



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SUR
DEPARTAMENTO DE BIOLOGÍA, BIOQUÍMICA Y FARMACIA



“La enseñanza de la teoría de la evolución en las escuelas secundarias de Bahía Blanca. Diagnóstico y propuestas para el diseño de dispositivos de enseñanza”

TESIS PARA OPTAR AL TÍTULO DE LICENCIADO EN CIENCIAS BIOLÓGICAS

Tesista: Néstor Sebastián Dop

Directora: Dra. Julia Pizá

Codirectora: Dra. Elda Monetti

Mayo 2021



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SUR
DEPARTAMENTO DE BIOLOGÍA, BIOQUÍMICA Y FARMACIA



“La enseñanza de la teoría de la evolución en las escuelas secundarias de Bahía Blanca. Diagnóstico y propuestas para el diseño de dispositivos de enseñanza”

TESIS PARA OPTAR AL TÍTULO DE LICENCIADO EN CIENCIAS BIOLÓGICAS

Néstor Sebastián Dop
TESISTA

Julia Pizá
DIRECTORA

Elda Monetti
CODIRECTORA

2021

AGRADECIMIENTOS

A Juli, por aceptar acompañarme en mis primeros pasos en el quehacer científico. Sabiendo amalgamar en la praxis investigativa yeites, teoría y catarsis. Trabajando siempre con pragmatismo, responsabilidad y exhaustividad, pero sin negociar en ningún momento la calidad humana.

A Néstor y equipo por haberme acogido en su laboratorio y estar siempre prestxs a colaborar en lo que hiciera falta.

A Elda por habernos abierto las puertas de la Didáctica General y a Leo y Sole por haber hecho su parte en la didáctica específica.

A Juan, Stefa, Dami y Nacho por sus aportes fundamentales en distintos momentos de la investigación.

Y también a todxs lxs docentes que accedieron a completar nuestras encuestas y compartir sus experiencias profesionales.

También le agradezco a todas aquellas personas que con sus acciones hicieron que esta investigación fuera factible día a día.

A Elena por compartirme de su tiempo y experiencia a la hora de tomar decisiones importantes.

A mi familia, en el sentido más amplio de la palabra, por todo su cariño y acompañamiento. A mis xadres y abuelxs por su crucial apoyo afectivo y económico.

Y a la Universidad Nacional del Sur por brindarnos el espacio institucional y parte del financiamiento necesarios para esta investigación.

ÍNDICE

Resumen.....	4
Introducción.....	5
Presentación de la problemática Y estado actual del conocimiento.....	5
Teoría de la Evolución y su enseñanza en la Argentina.....	6
Marco teórico.....	7
Objetivos.....	9
Materiales y Métodos.....	10
Resultados.....	12
Encuestas a docentes de segundo año.....	12
Encuestas a docentes de quinto año	27
Discusión.....	33
Bibliografía.....	37
Anexo 1:	
Encuesta para docentes de segundo año.	
Encuesta para docentes de quinto año.	
Anexo 2: Unidad didáctica.	

RESUMEN

La teoría de la evolución es el principio organizador e integrador de la Biología. Su estructura teórica es dinámica y compleja y da cuenta de la biodiversidad, las características de los organismos, sus adaptaciones y sus relaciones. Debería, entonces, ser el hilo conductor de la educación biológica y su enseñanza debería dar cuenta de sus características. Diversas investigaciones en didáctica de las ciencias naturales revelan distintas dificultades en la enseñanza y el aprendizaje de los principales conceptos de la biología evolutiva en la escuela secundaria. Dentro de estos obstáculos podemos mencionar la influencia de valores e ideas religiosas, las concepciones alternativas en estudiantes y en docentes y la falta de recursos didácticos. En este trabajo abordamos la enseñanza de la teoría de la Evolución en escuelas secundarias de Bahía Blanca. Los objetivos que nos planteamos fueron caracterizar la enseñanza de la teoría de la Evolución considerando el tipo de escuela secundaria (laica-religiosa) y la formación de los docentes, conocer los dispositivos de enseñanza utilizados en la enseñanza de la teoría de la evolución, indagar sobre los aspectos que favorecen u obstaculizan la enseñanza de esta teoría y explorar la complejidad percibida por los docentes respecto de los contenidos evolutivos. Además, a partir de nuestro trabajo nos propusimos sugerir líneas de acción posibles para la enseñanza de la teoría de la evolución en la ciudad. El diseño de la investigación fue cualitativo y se utilizó la encuesta como técnica de recolección de datos. El universo de análisis estuvo compuesto por docentes de segundo y quinto año con distintas formaciones de grado y pertenecientes a escuelas laicas y religiosas. Como resultado de nuestra investigación pudimos establecer que el tipo de escuela (laica/religiosa) no influyó en los contenidos evolutivos que se enseñan, pero sí aparecieron dificultades relacionadas con creencias religiosas en los estudiantes. La formación de grado de los docentes tuvo influencia dispar. En segundo año, a diferencia de quinto, la enseñanza está mucho más ligada a un único libro de textos y el tiempo de clase está repartido en dinámicas educativas menos diversas (guía de preguntas, resolución de casos). En quinto año detectamos una mayor diversidad de fuentes bibliográficas y de dispositivos de enseñanza. La falta de formación y capacitaciones docentes aparecen como las principales dificultades mientras que el interés de los docentes y estudiantes encabeza los elementos favorecedores. Teniendo en cuenta los contenidos evolutivos trabajados, los considerados más complejos en segundo año fueron la selección natural y el árbol de la vida, dos contenidos centrales para explicar la biodiversidad, y en quinto año el determinismo biológico. Pudimos detectar razonamientos de sentido común (pensamiento teleológico, centrado en el individuo, lineal, finalista o esencialista) que en este contexto se convertirían en obstáculos epistemológicos. Finalmente, a partir de los resultados de este trabajo, desarrollamos una unidad didáctica para abordar la enseñanza de la teoría de la Evolución considerando los obstáculos encontrados.

INTRODUCCIÓN

Presentación de la problemática y estado actual del conocimiento

La teoría de la Evolución es el principio organizador e integrador de la Biología. Da cuenta de la biodiversidad, las características de los organismos, sus adaptaciones y sus relaciones. Dado que su estructura teórica es compleja y dinámica, modificándose y expandiéndose en forma permanente, su enseñanza debería dar cuenta de sus características.

Partiendo de Dobzhansky (1973) y su clásica frase “En Biología nada tiene sentido si no es a la luz de la evolución”, McInerney (2009, p. 77) declaró que:

“La evolución debería impregnar todos los aspectos de la enseñanza de la biología, porque domina todos los aspectos de las ciencias de la vida. La evolución es la trama que unifica la biología y debería ser, por lo tanto, el hilo conductor de la educación biológica. La evolución es la única explicación científica que proporciona una respuesta satisfactoria, una respuesta que ayuda a lxs estudiantes a reconocer qué fragmentos de información aparentemente no relacionados conforman conceptualmente una unidad.” En este contexto, las investigaciones en didáctica de las ciencias naturales revelan que en muchos países lxs egresadxs de la escuela secundaria evidencian una baja comprensión de los principales conceptos de la biología evolutiva. González Galli y Menardi (2015), sintetizando diversos estudios, plantean que los factores que dificultan la enseñanza y el aprendizaje de la teoría evolutiva en este nivel educativo podrían deberse a la influencia de valores e ideas religiosas y la no aceptación de la teoría evolutiva, y concepciones alternativas en estudiantes y en docentes, así como a la inecuación de las estrategias y los recursos didácticos y el escaso conocimiento de la teoría de la evolución por parte de lxs docentes de ciencias.

En particular, las concepciones alternativas ocupan un lugar central entre los factores que dificultan el aprendizaje de la teoría de la Evolución. Aquí adoptamos el marco teórico de los obstáculos epistemológicos (Astolfi, 2001) para analizar la naturaleza y el rol de dichas concepciones. González Galli y Menardi (2015) definen *obstáculos* como modos de razonar generales e implícitos que son transversales (se

aplican a un campo amplio de contenidos), funcionales (permiten explicar fenómenos del mundo) y compiten con el modelo científico a aprender (ambos sistemas conceptuales dan cuenta de los mismos fenómenos). Los principales obstáculos en el aprendizaje de la teoría de la evolución son el razonamiento teleológico, los razonamientos de causalidad lineal y el razonamiento centrado en el individuo y no en las poblaciones.

De acuerdo a esta perspectiva, estos obstáculos pueden trabajarse desde la reflexión metacognitiva; es decir, desde la conciencia y gestión del propio aprendizaje (Astolfi y Peterfalvi, 2001; Zohar y Dori, 2012).

Teoría de la Evolución y su enseñanza en la Argentina

La teoría de la Evolución forma parte del diseño curricular de la Escuela Secundaria en la provincia de Buenos Aires. Los contenidos sobre la Teoría de la Evolución se encuentran en los diseños curriculares de segundo y quinto año (ciclo básico y Orientación Ciencias Naturales). Existen dispositivos didácticos generados por organismos gubernamentales que pueden ser utilizados en la enseñanza de estos temas (Barcelona et al., 2009; Ministerio de Educación de CABA, 2009; Marchisio et al., 2012). Además, a partir de 2009 “Año Darwin” con motivo de la conmemoración internacional de los 200 años de Darwin y los 150 años de la publicación de “El origen de las especies”, se publicaron en Argentina y el mundo infinidad de materiales en distintos formatos relacionados con la Teoría de la Evolución. Sin embargo, varios autores han identificado dificultades en la enseñanza y el aprendizaje de la Teoría Evolutiva en nuestro país (Meinardi y Ardúriz Bravo, 2002; Massarini et al., 2007; Polop, 2009; González Galli y Meinardi, 2013, 2015; Pérez y González Galli,

A estas dificultades propias de la forma de razonamiento de los estudiantes y docentes, se suma el hecho de que la “Síntesis evolutiva o Teoría Sintética de la Evolución”, la síntesis que se produjo en la década del 30’ entre las ideas de selección natural propuesta inicialmente por Charles Darwin (1859) y la genética mendeliana, ha transitado un proceso de revisión y ampliación que implica complejos debates en el campo de la biología evolutiva. Actualmente se habla de una “Síntesis evolutiva extendida” (Laland et al., 2015) donde se incorporan nuevas fuentes de variabilidad (variantes epigenéticas y producto de transferencia horizontal de genes) y se

jerarquizan mecanismos y fenómenos evolutivos anteriormente subestimados (evo-devo, heterocronía, deriva génica, transferencia horizontal de genes, simbiogénesis, constricciones). En este contexto, muchxs docentes manifiestan una escasa comprensión de los nuevos modelos en discusión y de cómo estos se relacionan con aquellos en que se basa la “Síntesis”, lo que lxs lleva, en algunos casos, a considerar que el modelo de evolución por selección natural no debe ser enseñado porque ha perdido vigencia (González Galli y Menardi, 2013).

Marco teórico

En este trabajo nos referimos a teoría de la Evolución como el conjunto de Teorías que dan cuenta de los cambios de los organismos en el tiempo. El conjunto de proposiciones acerca de la evolución puede ser dividido en tres grupos: el Hecho de la Evolución, la Teoría de los Mecanismos y la Teoría de los Caminos de la Evolución.

Cuando nos referimos a los mecanismos de la Evolución, hablamos de “Teoría Sintética” para referirnos a la síntesis que se produjo en la década del 30’ entre las ideas de selección natural propuesta inicialmente por Charles Darwin (1859) y la genética mendeliana. Consideramos que la teoría Sintética contiene en su núcleo duro o central los siguientes supuestos:

- 1) La selección natural creativa es el principal (y casi exclusivo) mecanismo de la evolución que origina adaptaciones.
- 2) La mutación es la fuente de variabilidad de las poblaciones y materia prima para que actúe la selección natural
- 3) La unidad de selección es el organismo.
- 4) La evolución se produce de manera lenta, gradual y continua.
- 5) La anagénesis o microevolución poblacional sostenida en el tiempo, da lugar al origen de nuevas especies.

Consideramos a la “Síntesis evolutiva expandida” a la corriente del pensamiento que revisa los supuestos de la Teoría Sintética y la importancia relativa de los diversos factores causales. Incluye temas tales como la Teoría de equilibrios puntuados, la selección multinivel, la herencia epigenética transgeneracional, evo-devo y evolucionabilidad (Wade, 2011; Pigliucci et al., 2014; Laland et al., 2014, 2015).

En esta investigación se define a la enseñanza en general y de la Biología en particular, como un proceso que unx docente organiza en relación con los aprendizajes de lxs estudiantes y en función de un contenido científico específico. Desde diversas perspectivas teóricas se define a la enseñanza como una práctica social (Barbier, 1996; Wenger, 2001; Kemmis, 2010; Monetti, 2018), lo cual significa, en primer lugar, que está guiada por intencionalidades sociales e históricas. Asimismo, involucra interacciones sociales en las que unx docente y estudiantes coparticipan. En este sentido, es importante remarcar que lxs estudiantes son participantes en la interacción al igual que lx docente, todxs ellxs participan desde afiliaciones y pertenencias sociales a otros espacios de práctica que traen al espacio de la enseñanza. En tercer lugar, es posible y necesario estudiar la enseñanza y el aprendizaje desde una perspectiva individual tanto como social, cultural, discursiva e histórica. Por otro lado, la práctica de la enseñanza, en tanto práctica social, es productora de transformaciones en su entorno físico, social e individual, por lo cual construye saberes, formas de actuar y de pensar.

Aprender en la escuela secundaria, en general, y en especial en el espacio de la enseñanza de la biología significa ser capaz, dar sentido y significado a los conocimientos especializados, propios del campo de la biología que se ofrecen, poniendo en juego el deseo de saber. Implica no solamente la asimilación lineal de lo dado, sino la posibilidad de crear nuevos saberes desde una perspectiva crítica. En este proceso, el sujeto se construye como tal, deviene otro. Desde nuestra concepción de aprendizaje constructivista, siguiendo la línea de autores como Vygotsky, Piaget y Ausubel, el sujeto aprende frente a conflictos socio cognitivos, por desestabilización y desestructuración de conocimientos previos. Incluye la comprensión, es decir, construir conceptos, generalizar y abstraer, aunque no se agota en ella pues abarca los aspectos afectivos y motrices. Se aprende más fácilmente a través de un tercero que posibilita la mediación: el grupo, lxs pares, lx docente. En este contexto, el error no es una falta a subsanar sino una instancia a incluir como forma de autoevaluación y regulación formativa (Perrenoud, 2008). En el campo de la enseñanza, se define a los dispositivos de enseñanza (Souto, 1999; Sanjurjo, 2009) como un artificio complejo que se construye y se utiliza para resolver una problemática, como lo es en esta investigación, la enseñanza de la teoría de la evolución en la escuela secundaria. Implica la toma de decisiones de lx docente pero no se acaba en esta, sino que

también se lo considera un analizador y provocador de transformaciones previstas o no.

Investigar acerca de las propuestas de los dispositivos de enseñanza que se realizan en las escuelas secundarias de Bahía Blanca implica analizar los contenidos que se enseñan, las formas en que lxs estudiantes los resignifican, las estrategias didácticas y las formas de evaluación que se producen entre otros aspectos.

Objetivos

Los objetivos del presente trabajo de investigación son:

- Conocer los dispositivos que se utilizan en la enseñanza de la Teoría de la Evolución en la educación secundaria en Bahía Blanca.

- Caracterizar la enseñanza de la teoría de la Evolución en Bahía Blanca teniendo en cuenta el tipo de escuela secundaria (laica-religiosa) y la formación de lxs docentes.

- Indagar sobre los aspectos que favorecen u obstaculizan la enseñanza de la teoría de la Evolución en las escuelas secundarias de Bahía Blanca.

- Explorar la complejidad percibida por lxs docentes respecto de los contenidos evolutivos en el proceso de enseñanza y aprendizaje en las escuelas secundarias de Bahía Blanca.

- Proponer líneas de acción posibles para la enseñanza de la Teoría de la Evolución en la ciudad de Bahía Blanca, tanto para las escuelas secundarias como para los espacios de formación superior.

MATERIALES Y MÉTODOS

Dadas las características de la presente investigación, decidimos definir nuestras acciones y construir nuestros instrumentos investigativos situándonos en los marcos metodológicos propios de los estudios cualitativos (Hernández Sampieri et al., 2010). El universo de análisis estuvo compuesto por docentes de segundo y quinto año de la orientación Ciencias Naturales de colegios secundarios de Bahía Blanca debido a que de acuerdo al diseño curricular es en estos años donde la teoría de la Evolución es un contenido a enseñar. La llegada a lxs mismxs se realizó de manera informal mediante redes de contactos de lxs mismxs investigadorxs. También contemplamos la vía institucional, pero ésta se vio dificultada, además de las instancias burocráticas, por la situación de pandemia que nos atravesó y atraviesa personalmente y más aún al sistema educativo.

Para la recolección de datos elaboramos dos encuestas (Samaja, 1996; López-Roldán y Fachelli, 2015) dirigidas específicamente a docentes de segundo y quinto año de secundaria (ver Anexo 1). Con las encuestas se buscó indagar acerca de los contenidos evolutivos que se enseñan en este nivel educativo y también sobre aspectos que influyen en el proceso de enseñanza y aprendizaje de la teoría de la Evolución como la formación y capacitación docente, el tipo de institución (laica/religiosa), los elementos favorecedores u obstaculizadores de la enseñanza de la teoría de la Evolución, la bibliografía y las estrategias didácticas utilizadas por lxs docentes para trabajar con sus estudiantes, la complejidad percibida de los conceptos evolutivos, etc. Además, se plantearon consignas-problema relacionadas estrictamente con contenidos evolutivos que buscaban detectar obstáculos en la enseñanza de esta teoría.

En un principio las encuestas se realizaron de manera presencial, solicitando a lx docente que complete una copia impresa de la encuesta y registrando los comentarios que surgieran. Posteriormente, ante la dificultad para reunirse físicamente con las personas a encuestar, se optó en primera instancia, por enviar la encuesta en formato digital y relevar las respuestas o cualquier otra cuestión telefónicamente o vía WhatsApp; y en segunda instancia, por construir un formulario online de manera que pudieran acceder virtualmente a la encuesta e ingresar sus

respuestas directamente. En la opción del formulario dejábamos en claro que nosotrxs quedábamos a disposición para cualquier consulta.

Las encuestas fueron categorizadas de acuerdo correspondieran a segundo o quinto año. Las del primer grupo (segundo año) las subcategorizamos según la formación de grado de la persona encuestada (Docentes de Biología con título universitario habilitante y formación pedagógica, Docentes de Biología con título de un Instituto Superior de Formación docente (título superior no universitario), y Docentes de Biología con título habilitante sin formación pedagógica) siguiendo a Meinardi y Ardúriz Bravo (2002) y Massarini et al. (2007).

Por último, organizamos la información restante en gráficos circulares y de barras. Para evaluar si la formación de grado influye en el desempeño de lxs docentes en las preguntas sobre contenidos evolutivos, utilizamos un test de X^2 .

Tres aclaraciones importantes: las encuestas en general no las ordenamos de acuerdo con la institución referida por lx docente (laica o religiosa) teniendo en cuenta que ningunx de lxs encuestadxs manifestó que existieran restricciones institucionales en relación con el dictado de contenidos evolutivos en sus aulas. En el mismo sentido, tampoco discriminamos por formación a lxs docentes de quinto año porque el número de encuestas que pudimos realizar fue demasiado bajo como para considerar estas subcategorías;

RESULTADOS

A continuación, se presentan los resultados de las encuestas realizadas durante 2019 a 33 docentes de segundo año y a 7 docentes de quinto año organizados de acuerdo con las preguntas del instrumento de indagación utilizado.

ENCUESTAS REALIZADAS A DOCENTES DE SEGUNDO AÑO

En la tabla 1 se describe la distribución de docentes encuestadxs según su formación de grado.

Tabla 1. Distribución de docentes por categorías definidas según su formación de grado.

Formación	Número de docentes por categoría y detalle de su formación
Docentes de Biología con título universitario habilitante y formación pedagógica	13 (39%): 12 biólogosx y 1 bioquímicox
Docentes de Biología con título superior no universitario	11 (33%): Egresadxs de ISFD
Docentes con título habilitante sin formación pedagógica	9 (27%): 7 biólogosx, 1 bioquímicox y 1 Ing. Agrónomox

1. ¿Qué elementos favorecen la enseñanza de la evolución?

Al presentar este primer interrogante a lxs docentes de segundo año pudiendo marcar más de una opción, el 73% seleccionó la opción “interés personal”, el 64% “la formación de grado”, el 55% “las herramientas disponibles” y el 51% “el interés de lxs estudiantes” y “la actualización docente”. “El interés institucional” quedó atrás con solo un 18%. Por el contrario, “El interés de la familia” no fue seleccionado por ningúnx docente. Cuando se considera la formación de lxs docentes, un menor porcentaje de docentes con título habilitante consideraron que la formación docente y la actualización docente eran favorecedores de la enseñanza. Por otro lado, un menor porcentaje de docentes con título docente superior no universitario le dieron

importancia al interés de los estudiantes. La figura 1 muestra la distribución de las respuestas totales (a) y ponderadas por formación (b).

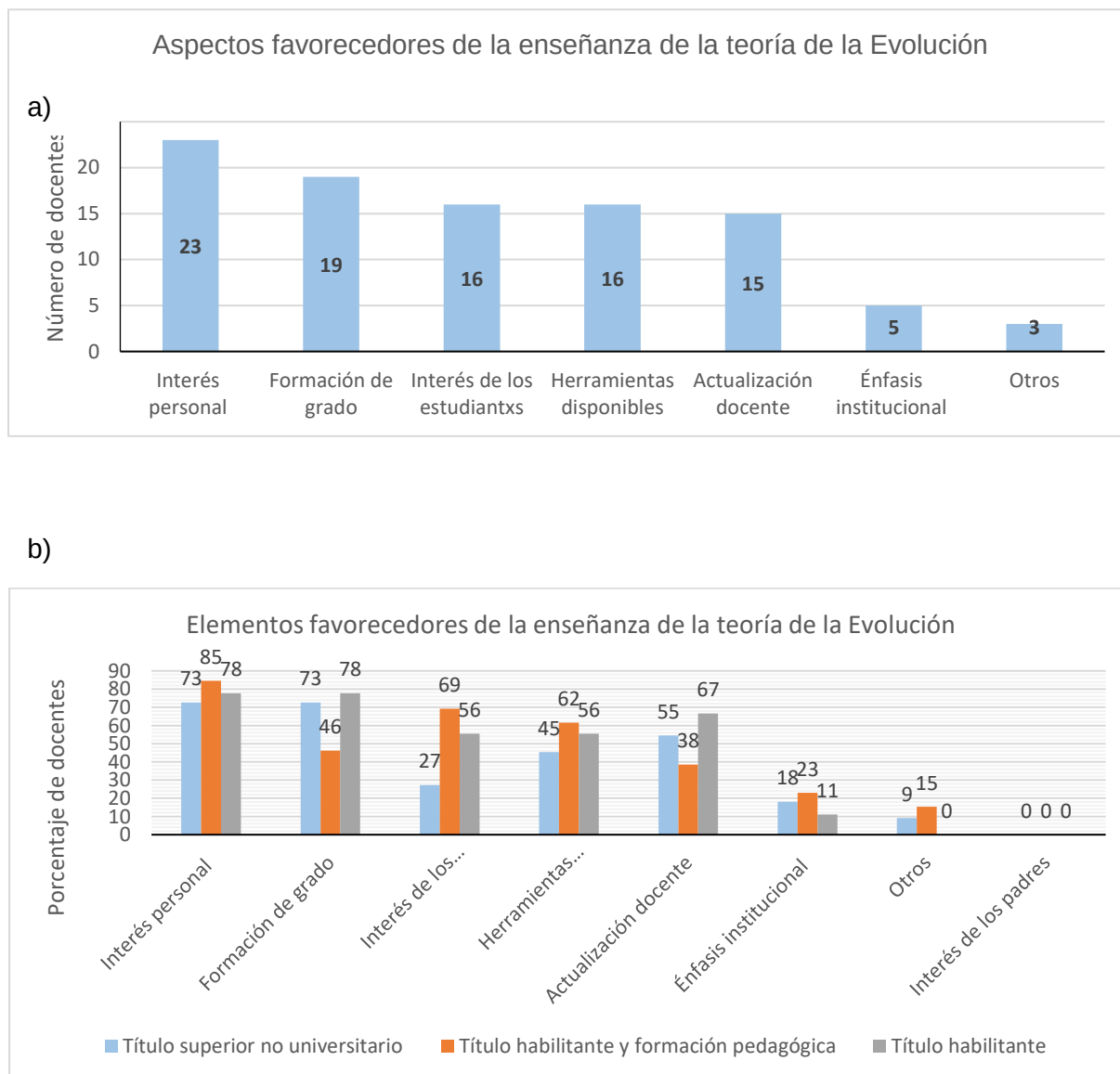


Figura 1. Aspectos que favorecen la enseñanza de la teoría de la evolución. a) Cantidad total de docentes. b) Porcentaje de docentes por categoría de formación

2. ¿Qué elementos obstaculizan la enseñanza de la evolución?

Al presentar este segundo interrogante, los principales obstáculos identificados por lxs docentes fueron la “falta de capacitaciones”(48%) y “otros” (45%), donde lxs docentes mencionan por un lado la cantidad elevada de contenidos a dictar y, por otro, aspectos relacionados con lxs estudiantes: la complejidad que excede su capacidad de abstracción, la existencia de explicaciones previas derivadas de la intuición, las

creencias religiosas que en ocasiones aparecen en el aula como interferentes, la falta de interés y las dificultades asociadas a la gestión del aprendizaje. Ningún docente consideró que existan obstáculos relacionados con el rechazo institucional de la teoría evolutiva ni con la contraposición de ésta con sus valores y/o creencias personales. En la figura 2 se muestran los resultados obtenidos.

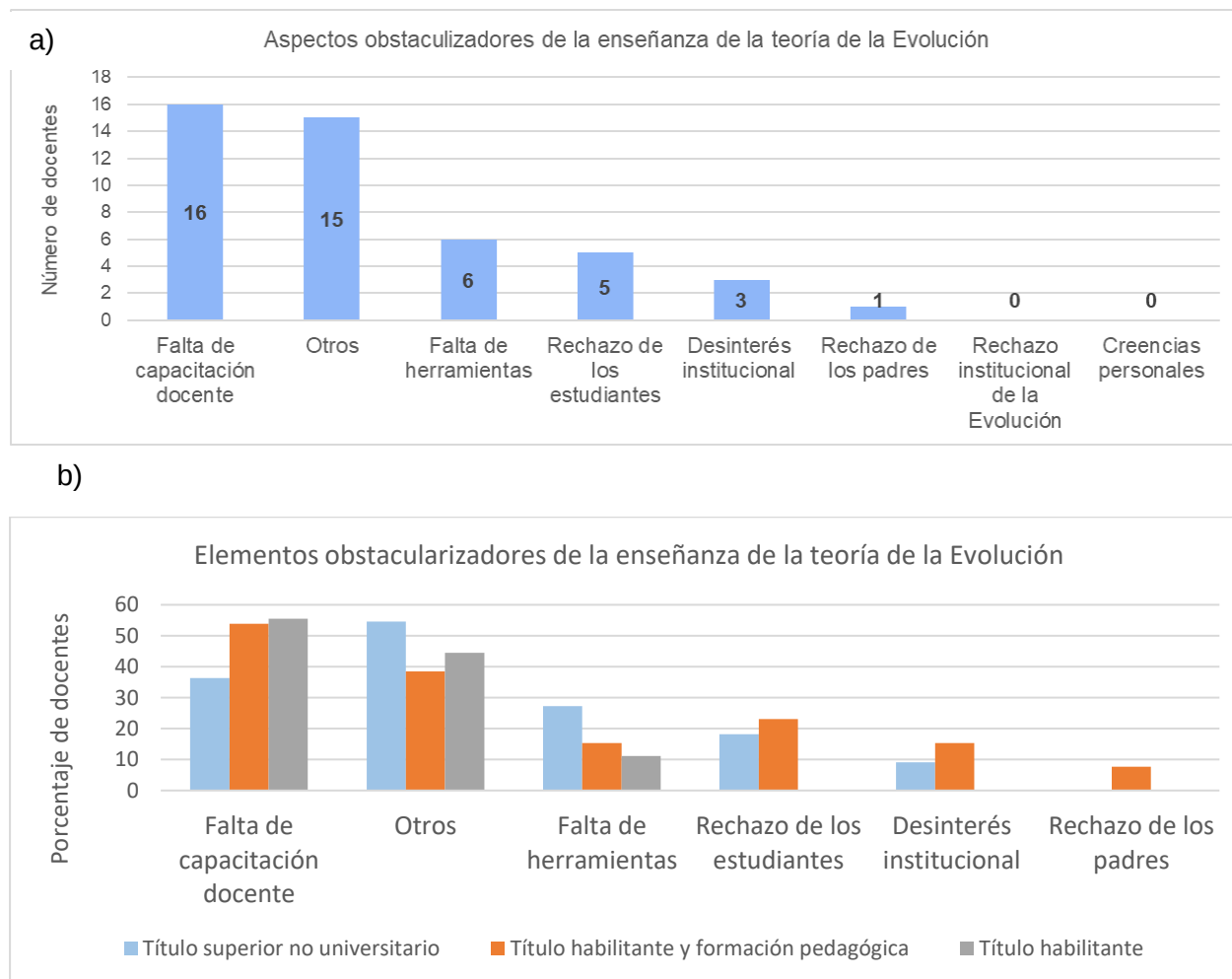


Figura 2. Aspectos que obstaculizan la enseñanza de la teoría de la evolución por a) cantidad total de docentes de segundo año y b) porcentaje de docentes de cada categoría de formación.

3. ¿Qué modalidades de enseñanza elegís para desarrollar tus clases?

Al presentar este interrogante a los docentes de segundo año, más del 60% de los docentes indicaron que los dispositivos usados eran la “resolución de casos”, “lectura de textos y resolución de guías”, “lectura y debate de artículos de divulgación”

y “utilización de herramientas multimedia”. El 58% indicó que desarrollaba “clases expositivas” y el 30%, “otros”, incluyendo en este último ítem salidas de campo, realización de juegos (para trabajar selección natural por ejemplo) y la construcción de modelos (figura 3). No se encontraron diferencias estadísticamente significativas por formación.

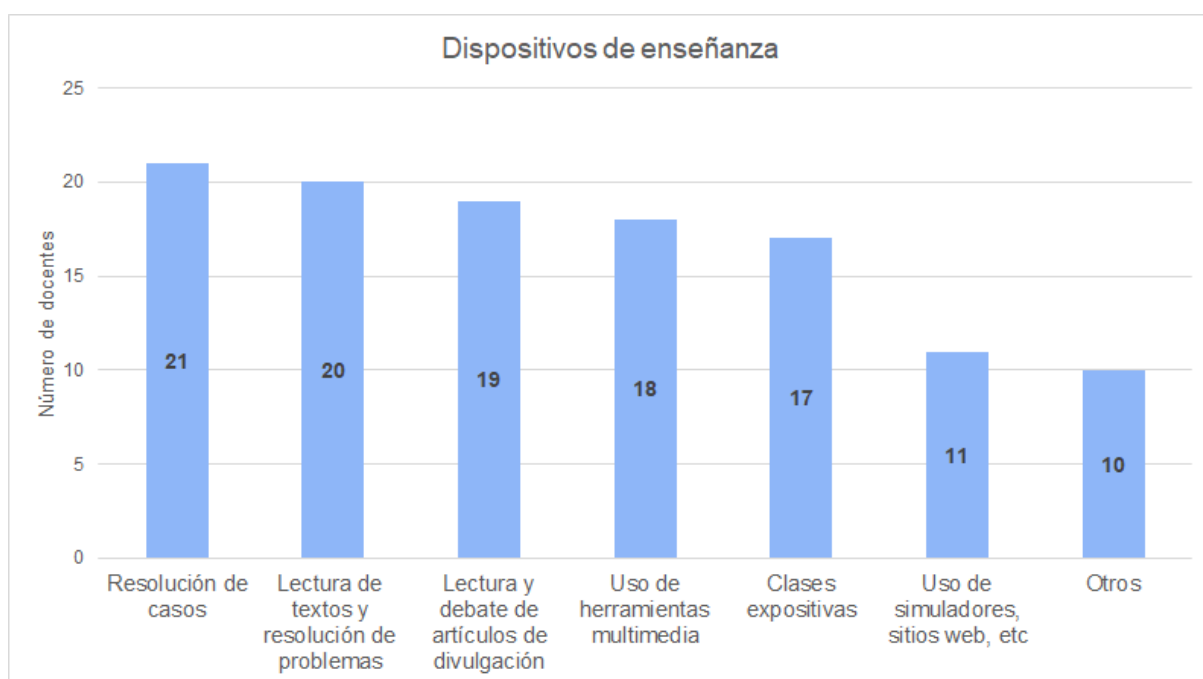


Figura 3. Dispositivos de enseñanza utilizados por lxs docentes de segundo año.

4. ¿Qué fuentes utilizás o sugerís a tus estudiantes a la hora de enseñar evolución?

Al presentar este cuarto interrogante, el 91% de lxs docentes respondieron “libros de texto de nivel medio”, quedando por detrás “recursos audiovisuales” y “textos de divulgación” (ambos indicados por el 48% del total de lxs docentes encuestadxs) que incluye fuentes bibliográficas escritas como noticias, artículos de divulgación, libros de enseñanza universitaria, etc. En la figura 4 se muestran los resultados en porcentaje de docentes de cada categoría de formación que indicó cada uno de los tipos de fuentes. Si bien no existen diferencias estadísticas significativas por formación (χ^2 : 4,20; p: 0,12), el 77% de lxs docentes con título habilitante y formación docente, usaron material de divulgación, mientras que el porcentaje

desciende a 55% en docentes con título superior no universitario y 33% a docentes con título habilitante.

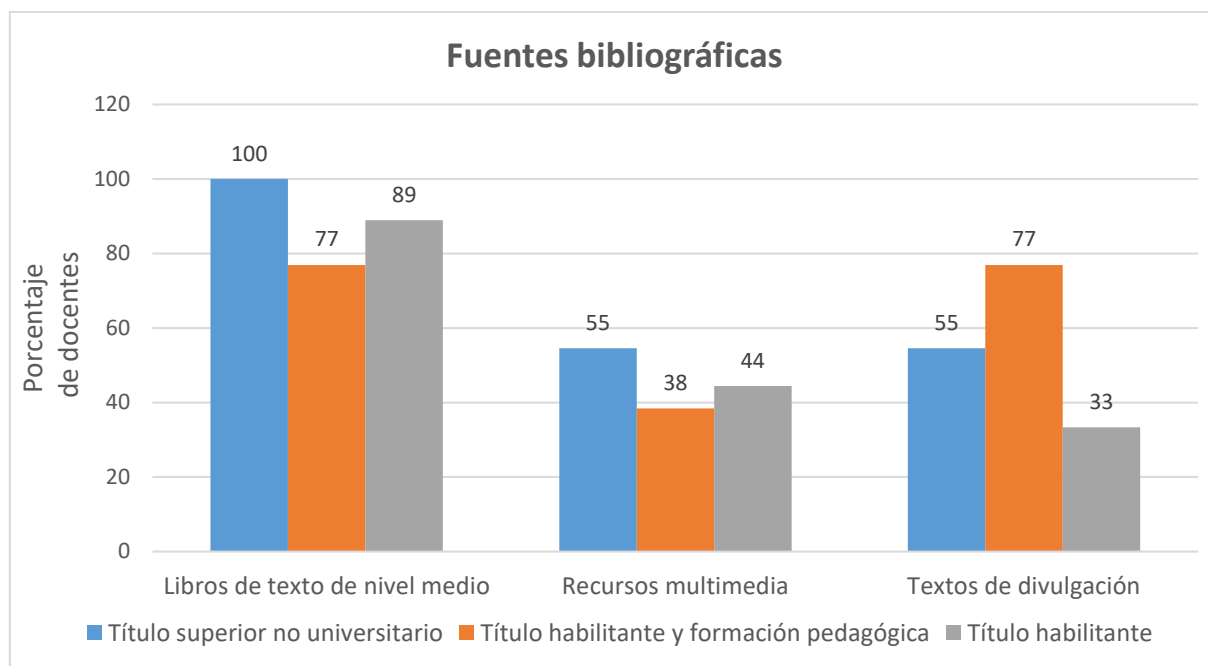


Figura 4. Fuentes utilizadas para la enseñanza por porcentaje de docentes y formación.

5. *¿Dictás todos los contenidos sugeridos por el diseño curricular provincial? ¿Qué grado de dificultad le atribuirías a cada uno?*

Ante estos interrogantes, lxs docentes manifestaron intentar dictar todos los contenidos, aunque se ven obligadxs a seleccionar los más relevantes considerando el volumen y complejidad de contenidos sugeridos por el diseño curricular, la falta de tiempo y la dificultad que les representa a lxs estudiantes comprender modelos como el de selección natural. En la tabla 2 se enumeran los porcentajes de dictado de los contenidos y el porcentaje de docentes (sobre el total de docentes encuestadxs) que asignaron cada grado de dificultad. Lxs docentes expresaron opiniones diversas y dispares que dificultan determinar con claridad el grado de complejidad de los contenidos. Los contenidos que presentaron dificultades mayores fueron árbol filogenético de la vida (36%) y selección natural (33%) para segundo año.

Tabla 2. Porcentaje de contenidos del diseño curricular dictados y su grado de dificultad.

Contenido (porcentaje de dictado)	Dificultad		
	Baja	Media	Alta
Teoría del ancestro en común (100%)	18%	48%	24%
Pruebas de la evolución (92%)	33%	33%	21%
Árbol filogenético de la vida (96%)	21%	36%	36%
Selección natural y adaptaciones (92%)	12%	45%	33%
Herencia de caracteres adquiridos (92%)	21%	52%	15%
Darwin y Lamarck (100%)	36%	27%	30%
Especie (100%)	27%	48%	15%

6. *¿Cuáles de estas imágenes representan erróneamente la teoría de la evolución?*

6.1. Imagen “Evolución de la jirafa”

La imagen de la figura 5 consiste en la representación habitual del aspecto teleológico de las ideas de Lamarck.

La mayoría de lxs docentes encuestadxs (79%) indicó que esta imagen es errónea, 23 de lxs cuales la relacionaron con las ideas de Lamarck (seis docentes lo asociaron con la idea de herencia de caracteres adquiridos, seis con el cambio de forma asociado a una necesidad, lxs 11 restantes indicaron sólo “ideas lamarckianas”). No se encontraron diferencias en las respuestas considerando la formación de grado de lxs docentes (X^2 : 5,52; p : 0,24). En la figura 6 se muestran los resultados por categoría.

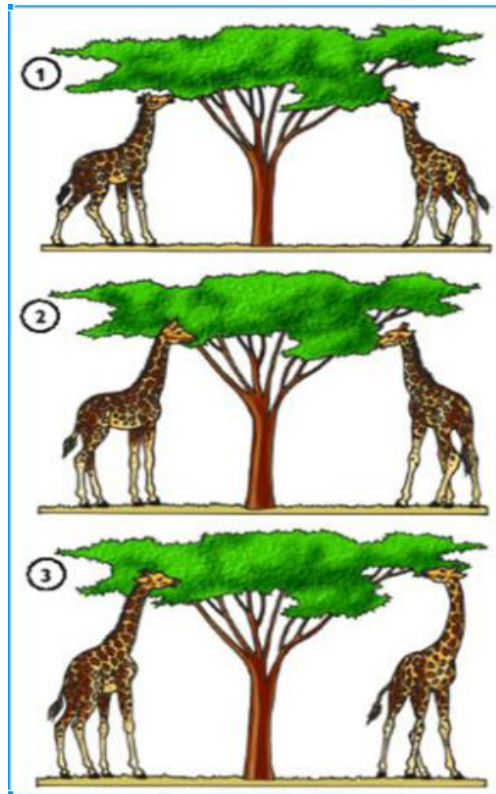


Figura 5. Imagen representativa de la evolución de la jirafa según las ideas de Lamarck.

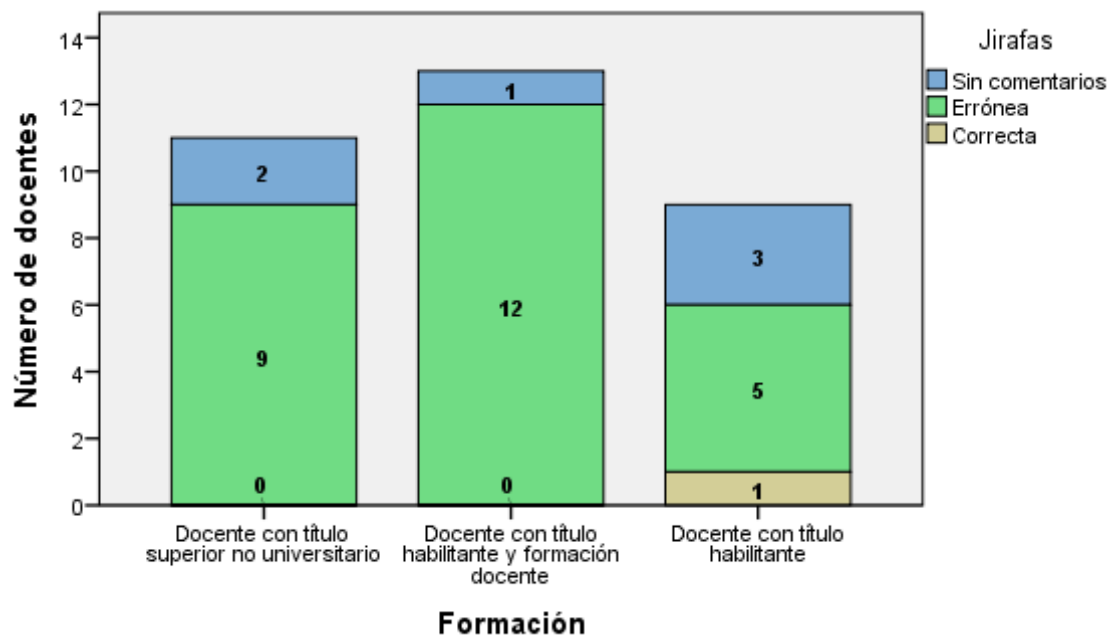


Figura 6. Número de docentes que indicaron que la imagen de la evolución de la jirafa es errónea desagregadxs por formación.

6.2 Imagen “Evolución humana”

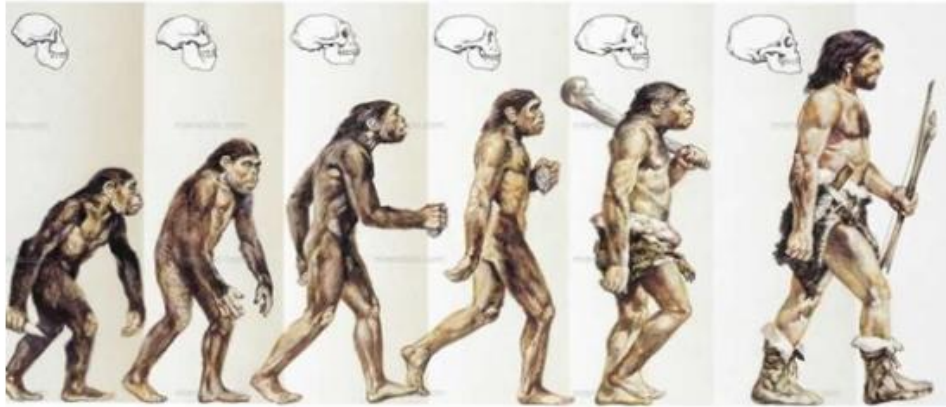


Figura 7. Imagen representativa de la evolución humana como un proceso lineal.

La imagen de la figura 7 describe la evolución humana como un proceso lineal, sin ramificaciones y teleológico. El 79% del total de lxs docentes encuestadxs (N=26) indicó que esta imagen es incorrecta, 19 de lxs 33 docentes encuestadxs, explicaron que está mal porque representa la idea de evolución lineal no ramificada. Al considerar las respuestas en función de la formación de lxs docentes, encontramos diferencias significativas (X^2 : 11,08; p = 0,02). Mientras que el 100% de lxs docentes con título superior no universitario consideraron que la imagen era errónea, el porcentaje era del 53% para lxs docentes con título habilitante y formación docente y del 33% de lxs docentes con título habilitante. La figura 8 muestra los resultados parciales para cada categoría de formación de lxs docentes.

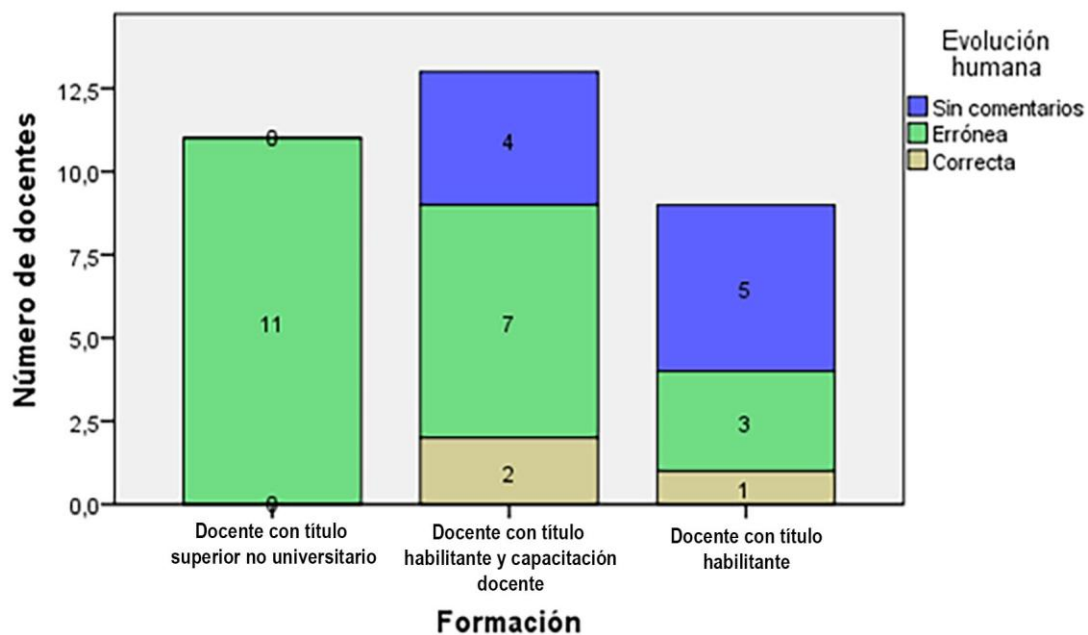


Figura 8. Número de docentes que indicaron que la imagen de la evolución humana es errónea desagregados por formación.

6.3 Imagen “Evolución del caballo”

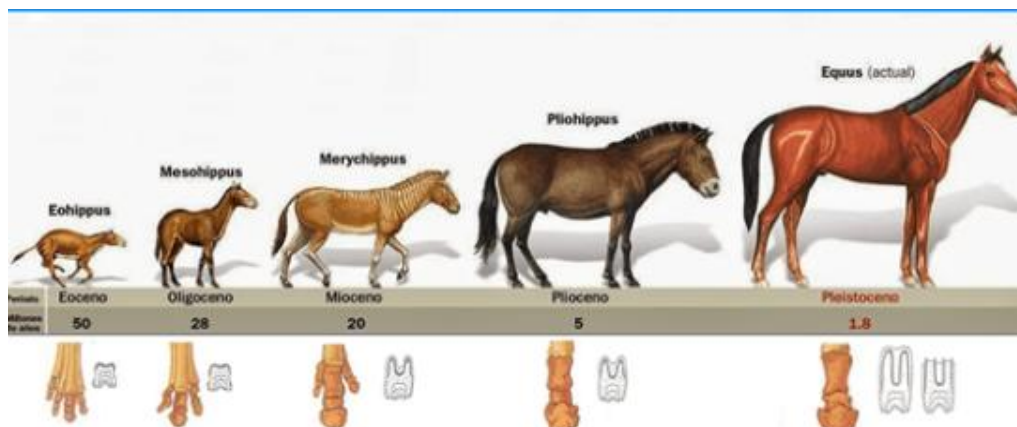


Figura 9. Imagen representativa de la evolución del caballo.

Esta imagen (figura 9), al igual que la anterior, representa la evolución del caballo como un proceso lineal y teleológico. A diferencia del caso anterior, sólo el 30% (N=10) de lxs docentes señaló que esta imagen es errónea por representar una idea lineal de la evolución. Si bien no se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre las respuestas según la formación de lxs docentes (χ^2 : 8,60; p: 0,07), la figura 10 muestra que ningúnx docente con título habilitante sin formación pedagógica reconoció esta imagen como errónea mientras que el 54% de lxs docentes con título docente superior no universitario y el 30% de lxs docentes con título habilitante y formación pedagógica sí lo hicieron.

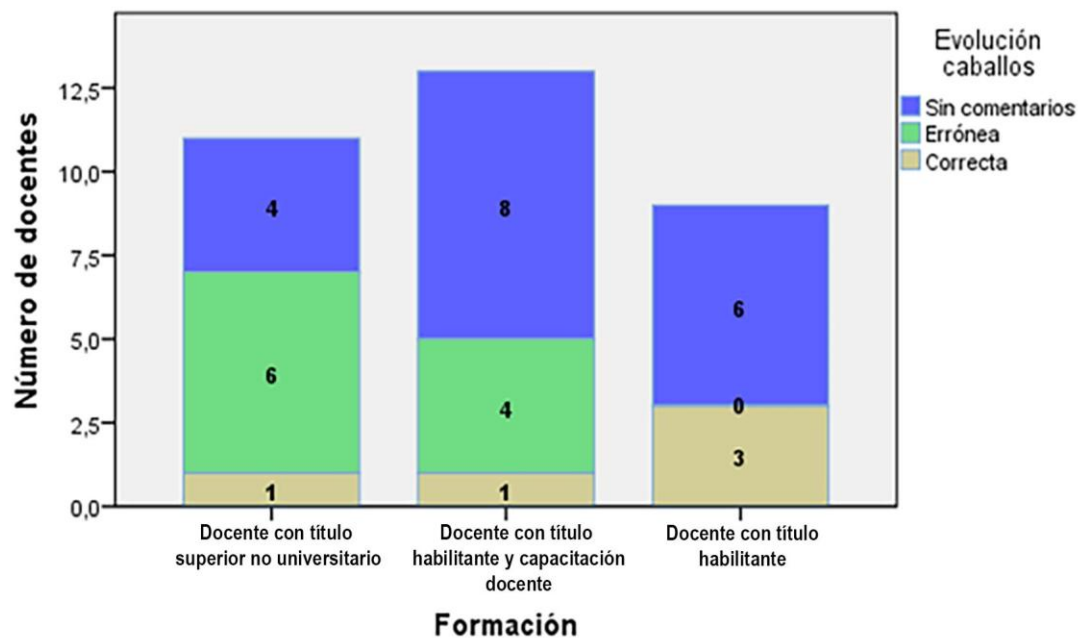


Figura 10. Número de docentes que indicaron que la imagen de la evolución del caballo es errónea desagregados por formación.

6.4 Imagen “Evolución de los vertebrados”

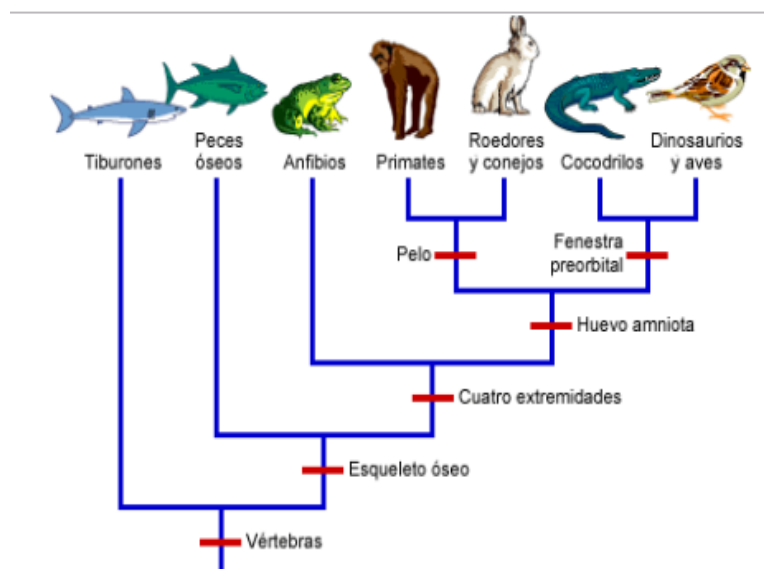


Figura 11. Imagen que representa la evolución de los vertebrados mediante un cladograma.

La figura 11 representa la evolución de los vertebrados de acuerdo a la escuela de clasificación conocida como Sistemática Filogenética o Cladismo. Las relaciones

evolutivas de los organismos considerados se representan mediante árboles evolutivos denominados cladogramas, que se construyen considerando caracteres homólogos derivados (apomorfías). El análisis cladístico forma la base de la mayoría de los sistemas modernos de clasificación biológica que buscan agrupar a los organismos por sus relaciones evolutivas. La imagen es un modelo adecuado de la evolución de los vertebrados.

La figura 12 muestra que 9 docentes (27%) consideran que la imagen es errónea, no existiendo diferencias entre los tres grupos de docentes ponderados por su formación (X^2 : 0,22 ; p: 0,81).

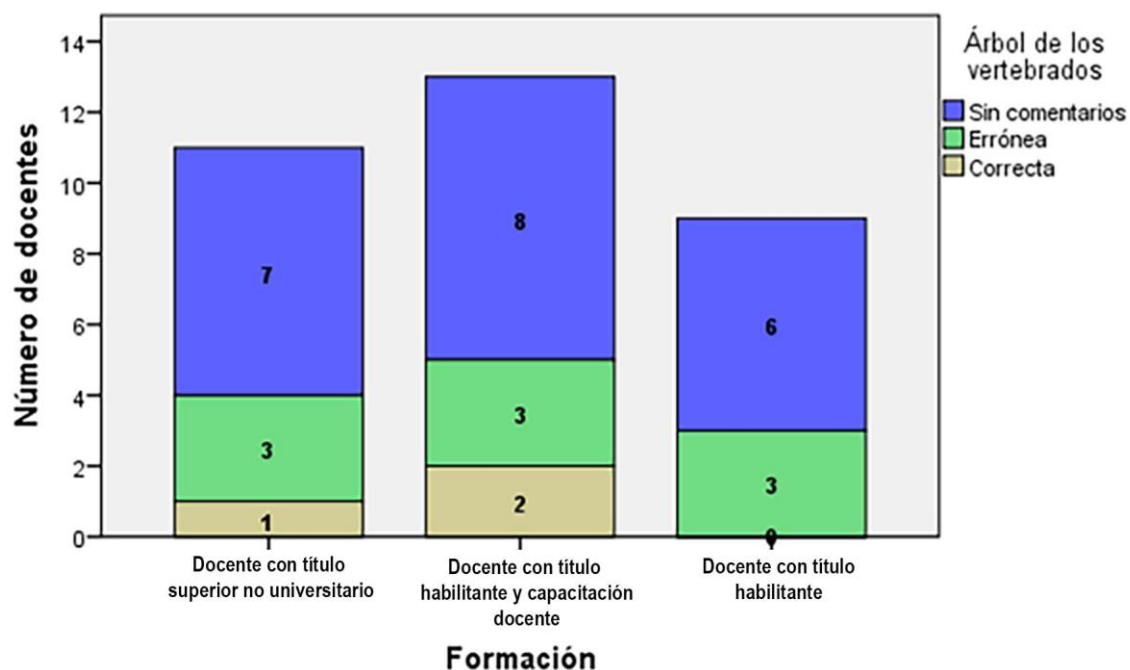


Figura 12. Número de docentes que indicaron que la imagen de la evolución de los vertebrados es errónea desagregados por formación.

7. Problemas de opción múltiple.

En este caso, les presentamos tres situaciones problemáticas y los docentes debían elegir y fundamentar qué opción consideraban que elegirían sus estudiantes. La pregunta fue planteada de este modo para evitar que los docentes se sintieran evaluados (objetivo que se logró parcialmente) y para identificar dificultades de los estudiantes detectadas por los docentes.

Situación 1.

Cuando usamos un insecticida, algunas cucarachas no mueren. Esto se debe a que:

- 1.El insecticida cambia la información genética de la cucaracha sobre la que se aplica el veneno; la hace mutar, haciéndola más resistente;
- 2.Las cucarachas van recibiendo varias dosis pequeñas de veneno; de esta forma pueden irse adaptando a él;
- 3.Algunas cucarachas tienen la información genética que las hace resistentes al insecticida, aunque nunca hayan estado en contacto con él;
- 4.Las cucarachas mutan para mejorar;
- 5.Otra explicación

El 36% de lxs docentes encuestadxs refirieron que sus estudiantes responderían correctamente eligiendo la opción 3. El 24% indicó que lxs estudiantes seleccionarían la opción 2. Los fundamentos fueron variados, pero se repite la idea de que la palabra “adaptación” influiría en la elección. El 18% expresaron que elegirían la opción 4. La siguiente fundamentación de unx docente, resume las restantes opiniones:

-“... Los alumnos suelen confundir evolución con mejora, también suelen aceptar algunos postulados de Lamarck con respecto a evolución, como desarrollo o pérdida por uso y desuso de órganos, desarrollo de una tendencia interna a mejorar o que los cambios se dan para una finalidad en particular...”(Docente 13).

Dos docentes indicaron que sus estudiantes indicarían la opción 1 porque consideran que los estudiantes “ven la evolución a nivel del individuo que se transforma y no a nivel poblacional.” (Docente 8) y porque “piensan que, de cierta forma, la cucaracha (de forma individual) va resistiendo cada vez un poquito más el insecticida. Entonces, llega un momento en que no se muere y tengo que usar un veneno más poderoso” (Docente 20).

Finalmente, el 12% eligió otras opciones (alguna combinación de las opciones anteriores u otra explicación).

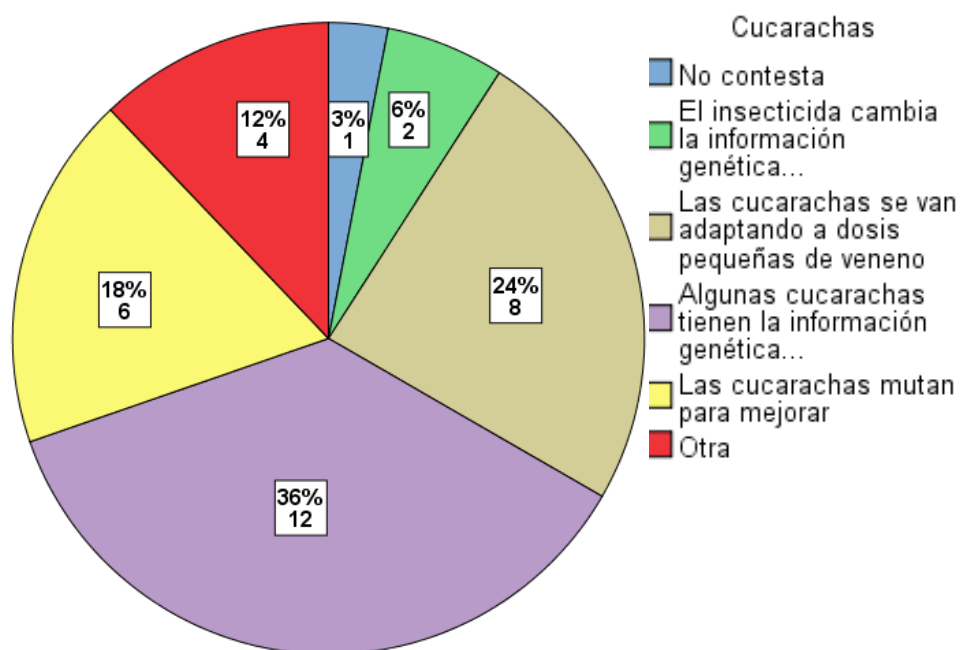


Figura 13. Porcentaje de docentes que indicaron que lxs estudiantes elegirían las opciones de la situación 1 sobre resistencia a insecticidas en cucarachas.

Situación 2.

La presencia de membranas entre los dedos en los pies de los patos, puede ser atribuida a:

1. La necesidad de nadar mejor.
2. La necesidad de adaptarse a ciertas condiciones ambientales.
3. La aparición casual de una mutación.
4. Otros.

Sólo el 21% de los docentes consideró que sus estudiantes contestarían correctamente que las membranas entre los dedos de las patas de los patos se deben a la aparición causal de una mutación. Los demás docentes, consideran que sus alumnos elegirían opciones relacionadas con la idea de “necesidad” tanto de nadar mejor como de adaptarse a las condiciones ambientales. La siguiente fundamentación resume lo expresado:

“Los alumnos pueden pensar que puede haber una necesidad de nadar mejor, y para esto desarrollan una membrana entre los dedos. Los alumnos suelen confundir evolución con mejora, también suelen aceptar algunos postulados de Lamarck con respecto a evolución, como desarrollo o pérdida por uso y desuso de órganos, desarrollo de una tendencia interna a mejorar o que los cambios se dan para una finalidad en particular. En general no tienen presente que las mutaciones pueden ser una causa de evolución y que se dan al azar y son seleccionados los individuos según el ambiente.” (Docente 4)

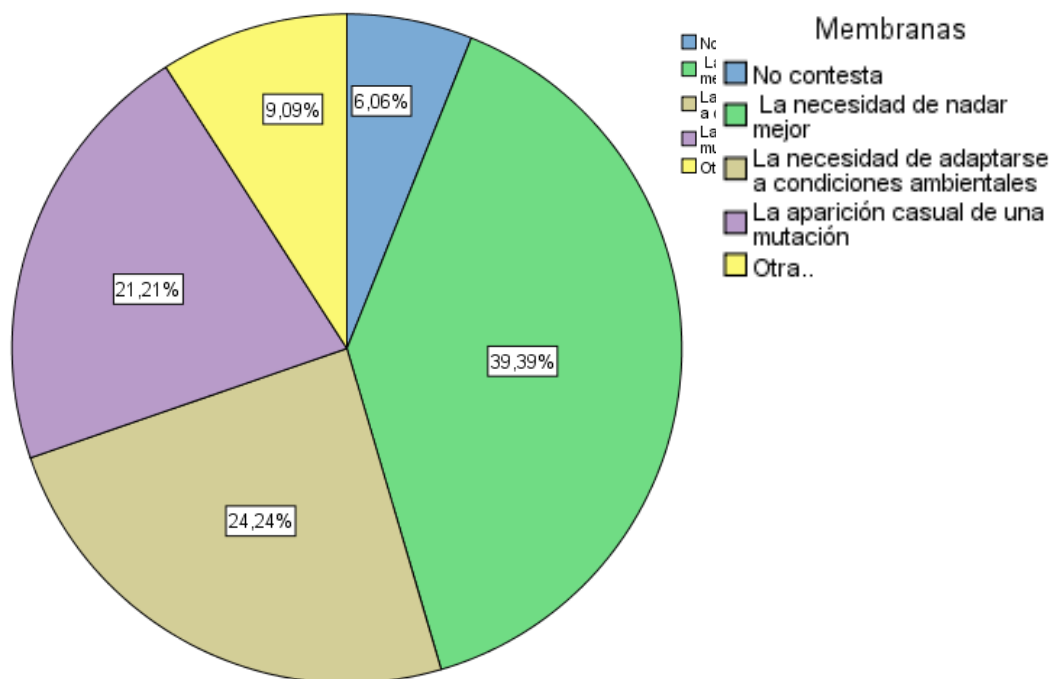


Figura 14. Porcentaje de docentes que indicaron que lxs estudiantes elegirían las opciones de la situación 2.

Situación 3.

La ceguera de las salamandras que viven en las cuevas se debe a que:

1. Como no necesitan ver, al no usarlos, los ojos se atrofian.
2. Las salamandras evolucionaron para perder su vista, porque era innecesaria.
3. Un órgano no vital, como los ojos, puede perderse.
4. La oscuridad modifica la información genética, de manera que los ojos ya no aparecen.
5. Otra explicación

Los resultados obtenidos, graficados en la figura 16, muestran que la mayoría de los docentes, independientemente de su formación, consideran que sus estudiantes responderían que la ceguera de las salamandras se debe a que como no necesitan ver, al no usarlos, los ojos se atrofian. En general, los docentes fundamentan su elección expresando que en sus alumnos predominan las ideas lamarckianas del uso y el desuso. Ejemplo:

“...Normalmente los alumnos entienden a la evolución como la búsqueda de la perfección por lo que cada característica debe tener un fin bien marcado. En este caso es posible que relacionen la situación con la necesidad del pato de nadar mejor. Casi siempre los alumnos explican las situaciones utilizando el modelo de Lamarck sin interiorizarse en que es un modelo erróneo.” (Docente 1).

Sin embargo, los fundamentos expresados por dos docentes al elegir la opción 1, muestran que el pensamiento lamarckiano también está presente en lxs docentes:

- “Porque hemos hablado de órganos vestigiales y como por ejemplo en algunos mamíferos acuáticos como las ballenas mantienen los vestigios de las extremidades posteriores.” (Docente 18)
- “Hemos visto otros ejemplos donde los órganos o estructuras se atrofian o pierden su funcionalidad.” (Docente 8)

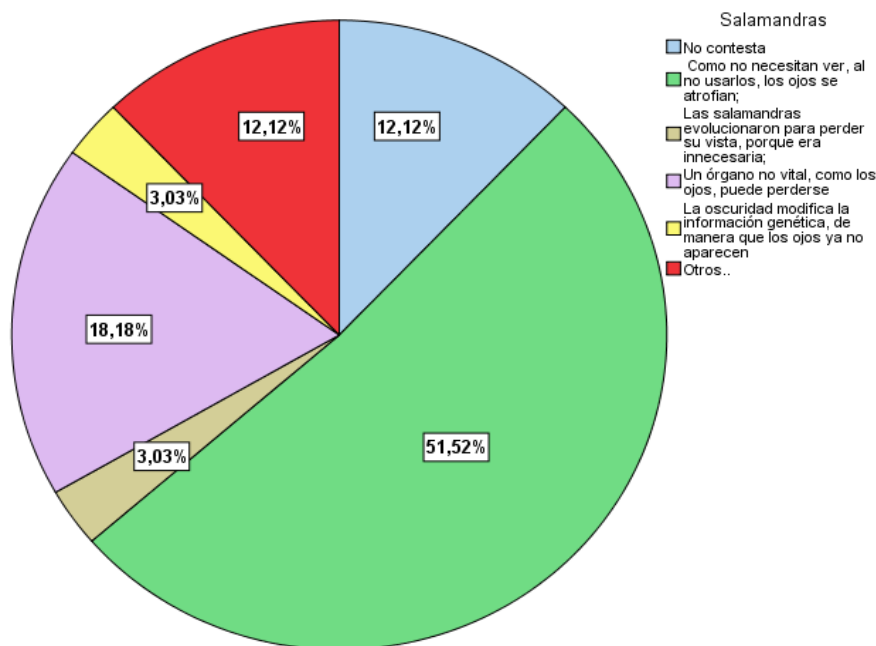


Figura 15. Porcentaje de docentes que indicaron que lxs estudiantes elegirían las distintas opciones de la situación sobre la ceguera de las salamandras.

ENCUESTAS A DOCENTES DE QUINTO AÑO

Se encuestaron siete docentes de quinto año: tres egresadxs de un Instituto Superior de Formación docente (título superior no universitario), tres biólogxs con formación pedagógica y unx biólogx sin formación docente posterior.

A continuación, se presentan los resultados obtenidos organizados de acuerdo a las preguntas que conforman la encuesta.

1. ¿Qué elementos favorecen la enseñanza de la evolución?

Al presentar este primer interrogante a lxs docentes de quinto año pudiendo marcar más de una opción, seis seleccionaron la opción “interés personal”, cinco “la formación de grado”, “el interés de lxs estudiantes” y “la actualización docente”. En la figura 16, se detalla el número de docentes que indicaron las diferentes opciones propuestas.

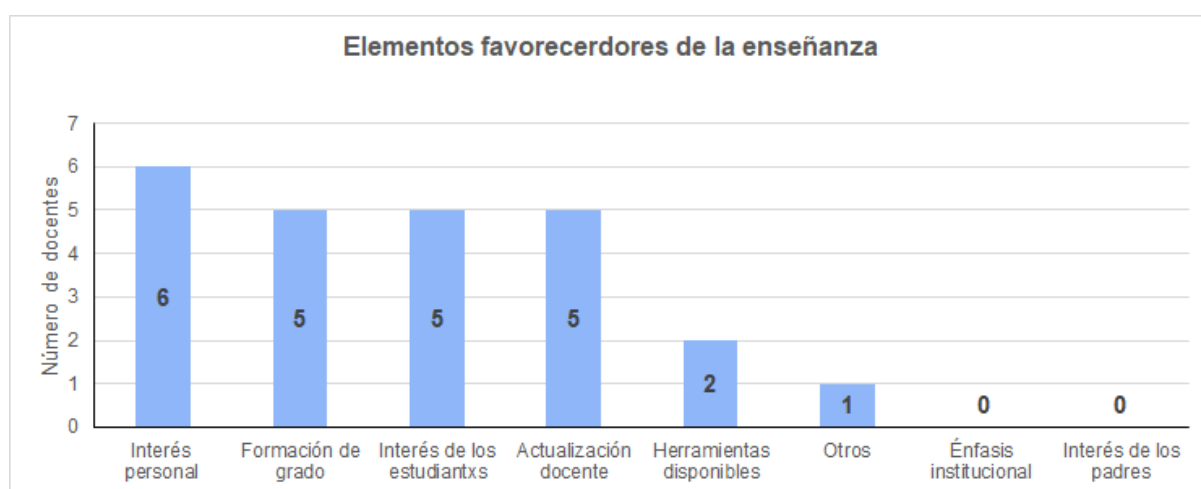


Figura 16. Elementos que favorecen la enseñanza de la teoría de la evolución para docentes de quinto año.

2. ¿Qué elementos obstaculizan la enseñanza de la evolución?

Al presentar este segundo interrogante, los principales obstáculos identificados por lxs docentes fueron la “falta de capacitaciones” (cinco docentes). Además, tres docentes indicaron “otros” y mencionan “los preconceptos o concepciones generadas a partir de la intuición”, “la concepción lamarckiana del uso y desuso” y “En algunas oportunidades lxs estudiantes plantean conflictos con cuestiones religiosas pero la discusión se zanja explicando que la idea es trabajar el contenido desde el respeto de las creencias personales.”

Ningún docente consideró que existan obstáculos relacionados con el rechazo o desinterés institucional de la teoría evolutiva, rechazo de las familias ni con la contraposición de ésta con sus valores y/o creencias personales. En la figura 17 se muestran los resultados obtenidos.

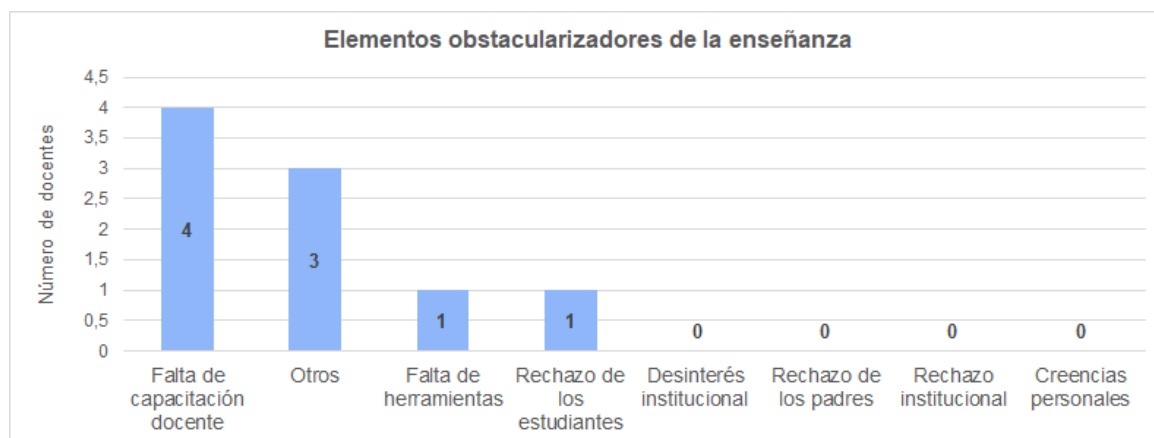


Figura 17. Aspectos que obstaculizan la enseñanza de la teoría de la evolución por cantidad de docentes de quinto año.

3. *¿Qué modalidades elegís para desarrollar tus clases?*

Al presentar este interrogante a los docentes de quinto año, todos indicaron que el dispositivo usado era la “resolución de casos”, seis “lectura y debate de artículos de divulgación” y “utilización de herramientas multimedia” y cinco “clases expositivas”. La opción “otros” fue elegida por cinco docentes, que mencionan que desarrollan sus clases con juegos, videos, relatos, salidas a campo, análisis de noticias e imágenes. La figura 18 resume los resultados obtenidos.

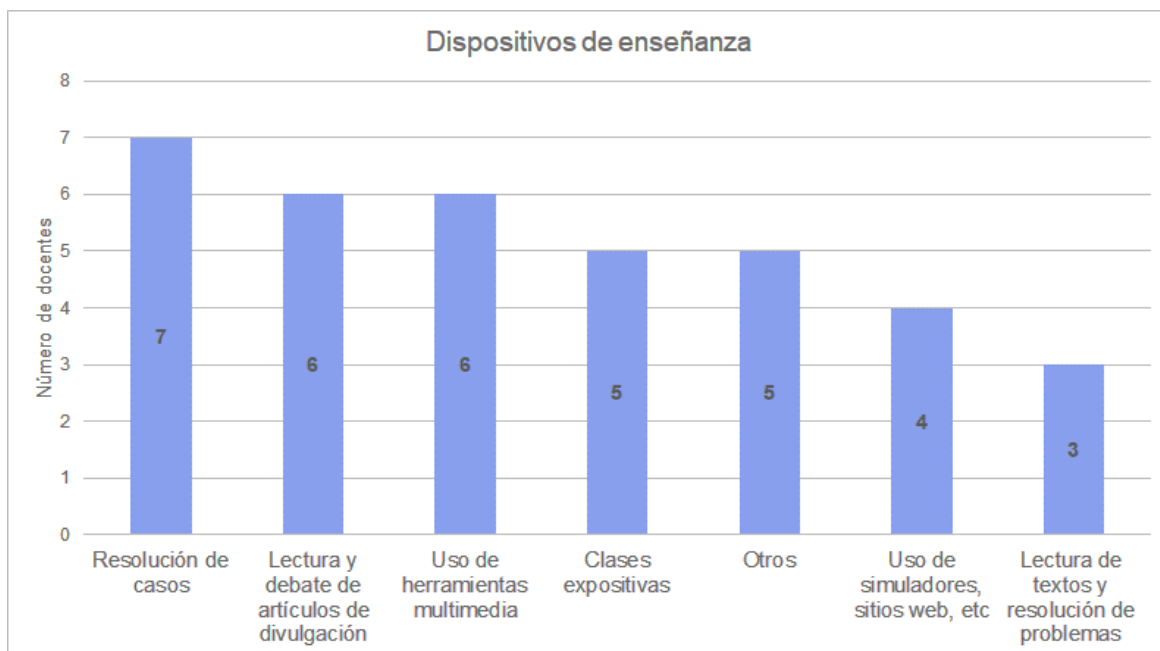


Figura 18. Dispositivos de enseñanza utilizados por lxs docentes de segundo año encuestados.

4. ¿Qué fuentes utilizás o sugerís a tus estudiantes a la hora de enseñar evolución?

Al presentar este cuarto interrogante, lxs docentes indicaron que no hay libros de textos de nivel medio específicos para quinto año. Lxs docentes utilizan distintos materiales de divulgación (artículos de diarios y revistas, videos, películas). Además, tres docentes explicaron que elaboraron sus propios cuadernillos con información de distintas fuentes bibliográficas (libros de enseñanza universitaria, libros de textos de otros años, revistas de educación especializadas en términos biológicos, etc).

5. ¿Dictás todos los contenidos sugeridos por el diseño curricular provincial? ¿Qué grado de dificultad le atribuirías a cada uno?

Ante estos interrogantes, lxs dos docentes de las escuelas dependientes de la Universidad Nacional del Sur encuestadxs explicaron que el diseño curricular es diferente al de la provincia de Buenos Aires por lo que no se enseñan todos los contenidos mencionados en la encuesta. Lxs cinco docentes restantes manifestaron dictar todos los contenidos.

En la tabla 3 se enumeran el número de docentes que asignó cada grado de dificultad. Si bien lxs docentes expresaron opiniones diversas, el contenido que presentó

mayores dificultades fue el determinismo biológico mientras que la evolución humana fue el de menor dificultad.

Tabla 3. Número de docentes que manifestó distintos grados de dificultad de los contenidos del diseño curricular de quinto año.

Contenido	Dificultad		
	Baja	Media	Alta
Evolución humana	3	1	1
Evolución del cerebro humano	1	2	2
Determinismo biológico.	1	1	3
Origen de las especies	1	3	1
Mecanismos alternativos de cambio evolutivo	2	1	2
Origen de la variabilidad genética	2	1	2

6. *¿Cuáles de estas imágenes representan erróneamente la teoría de la evolución?*

6.1. Imagen “Evolución de la jirafa”

Seis de los siete docentes de quinto año encuestados indicaron que la figura 5 es errónea y la asociaron con las ideas lamarckianas de “uso y desuso” y “herencia de caracteres adquiridos”. Lx docente restante manifestó que es correcta y la asoció con la selección natural darwiniana.

6.2 Imagen “Evolución humana”

El 100% de los docentes de quinto año encuestados indicó que la figura 7 es errónea. Cinco docentes explicaron que esquematiza la evolución humana como un proceso lineal y tres ellxs agregaron que muestra, erróneamente, que el hombre desciende del mono.

6.3 Imagen “Evolución del caballo”

A diferencia de los resultados para lxs docentes de segundo año, la mayoría de lxs docentes de quinto año (cinco de siete) reconocieron que la imagen (figura 9) es errónea porque representa la evolución del caballo como un proceso lineal. Unx de lxs docentes que expresó que era correcta explicó que “es correcta, ya que la evolución del caballo es uno de los ejemplos de evolución con el registro fósil completo” (Docente 3).

6.4 Imagen “Evolución de los vertebrados”

Ningunx de los docentes de quinto año encuestadxs indicó que la figura 11 representa un modelo erróneo de la evolución.

7. Problemas de opción múltiple.

A lxs docentes de quinto año se les presentaron las mismas situaciones problema que a lxs docentes de segundo año.

Situación 1. Cucarachas

Cuando usamos un insecticida, algunas cucarachas no mueren. Esto se debe a que:

1. El insecticida cambia la información genética de la cucaracha sobre la que se aplica el veneno; la hace mutar, haciéndola más resistente;
2. Las cucarachas van recibiendo varias dosis pequeñas de veneno; de esta forma pueden irse adaptando a él;
3. Algunas cucarachas tienen la información genética que las hace resistentes al insecticida, aunque nunca hayan estado en contacto con él;
4. Las cucarachas mutan para mejorar;
5. Otra explicación

En esta primera situación problema, tres de siete docentes de quinto año encuestadxs indicaron que lxs estudiantes contestarían correctamente eligiendo la opción 3 y expresaron que en quinto año “comprenden la situación” (Docente 6). Dos docentes sostuvieron que lxs estudiantes responderían que las cucarachas “mutan para mejorar” mientras unx docente eligió la opción 2 y expresó que “son contenidos más avanzados (respecto a los de segundo año) y de acuerdo a la edad están en

condiciones de responderla” (dando a entender que consideraba que era la respuesta correcta) (Docente 3).

Situación 2.

La presencia de membranas entre los dedos en los pies de los patos, puede ser atribuida a:

1. La necesidad de nadar mejor;
2. La necesidad de adaptarse a ciertas condiciones ambientales;
3. La aparición casual de una mutación;
4. Otros

En esta situación, tres docentes indicaron que sus estudiantes contestarían correctamente que las membranas entre los dedos de las patas de los patos se deben a la aparición causal de una mutación y otros tres consideraron que sus alumnos elegirían opciones relacionadas con la idea de “necesidad” tanto de nadar mejor como de adaptarse a las condiciones ambientales. Al respecto expresaron que “La idea de “adaptarse” es muy común y sigue generando confusiones” (Docente 3) y “Los alumnos pueden pensar que puede haber una necesidad de nadar mejor, y para esto desarrollan una membrana entre los dedos.” (Docente 5)

Situación 3.

La ceguera de las salamandras que viven en las cuevas se debe a que:

1. Como no necesitan ver, al no usarlos, los ojos se atrofian;
2. Las salamandras evolucionaron para perder su vista, porque era innecesaria;
3. Un órgano no vital, como los ojos, puede perderse;
4. La oscuridad modifica la información genética, de manera que los ojos ya no aparecen;
5. Otra explicación

Los resultados obtenidos son similares a los casos anteriores. Tres docentes consideraron que sus estudiantes responderían correctamente que un órgano no vital, como los ojos, puede perderse, mientras que los restantes indicaron que sus

estudiantes elegirían opciones relacionadas con el “uso y desuso” y la “necesidad impuesta por el ambiente”.

DISCUSIÓN

En este trabajo abordamos distintos aspectos vinculados con la enseñanza de la teoría de la Evolución en las escuelas secundarias de Bahía Blanca, explorando cuestiones relacionadas tanto con los contenidos evolutivos propiamente dichos como con dimensiones del contexto en el que se da el proceso de enseñanza y aprendizaje.

En primer lugar, nuestros resultados sugieren que la incorporación de la teoría de la Evolución como contenido a enseñar no está influida por el tipo de escuela secundaria (laica-religiosa) en Bahía Blanca. Sin embargo, es importante mencionar la aparición de las creencias religiosas de lxs estudiantes entre los obstáculos percibidos por lxs docentes al momento de dictar contenidos evolutivos. En este contexto, sería esclarecedor estudiar el rol institucional en cuanto a estimular o desalentar la enseñanza de los contenidos evolutivos ya que lxs docentes refieren una baja participación de las instituciones educativas. Este aspecto lo consideramos particularmente relevante por dos motivos relativos respectivamente a cada categoría del ítem: por un lado, pensamos a los contenidos evolutivos como un elemento fundamental para la enseñanza de la biología y por ende debería existir un apoyo institucional explícito hacia estos espacios del currículum; y por otro, si bien lxs docentes no refieren intervención institucional, es una realidad que en la actualidad existen movimientos pertenecientes a distintas iglesias promotores de posturas antievolucionistas, circunstancia que sin duda, impactaría en el sistema educativo. En consecuencia, creemos que sería importante trabajar en remarcar la distinción entre ciencia y religión desde una perspectiva epistemológica poniendo particular atención en los contenidos vinculados con la naturaleza de la ciencia (Sanmartí, 2002; González Galli, 2010).

Otro aspecto que fue considerado un importante obstaculizador de la enseñanza de los contenidos evolutivos es la falta de capacitaciones docentes, que se suma a aspectos relacionados con la extensión y la complejidad de los contenidos a enseñar. Consideramos, entonces, que deberíamos profundizar en el estudio de las razones por las cuales el interés respecto de los contenidos evolutivos por parte de lxs

docentes y estudiantes se ubican como principales elementos favorecedores para trabajar en el aula, cuando estos factores deberían idealmente ser igualados o superados por la formación y la capacitación docente.

En relación a los dispositivos de enseñanza y a la bibliografía utilizados, pudimos establecer que en segundo año la situación es homogénea con un 91% de los docentes que utiliza los libros de texto del nivel como fuente bibliográfica. En la enseñanza de los contenidos evolutivos prevalece un dispositivo fundamentalmente conductista, centrado en el docente como transmisor de conocimientos, donde la lectura de libros de texto de nivel medio con la resolución de guías de preguntas se complementa con la resolución de casos, las clases expositivas y la utilización de herramientas multimedia. Por otro lado, en quinto año el panorama se presentó más diversificado repartiéndose el tiempo de clase entre la resolución de casos, la lectura y debate de artículos de divulgación, la utilización de herramientas multimedia, las clases expositivas, las salidas a campo y el análisis de noticias entre otras opciones. Algo similar ocurrió con las fuentes bibliográficas. Es destacable que tres de los siete docentes de quinto refirieron generar sus propios cuadernillos por no contar con un libro de este nivel donde apoyarse. La variedad de fuentes y estrategias en quinto año podría atribuirse a la falta de material didáctico específico, la mayor profundidad de los contenidos y la mayor madurez de los estudiantes en esta instancia, donde tienen más herramientas para afrontar e involucrarse en propuestas educativas más ambiciosas. Sería pertinente indagar y analizar con mayor profundidad la adecuación de cada uno de estos recursos a la situación de enseñanza y aprendizaje, así como también, la calidad de los recursos utilizados, incluyendo en esta categoría a los libros de texto de nivel medio, las guías de preguntas y las herramientas multimedia (Guerra, 2009). Estas últimas dos premisas orientadas a conocer la adecuación y calidad de las estrategias y materiales también aplicarían para quinto año.

Las menciones por parte de los docentes en referencia a la falta de tiempo para dictar apropiadamente todos los contenidos y la excesiva complejidad de los mismos, sugeriría la necesidad de una revisión crítica de los contenidos curriculares y de las prácticas educativas entendiéndolos como aspectos directamente condicionantes para la enseñanza y el aprendizaje de la evolución.

Ya mencionamos que la condición de laica o religiosa de las escuelas no influyó en la forma en que se enseñan los contenidos evolutivos. Ahora bien, cuando tenemos en cuenta la formación de grado de lxs docentes las aseveraciones en uno u otro sentido son menos categóricas, dado que pudimos observar desempeños variables al momento de responder las preguntas sobre las imágenes y las situaciones problemáticas, ítems que en cierto punto ponían en juego sus conocimientos evolutivos. Se manifestaron diferencias entre las categorías, teniendo un mejor desempeño lxs docentes con formación pedagógica. Consideramos, entonces, que se debería ahondar en el estudio de las posibilidades formativas en relación con los contenidos de evolución ofrecidas en los espacios de formación superior, dedicados específicamente o no, a la formación de docentes de Biología entendiendo a la instrucción disciplinar como un elemento importante al igual que lo es la didáctica.

El análisis de los datos nos permitió, además, detectar cierto grado de razonamiento teleológico, es decir explicaciones que hacen referencia a las nociones de meta, fin u objetivo y conceptos relacionados como los de diseño y función (Gaeta et al., 1996), en el discurso de lxs docentes. Sin embargo, sería necesaria una aproximación enfocada particularmente en las formas de razonamiento de lxs docentes para corroborar esta posibilidad y profundizar nuestra comprensión al respecto. Asimismo, es remarcable, de acuerdo con lo planteado por lxs docentes, la aparición de razonamientos teleológicos también en lxs estudiantes como una dificultad a la hora de aprender contenidos evolutivos. En relación a la dificultad representada por los contenidos en particular a la hora de enseñarse y aprenderse, aunque los datos son muy variables, podríamos asignarle la mayor complejidad al modelo de evolución por selección natural y el árbol de la vida (en segundo año) y determinismo biológico (en quinto año).

Nos parece importante resaltar estos contenidos dada su importancia en el contexto de la Teoría de la Evolución. Por un lado, es crucial que docentes y estudiantes alcancen una comprensión razonada de la selección natural, el mecanismo evolutivo más importante para explicar la adaptación y gran parte de la diversidad de formas en nuestro planeta. Por otro lado, también es central que entiendan la evolución de la biodiversidad como un proceso ramificado, y no lineal, representado por árboles dicotómicos. Y finalmente, es importante alcanzar una

mirada crítica sobre los discursos que abordan el determinismo biológico dada su relevancia social (Davson-Galle, 2004).

La dificultad en la comprensión de estas ideas está asociada, en parte, con modos de razonamiento espontáneos, de sentido común, que se configuran en obstáculos epistemológicos al momento de aprender. Ejemplos de obstáculos epistemológicos son el pensamiento teleológico, lineal, centrado en el individuo y no en las poblaciones y el esencialismo (González Galli y Menardi, 2015).

La aparición de estas explicaciones de sentido común tanto en estudiantes como en docentes, si bien era un resultado esperable, nos estimula a seguir indagando para conocer con mayor detalle su relación con la enseñanza y el aprendizaje de los contenidos evolutivos en el contexto local y, eventualmente, diseñar estrategias didácticas que colaboren con la regulación metacognitiva de este tipo de razonamientos, en tanto obstáculos epistemológicos (Gonzalez Galli, 2019).

A partir del análisis de los resultados obtenidos y de acuerdo a lo establecido en el plan de trabajo, se realizó una primera aproximación al diseño de un dispositivo de enseñanza a través de la elaboración de la unidad didáctica que se adjunta en el Anexo 2. Esta consiste en una serie de actividades para trabajar contenidos acerca de la teoría de la Evolución teniendo en cuenta los obstáculos y dificultades señalados por lxs docentes en las encuestas.

BIBLIOGRAFÍA

- Apesteguía, S., Ares, R. (2009) *Vida en evolución. La historia natural vista desde Sudamérica*. Buenos Aires: Vázquez Mazzini.
- Astolfi, J. (2001) *Conceptos clave en la didáctica de las disciplinas*. Sevilla: Díada.
- Astolfi, J., Peterfalvi, B. (2001) Estrategias para trabajar los obstáculos: dispositivos y resortes. En Camilloni, A. (Ed.). *Los obstáculos epistemológicos en la enseñanza*. Barcelona: Gedisa. p. 191-223.
- Barbier, J.M. (1996) *Savoirs Théoriques et savoirs d'action*. París: PUF.
- Barcelona, M.C., Bono, L.C., Paolantonio, S. (2009) *Propuestas educativas en torno al año darwiniano*. Ministerio de Educación. Gobierno de la provincia de Córdoba. [http://www.igualdadycalidadcba.gov.ar/SIPEC- Ciencias Naturales 6 CBA/plantillas/publicaciones.html](http://www.igualdadycalidadcba.gov.ar/SIPEC-CienciasNaturales6CBA/plantillas/publicaciones.html).
- Biología: Darwin y la evolución* (2009) Buenos Aires, Argentina: Ministerio de Educación de la Ciudad de Buenos Aires.
- Román, V., Capozzo, L. (2009) *Darwin 2.0. La teoría de la evolución en el Siglo XXI*. Buenos Aires: Marea.
- Davson-Galle, P. (2004) Philosophy of Science, Critical Thinking and Science Education. *Science & Education* 13: 503-517.
- Dobzhansky, T. (1973) Nothing in biology makes sense except in the light of evolution. *The American Biology Teacher* 35(3): 125-129.
- Darwin hoy. El origen de las especies después de un siglo y medio*. (2009) *Ciencia hoy* 19(113): 1-83
- Eldredge, N. (2009) *Darwin. El árbol de la vida*. Madrid: Katz.
- Gaeta, R., Gentile, N., Lucero, S., Robles, N. (1996) *Modelos de explicación científica. Problemas epistemológicos de las ciencias naturales y sociales*. Buenos Aires, Argentina: Eudeba.
- González Galli, L. (2010) Capítulo 3. ¿Qué ciencia enseñar? En: *Educación en Ciencias*. Meinardi y col. Buenos Aires: Paidós.
- González Galli, L. (2019) Enseñanza de la Biología y pensamiento crítico: la importancia de la metacognición. *Revista de Educación en Biología* 22(2): 4-24.
- González Galli, L. y Menardi, E. (2013) ¿Está en crisis el darwinismo? Los nuevos modelos de la biología evolutiva y sus implicaciones didácticas. *Didáctica de las Ciencias Experimentales y Sociales* 27: 219-234
- González Galli, L. y Menardi, E. (2015) Obstáculos para el aprendizaje del modelo de evolución por selección natural, en estudiantes de escuela secundaria de Argentina. *Ciência & Educação (Bauru)* 21(1): 101-122.

- Guerra, M. (2009) *La evolución en las aulas*. Universidad Nacional del Cuyo. Recuperado de <https://bdigital.uncu.edu.ar/fichas.php?idobjeto=3869>
- Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., Baptista Lucio, P. (2010) *Metodología de la investigación*. México: Editorial Mc Graw Hill.
- Kemmis, S. (2010) What is professional practice? Recognizing and respecting diversity in understandings of practice. En Clive K. (ed.) *Elaborating professionalism: Studies in practice and theory*. New York: Springer. Recuperado de http://www.csu.edu.au/__data/assets/pdf_file/0011/154865/Kemmis_Prof_Practice_chapter_02.pdf
- Laland, K.N., Uller T., Feldman F., Sterelny K., Müller G.B., Moczek A., Jablonka E., OdlingSmee J., Wray G.A., Hoekstra H.E., Futuyma D.J., Lenski R.E., Mackay T.F.C, Schluter D., Strassmann J.E. (2014) "Does Evolutionary Theory Need a Rethink?". *Nature* 514(7521): 161-164. doi:10.1038/514161a.
- Laland, K.N., Uller, T., Feldman, M.W., Sterelny, K., Müller, G.B., Moczek, A., Jablonka, E., Odling-Smee, J. (2015) "The extended evolutionary synthesis: its structure, assumptions and predictions". *Proceedings of the Royal Society B* 282 (1813):20151019. doi::10.1098/rspb.2015.1019. ISSN 0962-8452.
- López-Roldán, P., Fachelli, S. (2015) *Metodología de la investigación social cuantitativa*. Bellaterra (Cerdanyola del Vallès) |Dipòsit Digital de Documents. Universitat Autònoma de Barcelona. Barcelona, España. Recuperado de <http://ddd.uab.cat/record/129382>.
- Marchisio, A.O., Devesa, H.D., Rosso, C.C., y Sica, F. (2012) *La evolución biológica, actualidad y debates*. - 1a ed. -Buenos Aires, Argentina: Ministerio de Educación de la Nación.
- Massarini, A., Schnek, A., Piccinali, R., y Folguera, G. (2007) Democratizar el conocimiento científico: criterios y estrategias para un cambio en la enseñanza de las ciencias. *IV Congreso Comunicación social de la Ciencia*. Madrid: España.
- McInerney, J.D. (2009) La enseñanza de la evolución siglo y medio después de El origen de las especies. *Ciencia Hoy*, 19(113): 76-83.
- Meinardi, E., Adúriz-Bravo, A. (2002) Encuesta sobre la vigencia del pensamiento vitalista en los profesores de ciencias naturales. *Revista Iberoamericana de Educación*, Madrid. Versión digital. <http://www.campusoei.org/revista/experiencias28.htm>.
- Monetti, E. (2018) Una mirada sobre la enseñanza desde el "giro de la práctica". *Revista de Educación*. Año IX N° especial: 197-215.
- Palma, H. (2009) *Darwin en Argentina*. Buenos Aires: UNSAM.
- Pérez, G., Gonzalez Galli, L. (2015) Una propuesta de enseñanza sobre la evolución biológica. *Actas IV Jornadas de Enseñanza e Investigación Educativa en el campo de las Ciencias Exactas y Naturales*. Facultad de Humanidades y Ciencias de la Educación. Universidad Nacional de La Plata. La Plata, Argentina.

- Perrenoud, P. (2008) *La evaluación de los alumnos*. Buenos Aires: Colihue.
- Pigliucci, M., Finkelman L. (2014) "The Extended (Evolutionary) Synthesis Debate: Where Science Meets Philosophy". *BioScience*, 64: 511–516. doi:10.1093/biosci/biu062
- Polop, J.J. (2009) Dilemas que nos plantea la Teoría de Evolución. *Revista de Educación en Biología*, 12(2): 1-4.
- Pozo Municio, J.I. (1994) *La solución de problemas*. Madrid: Santillana.
- Samaja J. (1996) *Epistemología y Metodología*. Buenos Aires: Eudeba.
- Sanjurjo L. (coord.) (2009) Los dispositivos para la formación en las prácticas profesionales. Rosario: *Homo Sapiens*.
- Sanmartí, N. (2002) Capítulo 2. ¿Cuál es la naturaleza de las ciencias? En: Didáctica de las ciencias en la educación secundaria obligatoria. En: Sanmartí, N. Madrid: Editorial Síntesis.
- Souto, M. (1999) *Grupos y dispositivos de formación*. Ediciones Novedades Educativas: Buenos Aires.
- Urzua, C. (2009) Chile en los ojos de Darwin. Santiago de Chile: Ediciones B.
- Wade M.J. (2011) "The Neo-Modern Synthesis: The Confluence of New Data and Explanatory Concepts". *BioScience*, 61: 407–408. doi:10.1525/bio.2011.61.5.10.
- Zohar, A., Dori, Y. (Eds.). (2012) *Metacognition in science education. Trends in current research*. Dordrecht: Springer, 21-36.