



**XVI**  
Congreso Nacional de  
Investigación Educativa  
CNIE-2021

## Concepciones del estudiantado de secundaria sobre la evolución adaptativa ¿Cómo cambian luego de un proceso de aprendizaje?

**Jecsan Zambrano Abarzúa**

Universidad Metropolitana de Ciencias de la Educación

[jecsan.zambrano2014@umce.cl](mailto:jecsan.zambrano2014@umce.cl)

**Mario Quintanilla-Gatica**

Pontificia Universidad Católica de Chile

[mquintag@uc.cl](mailto:mquintag@uc.cl)

Área temática 06. Educación en campos disciplinares.

Línea temática: Desarrollo curricular -diseño de secuencias didácticas-, innovación educativa y, diseño y evaluación de materiales de materiales educativos.

Tipo de ponencia: Reportes parciales o finales de investigación.



### Resumen

Presentamos algunos resultados de la adaptación y aplicación de una Unidad Didáctica sobre el *proceso de aprendizaje* del modelo de evolución por selección natural (MESN) en estudiantado de secundaria. Su objetivo es caracterizar las explicaciones estudiantiles a través de las concepciones o ideas del estudiantado para resolver problemas de evolución adaptativa. Para esto se aplicaron tres instrumentos de investigación en formato virtual durante el año 2020 (debido a la pandemia), en dos momentos diferentes: un cuestionario inicial y una entrevista semiestructurada, antes de la aplicación de la unidad didáctica; además, una evaluación escrita al final del proceso. El análisis de las respuestas se realiza a través del método comparativo constante, lo que permitió generar categorías de primer nivel, que definieron una idea o concepción estudiantil sobre la evolución adaptativa. Los resultados indican que, las explicaciones estudiantiles iniciales están caracterizadas por el cambio individual, inducción ambiental y un carácter teleológico (finalista); mientras que en las producciones finales se encuentran las ideas de variabilidad previa y relación variante eficacia como concepciones coherentes con el MESN, pero con la mantención de dos concepciones iniciales.

**Palabras clave:** *Evolución adaptativa, Explicación estudiantil, Concepciones, Categorías de primer nivel.*

## Introducción

La Teoría de la Evolución (TE) es una de las ideas más influyentes y revolucionarias de la historia de las ciencias (González Galli, 2011; Soler 2002). Con la Síntesis Neodarwinista, entre 1930 y 1940, se dio paso a un nuevo paradigma evolutivo, unificador para la biología moderna (Hernández, Álvarez y Ruiz, 2009), puesto que, todos los sistemas biológicos son productos de los procesos evolutivos (González Galli, 2011; González Galli y Meinardi, 2015; Soler 2002). Así, las explicaciones sobre la diversidad de organismos, semejanzas y diferencias entre las distintas clases, la distribución de las especies, su comportamiento, las interacciones, adaptaciones, entre otros, pueden ser comprendidas a través de las causas últimas (evolutivas), es decir, sobre cómo fueron los procesos por los cuales se dio origen a estos sistemas (González Galli, 2011; Hernández, Álvarez y Ruiz, 2009; Mary, 2016; Soler, 2002).

A pesar de la importancia de la TE para mejorar la comprensión de la biología, diversas investigaciones han reportado que su enseñanza resulta ser compleja (Martínez y Rodríguez-Pineda, 2017). Así Hernández, Álvarez y Ruiz (2009), sentencian que, un número importante de estudiantes, mantiene concepciones alternativas que no son válidas desde un punto de vista científico, ya sea en estudiantes de secundaria o universitarios (González Galli, 2011), incluso después de los procesos de enseñanza-aprendizaje. Pérez, Gómez y González Galli, 2018, destacan que las principales dificultades para la comprensión de la TE, son: las creencias religiosas, los obstáculos para el aprendizaje de los modelos de evolución por selección natural, la comprensión de escalas temporales, concepciones alternativas incompatibles con los modelos científicos y las ideas del sentido común.

El objetivo de esta comunicación, es caracterizar las explicaciones del estudiantado a través de las concepciones o ideas que les permite explicar problemas de evolución adaptativa, antes y después de la aplicación de una Unidad Didáctica (UD), que tuvo como propósito desarrollar y promover sus competencias explicativas acerca del *Modelo de evolución por Selección Natural* (MESN), en un contexto de educación virtual debido a la pandemia de Covid-19.

La metodología para el análisis fue principalmente cualitativa (Rodríguez, Gil y García, 1999), específicamente sobre la interpretación de las producciones del estudiantado, mediante el método comparativo constante. Se aplicaron tres instrumentos de investigación: un Cuestionario inicial (CI), una entrevista semiestructurada (E) y una Evaluación de Biología (EB), que permitieron identificar las ideas o concepciones que el estudiantado expresa en sus propios relatos.

### Marco teórico

En esta sección se presenta algunos referentes teóricos que sustentan la investigación. En primera instancia, se realiza un análisis, a nivel general, de la Teoría de la Evolución, y en particular sobre el Modelo de Evolución por Selección Natural (MESN), como un modelo central de esta teoría (González Galli, 2011). Se discuten algunas concepciones más comunes identificadas en el estudiantado de secundaria. Finalmente, se incluyen algunos antecedentes sobre las competencias del pensamiento científico (CPC) y la explicación.

## Teoría de la evolución

Soler (2002), arguye que la biología evolutiva es una ciencia sumamente compleja debido las interacciones que genera con otras disciplinas. Por esta razón González Galli y Meinardi (2015), expresan que la teoría de la evolución es mejor entendida desde una visión semántica, es decir que, en vez de ser un conjunto de enunciados lógicamente conectados, se trata de una teoría que grupa una familia de modelos que interaccionan entre sí de forma compleja y, que permiten explicar una gran cantidad de fenómenos diferentes.

Desde la teoría sintética de la evolución, podemos reducir a dos los temas que pretende dar cuenta: (1) el origen de la adaptación biológica y (2) el origen de la diversidad biológica. De la aplicación de estos dos modelos, se permitirá explicar un tercer hecho: (3) la “historia de la vida” (González Galli, 2010).

## El Modelo de Evolución por Selección Natural

González Galli, (2011), identifica el Modelo de Evolución por Selección Natural (MESN) como uno de los principales modelos de la TE, mas no el único. Así, lo reconoce como un modelo central en la biología evolutiva debido a que constituye la única teoría, con un alto consenso científico, capaz de explicar la adaptación de los seres vivos a su ambiente. Ello es coherente con lo planteado por Gould (2002) (citado en Gallardo, 2017), ya que reconoció a la Teoría de la Selección Natural como un pilar fundamental de la TE. Al respecto, Soler (2002), define la selección natural como un “proceso que limita la tasa reproductora (...) en relación con características fenotípicas heredables, dando lugar a cambios en las frecuencias de los fenotipos de la población en generaciones futuras” (p. 127). Pero, cómo se argumentó anteriormente, lo fundamental de las teorías no son sus enunciados, sino que los modelos que estas definen.

En este marco conceptual, González Galli (2011), plantea que el MESN, está constituido por al menos cuatro submodelos: población, variación, herencia e interacciones ecológicas. *Didácticamente, señala que la construcción del MESN requiere la comprensión de la variación heredable en el seno de la población, ya que esta última es la unidad de cambio. Además, las relaciones ecológicas en las que está involucrado el individuo, que le permitan indagar en las razones por las cuales ciertas características poseen una mayor eficacia biológica (Zambrano Abarzúa, Quintanilla-Gatica, González Galli y Vildósola Tibaud, en prensa).*

## Concepciones sobre la evolución

Como se sabe, diversas son las concepciones que se identifican en las explicaciones y respuestas del estudiantado, en diferentes niveles educativos. Se indica a continuación algunas de las más frecuentes encontradas en la literatura:

1. Se recurre a una explicación Lamarckista relacionada con el uso y el desuso de los órganos (Charrier, Palmieri y Abud, 2012; Jiménez Aleixandre, 1991; Sánchez, Conde y Zapata, 2017).

2. Los caracteres adquiridos se heredan (Charrier, Palmieri y Abud, 2012).
3. Los cambios se producen en los individuos y no en las poblaciones (Charrier, Palmieri y Abud, 2012).
4. Existe una explicación teleológica para explicar la adaptación de los seres vivos, como un proceso dirigido hacia una finalidad (Charrier, Palmieri y Abud, 2012; González Galli, 2011; Sánchez, Conde y Zapata, 2017).

### Competencias de Pensamiento Científico y explicación

Una de las principales dificultades de la educación científica, radican en que los procesos de aprendizaje permanecen, aún, muy limitados. Pensamos que una de las finalidades de la educación científica es lograr que niñas, niños y jóvenes sean capaces de poner en marcha competencias de pensamiento científico (CPC), que les permitan dar coherencia a su pensamiento científico, discurso y acción sobre el mundo natural (Quintanilla-Gatica, 2012). La noción de CPC, hace referencia a alguien que es capaz, que sabe, que tiene capacidad reconocida para afrontar una situación y que posee un cierto grado de dominio de habilidades y recursos. Así, las CPC representan una combinación de atributos “*en relación a conocimientos, habilidades, actitudes, valores y responsabilidades que describen los resultados de aprendizaje dentro de un programa educativo mucho más amplio y enriquecedor*” (op. cit., p. 23).

Entonces, una genuina actividad científica escolar debería estar orientada hacia la marcha de diferentes componentes cognitivos lingüísticos, como la explicación, argumentación, justificación, analogías, generación y puesta a prueba de hipótesis (Sanmartí, 2003), planteamiento de preguntas científicas (Joglar, 2014), entre otros, que puedan contribuir a la promoción de CPC y, al mismo tiempo, al desarrollo del pensar teórico (Quintanilla-Gatica, 2012; Sanmartí, 2003).

En esta investigación se hace explícita la importancia del desarrollo y promoción de la explicación como eje sobre el cuál se pretende la apropiación efectiva del MESN, por parte del estudiantado, que les permita pensar sobre el mundo con teoría, interpretarlo, predecir y transformarlo. Sanmartí (2002), expresa que en la explicación se comunican las formas de entender, ya que es necesario que en este proceso se deba organizar el discurso, para hacerlo coherente y con sentido. Según esta autora, al explicar, se deben construir *entidades*, como ejemplos, ideas, conceptos, relaciones, clasificaciones, procesos, etc.

Precisamente, en una explicación que dé cuenta del cambio de las especies a través del tiempo (evolución adaptativa), las *entidades* que se utilicen deberán ser coherentes como el hecho que se pretenda explicar, como poblaciones, individuos, adaptación, analogías entre selección natural y artificial, función, etc.

## Metodología

La investigación se realizó principalmente desde un enfoque cualitativo, que permitió interpretar las producciones estudiantiles desde sus propios significados. Y, desde una óptica cuantitativa, para identificar la frecuencia relativa con la que el estudiantado utilizó cada una de las ideas y concepciones identificadas (Rodríguez, Gil y García, 1999). Se aplicaron tres instrumentos de investigación en un formato virtual. El primero de ellos, un Cuestionario Inicial (CI), a través de Google Forms®, en el cual el estudiantado debió responder a dos problemas abiertos sobre la evolución adaptativa. El segundo, una Entrevista semiestructurada (E) a través de la plataforma Zoom®, cuyo propósito era ampliar y profundizar en las respuestas estudiantiles del CI. Ambos instrumentos se aplicaron antes de dar inicio a la unidad didáctica sobre el aprendizaje del MESN. Y finalmente, una Evaluación de Biología (EB), al término de la unidad, que consistió en la aplicación de dos problemas abiertos, similares a los incluidos en el CI, que permitieran comparar el tránsito de las ideas y concepciones incluidas en las producciones estudiantiles.

Es necesario destacar que las concepciones fueron definidas e identificadas a través del método comparativo constante. Así, estas ideas corresponden a categorías de primer nivel que fueron emergiendo a través del propio análisis de las explicaciones estudiantiles. Para este fin se utilizó el software Atlas.ti Cloud.

## Resultados y Discusión

En esta etapa, se definieron e identificaron un total de 18 categorías de primer nivel. Cada una de ellas agrupó “fragmentos” de las explicaciones del estudiantado. De esta manera, cada categoría fue definida en función de los significados, ideas o concepciones implícitas o explícitas de cada uno de los fragmentos. En la tabla 1 se muestran las principales categorías definidas, una breve descripción y la frecuencia relativa con la que fue identificada en las explicaciones, antes (CI y E) y después (EB) de la UD.

Tabla 1: Concepciones estudiantiles sobre la evolución adaptativa

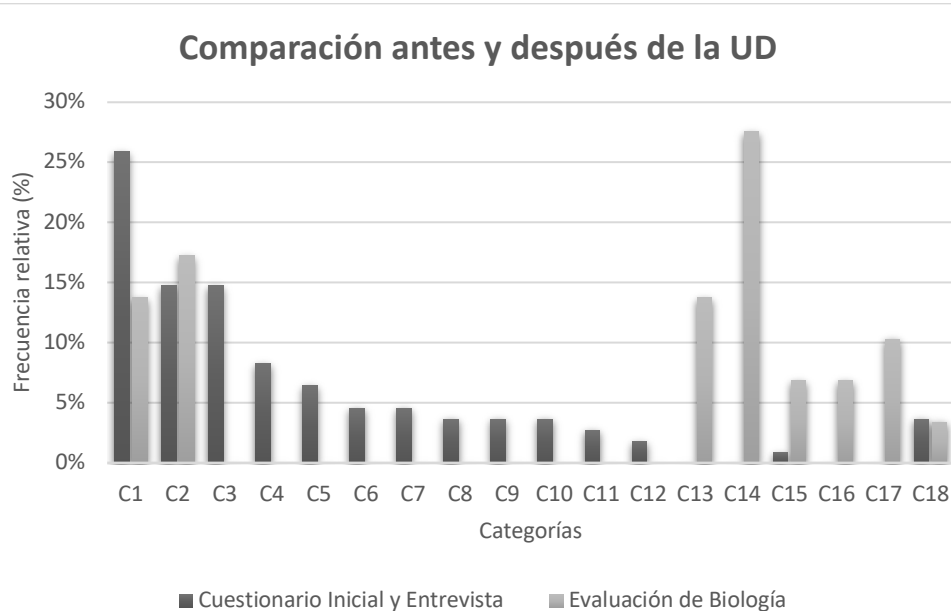
Categoría de primer nivel	Breve descripción		Frecuencia relativa	
	Antes		Después	
C1	Cambio individual adaptativo	El cambio sucede en el sentido de la superación de un problema ambiental, en un individuo.	26%	14%
C2	Finalismo	Los cambios evolutivos están orientados hacia ciertos fines, objetivos y metas.	15%	17%
C3	Inducción ambiental	El ambiente induce directamente el cambio adaptativo en los individuos.	15%	0%
C4	Compensación	La pérdida de un rasgo está acompañada de la mejora de otras habilidades o capacidades.	8%	0%
C5	Crías adaptadas	Frente a un cambio ambiental un individuo produce crías adaptadas al problema.	6%	0%
C6	Herencia de los caracteres adquiridos	Los caracteres adquiridos (adaptativos) son heredados en la siguiente generación.	5%	0%
C7	Enfrentamiento previo	Individuos que han sobrevivido a un problema ambiental en el pasado, aumentan las posibilidades de sobrevivir a un nuevo problema ambiental.	5%	0%
C13	Variabilidad previa	Se considera la existencia de variedad interindividual en el seno de una población.	0%	14%
C14	Relación variante-eficacia	Las variedades de una población tienen relación directa con el éxito reproductivo y la supervivencia.	0%	28%
C15	Herencia de las variaciones	Las características son heredadas a la siguiente generación, independiente de su ventaja relativa.	1%	7%
C16	Gran capacidad reproductiva	Los organismos tienen una gran capacidad para producir crías.	0%	7%
C17	Cambio poblacional	El cambio evolutivo es consecuencia del cambio en la frecuencia de las variedades interindividuales.	0%	10%

Tal como se puede identificar en la tabla 1, antes de la UD, el estudiantado de ciencias expresó ideas de Cambio individual (C1), Finalismo (C2) e Inducción ambiental (C3), como las principales concepciones sobre las cuales realiza una explicación de la evolución adaptativa. Así, el cambio en las poblaciones a través del tiempo, según la óptica del estudiantado, estaría determinada por el ambiente (C3), que induce directamente el cambio individual en los organismos (C1), produciéndose variaciones que permitan enfrentar efectivamente aquel problema (C2). Que esta transformación esté influenciada directamente por el medio ambiente, supone un rasgo del pensamiento finalista (González Galli y Meinardi, 2015), que ha quedado de manifiesto en la Categoría 2.

Por otro lado, las explicaciones sistematizadas en la Evaluación de Biología (EB), después de la aplicación de la UD, las ideas del estudiantado se modificaron teóricamente. De esta manera, el estudiantado realizó explicaciones que incluían, la Variabilidad previa (C13), la Relación variante-eficacia (C14) y el Cambio poblacional (C17), como las principales concepciones. Sin embargo, se mantienen dos ideas: el Cambio individual adaptativo (C1) y Finalismo (C2). En consecuencia, las explicaciones finales de los estudiantes estarían cercanas al MESN, si utilizaron las Categorías 13, 14 y 17, pero al mismo tiempo, otras respuestas podrían mantener rasgos y concepciones de las producciones estudiantiles iniciales.

En la figura 1, se grafica la frecuencia con la que se repitió cada concepción estudiantil, de manera que se pueda observar, con mayor grado, la comparación entre los instrumentos aplicados.

Figura 1: Comparación antes y después de la Unidad Didáctica, según instrumento



Previa a la aplicación de la unidad didáctica, se evidencia que las tres primeras categorías representan el 56% de todas las concepciones expresadas por el estudiantado de secundaria, y el 80% de todas estas ideas se concentran en las seis primeras categorías.

Por otro lado, en el análisis realizado después de la aplicación de la unidad, en la EB, el estudiantado utilizó principalmente las categorías 13, 14, 15, 16 y 17 (extremo derecho del gráfico). Lo anterior es coherente con el MESN. No obstante, se observa que el 31% de las concepciones utilizadas por el estudiantado, corresponden a las categorías 1 y 2. Así, se puede observar que, aun cuando se ha realizado un proceso de enseñanza aprendizaje sobre el MESN, existe una mantención de, al menos, dos ideas previas, en el estudiantado.

## Discusión

Con respecto a la discusión de los resultados presentados y los antecedentes incluidos en el marco teórico, se considera que algunos son coherentes con ellos, mientras que otros difieren.

Diversas investigaciones indican que el estudiantado recurre a una explicación Lamarckista relacionada con el uso y el desuso de los órganos (Charrier, Palmieri y Abud, 2012; Jiménez Aleixandre, 1991; Sánchez, Conde y Zapata, 2017), pero cuando se analizaron las explicaciones estudiantiles, ninguno reconoció esta idea como una posible explicación para la evolución. Sin embargo, el estudiantado sí utilizó la herencia de los caracteres adquiridos en sus explicaciones.

En este sentido es necesario preguntarse, qué se ha considerado como “Lamarckista” cuando se han clasificado las respuestas estudiantiles como tal. En algunas investigaciones se hace alusión al uso y desuso de los órganos

(Charrier, Palmieri y Abud, 2012), en otras se pone de manifiesto la necesidad por sobrevivir, o la idea de progreso evolutivo (Sánchez, Conde y Zapata, 2017). Según estas interpretaciones, las producciones estudiantiles analizadas en esta investigación serían más o menos coherentes con una explicación Lamarckista, en función de las ideas que se expliciten. Jiménez Aleixandre (1991), explica que se entiende como Lamarckista cuando una explicación considera que los cambios individuales de los organismos se dan en respuesta de las condiciones del medio. Esto es coherente con los resultados analizados ya que, son los individuos quienes cambian adaptativamente (C1), cuando se enfrentan a un problema ambiental (C3), pero a pesar de esto, existe una fuerte idea finalista en relación a cómo estos cambios están orientados a ciertos fines y objetivos (C2) (Zambrano Abarzúa, 2020).

González Galli y Meinardi (2015), identifican y reconocen tres obstáculos para el aprendizaje del MESN. Entre ellos se destaca, para esta investigación, la teleología del sentido común y la definen como “*un modo de pensar según el cual todas las estructuras y procesos biológicos están orientados a la consecución de un fin*” (p. 113). Lo anterior queda verificado en el énfasis que otorga el estudiantado al finalismo (C2), reconocido frecuentemente tanto en las respuestas iniciales, como en las respuestas finales. Otro obstáculo identificado por estos investigadores tiene relación con el razonamiento centrado en el individuo (RCI), en que el señalan que “*los estudiantes carecen de la perspectiva poblacional requerida para la comprensión del MESN*” (p. 114). Lo que se evidencia en el énfasis que suponen los sujetos en sus explicaciones, al indicar que el cambio a través del tiempo es de manera individual (C1). De este modo, el estudiantado utilizó esta categoría en un 26% antes de la UD y un 14% después. En coherencia con lo anterior, Charrier, Palmieri y Abud (2012), también expresan que los cambios se producen en los individuos y no en las poblaciones.

En el contexto de estos resultados y de su discusión, es necesario preguntarse ¿qué estrategias didácticas favorecerían promover el cambio en las concepciones estudiantiles, sobre todo pensando en aquellas que la investigación en didáctica de las ciencias ha demostrado como obstáculos, y que en esta ocasión han sido persistentes?

## Conclusiones

Uno de los fenómenos que permite explicar la teoría de la evolución es la adaptación de los seres vivos a su ambiente. En este sentido, el modelo de evolución por selección natural (MESN) es uno de los principales modelos que da cuenta de este fenómeno. En relación a esto, el objetivo de la comunicación fue caracterizar las explicaciones del estudiantado a través de las concepciones o ideas que les permiten explicar problemas de evolución adaptativa.

Al respecto, se puede concluir que, en un inicio, el estudiantado realizó explicaciones evolutivas en función de tres ideas principales: Cambio individual (C1), Cambio por inducción ambiental (C3) y Finalismo (C2). Principalmente, estas concepciones se realizaron desde una visión teleológica, es decir, que los cambios en los organismos se producen como consecuencia del medio ambiente y, por lo tanto, están orientados hacia una finalidad, necesidad u objetivo.



Por otro lado, al final de la unidad didáctica que tuvo por objetivo el aprendizaje del MESN, las explicaciones fueron más coherente con este modelo, en donde se utilizaron principalmente las concepciones de: Variabilidad previa (C13), Relación variante eficacia (C14) y Cambio poblacional (C17). Sin embargo, al mismo tiempo hubo estudiantes que mantuvieron las ideas Cambio individual (C1) y Finalismo (C2), en sus producciones.

Las dos ideas persistentes en el estudiantado, antes y después de la UD, son coherentes con la caracterización de dos obstáculos identificados por González Galli y Meinardi (2015): teleología del sentido común, en la categoría 2; y el razonamiento centrado en el individuo, en la categoría 1.

Las principales contribuciones de este estudio, radican en la comprensión de cómo el estudiantado aborda y explica un problema científico escolar sobre la evolución adaptativa. Además, de cómo transitan estas explicaciones antes y después de la aplicación de la UD, lo que permite inferir ciertos obstáculos o ideas estudiantiles que son persistentes al cambio. Lo anterior constituye una potente herramienta para el diseño de actividades y unidades que permitan mejorar los procesos de enseñanza aprendizaje del *Modelo de Evolución por Selección Natural*. En consideración con esto, es necesario según los investigadores, una vigilancia del tipo metacognitivo que permita la “superación” de estos modos de razonamiento.

## Agradecimientos

Esta comunicación sigue las orientaciones teóricas y metodológicas del Proyecto Puente 2021 que dirige el segundo autor y que está patrocinado y financiado por la Vicerrectoría de Investigación de la Pontificia Universidad Católica de Chile

## Referencias

- Charrier, M., Palmieri, M. & Abud, M. (2012). ¿Qué concepciones sobre la evolución biológica tienen un grupo de estudiantes en una universidad pública del Mar de Plata?. *X Jornadas Nacionales, V Congreso Internacional de Enseñanza de la Biología* (pp. 1141-1143). Córdoba, Argentina.
- Gallardo, M. (2017). *Evolución. El curso de la vida*. Recuperado de <http://sitiosciencias.uach.cl/EvolucionElCursodelaVida2017.pdf>
- González Galli, L. & Meinardi, E. (2015). Obstáculos para el aprendizaje del modelo de evolución por selección natural en estudiantes de escuela secundaria de Argentina. *Ciencia y Educação, 21*(1), 101-122.
- González Galli, L. (2010). La Teoría de la Evolución. En E. Meinardi (Ed.), *Educación en Ciencias* (pp. 225-259). Buenos Aires, Argentina: Editorial Paidós SAICF.
- González Galli, L. (2011). *Obstáculos para el aprendizaje del modelo de evolución por selección natural*. (Tesis doctoral). Universidad de Buenos Aires, Buenos Aires, Argentina.
- Hernández, MC., Álvarez, E. & Ruiz, R. (2009). La selección natural: aprendizaje de un paradigma. *Teorema, 28*(2), 107-121.
- Jiménez Aleixandre, M. (1991). Cambiando las ideas sobre el cambio biológico. *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas, 9*(3), 248-256.

- Joglar, C. (2014). *Elaboración de preguntas científicas escolares en la clase de biología. Aportes a la discusión sobre las competencias del pensamiento científico desde un estudio de caso.* (Tesis doctoral). Pontificia Universidad Católica de Chile, Santiago, Chile.
- Martínez, M. & Rodríguez-Pineda, D. (2017). Caracterización de los modelos teóricos de evolución biológica para identificar el modelo teórico del profesorado de secundaria. *X Congreso Internacional sobre Investigación en Didáctica de las Ciencias* (pp. 3889-3894). Sevilla, España.
- Mayr, E. (2016). *Así es la Biología*. Barcelona, España: Grupo Editorial.
- Pérez, G., Gómez, A. & González-Galli, L. (2018). Enseñanza de la evolución: fundamentos para el diseño de una propuesta didáctica basada en la modelización y la metacognición sobre los obstáculos epistemológicos. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 15(2), 2102.
- Quintanilla-Gatica, M. (2012). La investigación en evaluación de Competencias de Pensamiento Científico desde la formación continua del profesorado. Algunas directrices epistemológicas. En F. Angulo, L. Díaz, C. Joglar, A. Joglar, E. Ranaval & M. Quintanilla (Eds.), *Las Competencias del Pensamiento Científico desde 'las voces' del aula* (pp. 15-46). Santiago, Chile: Editorial Bellaterra.
- Rodríguez, G., Gil, J. & García, E. (1999). Enfoques en la investigación cualitativa. En G. Rodríguez, J. Gil & E. García, *Metodología de la investigación cualitativa* (2ª ed., pp. 32-58). Málaga, España: Ediciones Aljibe.
- Sánchez, J., Conde M. & Zapata, V. (2017). Concepciones alternativas sobre evolución. Un estudio en futuros maestros. *X Congreso Internacional sobre Investigación en Didácticas de las Ciencias* (pp. 2219-2224). Sevilla, España.
- Sanmartí, N. (2002). *Didáctica de las ciencias en la educación secundaria obligatoria*. Madrid, España: Síntesis Educación.
- Sanmartí, N. (Coord.) (2003). *Aprendre ciències tot aprenent a escriure ciències*. Barcelona, España: Ediciones 62.
- Soler, M. (Coord.) (2002). *Evolución: la base de la biología*. Madrid, España: Proyecto Sur de Ediciones, S. L.
- Zambrano Abarzúa, J. (2020). *Diseño y aplicación de un instrumento preliminar para identificar y caracterizar los modelos científicos escolares sobre evolución en estudiantados de secundaria.* (Tesis de licenciatura). Universidad Metropolitana de Ciencias de la Educación, Santiago, Chile.
- Zambrano Abarzúa, J., Quintanilla-Gatica, M., González Galli, L. & Vildósola Tibaud, X. Identificación y caracterización de Modelo Científicos Escolares sobre Evolución en estudiantado de secundaria. Un estudio exploratorio en Chile. *11º edición del Congreso Internacional sobre Investigación en la Didáctica de las Ciencias*. Lisboa, Portugal. (en prensa).