



UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOMAS DE ZAMORA
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
LICENCIATURA EN LA ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS BIOLÓGICAS

TRABAJO FINAL DE LICENCIATURA

Enseñar evolución, una carrera con obstáculos

Los obstáculos subyacentes en la enseñanza de la teoría de la evolución

AUTOR: ANTONELLI, Valeria Alejandra

TUTORES: LÓPEZ, César

GREIZERSTEIN, Eduardo

Abril 2019

Agradecimientos:

A mi familia, Santiago y Diego, por el amor, paciencia y apoyo incondicional que me ha permitido llegar a cumplir hoy un sueño más.

De manera especial a mis tutores del trabajo final, Eduardo y Cesar, por haberme guiado, no solo en la elaboración del mismo, sino a lo largo de mi carrera universitaria y haberme brindado el apoyo para desarrollarme profesionalmente y seguir cultivando mis valores.

A todos los docentes de la Licenciatura en la enseñanza de las Ciencias Biológicas de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad de Lomas de Zamora, por haberme brindado tantas oportunidades y compartir sus conocimientos.

De igual manera, agradecer por el apoyo, el intercambio y las horas compartidas, a quienes fueron mis compañeras durante la carrera: Alejandra, Jaqueline, Verónica, Alicia, Andrea y Lucía.

Gracias a la Universidad Pública por la posibilidad de acceder, aprender y recibirme.

Índice

INTRODUCCIÓN:.....	4
Hablemos de evolución.....	8
Darwinismo y Neodarwinismo	12
Teoría mutacionista.....	13
Genética de poblaciones.....	13
¿Por qué es tan difícil aprender la teoría de la evolución?.....	14
IDEAS PREVIAS DE LOS ALUMNOS	15
Las ideas previas como verdaderos obstáculos en el aprendizaje de las ciencias.....	16
La metacognición como posible solución a los problemas aprendizaje en ciencias.....	17
MATERIALES Y MÉTODOS.....	18
RESULTADOS Y DISCUSIÓN:.....	23
CONCLUSIONES:	31
Implicancia didáctica:.....	33

RESUMEN: La enseñanza/ aprendizaje de la teoría de la evolución muchas veces se ve influenciada por factores de diversa índole que resultan desfavorables para la tarea de los profesores de ciencias. En el presente trabajo se realizó la investigación pertinente acerca de cuáles son esos factores y cómo entorpecen y obstaculizan el aprendizaje significativo de las ciencias, en particular cómo afectan el aprendizaje de la teoría evolutiva.

PALABRAS CLAVES: teoría de la evolución, obstáculos, ideas previas,preconcepciones, metacognición.

ABSTRACT: Teaching evolution, as well as learning about it, can easily be affected by a variety of external factors which pose an obstacle to the job of science teachers. By reason of this paper, the proper research has been conducted in order to spot such factors and the manner in which they hinder meaningful learning of every science, but more specifically how they obstruct the process of learning the evolutionary theory.

KEY WORDS: theory of evolution, obstacles, previous ideas, preconceptions, metacognition.

INTRODUCCIÓN:

La teoría de la evolución es considerada uno de los pilares fundamentales de la Biología, además de ser uno de los temas centrales de la enseñanza de ésta materia para 2do año de la educación secundaria. El origen, evolución y continuidad de los sistemas biológicos, son algunos de los contenidos que se presentes en los diseños curriculares, esto significa que, para comprender las características de los seres vivos, es necesario conocer su historia evolutiva. Poder entender a los sistemas biológicos y su diversidad como producto de su historia evolutiva, es una tarea difícil de abordar para los profesores de ciencias y se ve dificultada por una gran cantidad de factores que obstaculizan su enseñanza. Existe también confusión con conceptos asociados a esta teoría tales como “adaptación” que es interpretado como una necesidad de cambiar por parte del organismo y no como algo que sucede al azar. La información desactualizada, confusa y muchas veces errónea, en libros de texto, publicidades y otros medios de comunicación contribuyen también a generar errores a la hora de comprender el tema. Otros factores a mencionar que entorpecen la correcta enseñanza/aprendizaje de la teoría de la evolución son por ejemplo:

- la difícil interpretación de fenómenos de magnitud que no hemos presenciado. Los cambios en una población producto de la evolución es un fenómeno que no puede detectarse a la vista del observador ya que estos cambios requieren de una gran cantidad de tiempo;
- las nociones del tiempo geológico es otro de los factores detectados que, al ser imperceptible por el estudiante agregan un grado de

complejidad al problema y además requiere un alto nivel de abstracción para comprenderlo;

- ideas previas de los alumnos, ideas que muchas veces son erróneas y que poco se corresponden con el conocimiento científico, son ideas intuitivas o de sentido común, que pueden estar generadas en un contexto familiar, o que podrían estar marcadas en muchos casos, por preceptos religiosos.

Dado que la enseñanza de la teoría de la evolución es de gran importancia en las clases de biología de la escuela secundaria, se ve con suma necesidad investigar e identificar los obstáculos que dificultan el aprendizaje de esta teoría o si su forma de pensar la evolución no es compatible con el modelo neo darwiniano.

Estas problemáticas y las consecuencias que ellas desencadenan, hacen que surjan los siguientes interrogantes: ¿cuáles son los obstáculos que dificultan la tarea de enseñar la teoría de la evolución en la escuela secundaria? ¿Cómo des obstaculizar el proceso de enseñanza/aprendizaje de este tema? ¿Qué estrategias de enseñanza/aprendizaje resultan positivas a la hora de enseñar evolución?

Existen numerosas investigaciones que muestran las dificultades que subyacen a la hora de enseñar/aprender biología evolutiva, que han permitido identificar diversos factores determinantes de esta situación (Galli y Meinardi, 2015): la presencia e influencia de una cosmovisión religiosa, la inadecuación de los materiales didácticos, las deficiencias en la formación del profesorado y la presencia y persistencia de numerosas concepciones alternativas.

El abordaje de estas cuestiones incluye explicaciones diversas como es el caso de las concepciones alternativas, también llamadas ideas previas (Campanario y Otero, 2000), que son formas erróneas de entender los contenidos científicos y por ende a la biología evolutiva, como por ejemplo interpretarla desde la herencia de los caracteres adquiridos o el uso y desuso de determinadas estructuras, lo que dice comúnmente como: lamarckismo, o forma lamarckiana de interpretar la evolución.

Pérez y Galli (2015) hablan sobre una influencia de diversos factores cognitivos emocionales y contextuales que influyen el aprendizaje de los modelos de la teoría evolutiva. En base a ellos, proponen marcos teóricos para ser considerados a la hora de diseñar las unidades didácticas: La modelización, como estrategia inspirada en la concepción semántica de las teorías científicas, entendiendo los modelos como representaciones simplificadas del mundo; los obstáculos epistemológicos que subyacen al aprendizaje de modelos evolutivos, entendiéndose como obstáculo epistemológico (uno de los grandes aportes de Bachelard a la teoría moderna del conocimiento) como las dificultades psicológicas que no permiten una correcta apropiación del conocimiento objetivo (Mendoza, 2010), (Astolfi, J P).

Estos obstáculos que subyacen a la hora de aprender el modelo evolutivo se pueden separar en varias categorías:

- el pensamiento teleológico (Galli, Meinardi 2015),

Este tipo de pensamiento es muy común en el alumnado y propio del sentido común, se basa en darle una cierta intención o finalidad por parte del individuo

a las adaptaciones surgidas azarosamente, se utilizan por lo general expresiones que tiene de forma implícita o explícita una meta o un propósito;

- el razonamiento centrado en el individuo y el razonamiento causal lineal (Galli, Meinardi 2015);

La unidad evolutiva no es el individuo sino la población. La selección natural actúa sobre el acervo genético de la población.

Algunos investigadores proponen a la metacognición como un aporte didáctico sobre los obstáculos. La metacognición se relaciona con el aprendizaje autónomo, es la capacidad de autorregular el proceso de aprendizaje. Se realiza una confrontación con lo que el sujeto ya sabe y lo que debe aprender, (conocimientos que muchas veces son contradictorios). Es el estudiante quien debe monitorear esta compleja interacción ya que los procesos cognitivos de comprensión basados en el empleo del conocimiento previo pueden presentar alguna dificultad por la interferencia de los saberes previos del que aprende o por la carencia de esquemas pertinentes para interpretar y acomodar la nueva información (Otero, 1998). Esto sería básicamente, reconocer conscientemente los obstáculos y tratar de evitarlos para que no intervengan en el propio pensamiento.

Ya que metacognición tiene una estrecha relación con las estrategias de aprendizaje, se puede decir entonces que:

Las estrategias cognitivas apuntan a aumentar y mejorar los productos de nuestra actividad cognitiva, favoreciendo la codificación y almacenamiento de información, su recuperación posterior y su utilización en la solución de

problemas. Las estrategias metacognitivas, en cambio, se emplean para planificar, supervisar y evaluar la aplicación de las estrategias cognitivas. Se infiere, por tanto, que las estrategias metacognitivas constituyen un apoyo para las estrategias cognitivas (Bustingorry, Mora, 2008).

Por lo mencionado anteriormente, es que este trabajo tiene como objetivos:

- Identificar los obstáculos epistemológicos subyacentes en la enseñanza/aprendizaje de la teoría de la evolución.
- Conocer las preconcepciones o ideas previas de los estudiantes
- Indagar sobre los problemas/obstáculos en la enseñanza de la teoría de la evolución para la escuela secundaria.
- Proponer estrategias que intenten superar los obstáculos identificados en la enseñanza de la teoría de la evolución.

El análisis e identificación de estos obstáculos y factores que entorpecen el aprendizaje, puede resultar un aporte significativo a la mejora de la enseñanza de estos contenidos ya que tener en cuenta los obstáculos a la hora de diseñar las estrategias didácticas puede resultar más fructífero.

Hablemos de evolución.

La teoría de la evolución es, una de las más importantes teorías que hacen a la biología. La evolución biológica se puede definir, según esta teoría (o según Darwin) como el cambio en las características de las poblaciones de organismos a través del curso de sucesivas generaciones. Este cambio es la

consecuencia de la actuación de la selección natural favoreciendo a los individuos portadores de ciertas características determinadas genéticamente (heredables) que mejoran su éxito reproductor.

El significado de la palabra evolución es cambio. Aunque en nuestro lenguaje cotidiano es usada para amplio abanico de situaciones; por ejemplo, cuando nos referimos a los cambios durante el desarrollo o crecimiento de un individuo o, incluso, al comentar la trayectoria de nuestros alumnos durante su paso por la secundaria, por supuesto, esta utilización de la palabra evolución es válida, pero cuando nos refiramos a la evolución biológica sería incorrecta, ya que, según la definición dada anteriormente, un sistema en evolución implica que se dejan descendientes y que las características de los individuos van cambiando en las sucesivas generaciones. Son las poblaciones las que pueden estar bajo el efecto del proceso evolutivo ya que la selección natural puede actuar diferencialmente sobre la variabilidad genética existente entre sus individuos gracias a la transmisión hereditaria de características de los progenitores a sus descendientes. Por tanto, la evolución biológica se puede definir como el cambio en las características de las poblaciones de organismos, o grupos de tales poblaciones, a través del curso de sucesivas generaciones.

En la antigüedad, algunos filósofos, y humanistas del renacimiento, era posible encontrar ideas que revelaban un conocimiento intuitivo y relativamente preciso de la evolución. El primer evolucionista verdadero, en sentido estricto, fue probablemente Buffon; pero temeroso a chocar con la mentalidad de la época, no llegó a expresar totalmente su pensamiento.

Fue Lamarck que con menos reservas, se dedicó a exponer públicamente una teoría de tipo evolucionista, admitiendo que las especies actuales, provienen realmente de especies anteriores por un fenómeno secular de cambio. La evolución se basaría en la capacidad de los individuos de alterar su fisiología, su conducta o atributos como resultado del desafío del ambiente (una suerte de acomodación” al mismo). Según su teoría, el uso más frecuente de un órgano lo hacía más vigoroso y propiciaba su crecimiento, de manera correspondiente, su desuso se traducía en debilitamiento. Lamarck creía que tales cambios son hereditarios y que por consiguiente se perpetúan en la especie. Los descendientes de los poseedores de estas nuevas características aumentan en número cada vez mayor por que disponen de mayores ventajas ante el ambiente, y terminan constituyendo una nueva especie.

Lamarck vio la evolución como el producto de la intención de cambiar por parte del animal.

La teoría evolutiva de Lamarck, que invoca la herencia de las características adquiridas por el individuo, es atractiva e ingeniosa pero presenta muchos inconvenientes. No hay evidencia que las características adquiridas se hereden y no puede dar explicación para la coloración de la piel y del pelaje.

Pese a las críticas que hoy se le pueden formular a la teoría evolutiva de Lamarck , no hay duda de que significó un importante avance en el camino hacia el evolucionismo moderno. Preparó el camino para darwin quien advirtió las dificultades de la teoría lamarckiana y propuso un mecanismo evolutivo diferente.

Darwin fundamentó su hipótesis, en cantidad de observaciones y documentos recogidos a lo largo de varios años en especial durante su viaje alrededor del mundo en el Beagle. Allí nacieron sus dudas acerca de la estabilidad de las especies. El problema del cambio de las especies se le presentó a Darwin cuando, al llegar a Sudamérica, observó que muchas especies que él conocía en su país, Inglaterra, las encontraba con ligeras variantes, en particular después del examen de la fauna en las islas Galápagos, y el estudio de algunas especies extintas. Intentó dar una explicación de carácter mecánico de la evolución.

Como consecuencia de un estudio exhaustivo a las transformaciones experimentadas por especies de plantas y animales domésticos debido a la intervención de criadores y horticultores; es que sus investigaciones, pronto le convencieron de que la selección era la clave del éxito humano en la obtención de mejoras útiles en las razas de plantas y animales. La posibilidad que la misma selección actuara sobre los organismos que vivían en estado natural se le hizo patente cuando en octubre de 1838 leyó como pasa tiempo un ensayo de Malthus sobre la población. En el ensayo pudo percibir la lucha por la existencia, y se le ocurrió que en esas circunstancias, las variaciones favorables tenderían a conservarse, mientras que las desfavorables desaparecerían, con el resultado de la formación de nuevas especies.

Ideas centrales Darwin:

- Toda la diversidad biológica deriva de una única forma de vida ancestral a partir de la cual la vida evoluciona a lo largo de múltiples y sucesivas vías divergentes.

- La evolución puede concebirse como un proceso de descendencia (de formas ancestrales a formas derivadas) con modificación.
- La evolución está basada en factores y procesos puramente mecánicos o materiales.
- El mecanismo fundamental de Darwin a la hora de explicar la adaptación y diversidad biológicas, es el de la selección natural.
- La evolución es un proceso lento y gradual.

Darwinismo y Neodarwinismo

El darwinismo es un término que se refiere a la argumentación de que la evolución puede ser explicada por procesos naturales y que su principal mecanismo de cambio adaptativo es la selección natural. Explica el mecanismo de la evolución de las especies de los seres vivos, según las ideas del biólogo británico Charles Darwin.

Durante muchos años se han debatido los mecanismos biológicos que atañen a la evolución, se puede decir que la idea central del darwinismo sigue sin ser reemplazada por ningún marco teórico nuevo. Si bien la teoría tenía un gran poder explicativo y ha resistido notablemente, tenía puntos débiles: la falta de mecanismos que demostraran de una forma coherente el de la herencia, los cuales fueron cambiando gracias al desarrollo de la genética y la biología molecular.

La articulación de la teoría de la evolución de Darwin con los principios de la genética mendeliana se conoce como la síntesis neo darwiniana o la teoría

sintética de la evolución, y ha constituido el marco del pensamiento biológico de los últimos años.

Teoría mutacionista

Según esta teoría, las nuevas especies surgirían por saltos bruscos y no por lenta acumulación de variaciones favorables acumuladas por selección natural. El carácter discontinuo de la herencia mendeliana se tomó como fundamento para sostener que las nuevas especies surgirían por efecto de mutaciones bruscas que producen un nuevo tipo a partir de la especie anterior sin preparación previa y sin ninguna transición.

Genética de poblaciones

La contribución fundamental de la genética de poblaciones es haber introducido, precisamente, el concepto de población. Los organismos individuales dejaron de ser considerados como el eje principal de los procesos evolutivos. Lo que caracteriza a cada población es su reservorio de genes. Estos genes se transmiten de generación en generación a través del proceso de la reproducción sexual, siguiendo los principios mendelianos. Sobre estos genotipos de los nuevos individuos actuaría la selección natural y sólo alcanzarán la madurez reproductiva aquellos mejor adaptados. La variabilidad se mantiene de generación en generación por el flujo y la recombinación de genes.

El gradualismo evolutivo de tuvo su objeción, ésta provino de la **teoría de los equilibrios puntuados**. Según esta teoría, la evolución es un proceso discontinuo. Las nuevas especies surgen por procesos especiogénicos abruptos, y luego de haberse originado, se mantienen en una situación “estasis” evolutiva, sin manifestar mayores cambios hasta que sobrevenga otro acontecimiento especiogénico. Estos acontecimientos especiogénicos serían rápidos y se producirán en lapsos muy cortos de tiempo geológico.

Como vemos, la biología evolutiva puede tener más de una mirada. El presente trabajo se basará principalmente en el análisis de la enseñanza y aprendizaje de la evolución adaptativa.

¿Por qué es tan difícil aprender la teoría de la evolución?

Seguramente no debe sorprender a ningún profesor que el aprendizaje significativo en ciencias posee un elevado índice de fracaso. En respuesta a la pregunta anterior se puede decir que las causas son múltiples. Parte de responsabilidad la tenemos los profesores de ciencias, parte los alumnos, y otra parte el contexto social y escolar.

Como se dijo anteriormente, hay un conjunto de elementos que muchas veces juegan un papel en contra, se puede decir que “conspiran” con el trabajo de los

profesores de ciencias y que dificultan gravemente que el aprendizaje por parte de los alumnos sea verdaderamente significativo.

IDEAS PREVIAS DE LOS ALUMNOS

Son las ideas con las que llegan nuestros alumnos a la escuela y que nada tiene de correspondencia con el conocimiento científico. Estas ideas, muchas veces tiene su origen en la experiencia cotidiana, o en el contexto escolar y que podrían ser reforzadas por aprendizajes inadecuados tanto en el medio social o por los medios de comunicación. Estas ideas permiten al alumno entender de alguna manera el mundo que lo rodea. Dado que las ideas previas funcionan como marcos conceptuales, también dirigen y orientan el procesamiento de la información que en los libros o en la interpretación de las explicaciones del profesor (Campanario, 2000). Estas ideas previas además pueden incidir en las observaciones y en las interpretaciones de las observaciones.

Es común que, cuando preguntamos a nuestros alumnos sobre el origen de la biodiversidad, una idea previa que suele aparecer con frecuencia en respuesta a ello, tiene que ver con la “idea de transformación” de los individuos de una especie en otra.

Las representaciones previas funcionan muchas veces como obstáculos para el nuevo aprendizaje. Muchos alumnos pasan por su escolaridad conservando estas representaciones inmutables, a pesar haber estado sometidos a distintas fuentes de información académica.

Las ideas previas como verdaderos obstáculos en el aprendizaje de las ciencias

Hace más de medio siglo, el epistemólogo y físico francés Gaston Bachelard propuso que el conocimiento científico, no es una continuidad del cotidiano, o sea que, no se trata de una evolución de uno en otro, ya que el conocimiento científico es contrario al sentido común. Este conocimiento previo, o sentido común, funciona muchas veces como obstáculos y se nos presenta a los docentes de ciencias como un enemigo difícil de derrotar.

El análisis de los obstáculos permite extraer el sentido de las representaciones y construir su interpretación. Los obstáculos más resistentes no son necesariamente dificultades, sino más bien facilidades que se otorga la mente para pensar los fenómenos. Cuando el pensamiento encuentra una dificultad, éste es por lo general sensible a aquello con lo que lo tropieza y que lo frena o lo detienen (Astolfi, 1998). El obstáculo corresponde a un funcionamiento económico del cerebro, bastante cómodo y disponible para el sujeto.

Hay quienes proponen el concepto de objetivo/obstáculo, es decir, que los docentes los tengan en cuenta a la hora de planificar sus clases de ciencias y construyan sus objetivos de enseñanza en base a ellos, conociendo sus resistencia por el alto grado significativo.

En la teoría de la evolución, un obstáculo epistemológico se manifiesta por ejemplo, al tener que comprender que no existe una relación causal entre la

aparición de la “adaptación” y el cambio en el ambiente. En el imaginario de nuestros alumnos, es común que piensen que las especies evolucionan o se adaptan en respuesta a los cambios que se producen en el ambiente: se adaptaron para... evolucionaron para...

Los alumnos de ciencias no solo tienen ideas previas sobre los contenidos científicos; estos mantienen concepciones y creencias propias sobre la naturaleza de las ciencias y del conocimiento científico y, además, sobre sus propios procesos y productos del aprendizaje, esto significa que los alumnos tienen sus propias concepciones epistemológicas (Campanario, 2000). Estas concepciones epistemológicas de los alumnos sobre el conocimiento científico evolucionan a medida que avanza en el sistema educativo. Esta evolución es el resultado de la forma en que toma contacto con el conocimiento científico en que dicho conocimiento es presentado y utilizado. De la misma manera que las ideas previas de los alumnos son un obstáculo en el aprendizaje de las ciencias, sus concepciones epistemológicas también influyen en los resultados del aprendizaje (Campanario, 2000).

La metacognición como posible solución a los problemas de aprendizaje en ciencias.

Se podría decir que la metacognición es un área de investigación que ha contribuido a la configuración de las nuevas concepciones del aprendizaje. Podemos definirla como el conocimiento que las personas construyen respecto

del propio funcionamiento cognitivo. La metacognición se relaciona con el aprendizaje autónomo

Hablamos de metacognición cuando nos referimos a:

- Conocimiento que tiene las personas sobre la cognición (incluye conocimiento sobre las tareas, conceptos y estrategias)
- conocimiento sobre los propios procesos y productos cognitivos.

Cabe hablar de metacognición cuando nos referimos al conocimiento que tiene el que aprende sobre problemas y dificultades para asimilar un determinado contenido, sobre los procedimientos cognitivos adecuados para desarrollar una tarea, etc.

En cuanto al control metacognitivo o aprendizaje autorregulado, la idea es que el estudiante sea un participante activo, capaz de iniciar y dirigir su propio aprendizaje y no un aprendiz pasivo. El aprendizaje autorregulado está, por tanto, dirigido siempre a una meta y controlado por el sujeto que aprende

Algunos autores proponen que la enseñanza de la metacognición debería ser uno de los objetivos de la educación. El aprender a aprender sería tanto un medio de mejorar el propio aprendizaje como un objetivo valioso en sí mismo (Campanario, 2000).

MATERIALES Y MÉTODOS

La población que participará de este estudio estará conformada por los estudiantes de 2do año de la Escuela Secundaria (ES) (2do 4ta ESN°2 San

Vicente, 2do 3ra ES N° 4, 2do A ES N° 10, 2do C ES N° 9, de A. Korn), el rango de edades aproximadas es de 14 a 16 años.

La metodología a utilizar servirá para identificar los obstáculos que dificultan el aprendizaje de la teoría evolutiva o si su forma de pensar la evolución no es compatible con el modelo neo darwiniano. Se trata de un enfoque de tipo cualitativo y el nivel de medición será nominal, ya que busca principalmente la “dispersión o expansión” de los datos e información (Sampieri, 2014). Los datos se obtendrán luego de aplicar los instrumentos de una evaluación de tipo diagnóstica en dos instancias, una antes de la unidad didáctica, y otra posterior de la implementación de la unidad didáctica. Esta metodología surge de la idea del trabajo de tesis doctoral de Leonardo González Galli (2015), donde si bien la forma aplicada no es la misma, el tema central de dicha investigación son los problemas asociados con la enseñanza y con el aprendizaje de los modelos de la biología evolutiva.

La unidad estará basada en la enseñanza de Teoría de la selección natural (Adaptaciones de las poblaciones a su ambiente. Origen histórico de la idea de selección natural. Variabilidad, cambios ambientales) perteneciente al bloque de contenidos:

Evolución: origen y diversidad de las estructuras biológicas (Diseño curricular, Biología 2).

Las actividades de la unidad didáctica se centrarán en el análisis e interpretación de las distintas teorías evolutivas, haciendo énfasis en desequilibrar las ideas previas asociadas a el pensamiento finalista y

teleológico. Se implementarán actividades congruentes para que los alumnos desarrollen estrategias metacognitivas y su aprendizaje sea significativo, dicho de otro modo, que los alumnos puedan construir nuevos conocimientos con los ya adquiridos, y así desestabilizar el tipo de pensamiento finalista.

La evaluación de tipo diagnóstica a la que se enfrentarán los estudiantes antes y después de la unidad didáctica, constará de una serie de problemas que representan casos de evolución adaptativa. En los problemas 1, 2 y 3, encontrarán múltiples opciones de respuestas, y deberán elegir la correcta según corresponda; en el caso del problema 4, los alumnos podrán aplicar y comparar lo trabajado en la unidad para poder resolverlo ya que no cuenta opciones de respuestas, se trata de un problema donde el resultado será de elaboración propia.

A la hora de analizar los resultados, se tendrán en cuenta los problemas 1, 2 y 3 por un lado, donde a cada respuesta se le dará un valor porcentual para poder así ser analizados cuantitativamente; y en el caso del problema 4, ya que es un problema de respuesta abierta, se realizará una categorización de las respuesta para poder agruparlas de acuerdo a algún tipo de preconcepción o concepción alternativa que tengan los estudiantes acerca de la evolución adaptativa y poder pasar así de lo cualitativo a lo cuantitativo.

El siguiente cuadro muestra los cuatro problemas que deberán analizar y responder los estudiantes:

Cuadro 1: Consignas de los problemas que se utilizaran para indagar las ideas previas de los estudiantes.

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

- a. el insecticida cambia la información genética de la cucaracha sobre la que se aplica el veneno; la hace mutar, haciéndola más resistente;
- b. las cucarachas van recibiendo varias dosis pequeñas de veneno; de esta forma pueden irse adaptando a él;
- c. algunas cucarachas tienen la información genética que las hace resistentes al insecticida, aunque nunca hayan estado en contacto con él;
- d. las cucarachas mutan para mejorar;
- e. otra explicación (menciónela).

2. La presencia de las membranas entre los dedos (pies palmeados), en los pies de los patos, puede ser atribuida a:

- a. la necesidad de nadar mejor;
- b. la necesidad de adaptarse a ciertas condiciones ambientales;
- c. la aparición casual de una mutación;
- d. otra explicación (menciónela).

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

- a. como no necesitan ver, al no usarlos los ojos se atrofian;
- b. evolucionaron para perder su vista, porque era innecesaria;
- c. un órgano no vital, como los ojos, puede perderse;
- d. la oscuridad modifica la información genética, de manera que los ojos ya no aparecen;
- e. otra explicación (menciónela).

4- La mayoría de los pollitos de las gallinas son de color amarillo. Las crías de las aves de la misma familia que viven en libertad son pardas, moteadas y manchadas (color de camuflaje). Teniendo en cuenta que unos y otros tienen los mismos antepasados, ¿cómo explicarías que las crías de unos y otros tengan colores tan distintos?

Distintas fuentes, destinadas al estudio de la biología, didáctica en ciencias, las concepciones epistemológicas y las estrategias meta cognitivas, servirán para proponer y detectar cuáles son los posibles obstáculos adyacentes en la enseñanza de la teoría de la evolución, específicamente en el modelo de selección natural.

Del análisis de los resultados obtenidos en las dos etapas, se realizará una categorización sobre las distintas ideas previas o preconcepciones que los alumnos/as presenten sobre el aprendizaje de la teoría evolutiva.

Se espera que luego de la aplicación de la unidad didáctica, los estudiantes reconozcan y modifique su modo de pensamiento finalista.

A partir de la identificación de los obstáculos mencionados anteriormente, se sugiere las siguientes directrices para la enseñanza de la evolución:

- análisis causal del fenómeno de la adaptación biológica;
- estudio de conceptos de genética mendeliana y de genética de poblaciones que ayuden al desarrollo del pensamiento poblacional;
- enfoque sobre el desarrollo histórico del darwinismo;
- definir y precisar el uso de términos que también son frecuentes en el lenguaje cotidiano y que se usan en el contexto del discurso científico.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN:

Se analizaron los resultados de 126 evaluaciones, tanto en la instancia previa a la aplicación de la unidad didáctica, como luego de la aplicación de la misma.

Instancia previa a la aplicación de la unidad didáctica:

El análisis de los resultados en esta instancia, permitió identificar varias de las concepciones que los estudiantes tienen y utilizan para interpretar y explicar la evolución adaptativa.

A continuación se ofrece un breve análisis de las respuestas en forma cuadro donde se podrá ver en la primera columna la respuesta elegida, en la segunda columna el tipo de concepción del estudiante y en la tercera columna el porcentaje de respuestas.

Cuadro 2: análisis de resultados y tipos de preconcepciones en la instancia previa a la implementación de la unidad didáctica.

Problema	Concepción	Porcentaje
1. a.	El mutágeno es un agente externo y hace que cambie el individuo.	37 respuestas 29,36%
1.b.	El cambio se da por acostumbamiento al veneno. Finalista. Carácter adquirido.	56 respuestas 44,44%
1.c.	La cucaracha ya posee la información genética.	2 respuestas 1,58%
1.d	El cambio se da para mejorar en respuesta al medio. (cambio individual adaptativo)	31 respuestas 24,60%

2.a	Necesidad de progreso en respuesta al medio. (Finalismo)	21 respuestas 16,66%
2.b.	Se adapta por necesidad, y poder responder al medio. (Finalismo)	88 respuestas 69,84%
2.c.	Variación azarosa.	0%
2.d. Otra respuesta: Fueron creados así.	Creacionismo. Idea de un creador	17 respuestas 13,49%
3.a	Idea de necesidad de uso y desuso de los órganos.	81 respuestas 64,28%
3.b.	El cambio es en respuesta al ambiente.	18 respuestas 14,28%
3.c.	Herencia de carácter adquirido. Puede perder los ojos, y eso lo hereda su progenie.	2 respuestas 1,58%
3.d.	El mutágeno es un agente externo, en este caso la oscuridad es quien modifica la información genética.	22 respuestas 17,46%
3.e. “las salamandra perdieron los ojos porque les entraba tierra y se lastimaban...”	Herencia de caracteres adquiridos	3 respuestas 3,38%
4. Respuesta abierta: A los pollitos que viven en cautiverio les cambiaron la genética	El mutágeno es un agente externo, en este caso el hombre.	13 respuestas 10.31%
- Los que están en la naturaleza necesitan camuflarse y los que	Necesidad de transformación	77 respuestas 61,11%

están en cautiverio no.		
- Los pollitos amarillos, para estar en la naturaleza tiene que cambiar de color porque necesitan camuflarse	La variación es causada por el ambiente.	9 respuestas 7,14%
- Las crías que están libres tienen que estar camufladas.	Responder a los cambios ambientales.	16 respuestas 12,69%
- En la naturaleza, las que se adaptan mejor serán las de color camuflado.	Idea de progreso, intención de cambio.	11 respuestas 8,73%

Las respuestas obtenidas antes de la implementación de la unidad pedagógica, como era de esperarse y como se había ya mencionado en la introducción del trabajo, poseen en su mayoría concepciones de tipo lamarckiano, es decir, las adaptaciones como proceso y como necesidad. Debido a que muchos de los alumnos consideran que los cambios se dan por necesidad, esto los lleva a suponer que son adaptaciones en respuesta a los cambios del ambiente ambiente.

En el análisis de éstas se puede detectar tanto la idea de necesidad de cambio o transformación de los organismos para poder responder a eventuales cambios del ambiente, así como también la idea de usos y desuso de los órganos.

Se detectaron también en las respuestas, concepciones que se pueden enmarcar dentro del pensamiento de tipo teleológico o finalista, una intencionalidad de cambio por parte del organismo, ya sea en la elección de opciones de los problemas 1, 2 y 3 como en las respuestas abiertas del problema 4, donde se hacen más evidente ese tipo de pensamiento.

También se observaron concepciones de tipo “creacionistas”, como ocurrió en el caso del punto 2. El estudiante muchas veces trae esa concepción muy arraigada producto de la formación religiosa que haya recibido previamente.

Durante el segundo trimestre del ciclo lectivo 2018, se implementó la unidad didáctica correspondiente al tema: evolución. En ella se trabajó sobre los distintos obstáculos detectados en el diagnóstico. Como ya se mencionó, se implementaron actividades que permitieran la superación de la idea o pensamiento teleológico o finalista.

Instancia posterior a la aplicación de la unidad didáctica

Cuadro 3: análisis de resultados y tipos de preconcepciones en la instancia posterior a la implementación de la unidad didáctica.

Problema	Concepción	Porcentaje
1.a.	El mutágeno es un agente externo y hace que cambie el individuo.	2 respuestas. 1,58%
1.b.	El cambio se da por acostumbramiento al veneno. Finalista. Carácter adquirido.	3 respuestas. 2,38%
1.c.	La cucaracha ya posee la información genética.	114 respuestas. 90,47%
1.d.	El cambio se da para mejorar en respuesta al medio. (cambio individual adaptativo)	7 respuestas. 5,55%
2.a.	Necesidad de progreso	2 respuestas.

	en respuesta al medio. (Finalismo)	1,58%
2.b.	Se adapta por necesidad, y poder responder al medio. (Finalismo)	2 respuestas. 1,58%
2.c.	Variación azarosa.	122 respuestas. 96,82 %
2.d.		0%
3.a.	Idea de necesidad de uso y desuso de los órganos.	26 respuestas. 20,63%
3.b.	El cambio es en respuesta al ambiente.	6 respuestas. 4,76%
3.c.	Herencia de carácter adquirido. Puede perder los ojos, y eso lo hereda su progeñie.	2 respuestas. 1,58%
3.d.	El mutágeno es un agente externo, y ese carácter adquirido se hereda	36 respuestas. 28,57%
3. e. Otras respuestas: 1. "la salamandra ya tenía esa información genética, como en el caso de las cucarachas" 2.No supieron explicar		12 respuestas. 9,52% 44 respuestas. 34,92%
4. Respuesta abierta - El pollito amarillo es presa fácil en la naturaleza, en cambio	Sobrevive el más apto.	88 respuestas. 69,84%

los otros no. "como en el juego de las mariposas"		
-A las crías que están libres les sirve estar camufladas, así pueden sobrevivir	Finalista.	9 respuestas. 7.14%
- Los que están en la naturaleza necesitan camuflarse y los que están en cautiverio no.	Necesidad de cambio.	18 respuestas. 14.28%
-Las que están libres lograron adaptarse mejor.	Idea de progreso. Finalista.	11 respuestas. 8.73%

El análisis de este cuadro permite observar la variación en las frecuencias de respuestas, e identificar algunos cambios en la postura del pensamiento de los estudiantes en su mayoría orientados hacia las respuestas de tipo "selección adaptativa", aunque muchos de los que se consideran obstáculos, perduran luego de la implementación de la unidad didáctica.

Surgieron algunas cuestiones muy interesantes en el problema 3 de las salamandras. A pesar de que muchos estudiantes pudieron detectar que ninguna de las opciones era la correcta, y tomaron como opción la respuesta 3.e., no lograron responder a qué se debe la ceguera de estos animales.

En el análisis del problema 4, si bien muchos pudieron relacionar el problema con las actividades trabajadas en clase durante la implementación de la unidad didáctica, se puede observar que muchas de las concepciones de tipo finalista aún perduran, al hablar de que el o los cambios evolutivos surgen por "necesidad" o ciertos fines predeterminados.

Los gráficos que se muestran a continuación pertenecen a los problemas 1,2 y 3 en ambas instancias: Pre U.D. (antes de la implementación de la unidad didáctica) y Post U.D. (posterior a la implementación de la unidad didáctica). En ellos se pueden observar los porcentajes de las frecuencias de las respuestas para cada opción. Allí se pueden apreciar las variaciones en la elección de respuestas.

Gráfico A: correspondiente a los resultados del problema 1

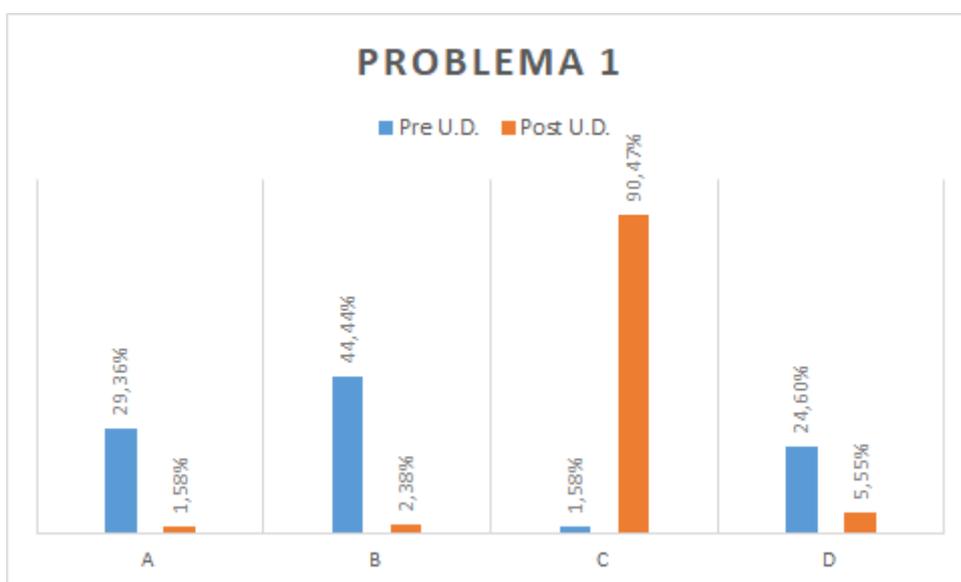


Gráfico B: correspondiente a los resultados del problema 2

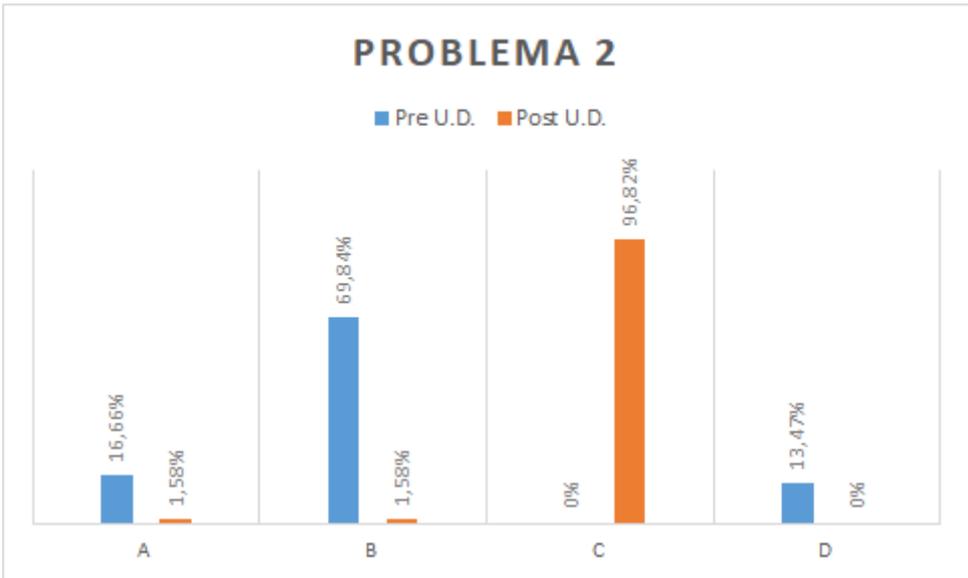
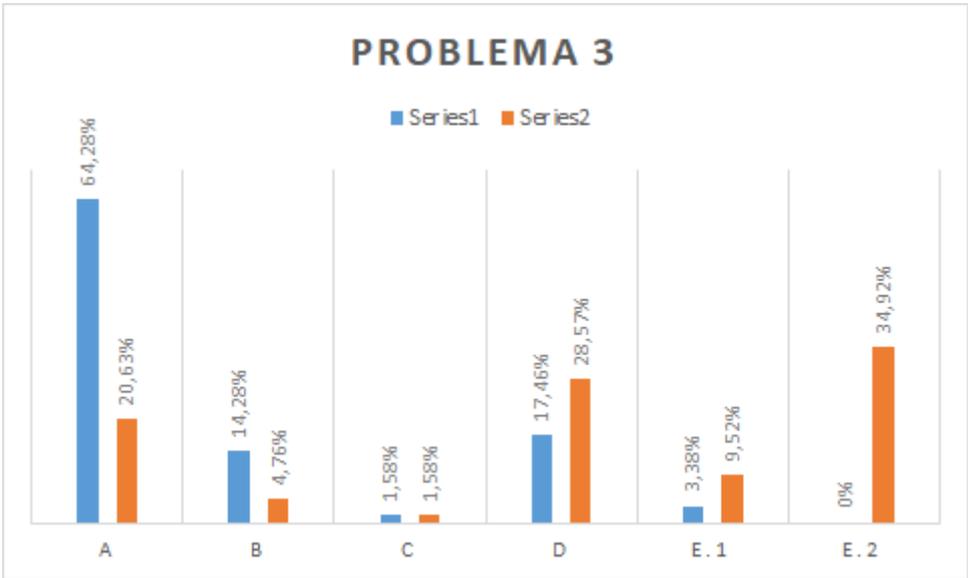


Gráfico C: correspondiente a los resultados del problema 3



CONCLUSIONES:

El análisis cuantitativo de los resultados del trabajo de investigación realizado, permitió identificar el modo o la forma que presentan los estudiantes de segundo año de la escuela secundaria para explicar, dentro de la teoría de la evolución, lo que conocemos como evolución adaptativa. Además, pueden desprenderse algunas conclusiones comunes sobre las concepciones de los alumnos acerca de la naturaleza del conocimiento científico.

Previamente de la aplicación de la unidad didáctica, se lograron identificar diferentes concepciones que los estudiantes tienen a la hora de explicar dicho tema. Al analizar estas concepciones que presentaron los estudiantes, se pueden postular algunos obstáculos que pueden interferir con la enseñanza del tema ya mencionado:

- el de tipo finalista, que otorga una finalidad y una intencionalidad de parte del organismo al cambio o mejor dicho a la adaptación. Es común detectar en nuestros estudiantes frases como: “evolucionaron para” y “el ambiente cambió entonces necesitaron adaptarse” a la hora de justificar o argumentar la evolución adaptativa.
- el de tipo lamarckiano, o transformista, donde además de una intencionalidad al cambio por parte del organismo, éste será posible gracias a una transformación que sufrirá el mismo. Algunos ejemplos de ello son: “se camuflaron” o “se les atrofió de no usarlo.
- y un obstáculo muy común que tiene que ver con la idea de “cambio individual”, se refiere a la aceptación o creencia que quien va a cambiar

o “adaptarse” es el individuo y no la frecuencia con que se presentan las variantes de la población.

Lo que llamó poderosamente la atención es que luego de la aplicación de la unidad didáctica correspondiente, y con el abordaje de diversas propuestas y actividades cognitivas, los resultados de la actividad diagnóstica posterior, no fueron del todo satisfactorios. Lo anterior demuestra que la resistencia es característica de los obstáculos y que es probable que no se resuelva definitivamente, esto quiere decir que puede volver a surgir en determinada situación. Parece claro que las ideas previas son resistentes al cambio.

Como consecuencia de ello, se puede decir entonces, que el obstáculo por su condición de preconcepción o concepción alternativa de los estudiantes, se resisten verdaderamente a los aprendizajes y razonamientos científicos.

Algunos de los obstáculos pueden ser además reforzados por la dificultad que presentan los alumnos para identificar el significado de algunos términos en el contexto de las ciencias biológicas, más específicamente, de la biología evolutiva, con respecto al significado que dichos términos tienen en el contexto cotidiano.

Poder determinar estos obstáculos sirve para establecer mejores criterios y estrategias a la hora de planificar nuestras clases de biología, ya que pueden constituir como una herramienta de importancia para mejorar el proceso de enseñanza/aprendizaje en ciencias.

Se puede decir también que, luego de analizar los resultados de la investigación, existe un paralelismo entre las ideas previas de los alumnos y

determinadas teorías pasadas en la historia de las ciencias, o sea, con ciertas concepciones que alguna vez tuvieron cierta influencia en el pasado en el desarrollo de las ciencias.

Por lo todo lo mencionado en el presente trabajo se puede inferir lo siguiente:

- Los alumnos tienen sus propias ideas sobre la ciencia.
- Las concepciones de los alumnos en el aprendizaje de ciertos temas de ciencias suelen ser inadecuadas o errónea.
- Las ideas previas se resisten al cambio convirtiéndose en obstáculos para la enseñanza/aprendizaje.
- En la enseñanza/ aprendizaje de la teoría de la evolución, los alumnos suelen representarse a este fenómeno como los hacían antiguos naturalistas o pensadores.
- Un obstáculo es una forma de pensar funcional.

Implicancia didáctica:

Una enseñanza por transmisión que no tiene en cuenta las ideas previas de los alumnos no logra eliminarlas. Con frecuencia, ni siquiera consigue una instrucción orientada al cambio conceptual y que tenga como objetivo explícito la eliminación de ideas previas y su sustitución por concepciones científicas adecuadas (Campanario, 2000). Es conveniente que los profesores tenga en cuenta el conocimiento previo de los alumnos como punto de partida para su proyecto áulico. Los docentes deben construir sus objetivos en base a los obstáculos que se presentan en la enseñanza de las ciencias. Tal vez un

objetivo actual para muchos docentes no sea removerlos, sino lograr que los estudiantes puedan detectar los obstáculos que, en la construcción de sus modelos, les impiden acceder a las explicaciones científicas (Meinardi, E) . A partir de ello, la ejecución de estrategias de aprendizaje apropiadas hace que el sujeto realice acciones que, junto con la formulación de los objetivos de aprendizaje y la evaluación de los resultados le permitan, con el tiempo convertirse en un aprendiz autónomo; este aprendiz autónomo regula sus propios aprendizajes a través del uso de estrategias metacognitivas, como por ejemplo las dificultades durante el aprendizaje de la teoría de la evolución.

Es muy importante que sepamos, para no desesperar en nuestras clases de ciencias, que la resistencia es característica de los obstáculos, por lo que no podemos esperar superarlos con el sencillo aporte de un saber científico “verdadero”. Algunos autores creen que un obstáculo epistemológico no se resuelve nunca definitivamente, pues siempre puede volver a surgir en una ~~determinada situación. Por este motivo, no es conveniente esperar la~~ superación, sino más bien la identificación como tal por parte del alumno, y el control que ejercerá a partir de entonces sobre sí mismo.

BIBLIOGRAFÍA:

- Astolfi, Jean Pierre. El tratamiento didáctico de los obstáculos epistemológicos. Revista Educación y pedagogía. Vol. XI N°25.

- Bustingorry, Sonia Osse; Mora, Sandra Jaramillo.(2008) METACOGNICIÓN: UN CAMINO PARA APRENDER A APRENDER. Estudios Pedagógicos XXXIV, N° 1: 187-197.
- Campanario, J.M., Otero, J. C. (2000). Enseñanza de las ciencias. Páginas 155- 169. Más allá de las ideas previas como dificultades de aprendizaje: Las pautas de pensamiento, las concepciones epistemológicas y las estrategias meta cognitivas de los alumnos de ciencias.
- Darwin, C. (2003)El origen de las especies. Ediciones Libertador. Buenos Aires.
- DGCyE. Diseño curricular para la educación secundaria 2° año (SB)
- González Galli, L. M. (2011) Obstáculos para el aprendizaje del modelo de evolución por selección natural. Tesis doctoral. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales. Universidad de Buenos Aires.
- González Galli, L .M., Meinardi, E. Estudio de las concepciones acerca de la teoría de la evolución en estudiantes, profesores, y licenciados en biología. Tercer encuentro de Investigadores en Didácticas de la Biología. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad de Buenos Aires.
- González Galli, L. M., Meinardi, E. (2017) Obstáculos para el aprendizaje del modelo de la evolución por selección natural. El problema de la teleología. Bio -grafía Escritos sobre la Biología y su Enseñanza. Edición Extra-Ordinaria. Memorias del I Congreso Nacional de Investigación en Enseñanza de la Biología. VI Encuentro Nacional de Investigación en

Enseñanza de la Biología y la Educación Ambiental. ISSN 2027~1034.
P. p. 533- 542.

- González Galli, L. M., Meinardi, E. (2015) Obstáculos para el aprendizaje del modelo de evolución por selección natural, en estudiantes de escuela secundaria de Argentina. *Cienc. Educ.*, Bauru, v. 21, n. 1, p. 101-122.
- Jimenez Aleixandre, Maria Pilar. (1991) Cambiando las ideas sobre el cambio biológico. *Revista de investigación y experiencias didácticas*. Departamento de Didáctica das Ciências Experimentais. Universidade de Santiago. Vol. 9 Núm. 3.
- Klimovsky, G. (1994) *Las desventuras del conocimiento científico*. Editorial A-Z. Buenos Aires.
- Meinardi, Elsa. (2010) *El aprendizaje de los contenidos científicos*. *Educación en ciencias*. Cap. 5. Paidós. Buenos Aires.
- Meinardi, E. González Galli, L.M. *La evolución biológica: consideraciones para su enseñanza*. Buenos Aires.
- Mendoza, L. E. V. (2010) *La noción de obstáculo epistemológico en Gastón Bachelard*. Biblioteca virtual universal. Ed. Del cardo.
- Otero, J. (2000) *Enseñanza de las ciencias: Revista de investigación y experiencias didácticas*. Variables cognitivas y metacognitivas en la comprensión de textos científicos: el papel de los esquemas y el control de la propia comprensión. Vol. 8 N° 1. Madrid.
- Pérez, G; González Galli, L. (2015) *Una propuesta de enseñanza sobre la evolución biológica*. *Actas IV Jornadas de la 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. Buenos Aires.

- Reig, O. (1984) La teoría de la evolución a los ciento veinticinco años del origen de las especies. Academia Nacional de medicina de Buenos Aires. Separata vol 62. 2do Sem.
- Sepúlveda, C., El-Hani, C. (2012) Algunas aproximaciones a la investigación en educación en enseñanza de las Ciencias Naturales en América Latina. Capítulo cuarto. Páginas 89- 113. Obstáculos epistemológicos y ontológicos en la comprensión del concepto darwinista de adaptación: implicaciones en la enseñanza de evolución.
- Soler, M. (2003) Evolución, la base de la biología. Proyecto Sur Ediciones. Madrid.