriptores se encuentra en la base de la estructuración de la noción de modelo teórico de Ronald Giere (1988).

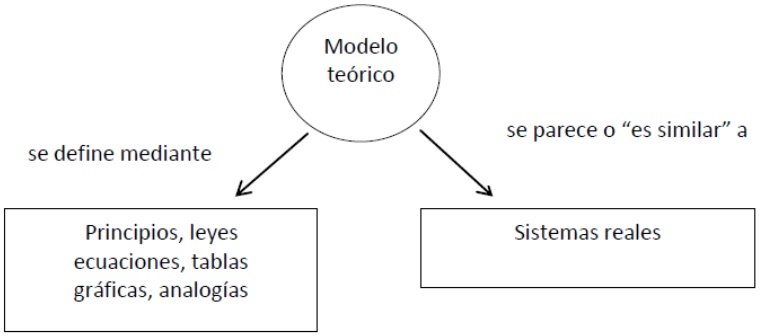


Figura 4. Esquema de modelo teórico. Adaptado de Giere (1988).

En una puesta en común se presentaron las entidades metateóricas que lo componen (Figura 4) y los diferentes grupos hicieron una adaptación consistente del esquema a la modelización llevada a cabo durante las clases (Figura 5). En el caso del Grupo 4, se explicitó el modelo, el sistema real, y los vinculó con una hipótesis con carga empírica consistente. Además, utilizaron la analogía elaborada por ellos al inicio de las actividades como ejemplo de definición del modelo teórico.



Figura 5. Concepción del modelo teórico de Ronald Giere (1988), adaptado con una modelización llevada a cabo por estudiantes del grupo 4.

c) El laboratorio como un espacio integrado a la modelización del fenómeno.

Una de las ideas centrales del enfoque orientado hacia la modelización de fenómenos en este trabajo es la de considerar que la observación de preparados histológicos debía formar parte y dar continuidad al desarrollo del pensamiento teórico, modélico/abductivo, por parte de las y los estudiantes. La placenta y su histología se conformaron como una plataforma para pensar qué tipo de acción podría llevar a cabo la bacteria la cual desencadenara la pérdida de la preñez. La serie de hipótesis elaboradas y sus consistencias/inconsistencias podía ser contrastada con la observación de preparados histológicos afectados por la acción de *B. abortus.*

ISSN 2953-3996
IIES ADUBA | CIAEC | UBA

En la Tabla 4, se muestran ejemplos de las producciones de tres grupos en relación con el proceso de: "a) Observar el preparado histológico de placenta normal y pensar la acción de la bacteria sobre la estructura – b) Confrontar con la observación de tejidos afectados – c) Explicar la pérdida de preñez"

Grupo	**¿Qué piensan que se observaría como resultado de la acción de Brucella abortus?**	**Observación de tejido afectado. Reflexionar sobre semejanzas y diferencias con sus modelos iniciales:**	**¿De qué manera podrían explicar la pérdida de la preñez por acción de Brucella abortus?**
3	"…la estructura afectada es el placentoma, este pierde función imposibilitando la comunicación..."	"…semejanzas: se afectan mucho los vasos, se produce necrosis y colonización por parte de la bacteria…"	"…la bacteria en el placentoma va a afectar a toda la arquitectura, con pérdida de comunicación y de funcionalidad, haciendo que la placenta no sea apta para la vida del feto, produciendo su muerte. La muerte fetal activa el sistema inmune, actúan las hormonas y se produce el aborto"
4	"…la bacteria acciona a nivel del endotelio de los vasos sanguíneos de la madre, inhibiendo... la respuesta inmune…la bacteria sigue afectando a las demás estructuras impidiendo el paso de nutrientes"	"…semejanzas: hablamos sobre el accionar de los glóbulos blancos, el efecto sobre el endotelio y la respuesta inmune; diferencias: no tuvimos en cuenta a los glóbulos rojos, la hemorragia provocada por la ruptura del endotelio, la congestión dentro del vaso, y también las muertes celulares del trofoblasto…"	"…la bacteria impide el paso de nutrientes y el feto muere y la barrera inmunológica se debilita por la muerte celular… de esta forma el organismo materno reconoce al feto como agente extraño y en modo de defensa ocurre el aborto"
5	"…se observa a la vista como si estuviese desintegrándose y de color gris, placentomas desprendidos y ruptura de vasos sanguíneos…"	"…semejanzas: placenta desintegrada y ruptura de vasos, diferencias: congestión de los vasos sanguíneos, linfocitos y macrófagos actuando, célula del trofoblasto desprendida, las criptas y microvellosidades ya no son distinguibles…"	"… se pierde la preñez ya que se ve afectada la barrera inmunológica…la madre toma al feto como un objeto extraño, se afecta el metabolismo (nutrición) y a nivel hormonal la secreción de oxitocina

ISSN 2953-3996
IIES ADUBA | CIAEC | UBA

			(contracciones)… se ven afectadas las principales funciones de la placenta"

Tabla 4. Producciones de los 5 grupos referidas a la actividad 4 desarrollada en el laboratorio.

Luego de las anticipaciones que formularon y de observar imágenes de placentas alteradas por *B. abortus*, las semejanzas que encontraron con sus modelos iniciales son diferentes en cada uno de los grupos, pero complementarias y de este modo completan un panorama consistente del fenómeno. Del mismo modo, las diferencias tuvieron igual comportamiento. Se mencionaron diferentes aspectos como la desintegración de la placenta, muerte celular, afección de vasos con hemorragia y acúmulo de glóbulos rojos dentro de los vasos, accionar del sistema inmune con invasión de células de defensa y acúmulo de líquido entre las células. En cuanto a la explicación de la pérdida, las producciones recuperan los modelos de nutrición y sistema inmune utilizados en la modelización inicial y los hacen consistentes con la base de evidencias obtenidas en la observación de los tejidos afectados.

Discusiones

Los resultados obtenidos en el desarrollo de este estudio se pueden inscribir y poner en discusión con diferentes líneas de trabajo orientadas a mejorar la enseñanza de la histología. Por una parte, y con un volumen importante de producciones, se proponen innovaciones en relación con los recursos tecnológicos para mejorar las condiciones de observación de muestras/preparados histológicos en las clases. En este sentido, se puede identificar una agenda de temas relacionados con las proyecciones de imágenes y videos, las discusiones sobre el par: microscopio óptico / microscopio virtual, realidad virtual y reconstrucciones histológicas en 3D y la elaboración de atlas virtuales (García Iglesias, 2022; Alonso González, 2002), entre otros. Desde otra perspectiva, en la cual la innovación tecnológica no constituye el objetivo central, se encuentran trabajos relacionados con el desarrollo de metodologías para el aprendizaje significativo de la histología (Rodríguez, 2014), la importancia del dibujo en las clases de histología como actividad productiva para el aprendizaje (Rafi et al., 2023) y las actividades de transferencia de conocimientos previos a situaciones novedosas en el laboratorio (Darici et al., 2024), entre otros. En este contexto, consideramos que el estudio llevado a cabo y los resultados obtenidos ponen en discusión otros aspectos que pueden implicarse en la enseñanza de la histología y que tensan la linealidad propuesta entre mejora de los aprendizajes e innovación tecnológica. Como alternativa al modelo de: exposición teórica/observación de preparados histológicos, la modelización de fenómenos de interés y relevantes para las y los estudiantes que, en parte, puedan ser abordados a nivel histológico, aporta una perspectiva que los involucra activamente en la elaboración de explicaciones consistentes y en la necesidad de recurrir a las observaciones microscópicas como parte del proceso de modelado del fenómeno analizado. Así, esta experiencia basada en los fundamentos teóricos presentados puede ser complementada con diferentes innovaciones en los recursos tecnológicos de laboratorio.

ISSN 2953-3996
IIES ADUBA | CIAEC | UBA

Conclusiones

Consideramos que se logró validar un diseño didáctico que, a modo de "corredor conceptual", podría ser readecuado e implementado en otros cursos de histología. El desarrollo de campos de formación integrados es un área de interés en la investigación en didáctica de las ciencias naturales (Lozano et al., 2021b) y, el abordaje metacientífico cobra relevancia en la formación de profesionales de la salud ya que, independientemente de que en el futuro se dediquen o no a la investigación científica, deberían formarse en visiones actualizadas y críticas sobre la propia ciencia ya que se constituirán como "consumidores calificados" de ciencia y tecnología en el desarrollo de sus prácticas profesionales.

Los resultados obtenidos muestran que la enseñanza de la histología, cuando se aborda desde la modelización disciplinar y metacientífica, genera condiciones para aprendizajes que, probablemente, sean más profundos y significativos que los alcanzados en enfoques tradicionales. La secuencia implementada permitió que las y los estudiantes elaboraran hipótesis, construyeran y revisaran modelos y los contrastaran con observaciones histológicas, integrando de este modo el plano teórico con la práctica de laboratorio. En este proceso se evidenció que la modelización no solo favorece la comprensión de las estructuras y funciones de la placenta, sino que también promueve habilidades de razonamiento abductivo, argumentación y reflexión crítica sobre la ciencia. Entre las limitaciones, cabe señalar que la implementación requirió una fuerte implicación docente en la conducción de las actividades, lo que puede dificultar su generalización sin el acompañamiento institucional adecuado. Un aspecto a destacar es el del valor formativo de vincular docencia e investigación en contextos reales, lo que permite a los futuros profesionales no solo aprender contenidos, sino también comprender la ciencia como una práctica humana situada y socialmente comprometida. En este sentido, al finalizar la UD, los diferentes grupos debían elaborar recomendaciones a los productores de la región que estuvieran fundamentadas en la modelización del fenómeno llevada a cabo: *"separar a las hembras preñadas, análisis de sangre, determinar el origen de la infección"* (G1); *"análisis de muestras, vacunar como método de prevención, analizar los animales nuevos para evitar contagios"* (G2); *"aislar a los animales enfermos, denunciar el hecho frente a autoridades competentes, vacunación obligatoria, seguimiento de todos los animales"* (G3); *"separar el animal infectado, chequeos veterinarios cada cierto tiempo y en casos extremos eliminar al animal"* (G4); *"vacunación de los animales, controlar a través de muestras de sangre"* (G5). Este desarrollo, si bien es preliminar y básico, revela la potencialidad que tienen las perspectivas didácticas asumidas para la formación básica de futura/os profesionales de la salud animal.

Referencias bibliográficas

Adúriz-Bravo, A. (2005) *Una introducción a la naturaleza de la ciencia. La epistemología en la enseñanza de las ciencias naturales*. Fondo Editorial Económico.

Adúriz-Bravo, A., & Izquierdo-Aymerich, M. (2009). Un modelo de modelo científico para la enseñanza de las ciencias naturales. *Revista Electrónica de Investigación en Educación en Ciencias*, 4(1), 40–49. https://bicyt.conicet.gov.ar/fichas/produccion/933529

Adúriz-Bravo, A. (2010). Aproximaciones histórico - epistemológicas para la enseñanza de conceptos disciplinares. *EDUCyT*, 1(1). https://share.google/QGGSpKpSLPpbkRFUX

Adúriz-Bravo, A. (2012) Semantic view of scientific models for science education. *Science & Education*, 22(7), 1593-1611, 2012. https://link.springer.com/article/10.1007/s11191-011-9431-7

Alonso González, M., Castresana, M. M., Pichardo, D. I., & Del Puerto Horta, M. (2020). La enseñanza de la histología: Un debate abierto. V Congreso Virtual de Ciencias Morfológicas y V Jornada Científica de la Cátedra Santiago Ramón y Cajal, Universidad de Ciencias Médicas de Matanzas, Cuba.

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. *Biografía. Escritos sobre la biología y su enseñanza*, 7(13), 87-98. https://revistas.upn.edu.co/index.php/bio-grafia/article/view/2995

Barab, S., & Squire, K. (2004). Design-based research: Putting a stake in the ground. *The Journal of the Learning Sciences*, 13(1), 1-14. https://doi.org/10.1207/s15327809jls1301_1

Bardin, L. (1986). *Análisis de contenido*. Akal

Darici, D., Flägel, K., Sternecker, K., & Missler, M. (2024). Transfer of learning in histology: Insights from a longitudinal study. *Anatomical Sciences Education*, 17(2), 274-286. https://doi.org/10.1002/ase.2363

D'Ottavio, A. E. (2011). Apreciaciones sobre el ayer y el hoy de la histología y la embriología médicas desde una nonagenaria cátedra argentina [Conferencia conmemorativa]. Facultad de Ciencias Médicas, Universidad Nacional de Rosario, Rosario, Argentina.

Estany, A. (1993). *Introducción a la filosofía de la ciencia*. Crítica.

Erickson, F. (1989). Métodos cualitativos de investigación sobre la enseñanza. En M. C. Wittrock (Ed.), *La investigación de la enseñanza* (Vol. II, pp. 195-301). Paidós.

García Iglesias, M. J., Morales Balseiro, A., De Paz Cabello, P., Pérez, V., Ferreras Estrada, M. C., García Marín, J. F., & Pérez Martínez, C. (2022). La microscopía virtual en el proceso de enseñanza-aprendizaje de histología para estudiantes de veterinaria. *EDUCA International Journal*, 2(1), 63–85.

Giere, R. N. (1988). Explaining science: A cognitive approach. *University of Chicago Press.*

Giere, R. N. (1992). La explicación de la ciencia: Un acercamiento cognoscitivo (Trad. de la ed. orig. en inglés de 1988). Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología.

Gilbert, J. K. (2004). Models and modelling: Routes to more authentic science education. *International Journal of Science and Mathematics Education,* 2(2), 115–130. https://doi.org/10.1023/B:STEM.0000033800.39645.7e

Gohier, Christiane, Anadón, Marta, Bouchard, Yvon, Charbonneau Benoît y Chevrier Jacques, (2001). La construction identitaire de l'enseignant sur le plan professionnel: un processus dynamique et interactif". *Revue des Sciences de l'Éducation*, vol. 27, núm. 1, pp. 3–32 https://doi.org/10.7202/000304ar

Gómez, A. (2005). La construcción de un modelo de ser vivo en la escuela primaria: Una visión escalar [Tesis doctoral, Facultat de Ciències de la Educació, Departament de Didàctica de la Matemàtica i de les Ciències Experimentals]. Universitat de Barcelona.

Izquierdo-Aymerich, M. (2000). Fundamentos epistemológicos. En F. J. Perales & P. Cañal (Eds.), *Didáctica de las ciencias experimentales: Teoría y práctica de la enseñanza de las ciencias experimentales* (pp. 35-64). Marfil.

Jackson, P. (1991). *La vida en las aulas*. Morata.

Lozano, E. (2015). Diseño, implementación y evaluación de una unidad didáctica para la enseñanza de modelos de membrana celular en la formación biológica del profesorado, con aportes de ideas metacientíficas provenientes del eje naturaleza de la ciencia (Tesis de doctorado). Universidad Nacional del Comahue, Neuquén, Argentina. https://rid.unrn.edu.ar/jspui/handle/20.500.12049/527

Lozano, E., Bahamonde, N., y Adúriz-Bravo, A. (2016). Análisis histórico epistemológico sobre los modelos de membrana celular para enseñar biología celular y naturaleza de la ciencia al profesorado. *Filosofía e Historia da Biología*, 11(1), 49-68. https://rid.unrn.edu.ar/handle/20.500.12049/3411

Lozano, E.; Mut, P.; Cremer, C. y Bahamonde, N. (2021a) Integración disciplinar y metacientífica en la formación del profesorado: La construcción de los hechos científicos. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias,* 20, (1), 154-176. https://rid.unrn.edu.ar/handle/20.500.12049/6742

Lozano, E., Cremer, M., Mut, P., y Bahamonde, N. (2021b). Diseño, implementación y evaluación de una unidad didáctica que integra modelización biológica y metacientífica a partir de un hecho sociocientífico en la formación del profesorado. *Bio-grafía,* 14(27), 78-90. https://revistas.pedagogica.edu.co/index.php/bio-grafia/article/view/15690

Lozano, E. (2024) Discusiones didácticas y políticas sobre la enseñanza de las ciencias naturales en los primeros años de la universidad. Confluencia de saberes. *Revista de Educación y Psicología. Universidad Nacional del Comahue*, 10 (5) https://rid.unrn.edu.ar/handle/20.500.12049/11895

Lozano, E., Bahamonde, N., Dillon, L., Cremer, C., Henríquez, A., Álvarez Soria, J. y Rodríguez, F. (2024b). La educación alimentaria en la formación de profesorado: un diseño didáctico desde un enfoque complejo. *Revista de Educación en Biología*, 27(2), 1-17. https://doi.org/10.59524/2344-9225.v27.n2.44726

Orlandini, M.L., Lozano, E. y Adúriz-Bravo, A. (2025b). Naturaleza de la ciencia en Unidades Didácticas integradoras en el profesorado de Educación Infantil. En J. Cantó y F. Ostermann (Coords.), Actas electrónicas del XII Congreso Internacional en Investigación en Didáctica de las Ciencias 2025. *Enseñanza de las ciencias y pensamiento crítico: desafíos y necesidades de la sociedad democrática 2025*. (pp. 910-913). Editorial Revista Enseñanza de las Ciencias. https://congresoenseciencias.org/wp-content/uploads/2025/09/Libro_Actas_12CIIDC.pdf

Pinillos, A. S., & Adúriz-Bravo, A. (2022). Lectura epistemológica de la historia de la ciencia en los "descubrimientos." *Revista Brasileira De História Da Ciência*, 15(2), 570–594. https://doi.org/10.53727/rbhc.v15i2.816

Rafi, A., Anwar, M. I., Manzoor, S., & Anwar, S. (2023). Drawing is an important tool to learn context-based histology in an integrated undergraduate medical curriculum. *Journal of Taibah University Medical Sciences*, 18(4), 886-893. https://doi.org/10.1016/j.jtumed.2023.01.005

Rodríguez C., L. V. (2014). Metodologías de enseñanza para un aprendizaje significativo de la histología. *Revista Digital Universitaria*, 15(11), 1–12. http://www.revista.unam.mx/vol15num11/art89

Salkind, N. (1998) *Métodos de investigación*. Pearson Prentice Hall

Tinto, V. (2021). Ingresos e ingresantes a la universidad. *Revista Pensamiento Universitario*, núm. 20. Conferencia de apertura del Congreso internacional. https://www.pensamientouniversitario.com.ar/index.php/2021/10/16/ingresos-e-ingresantes-a-la-universidad-conferencia-de-vicent-tinto/

Vistarop, V.A. (2023). ¿Cómo construir eficiencia productiva en rodeos de cria bovinos? Una aproximación a través de los resultados de un trabajo de investigación. Jornada de extensión, HEMEVE, Choele Choel, Medicina Veterinaria, Universidad Nacional de Rio Negro. http://rid.unrn.edu.ar/handle/20.500.12049/12997

Vistarop, V. A., Larriestra, A. J., Vissio, C., Demateis Llera, F., Yaful, G. N., Blanco, C. J., Bartolomé, J. A. (2025). Cow-calf operation management clusters, Argentina. *Translational Animal Science*, Volume 9, 2025, txaf110. https://doi.org/10.1093/tas/txaf110

Zeidler, D. L., Sadler, T. D., Simmons, M. L., & Howes, E. V. (2005). Beyond STS: A research-based framework for socioscientific issues education. *Science Education*, 89(3), 357-377. https://doi.org/10.1002/sce.20048