

Diseño de una Unidad Didáctica para la integración disciplinar y metacientífica en la enseñanza de la histología de la placenta en la carrera de Medicina Veterinaria

Vistarop, Vanesa Antonela; Lozano Eduardo y Virginia Susana Pitte



Problematización de la enseñanza

Reproducción de conocimiento generados por otros

Escaso vínculo entre Investigación y docencia

Imagen de ciencia desactualizada

Enseñanza de Histología de manera analítica, descontextualizada y demostrativa



Asunto sociocientífico:

de 30 casos de muestras de suero de vacas con pérdidas reproductivas, 1 presentó exposición frente a *Brucella abortus*

Enseñanza basada en la modelización (MBT)

Construcción de modelos científicos por parte de estudiantes

Desarrollo de UD

Línea disciplinar:

Placenta e intercambio materno fetal

- Enfoque anatómico (macroscópico y microscópico)
- Enfoque funcional

Línea metacientífica:

Eje Naturaleza de la ciencia (NOS):

- ✓ uso de analogías
- ✓ la ciencia para intervenir en la realidad
- ✓ la construcción de modelos en la historia

Desarrollo de habilidades cognitivo lingüísticas:

describir, definir, narrar, resumir, explicar, justificar argumentar y demostrar

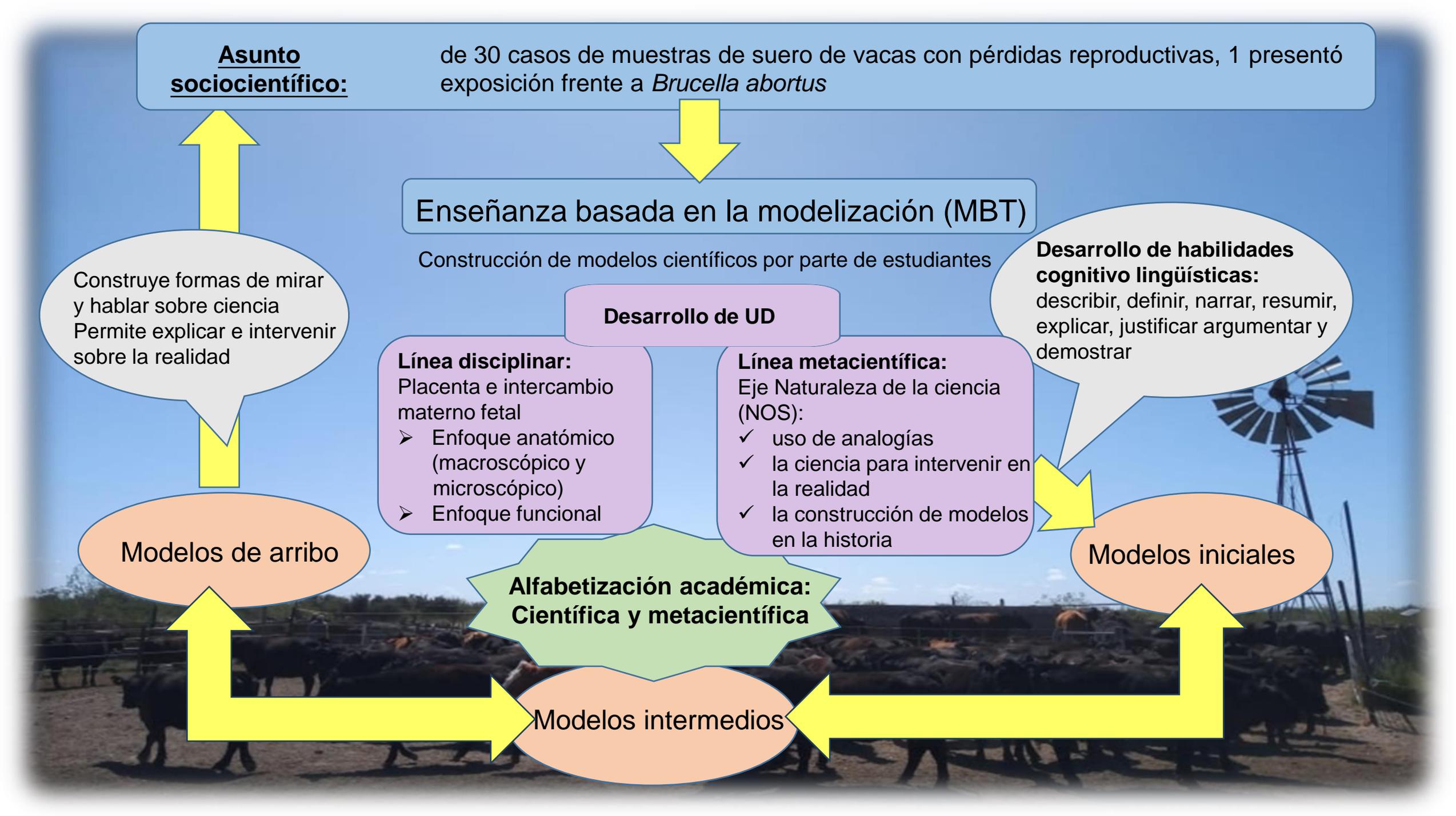
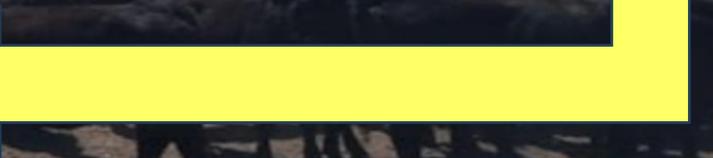
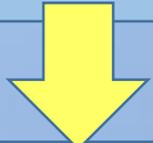
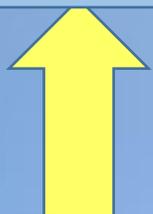
Construye formas de mirar y hablar sobre ciencia
Permite explicar e intervenir sobre la realidad

Modelos de arribo

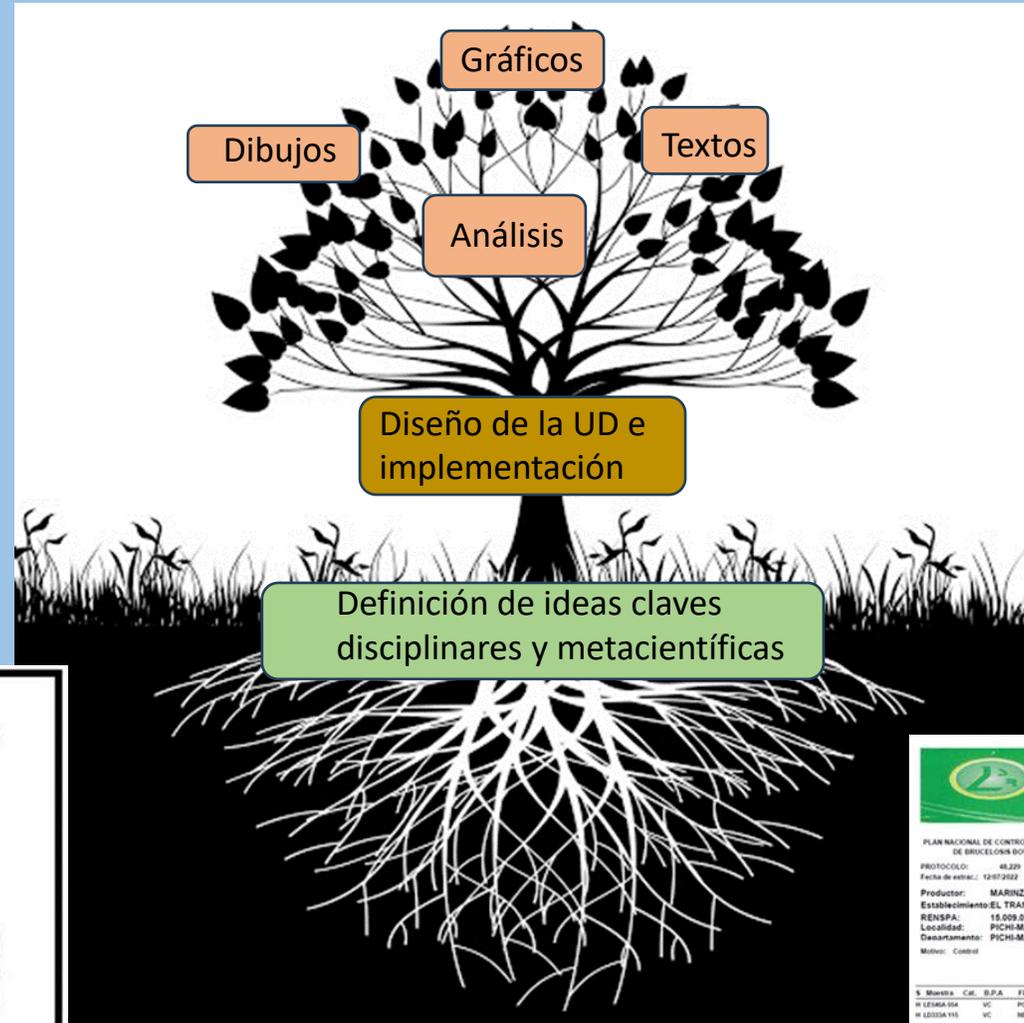
Modelos iniciales

**Alfabetización académica:
Científica y metacientífica**

Modelos intermedios



Metodología:



Desarrollo de un estudio con enfoque histórico epistemológico



LABORATORIO SANTA ROSA
de ESAIN PEREZ S.R.L.
Diagnóstico Veterinario, Agrícola y Biotecnológico
Laboratorio de Red SENASA LR 03.14

PLAN NACIONAL DE CONTROL Y ERRADICACION
DE BRUCELOSIS BOVINA

PROTocolo: 48229 Protocolo Semana: 0 Fecha Entrada: 13/07/2022
Fecha de extra: 12/07/2022 Rodeo: Page: 1 of 3

Productor: MARINZALTA NICOLAS ARIEL Veterinario: FOLLMER ANA VALERIA
Establecimiento: EL TRANSPORTE R.Gelsa: 33.043.956
RENSPA: 15.009.0.0020703
Localidad: PICHIMAHUIDA Especie: BOVINA
Departamento: PICHIMAHUIDA Muestras: 4
Motivo: Control

S. Muestra	Ch.	E.P.A.	FFA (mg)	Interpretacion	S. Muestra	Ch.	E.P.A.	FFA (mg)	Interpretacion
H L033A 04	VC	POS	10.00	POSITIVO	H L033A 112	VC	POS	84.00	Negativo
H L033A 115	VC	NEG	-	-	H OF246 142	VC	POS	91.00	Negativo

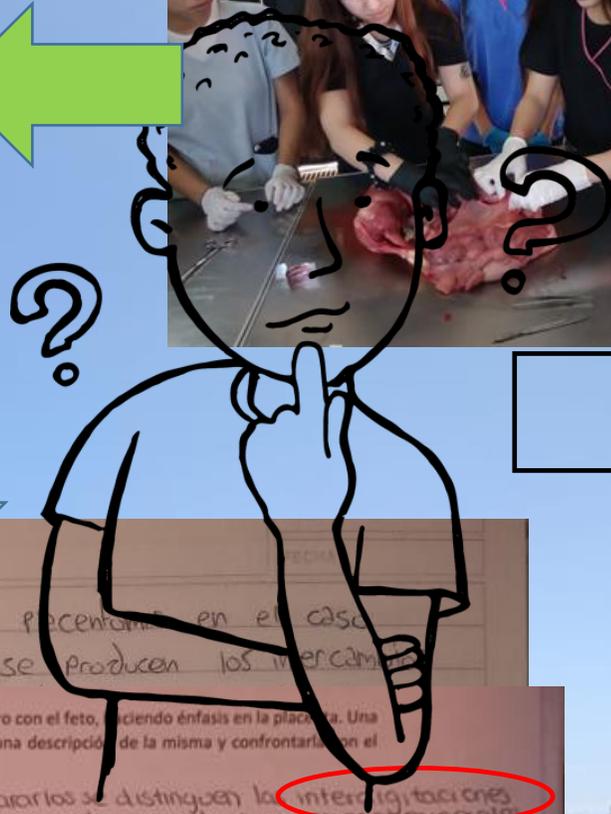
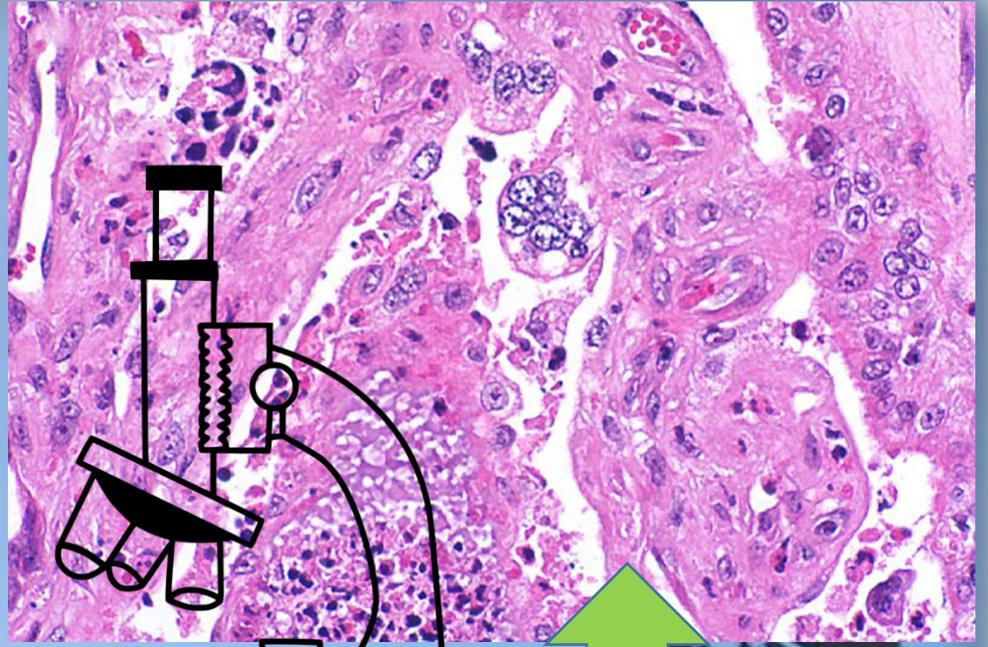
KI EPA : Rosenbusch Serie: 21 Vence 31/01/2023
KI EPA : Ditoambi Serie: 12 Vence 15/12/2024

Análisis del proyecto de investigación:
“Estudio de factores de riesgo y causas infecciosas y no infecciosas responsables de los bajos índices reproductivos en rodeos de cría bovinos de la provincia de Rio Negro”

<p>Hecho socio científico : de 30 casos de suero provenientes de vacas con pérdidas reproductivas, remitidos al laboratorio, 1 de ellos presentó exposición (presencia de anticuerpos) frente a <i>Brucella abortus</i> (bacteria responsable de la enfermedad denominada brucelosis)</p>	
Eje disciplinar	Eje metacientífico
<p>Sesión 1: Actividad aúlica</p> <p>Modelización inicial e intermedia: En que órgano/s creen que puede actuar la bacteria y como se produce la muerte?</p> <p>Modelos de arribo: Construyan un modelo grafico de la placenta que les permita explicar que estructuras se verían afectadas y porque se produciría la muerte</p>	<p>Sesión 4: Actividad aúlica</p> <p>Recuperar los modelos iniciales de placenta construidos en la primera clase y responder: ¿qué son los “modelos” y por qué los denominamos así?</p> <p>¿Qué recomendaciones le sugerirías al productor? Teniendo en cuenta todo lo analizado anteriormente. ¿Por qué las hacemos? ¿Con qué sentido?</p>
<p>Sesión 2 y 3: Actividad de laboratorio</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Realizar la disección del útero con el feto, haciendo énfasis en la placenta. 2. Realizar una descripción de la misma y confrontarla con el modelo construido en la modelización inicial e intermedia. 3. Observar al microscopio los preparados histológicos: placenta bovina y placenta felina 4. ¿Qué piensan que se observaría cómo resultado de la acción de <i>B. abortus</i>? ¿Por qué? 5. Observar imágenes histológicas de placentas afectadas por <i>B. abortus</i> y reflexionar: sobre semejanzas y diferencias con sus modelos iniciales. ¿Qué elementos no tuvieron en cuenta en las primeras reflexiones? 	

Resultados Diseño de la UD





La placenta

1) Es un órgano que presenta pacentomas en el caso del bovino. A través de estos se producen los intercambios

1. Realizar en grupo la disección de 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.

Placenta: órganos con pacentomas, al separarlos se distinguen la interdigitaciones del lado materno con el lado fetal. La placenta presenta congestión mineral. El cordón umbilical con venas y arterias. También se observa la irrigación de la placenta. Al tacto se podrían sentir los pacentomas y también se alcanzaban a ver los ovarios, con el cuerpo lúteo

* Carapulas de útero y cotileones El cordón umbilical formado por tejido conectivo amarillo de consistencia gelatinosa

2. Observar al microscopio los preparados histológicos: placenta bovina y placenta humana, la placenta humana y el trofoblasto.

Introducción de P

Los capilares tienen que atravesar el tejido conectivo para pasar del útero a la placenta.

Resultados Modelización disciplinar

Es una representación que permite darle significado a un hecho del mundo

ABORTO

Se pueden definir mediante

Principios
Leyes
Ecuaciones
Tablas
Gráficas
Analogías

Modelo Teórico

“B. abortus” afecta la nutrición del feto en la placenta

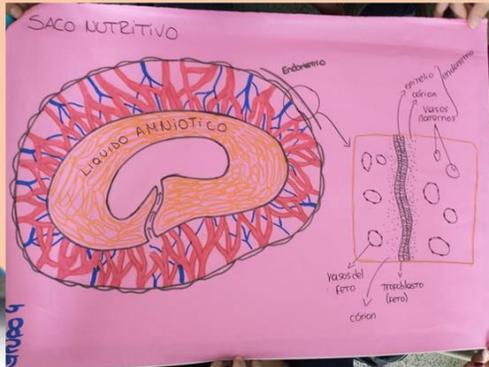
Si B. abortus afecta el trofoblasto de la placenta y con esto la nutrición del feto, deberíamos observar pérdida de preñez o anticuerpos frente a la presencia de la bacteria

Vinculado a través de la hipótesis teórica

Sistema real, hecho del mundo:

Concepción de Modelo Teórico, Ronald Giere, 1988.

“Saco nutritivo”



Pérdida de preñez



LABORATORIO SANCA ROSA de ESAIN PEREZ S.R.L. Diagnóstico Veterinario, Agrícola y Bromatológico Laboratorio de Red SENASA LR 0214									
PLAN NACIONAL DE CONTROL Y ERRADICACION DE BRUCELOSIS BOVINA									
PROTOKOLO: 48.229					Protocolo Senasa: 0		Fecha Entrada: 13/07/2022		
Fecha de ingreso: 13/07/2022					Rodio:		Page: 1 of 3		
Productor: MARINZALTA NICOLAS ARIEL					Veterinario: FOLLMER ANA VALERIA				
Establecimiento: EL TRANSPORTE					R.Gelsa: 33.043.956				
RENSPA: 15.009.0.00207/03					Especie: BOVINA				
Localidad: PICHU-MAHUIDA					Muestras: 4				
Desarrollador: PICHU-MAHUIDA					Motivo: Control				
S. Muestra	Cat.	B.P.A	FPA (mg)	Interpretacion	S. Muestra	Cat.	B.P.A	FPA (mg)	Interpretacion
H. L233A.004	VC	POS	16,00	POSITIVO	H. L233A.112	VC	POS	34,00	Negativo
H. L233A.116	VC	NEG			H. OPA04.042	VC	POS	91,00	Negativo

LOS Línea

Analogías:

Medialuna
Hogar efímero
Saco nutritivo
Saco vital
Saco abastecedor
temporario

Torta plana
Enrejado, esponja,
raíces, filtros, bocas
Heparuterinum
Mama uterina
Pulmón uterino

Modelo
Teórico:
PLACENTA

Comprender permite

Intervención en el
mundo para su
transformación

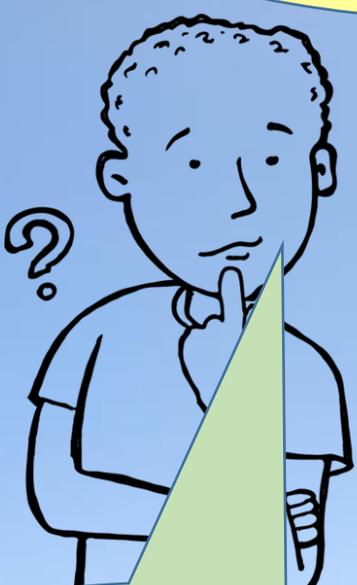
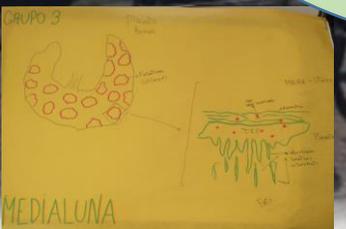
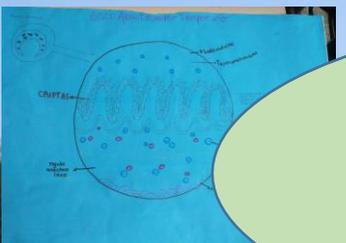
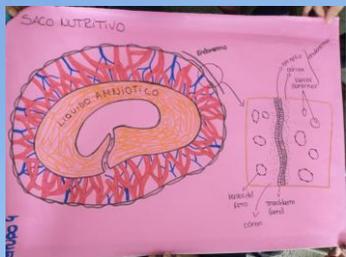
Respuesta:
Plan de control

Sistema real:



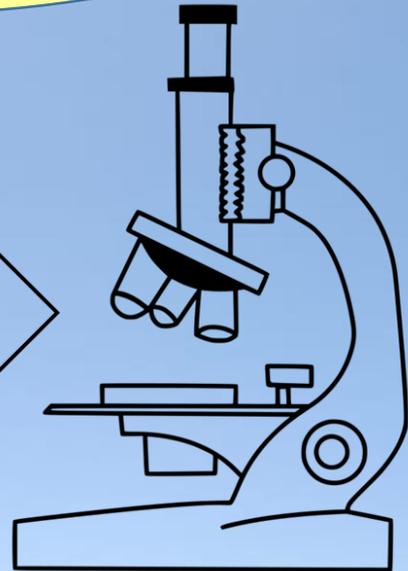
Ante una hemorragia previa al parto
¿Por qué se moría la mama y no el hijo?
¿Cómo sobrevivía el feto a los 7 meses
si el embarazo dura 9 m?
¿Cómo es posible que el feto viva en el
útero privado de aire?

Resultados Línea metacientífica



Reproducción en el aula de un episodio natural de un equipo de investigación: estudiantes en el rol de científicos/as construyendo modelos explicativos

Incorporación del pensamiento teórico respecto de lo que se espera observar: alternativa a la reproducción de conocimiento



Desarrollo de habilidades cognitivas lingüísticas: alfabetización científica y académica



LABORATORIO ANITA ROSA			
de ESAIN PÉREZ S.R.L.			
Diagnóstico Veterinario, Agrícola y Bromatológico			
Laboratorio de Red SENASA LR 0214			
PLAN NACIONAL DE CONTROL Y ERRADICACIÓN DE BRUCELLOS BOVINA			
PROFESORADO: M.20	Protocolo Senasa: 0	Fecha Emisión: 13/01/2022	
Fecha de emisión: 02/02/2022	Biotipo:	Página: 1 de 3	
Productor: MARIZALTA NICOLAS ARIEL	Veterinario: FOLLMER ANA VALERIA		
Establecimiento: EL TRANSPORTE	R.Gala: 33.043.956		
RENSA: 15.500.5.002/023	Especie: BOVINA		
Localidad: PICHIMAHUIDA	Destino: Muestras: 4		
Motivo: Control			
S. Muestra	Cal.	S.P.A	FFA (sig)
H. LEMMA 04	VC	ROS	HSR
H. LEMMA 116	VC	ROS	HSR
H. LEMMA 112	VC	ROS	HSR
H. LEMMA 04	VC	ROS	HSR
K01 FFA: Biotest de Serie: 71 Versión: 31/01/2023			
K01 FFA: Biotest de Serie: 12 Versión: 15/12/2024			

CONSTRUIR SIGNIFICADO SOBRE UN HECHO REAL

La enseñanza se contextualiza interviniendo una realidad: vinculando docencia e investigación

Conclusiones

Nº Mesa: 5

Título: Diseño de una Unidad Didáctica para la integración disciplinar y metacientífica en la enseñanza de la histología de la placenta en la carrera de Medicina Veterinaria

Autores: Vistarop, Vanesa Antonela.¹, Pitte, Virgina Susana¹ y Lozano, Eduardo²

¹ Centro de Investigaciones y Transferencia-Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas Río Negro, Universidad Nacional de Río Negro, carrera de Medicina Veterinaria, Choele Choel, Río Negro, Argentina; vavistarop@unrn.edu.ar y ² Centro de Estudios e Investigación en Educación, Universidad Nacional de Río Negro, General Roca, Río Negro, Argentina; elozano@unrn.edu.ar

INTRODUCCIÓN

La enseñanza basada en la modelización (MBT), es un enfoque educativo en ciencias que busca que las/los estudiantes participen en la construcción y uso de modelos científicos como parte del aprendizaje. Las/los estudiantes no solo usan los modelos eruditos, sino que también construyen los propios para comprender los fenómenos estudiados. Esta perspectiva didáctica, basada en el modelo cognitivo de ciencia escolar (Izquierdo, 2000), promueve que las/los estudiantes actúen de manera similar a las/los científicas/os, al representar el mundo para dotarlo de significado, promoviendo una alfabetización académica.

Para este proceso es fundamental que los/las estudiantes desarrollen habilidades cognitivas lingüísticas como describir, definir, narrar, resumir, explicar, justificar, argumentar y demostrar (Sanmartí, 2002) generando formas de hablar y mirar el mundo, adecuadas para remitirse a la ciencia, al igual que los/las científicos/as lo hacen. En esta tarea se destacan las analogías y las metáforas elaboradas y adoptadas para conectar los modelos con los hechos del mundo (Gilbert, 2004) por su semejanza, acercando hechos, a priori, lejanos (Gómez, 2005).

En este sentido Naturaleza de la Ciencia (NOS) es una línea de investigación que apunta a desarrollar la educación metacientífica de los/las estudiantes, para lograr que tengan una visión crítica y actualizada de la ciencia en la sociedad (Lozano, 2021). Plantea que, a partir de la modelización de fenómenos, los/las estudiantes tienen oportunidades genuinas de pensar teóricamente algo del mundo e intervenir en él, incorporando aspectos epistemológicos y socio institucionales de la actividad científica (Adúriz-Bravo, 2005). Se realizan estudios históricos–epistemológicos (Adúriz-Bravo, 2010) para identificar episodios relevantes que puedan vincularse con algunas ideas metacientíficas (Lozano, et al, 2015). En este caso, se enfocó en la construcción del modelo de placenta a lo largo de

la historia, la utilización de analogías y las intervenciones de los investigadores en ese ámbito. Esto contribuye a la alfabetización científica (Lozano, 2018 y Adúriz-Bravo,2022) y es relevante para la formación de futuros/as médico/as veterinario/as.

La propuesta involucra el uso de asuntos socio-científicos para introducir contenidos científicos relevantes, cotidianos y controversiales que fomenten un aprendizaje situado, promoviendo el desarrollo de un razonamiento moral y la toma de postura por parte de los/las estudiantes (Bahamonde, 2014). En la Unidad Didáctica (UD) implicada, el asunto- sociocientífico estuvo relacionado con el problema del proyecto de investigación vinculado a la eficiencia reproductiva y las causas de aborto en los rodeos de cría bovinos (Vistarop, 2019) abarcando aspectos: biológicos, económicos, sociales y culturales. Este enfoque permitió modelizar la placenta a partir de las pérdidas por *Brucella abortus* y facilitó la discusión sobre la actividad científica junto a las posibles intervenciones para prevenir pérdidas gestacionales, así como los valores que las orientan.

El objetivo es 1) diseñar una UD para la enseñanza del modelo de placenta integrando modelización disciplinar y metacientífica a partir del abordaje de un asunto sociocientífico vinculando docencia e investigación; 2) implementar la UD e 3) interpretar los procesos de modelización de los/las estudiantes.

METODOLOGÍA

La investigación implicó el diseño e implementación de una UD, inscrita en un enfoque metodológico de tipo cualitativo, con la investigadora situada en el ambiente en el que ocurren los hechos (Erickson, 1989; Jackson, 1991; Salkind, 1998 en Lozano, 2015). La intervención se llevó a cabo mediante un Estudio de diseño, elaborado para abordar la “histología de la placenta” y considerado objeto de investigación para la intervención en una realidad particular (Lozano, 2015). Se desarrollaron las siguientes actividades:

- 1) Desarrollo de un estudio histórico epistemológico sobre el modelo biológico a enseñar, identificando episodios de interés vinculados con temas metacientíficos relacionados al eje NOS (Lozano, 2015).
- 2) Análisis de aspectos teóricos y metodológicos del proyecto de investigación: “Estudio de factores de riesgo y causas infecciosas y no infecciosas responsables de los bajos índices reproductivos en rodeos de cría de la provincia de Río Negro”, que puedan implicarse en el desarrollo de la UD.
- 3) Definición de ideas claves disciplinares y metacientíficas para el diseño de una secuencia de actividades (Lozano et al, 2018 y Lozano, et al. 2020).
- 4) Diseño de la UD: “Desarrollo de una unidad didáctica contextualizada en un proyecto de investigación como una propuesta de aprendizaje significativo”.

- 5) Implementación de la UD al finalizar el segundo cuatrimestre de la materia Histología y Embriología II del año 2022, con la participación de 25 estudiantes de segundo año de la carrera Medicina Veterinaria.
- 6) Como unidades de análisis se consideraron: producciones de dibujos, gráficos, textos realizados por los/las estudiantes y episodios del trabajo grupal

RESULTADOS

El estudio sobre la construcción del modelo de placenta en la historia permitió comprender que la modelización ayuda a entender y dar significado a hechos de la realidad y está orientada por los marcos teóricos imperantes en determinados momentos, dando cuenta del dinamismo respecto del trabajo de producción de modelos bajo diferentes paradigmas. Las analogías fueron un recurso común utilizado por investigadores, ayudando por su familiaridad a aproximarse al estudio de la placenta. Estos aspectos mencionados fueron incluidos en el diseño de la UD para la formación metacientífica.

Se eligieron dos episodios del proyecto de investigación involucrado: 1) la presencia de anticuerpos contra la bacteria *Brucella abortus* en una de las vacas que presento un aborto, ya que el mecanismo por el cual lo ocasiona permite estudiar la placenta y 2) la utilización del microscopio como una herramienta de aproximación al diagnóstico de casos de aborto, equiparando una actividad que se utiliza para la enseñanza, como es la observación microscópica en los trabajos prácticos de Histología con una herramienta utilizada en la investigación de causas de aborto.

El hecho socio científico que dio origen a la UD fue: “de 30 casos de suero provenientes de vacas con abortos, remitidos al laboratorio, 1 de ellos presentó anticuerpos contra *Brucella abortus*“. Este hecho permitió vincular la docencia con la investigación a través de un problema real, contextualizando la enseñanza del modelo de placenta. Las actividades diseñadas, implementadas y analizadas fueron las siguientes:

Eje disciplinar:

Actividad áulica

Modelización inicial e intermedia:

¿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 *Brucella abortus*?

Modelos de arribo:

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

Actividad de laboratorio:

- 1) Realizar en grupo la disección de útero con el feto, haciendo énfasis en la placenta. Una vez

visualizada, realizar una descripción de la misma y confrontarla con el modelo construido en la modelización inicial e intermedia.

- 2) Observar al microscopio los preparados histológicos: placenta bovina y placenta felina utilizando la guía de trabajos prácticos y el introductorio.
- 3) ¿Qué piensan que se observaría como resultado de la acción de *Brucella abortus*? ¿Por qué?
- 4) Observar imágenes histológicas de placentas afectadas por *Brucella abortus* y reflexionar: sobre semejanzas y diferencias con sus modelos iniciales. ¿Qué elementos no tuvieron en cuenta en las primeras reflexiones?

Eje metacientífico:

- 1) Recuperar los modelos iniciales de placenta construidos en la primera clase y responder: ¿qué son los “modelos” y por qué los denominamos así?
- 2) ¿Qué recomendaciones le sugerirías al productor? Teniendo en cuenta todo lo analizado anteriormente. ¿Por qué las hacemos? ¿Con qué sentido?

A continuación, se presenta el análisis de algunos episodios luego de su implementación:

En relación al mecanismo que ocasiona la muerte, los/las estudiantes pensaron en las funciones de la placenta y ese aspecto quedó plasmado en los nombres de los modelos: saco vital, saco abastecedor temporario y saco nutritivo; advirtiendo que la placenta nutre, abastece, permitiendo la vida del feto. Otros: hogar efímero y empanada-medialuna hacen mención a su duración durante la preñez y su forma anatómica. Los 5 grupos recurrieron al uso de analogías, con cierta resistencia.

Respecto del trabajo de laboratorio; la disección de la placenta, su descripción y contraste con los modelos gráficos previos permitió construir la tridimensionalidad de manera autónoma, al describir interdigitaciones en el interfaz materno fetal, que luego adaptaron a las imágenes bidimensionales observadas al microscopio.

Previo a la observación microscópica de imágenes de placenta alteradas, los/las estudiantes pensaron en los elementos que deberían estar presentes para que se produzca el aborto. Los elementos los mencionan con palabras propias de su lenguaje, teniendo cada una de ellas su nombre específico considerando la disciplina Patología. Estos son: interposición de líquido (edema), abundantes glóbulos rojos dentro de los vasos sanguíneos (congestión) y fuera (hemorragia), aglomeración de células inflamatorias (placentitis) y muerte de las células del trofoblasto (necrosis cotiledonaria).

La realización de propuestas al productor permitió vincular la construcción de un modelo para intervención sobre la realidad. Todos estos episodios fueron comparados con distintos momentos de la historia de la construcción del modelo de placenta, donde investigadores/científicos/parteros fueron movilizados por interrogantes junto al uso de analogías como la manera de aproximarse a aquello que intentaban explicar. Un ejemplo, es el origen de la palabra “placenta” que en latín significa torta plana.

La mayoría de las reflexiones mostraron consistencias parciales que se complementan de manera grupal al realizar la puesta en común, reflejando la importancia de esta última actividad.

DISCUSIÓN

El hecho sociocientífico presentado es acorde para contextualizar la enseñanza, vinculando docencia e investigación y está directamente relacionado con el contenido disciplinar abordado (Bahamonde, 2014). Además, permite construir sentido sobre un hecho del mundo: al estudiar la placenta se puede comprender como se producen los abortos y al retomar este hecho es posible darle sentido al modelo de placenta al elaborar un plan de control, como manera de intervenir en el mundo (Echeverría, 1998). Promoviendo la alfabetización académica (Roberts, 2007) en estudiantes del segundo año de la carrera de Medicina Veterinaria.

Durante la modelización disciplinar en el laboratorio, la secuencia de actividades permitió que los/las estudiantes comprendan la tridimensionalidad de las imágenes visualizadas al microscopio de manera autónoma, siendo este aspecto de suma importancia en una ciencia morfológica (Hurtado, 2003; Iglesias, 2001). Durante el desarrollo de la línea metacientífica se encontró un paralelismo entre los interrogantes que se plantearon los investigadores (parteros) durante la construcción del modelo de placenta, con los que surgieron en la clase a partir de la contextualización con los abortos en rodeos de cría bovinos, situando a los/las estudiantes como investigadores, cuyos modelos construidos fueron complejizados, revisados y puestos a prueba para lograr un mejor ajuste con el hecho a explicar. Esto destaca la vitalidad y dinamismo de los conocimientos, como respuesta a interrogantes en una necesidad de comprender el mundo para habitarlo (Meirieu, 1998) y construye una imagen actualizada de la ciencia (Lozano, 2021). Además, configura una manera de enseñar conocimiento sin reproducirlo y estructura una racionalidad trasladable a la vida cotidiana y profesional, más relacionada con la generación de capacidades que con el conocimiento técnico en sí (Bahamonde, 2014).

El desarrollo de procesos cognitivos fue una actividad concreta y es una alternativa para sortear las problemáticas en la enseñanza de la ciencia donde el uso de dogmas, convencionalismos, generalizaciones, abstracciones complejas o simplificaciones excesivas (Hurtado, 2003) es corriente y responden a una imagen positivista y tradicional de la ciencia, irreproducibles en la vida real. El uso de analogías genero resistencias hasta la mención de la raíz etimológica de “placenta”, esto podría estar relacionado a la creencia que los axiomas son los únicos encargados de cumplir con la finalidad de representar.

CONCLUSIÓN

Con el desarrollo de este trabajo fue posible reproducir en el aula un episodio natural de un ambiente de investigación, donde los/las estudiantes se ubicaron en el rol de “científicas/os” tanto para la construcción de un modelo como para la intervención de una realidad, entrelazando docencia e investigación. Esto plantea una alternativa a la reproducción de conocimiento, al incorporar actividades introspectivas y reflexivas como es el pensamiento teórico respecto de lo que se espera observar, desarrollando en su transcurso habilidades cognitivas lingüísticas que favorecen la alfabetización científica y académica en estudiantes de ciencias veterinarias.

REFERENCIAS

- Adúriz Bravo, A. (2005). Una introducción a la naturaleza de la ciencia. La epistemología en la enseñanza de las ciencias naturales. Buenos Aires: Fondo Editorial Económico.
- Adúriz Bravo, A. (2010). Aproximaciones histórico - epistemológicas para la enseñanza de conceptos disciplinares. EDUCyT, 1 N° 1.
- Adúriz-Bravo, A. (2022). Naturaleza de la ciencia y educación científica de calidad para todas y todos.
- 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*. Vol. 7(13): 87-98.
- Echeverría, J. (1998). Filosofía de la ciencia. Madrid: Akal Ediciones
- Erickson, F. (1989). Métodos cualitativos de investigación sobre la enseñanza. En Wittrock, M. La investigación de la enseñanza, II, (pp. 195-301) Barcelona: Paidós.
- Gilbert, J. K. (2004.) Models and modelling: Routes to more authentic science education. *International Journal of Science and Mathematics Education*. Vol 2: 115–130
- Gómez, A. (2005). La construcción de un modelo de ser vivo en la escuela primaria: una visión escalar. Tesis. Facultat de Ciències de la Educació Departament de Didàctica de la Matemàtica i de les Ciències Experimentals. Tesis Doctoral
- Hurtado, M.T y Gonzalez García, F. (2003). Algunas dificultades en la enseñanza de la histología animal. *Revista electrónica de enseñanza de las ciencias*. Vol 2 (2):177-200.
- Iglesias, B. (2001). Disciplina histología: objeto, método y enfoque del aprendizaje. Infomed, centro nacional de información de ciencias médicas. Cuba
- Izquierdo, M. (2000). Fundamentos epistemológicos. In F. J. y. C. Perales, P. (Ed.), *Didáctica de las ciencias experimentales. Teoría y práctica de la enseñanza de las ciencias* (pp. 35-64). Madrid: Alcoy Marfil.
- Jackson, P. (1991). La vida en las aulas. Madrid: 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., 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*. Vol 17(3): 564-580. <https://rid.unrn.edu.ar/handle/20.500.12049/3476>
- Lozano, E.; Adúriz Bravo, A.; Bahamonde, N. (2020). Un proceso de modelización de la membrana celular en la formación del profesorado en Biología en la universidad. *Ciência & Educação*. Vol 26: 1 - 15. <https://rid.unrn.edu.ar/handle/20.500.12049/5569>

- Lozano, E.; Mut, P.; Cremer, C. y Bahamonde, N. (2021). Integración disciplinar y metacientífica en la formación del profesorado: La construcción de los hechos científicos. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*. Vol 20 (1): 154-176. <https://rid.unrn.edu.ar/handle/20.500.12049/6742>
- Lozano, E.; Mut, P.; Cremer, C. y Bahamonde, N. (2021). Integración disciplinar y metacientífica en la formación del profesorado: La construcción de los hechos científicos. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*. Vol 20 (1): 154-176. <https://rid.unrn.edu.ar/handle/20.500.12049/6742>
- Roberts, D. (2007). Scientific literacy/science literacy. In S. K. Abell & N. G. Lederman (Eds.) *International handbook of research on science education*. 729–780. Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Meirieu, P. (1998). *Frankenstein Educador*. Barcelona: Laertes.
- Salkind, N. (1998). *Métodos de investigación*. México: Pearson Prentice Hall
- Sanmartí, N. (2002). *Didáctica de las ciencias en la educación secundaria obligatoria*. Madrid: Síntesis Educación.
- Vistarop, V. (2019). Estudio de factores de riesgo y causas infecciosas y no infecciosas responsables de los bajos índices reproductivos en rodeos de cría, de la provincia de Río Negro. Resolución 0235, Universidad Nacional de Río Negro.

