

Dificultades para hacer explícito el pensamiento en las clases de biología evolutiva

PÉREZ, Gastón Mariano / Instituto de Investigaciones CeFIEC, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad de Buenos Aires – gastonperezbio@gmail.com¹

Eje: CONSTRUCCIÓN DE CONOCIMIENTOS y SABERES Tipo de trabajo: ponencia

»

Palabras claves: metacognición – obstáculos epistemológicos – biología evolutiva

› **Resumen**

Tradicionalmente en las clases de ciencias naturales las explicaciones de sentido común de los estudiantes han sido caracterizadas como errores que debían evitarse y cambiarse. La perspectiva de los obstáculos epistemológicos permite entender estos “errores” como la expresión de modos de razonamiento subyacentes de los sujetos, que no pueden (ni deben) cambiarse. La propuesta es hacerlos explícitos y fomentar una regulación metacognitiva para poder usarlos en la construcción del conocimiento científico. El trabajo que aquí presentamos corresponde a una investigación doctoral en curso que tiene como objetivo general generar conocimiento sobre los modos de regulación de los obstáculos epistemológicos durante los procesos de modelización en biología evolutiva. Para alcanzar dicho objetivo se diseñó y puso en práctica una secuencia didáctica cimentada en el marco de los obstáculos epistemológicos y se analizaron los datos obtenidos mediante metodología cualitativas. En contra de lo esperado y buscado de acuerdo con los marcos teóricos adoptados, muchos estudiantes construyeron una caracterización de los obstáculos como errores que deben evitarse al momento de la construcción o el uso de los modelos científicos. Se constituye esto en una dificultad para hacer explícito el pensamiento en las clases de biología, ya que no es el espíritu del marco teórico considerarlos como errores, sino como otros modos de pensar que, según el contexto y los objetivos, pueden facilitar o dificultar una cierta tarea cognitiva.

› **Introducción**

¹*Orientadores: GÓMEZ GALINDO, Alma Adrianna / Directora asistente de tesis doctoral / CINVESTAV, Unidad Monterrey - adriannagomez@yahoo.com*

GONZÁLEZ GALLI, Leonardo Martín / Director de tesis doctoral / Instituto de Investigaciones CeFIEC, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad de Buenos Aires - leomgalli@gmail.com

Es numerosa la investigación existente sobre las concepciones alternativas de los estudiantes en el área de las ciencias naturales. Estas investigaciones muestran que los sujetos poseen explicaciones elaboradas para dar cuenta de los fenómenos de su vida cotidiana. Estas explicaciones suelen estar alejadas de las que puede proveer el modelo científico erudito sobre el mismo fenómeno, por lo que se pueden considerar como alternativas al mismo. Estas concepciones emergen de la interacción entre la experiencia cotidiana con el mundo natural y social, y los propios modos innatos de razonar de los sujetos (Carretero, 2009; Johsua y Dupin, 2005).

En las prácticas tradicionales que ocurren dentro de la escuela estas concepciones o bien se obliteran durante los procesos de enseñanza y aprendizaje, o bien se castigan por considerárselas erróneas al compararlas con los modelos científicos. A su vez los propios estudiantes consideran que deben evitar los errores, debido a que esto es lo que fue construido en la escuela, o sea el “oficio de alumno” (Astolfi, 2003) y también a sus propias concepciones sobre lo que implica aprender (Pozo, 2016).

Una de las primeras propuestas para lidiar con estas concepciones fue el enfoque de cambio conceptual (Posner et al., 1982). Este enfoque asume una fuerte discontinuidad entre las concepciones de los estudiantes y el conocimiento científico, considerándolas incompatibles, abonando la idea de las concepciones como un error a modificar. Si bien ha sido muy influyente en la didáctica de las ciencias y también en la investigación didáctica, este enfoque ha tenido múltiples críticas y hoy en día existen versiones muy disímiles del mismo (Carretero, 2009; Duit, 2006).

Una de las cuestiones que es incapaz de explicar el enfoque de cambio conceptual es la persistencia de las concepciones de los estudiantes luego de la instrucción. Frente a esto surge en la didáctica francesa una línea de investigación que intenta dar cuenta de esta persistencia proponiendo que existen ciertos modos de razonar que subyacen a las concepciones de los estudiantes. Dichas formas de razonamiento se denominaron obstáculos epistemológicos (el concepto de la didáctica francesa es una reelaboración de la noción original de Gaston Bachelard).

Esta propuesta se propone como superadora tanto en la investigación en didáctica como en la práctica escolar. En el primer caso, se propone mover el foco de la investigación de la construcción de un catálogo de concepciones alternativas hacia la caracterización de las formas de razonamiento subyacentes a dichas concepciones. Sin una caracterización satisfactoria de los obstáculos, las concepciones alternativas sólo pueden ser comprendidas en términos de “cartografía estadística”, como simples catálogos de las ideas encontradas en los alumnos (Astolfi, 1994: 209). En el segundo caso, la existencia de estos patrones de razonamiento permite comprender la resistencia de las concepciones alternativas y repensar el trabajo didáctico en el aula. Los obstáculos presentan efectivamente un carácter más general y transversal que las concepciones, y son ellos los que pueden explicarlas y estabilizarlas. Para Astolfi (1994, 1999, 2003) son

el "núcleo duro" de las concepciones y corresponden a lo que se resiste fuertemente a los aprendizajes y razonamientos científicos.

Esta línea de investigación entiende a los obstáculos no como un error a evitar o a transformar, sino como un medio para conseguir el aprendizaje. Desde esta perspectiva no se pretende evitar las explicaciones del sentido común de los estudiantes, sino dejarlas que aparezcan -incluso provocándolas- para brindarles un tratamiento coherente con el marco teórico. Pozo (2016) propone que es necesario utilizar los "errores" de los estudiantes para generar situaciones de reflexión y diálogo que favorezcan la construcción de nuevos saberes.

Esta perspectiva de los obstáculos epistemológicos es especialmente interesante para tener en cuenta en el aprendizaje de cualquier modelo científico, dado el carácter contra-intuitivo de dichos modelos.

En el caso particular del aprendizaje de la biología evolutiva son múltiples los obstáculos epistemológicos que pueden dificultar la enseñanza (Álvarez Pérez et al., 2017; González Galli, 2011; González Galli y Meinardi, 2016). Los autores coinciden en que es uno de los tópicos de la biología más difíciles de comprender y en el que se encuentra un bajo nivel de comprensión en la población general (Nehm y Reilly, 2007; González Galli y Meinardi, 2017). Esto es problemático si entendemos que los modelos de la biología evolutiva son centrales para entender la biología de los organismos y permiten explicar y tomar decisiones informadas sobre numerosas cuestiones relevantes para cualquier ciudadano (el uso indiscriminado de plaguicidas y el consecuente aumento de la resistencia en las poblaciones, la automedicación y el consecuente aumento de la resistencia bacteriana, el clonado de organismos, el origen del humano, las dificultades encontradas en el control de pandemias como el VIH, las causas últimas de la conducta humana, entre otros (Futuyma, 2009; Stamos, 2009). Entendemos, entonces, que la perspectiva de los obstáculos epistemológicos permitiría diseñar actividades que fomenten una construcción más robusta de los modelos de la biología evolutiva, los cuales consideramos importantes para ejercer una ciudadanía crítica.

En este trabajo esbozaremos parte del análisis de los datos obtenidos mediante una secuencia didáctica basada en el marco didáctico de los obstáculos epistemológicos, fruto de la tesis doctoral en construcción del primer autor. Dicho trabajo tiene como objetivo general generar conocimiento sobre los modos de regulación de los obstáculos epistemológicos durante los procesos de modelización en biología evolutiva. Particularmente nos centraremos en una de las dificultades encontradas al poner en acción la secuencia didáctica dentro del contexto de una escuela secundaria de la ciudad de Buenos Aires. Para ello, en primera instancia acotaremos la definición de obstáculo epistemológico para el caso del aprendizaje y la enseñanza de la biología evolutiva. Ofreceremos algunos ejemplos de obstáculos, así como la perspectiva didáctica adoptada. Luego detallaremos los aspectos metodológicos que hicieron a la puesta en práctica de

la secuencia, así como aquellos utilizados para el análisis de datos. Posteriormente comentaremos una de las categorías construidas, referidas a la dificultad que mencionábamos antes en relación con el estatus intrínsecamente negativo que los estudiantes asignan a los obstáculos. Finalmente, propondremos una conclusión que permitirá derivar nuevas preguntas y líneas de trabajo en el área de la didáctica de la biología.

› ***Obstáculos epistemológicos en la enseñanza y el aprendizaje de la biología evolutiva***

Basándose en los trabajos de los didactas franceses, González Galli (2011, 2016; González Galli y Meinardi, 2010, 2015, 2016, 2017) precisa el concepto de obstáculo epistemológico. Así los obstáculos epistemológicos quedan caracterizados por:

- (1) Transversalidad. Los obstáculos tienen cierto grado de generalidad en cuanto a los fenómenos que permiten explicar. De esta manera subyacen a concepciones de diferentes dominios del conocimiento.
- (2) Funcionalidad. Se trata de modos de pensar que tienen una función explicativa para el sujeto. Generan un entramado entre los conceptos con los cuáles los sujetos describen, explican y predicen el mundo en el que viven.
- (3) Conflictividad. Dificultan el aprendizaje y/o aceptación del modelo científico que se enseña, en tanto que explican el mismo fenómeno que explica el modelo científico erudito o que resultan contradictorios con dicho modelo.

En función de estas tres características, cabe destacar que un tratamiento didáctico como el propuesto desde el enfoque del cambio conceptual no pareciera ser útil, en tanto que las posibilidades de eliminar estos modos de pensar o modificarlos radicalmente serán limitadas. Tampoco sería deseable esta eliminación si consideramos que los modos de pensar que cumplen estas condiciones constituyen rasgos funcionales y constitutivos de la cognición humana, en el caso de la biología evolutiva, serían parte de una “biología intuitiva” (Inagaki y Hatano, 2006). Esto promueve que se entiendan las expresiones basadas en obstáculos epistemológicos no como errores, sino como otros modos de explicar los fenómenos cotidianos de los sujetos.

En el caso de la biología evolutiva González Galli y Meinardi (2016) proponen la existencia de, al menos, ocho posibles obstáculos epistemológicos. Uno de estos obstáculos es la teleología o finalismo, que implica explicar los fenómenos aludiendo a una finalidad o propósito. La teleología en el marco de las explicaciones biológicas llevaría, entre otras muchas ideas, a asumir que la producción de los rasgos de los organismos se debe a un propósito o finalidad. Las explicaciones de corte finalista de los estudiantes

suponen dos cuestiones: que las variaciones se producen según las necesidades del individuo y que los cambios evolutivos corresponden a ciertos fines predeterminados, como la producción de la especie humana. Esta perspectiva dificulta pensar, entre otras cosas, que los cambios evolutivos obedecen a causas precedentes (y no a fines predeterminados o a necesidades) y que el origen de las variaciones heredables no está ligado a su valor adaptativo (González Galli 2011; Mead y Scott 2010).

La propuesta de los didactas franceses (Astolfi, 1994, 1999, 2003; Astolfi y Peterfalvi, 2001; Peterfalvi, 2001) con respecto a los obstáculos epistemológicos, implica la toma de conciencia y regulación de los mismos al momento de construir o utilizar un modelo científico. Para ello se propone la identificación explícita de los obstáculos epistemológicos por parte de los estudiantes; la distinción entre las expresiones de los obstáculos y las expresiones basadas en los modelos científicos, y el desarrollo de una “vigilancia metacognitiva” que permita diferenciar ambos tipos de explicaciones y activar cada una de ellas cuando se consideren necesarias.

Se debe entender que el trabajo didáctico propuesto por estos investigadores requiere un cambio en el clima de la clase y el contrato didáctico que se estable con los alumnos. En efecto, es necesario que aflore, sin demasiado riesgo, lo que normalmente permanece oculto como consecuencia de la tradición que supone la censura y castigo del error.

› **Aspectos metodológicos**

El diseño de investigación adoptado en el marco de la tesis doctoral, de la que se desprende este trabajo, se basa en la *teoría fundamentada* (Strauss y Corbin, 1990). Dentro del mismo se construyó una secuencia didáctica basada en la modelización y la metacognición sobre los obstáculos epistemológicos. La misma se llevó a cabo con 72 estudiantes (de aproximadamente 15 años) de una escuela de nivel medio de gestión pública de la Ciudad Autónoma de Buenos Aires. La duración de las clases fue de tres meses. Se recolectaron respuestas escritas, dibujos y esquemas conceptuales realizados por los estudiantes, grabaciones de audio de las discusiones grupales y puestas en común de las actividades llevadas a cabo, así como entrevistas individuales al finalizar la secuencia didáctica.

La secuencia didáctica implicó un trabajo explícito sobre los obstáculos epistemológicos, particularmente sobre la teleología y el esencialismo (otro de los obstáculos² identificados para el aprendizaje de estos contenidos). Para tender a estos objetivos se realizó una reflexión sobre las concepciones que aparecían en

² Por cuestiones de espacio puede leerse la descripción detallada en Pérez et al., 2018.

las primeras explicaciones de los estudiantes para detectar formas de pensar subyacentes como el finalismo. Luego de esta detección se consensuó un nombre para esos modos de pensar, los cuales fueron etiquetados y escritos en un soporte de papel para ser colgados en las paredes del aula. También se analizaron frases de diversa índole que permitieran detectar la conflictividad y la transversalidad del obstáculo.

El análisis de los datos se realizó a partir del método comparativo constante, con el que se construyeron una serie de categorías que permitieron explicar cómo los estudiantes construyen modelos de biología evolutiva en el aula de ciencias a partir de una secuencia didáctica basada en la modelización y la metacognición sobre los obstáculos epistemológicos. Dado que este trabajo solo muestra parte del análisis total, nos centraremos en una única categoría construida que permitirá caracterizar el conocimiento metacognitivo sobre los obstáculos epistemológicos que los estudiantes construyeron en el marco del aprendizaje de los modelos evolutivos desde la perspectiva de la modelización escolar.

› **Análisis de datos**

Categoría: El obstáculo epistemológico entendido como error

Durante la secuencia didáctica, los estudiantes construyeron un conocimiento consciente sobre los obstáculos epistemológicos como modos de pensar que influyen en sus explicaciones o en la de otros sujetos. El carácter consciente permite transformar a los obstáculos epistemológicos en un objeto sobre el que se puede pensar y hablar.

Una característica de este conocimiento es que los estudiantes consideran que los obstáculos son errores a evitar en el proceso de aprendizaje y que, como tales, es importante ser conscientes de ellos. A continuación ilustraremos esta categoría con varios ejemplos.

La transcripción que sigue (Cuadro 1), corresponde a una actividad en la que se brinda un espacio a los estudiantes para que reelaboren un esquema que representa una explicación a un caso evolutivo, construido al inicio de la secuencia didáctica. Durante esta actividad el esquema se complejiza según lo discutido en las actividades que le precedieron. La discusión que se presenta ocurre tras haber realizado actividades donde se trabajó explícitamente la teleología. La etiqueta consensuada para el finalismo en esta clase fue “Pensamiento con motivo- ‘para’”.

Cuadro 1. Discusión entre estudiantes durante la construcción del esquema grupal.

En esta discusión Lucas propone incluir (de alguna manera) el “Pensamiento con motivo- ‘para’” en el esquema. Sus compañeras Olivia y Francesca entienden que ese modo de pensar está mal y que por tanto no lo incluirían en el esquema.

Figura 1. Esquema y cambios realizados por los estudiantes en bolígrafo azul.

La discusión que sostienen los estudiantes no se plasma en el esquema (Fig. 1) de la manera en que Lucas propuso. No se explicita el modo de pensar finalista a partir de la etiqueta consensuada por el grupo, sino que la resolución que encuentran es señalar el obstáculo, de manera implícita, a partir de aclaraciones diversas. Por ejemplo, se tachan afirmaciones finalistas como “[Un individuo cambia su pelaje a causa de] les sirve para camuflarse, para cazar”, “[Un individuo cambia su pelaje a causa de] ambiente/hábitat/clima/ecosistema nevado” o “[A través del tiempo las especies van mejorando. Se hacen más altas, cazan mejor, garras más fuertes] Se adaptan según sus necesidades”. Y frente a esto se agregan diversas aclaraciones. Por ejemplo “No cambian con intención, sino al azar”.

También de las entrevistas (Cuadro 2 y 3) podemos inferir que los estudiantes ofrecen al obstáculo el estatus de error.

Cuadro 2. Entrevista a Lisandro

Cuadro 3. Entrevista a Yael

Cuando se le pregunta a Lisandro la utilidad de nombrar las formas de pensar y etiquetarlas durante la secuencia didáctica, el alumno propone que el modo de pensar “de necesidad” (Nombre consensuado para llamar al finalismo en su clase) era una forma de pensar antigua y que por tanto debía cambiarse, contraponiéndolo a un “*pensamiento que está bien*”. En este sentido es que inferimos que Lisandro considera al obstáculo como un error. Yael también muestra que entiende al “Pensamiento de Cambio Generado por un Propósito” (Nombre consensuado para llamar al finalismo en su clase) como un error y, por lo tanto, durante las actividades propone que “*no tengo que caer en este pensamiento porque está mal*”. En ambos casos también expresan que el estar atentos a los obstáculos epistemológicos es de una gran importancia en el marco de la secuencia didáctica. Por ejemplo, Lisandro, en el fragmento de su entrevista presentado antes, indicaba la importancia de los carteles con el nombre de los obstáculos epistemológicos para no confundirse entre una forma de pensar “*antigua*” y otra “*que está bien*”.

Consideramos que la importancia de estar atentos al obstáculo epistemológico que le confieren los estudiantes radica en el estatus del mismo. Al ser entendidos como errores es importante estar atentos a ellos para poder evitarlos o bien que no surjan durante la construcción de explicaciones respetando así el “oficio de alumno”.

En función de todo lo anterior podemos mencionar que los estudiantes, durante la secuencia didáctica, han construido un conocimiento metacognitivo sobre qué son los obstáculos epistemológicos y por qué son importantes tenerlos en cuenta. Los entienden como formas de pensar que subyacen a los modelos alternativos al modelo erudito y, en este caso particular, les confieren el estatus de error durante el aprendizaje. Esto a su vez se constituye en la justificación de la atención sobre ellos.

› **Conclusiones**

Transformar el modo en el que los estudiantes conciben sus propios modos de pensar en el aula es complejo. En cualquiera de los ejemplos presentados, la caracterización que hacen los estudiantes de los obstáculos epistemológicos como errores se aleja del espíritu del modelo didáctico adoptado en este trabajo así como de los fines de la intervención didáctica. Cabría preguntarse aquí por qué ocurre esto. Y entendiendo que la enseñanza y los procesos de aprendizaje son complejos, no podemos atribuir esta percepción de los estudiantes a una única causa. Posiblemente sea la emergencia de múltiples factores como: el lenguaje que se utiliza en la escuela para hablar del pensamiento y que posiblemente permeó las intervenciones del docente-investigador a cargo; el modo tradicional en que la escuela y particularmente las clases de ciencias suelen castigar los errores de los estudiantes con el objeto de reemplazarlo por el conocimiento erudito que sería correcto; el modo tradicional de enseñar biología como aquella verdad incuestionable y que “ilumina” el sentido común de los sujetos. Más allá de estos posibles factores es importante rescatar esta situación para prestar más atención al lenguaje de la clase cuando los modos de pensamiento se vuelven objetos de discusión.

Podemos considerar que esta dificultad que se encontró en el aula es una limitación tanto de la secuencia didáctica realizada como del contexto en el que estuvo inmersa. Como posibles hipótesis de trabajo para intentar solucionar esta dificultad proponemos pensar en otro tipo de actividades que permitan entender que los obstáculos epistemológicos son útiles y funcionales en ciertos contextos, incluso en el marco de algunos modelos científicos, pero que, al mismo tiempo, pueden dificultar la construcción, aceptación y uso de algunos modelos científicos. A esto nos referimos con el carácter ambiguo de los obstáculos. Consideramos que trabajar explícitamente sobre el discurso hegemónico de docentes y alumnos con respecto a los errores en el aula puede ser también un camino para evitar las caracterizaciones del

obstáculo como error y entenderlo como otro modo de pensar de los sujetos. También realizar más actividades donde el obstáculo funcione de manera positiva, discutiendo explícitamente el estatus de error. Todo esto lleva a plantear la necesidad de abordar en futuras investigaciones las preguntas de ¿Cómo lograr que comprendan el carácter ambiguo de los obstáculos? y ¿Cómo trabajar para cambiar el estatus del error en las clases?

› **Bibliografía**

- Álvarez Pérez, E.; Hernández Rodríguez, M. y Esparza Soria, S. (2017). *Obstáculos epistemológicos y núcleos problemáticos: dos enfoques de investigación en la didáctica de biología evolutiva*. En Monroy, Z.; León, R. y Álvarez, G. (Eds.), *Obstáculos epistemológicos en la enseñanza y el aprendizaje de la filosofía y de la ciencia* (pp. 79-91). México: Facultad de Psicología UNAM.
- Astolfi, J. P. (1994). El trabajo didáctico de los obstáculos, en el corazón de los aprendizajes científicos. *Enseñanza de las Ciencias*, 12 (2), 206-216.
- Astolfi, J. P. (1999). *El "error", un medio para enseñar*. Sevilla: Díada.
- Astolfi, J. (2003). *Aprender en la escuela* (2 ed.). Chile: Comunicaciones Noreste Ltda.
- Astolfi, J. y Peterfalvi, B. (2001). *Estrategias para trabajar los obstáculos: dispositivos y resortes*. En Camilloni, A. (Comp.), *Los obstáculos epistemológicos en la enseñanza* (pp. 191-223). Barcelona: Gedisa.
- Carretero, M. (2009). *Constructivismo y Educación*. Buenos Aires: Paidós.
- Duit, R. (2006). *Enfoques del cambio conceptual en la enseñanza de las ciencias*. En Schotz, W.; Vosniadou, S. y Carretero, M. (Comps.), *Cambio conceptual y educación* (pp. 219-250). Buenos Aires: Aique.
- Futuyma, D. (2009). *Evolution*. Sunderland: Sinauer
- González Galli, L. (2011). *Obstáculos para el aprendizaje del modelo de evolución por selección natural* (Tesis doctoral). Universidad de Buenos Aires, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Buenos Aires.
- González Galli, L. (2016). El problema de la teleología y la metáfora del diseño en biología: cuestiones epistemológicas e implicancias didácticas. *Tecné, Episteme y Didaxis: TED*, 40, 240-276.
- González Galli, L. y Meinardi, E. (2010) Revisión del concepto de obstáculo a partir de la investigación sobre la enseñanza y el aprendizaje del modelo de evolución por selección natural. IX Jornadas Nacionales y IV Congreso Internacional de Enseñanza de la Biología, Tucumán, Argentina, 7-10 octubre.
- González Galli, L. y Meinardi, E. (2015). Obstáculos para el aprendizaje del modelo de evolución por selección natural, en estudiantes de escuela secundaria de Argentina. *Ciência & Educação*, 21 (1), 101-122.
- González Galli, L. y Meinardi, E. (2016). *Obstáculos para el aprendizaje del modelo de evolución por selección natural*. En Cuvi, N.; Sevilla, E.; Ruíz, R. y Puig-Samper, M. (Eds.), *Evolucionismo en América y Europa*, (pp. 463-476). Ecuador: Centro Publicaciones PUCE.
- González Galli, L. y Meinardi, E. (2017). Obstáculos para el aprendizaje del modelo de evolución por selección natural en estudiantes universitarios de biología. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 14 (3), 435-449.
- Inagaki, K. y Hatano, G. (2006). Young children's conception of the biological world. *Current Directions in*

Psychological Science, 15(4), 177-181.

Johsua, S. y Dupin, J. (2005). *Introducción a la didáctica de las ciencias y la matemática*. Buenos Aires: Colihue.

Mead, L. y Scott, E. (2010). Problem Concepts in Evolution Part I: Purpose and Design. *Evolution: Education and Outreach*, 3, 78–81.

Nehm, R. y Reilly, L. (2007). Biology majors' knowledge and misconceptions of natural selection. *BioScience*, 57 (3), 263-272.

Pérez G., Gómez Galindo, A. y 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.

Peterfalvi, B. (2001). *Identificación de los obstáculos por parte de los alumnos*. En Camilloni, A. (Comp.), *Los obstáculos epistemológicos en la enseñanza* (pp. 127-168). Barcelona: Gedisa.

Posner, G. J.; Strike, K. A.; Hewson, P. W. y Gertzog, W. A. (1982). Accommodation of a scientific conception: Toward a theory of conceptual change. *Science education*, 66 (2), 211-227.

Pozo, J. (2016) *Aprender en tiempos revueltos. La nueva ciencia del aprendizaje*. Madrid: Alianza.

Stamos, D. (2008). *Evolución. Los grandes temas: sexo, raza, feminismo, religión y otras cuestiones*. Barcelona: Biblioteca Buridán.

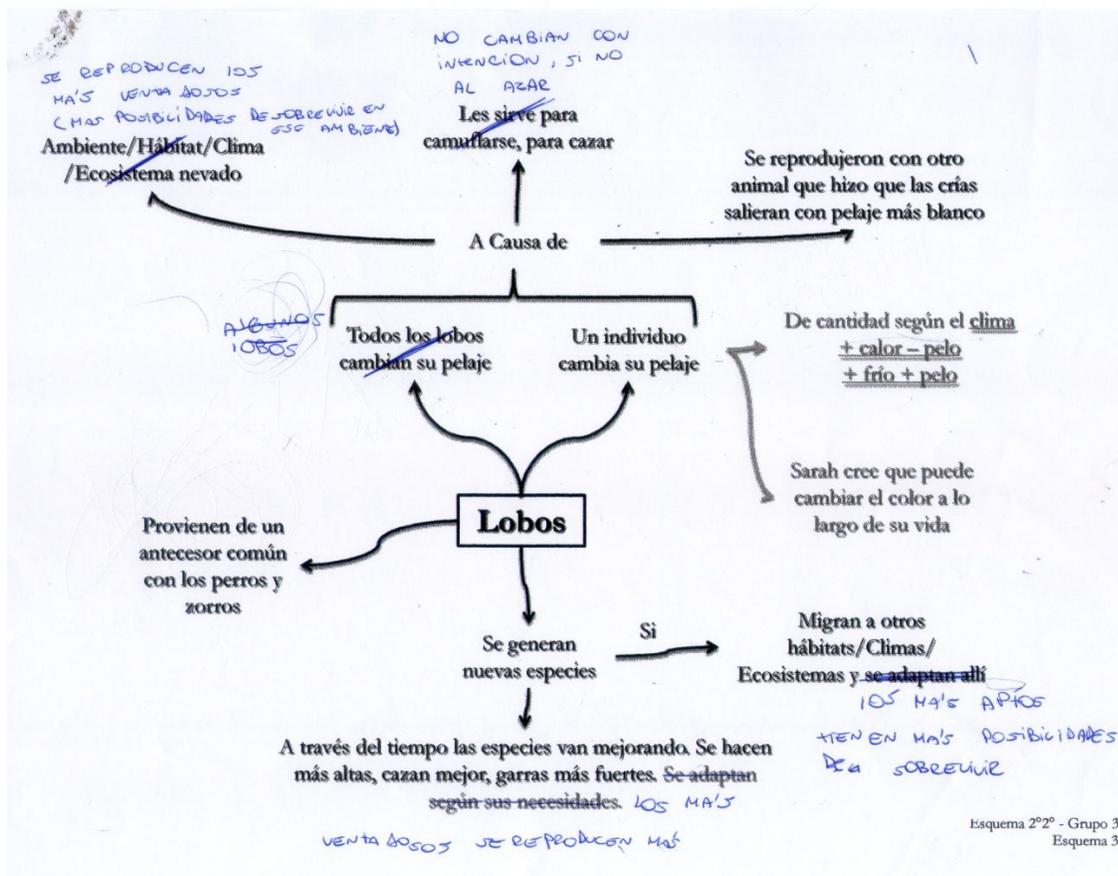
Strauss, A. y Corbin, J. (1990). *Basics of Qualitative Research: Grounded Theory Procedures and Techniques*. Newbury Park: Sage.

› Anexo

Cuadro 1. Discusión entre estudiantes durante la construcción del esquema grupal. - 22AR2G3 26:12-

| | |
|------------------|---|
| Lucas | <i>Podemos poner acá. El pensamiento con motivo "para". Que es ese que dice ventajas.</i> |
| Olivia | <i>El "con motivo" está mal.</i> |
| Lucas | <i>Bueno, lo que dice ahí.</i> |
| Olivia | <i>No, no, ¿o sí?</i> |
| Lucas | <i>Si, si estamos hablando acá de las ventajas y desventajas de cada uno. Dice que "era para cazar, para camuflarse".</i> |
| Olivia | <i>Claro, pero no cambiaron para eso.</i> |
| Francesca | <i>No es para cazar, está mal el "con motivo".</i> |
| Olivia | <i>Está mal el "con motivo"</i> |

Figura 1. Esquema y cambios realizados por los estudiantes en birome azul.



Cuadro 2. Entrevista a Lisandro

| | |
|-----------------------------|---|
| Docente-Investigador | <i>Estas formas de pensar, este cartel que pegamos en el aula ¿Te sirvió en los trabajos prácticos individuales o en los grupales?</i> |
| Lisandro | <i>Mucho no lo veíamos, pero igualmente yo creo que lo veo más como algo que, por ejemplo el de necesidad es... El de necesidad no lo usás, porque es algo que ya, es un pensamiento antiguo. Mucho no me sirvió igual.</i> |
| D-I | <i>¿Antiguo en qué sentido?</i> |
| Lisandro | <i>Antiguo en la clase ¿no? Como que es un pensamiento que nosotros teníamos al principio y este cambió.</i> |
| D-I | <i>Bien. Imaginate que no hubiéramos hecho esto. Que no hubiéramos puesto nombre a las formas de pensar, no hubiéramos colgado los carteles ¿Qué te parece que hubiera pasado?</i> |

| | |
|-----------------|---|
| Lisandro | <i>Nada, yo creo que quizás hubiera seguido confundiendo el pensamiento de necesidad con el pensamiento que está bien. Porque yo creo que haber puesto el cartel simboliza cómo que te termina algo, una forma de pensar, y comienza una nueva. Creo que eso representó poner un cartel. Pero, no sé...</i> |
|-----------------|---|

Cuadro 3. Entrevista a Yael

| | |
|-----------------------------|--|
| Docente-Investigador | <i>Una cosa que me estuviste nombrando... es esta forma de pensar del pensamiento generado con un propósito, nosotros en algunas clases nos tuvimos a pensar eso...armamos los cartelitos, los colgamos... ¿Te parece que eso fue importante? ¿Y en qué sentido?</i> |
| Yael | <i>Si, o sea quizás yo no le presté mucha atención al cartelito pero al pensamiento si, tipo, muchas veces estaba bueno "no tengo que caer en este pensamiento porque está mal", entonces, tipo ese pensamiento, el que se genera por un propósito lo tenía muy presente yo. Si, cuando hacíamos las actividades tenía cuidado en eso.</i> |

