

**El recurso a la metáfora del diseño para fomentar la vigilancia metacognitiva del pensamiento teleológico en el aprendizaje del modelo de evolución por selección natural**

**The use of the design metaphor to foster metacognitive vigilance of teleological thinking in learning the model of evolution by natural selection**

**O uso da metáfora do design para fomentar a vigilância metacognitiva do pensamento teleológico na aprendizagem do modelo de evolução pela seleção natural**

Betina Cupo<sup>1</sup>  
Leonardo González Galli<sup>2</sup>  
Ignacio Soto<sup>3</sup>

**Resumen**

Uno de los principales problemas para el aprendizaje del modelo de evolución por selección natural reside en los razonamientos teleológicos intuitivos de las y los estudiantes. Muchas veces, estos razonamientos adoptan formas incompatibles con la actual teoría de la evolución y se muestran fuertemente resistentes al cambio. Contra la pretensión de eliminar estos razonamientos mediante la instrucción, se ha argumentado que el principal objetivo didáctico sería fomentar en el estudiantado la capacidad de regular metacognitivamente dichos razonamientos. En esta ponencia, más específicamente, nos basamos en análisis epistemológicos del modelo de evolución por selección natural, así como en análisis psicológicos y didácticos sobre el rol de las metáforas y analogías en la cognición, para argumentar que el trabajo didáctico sobre el rol que la metáfora del diseño juega en el modelo de evolución por selección natural puede constituir una estrategia útil para favorecer dicha capacidad metacognitiva, y, de ese modo, tender a un mejor aprendizaje del mencionado modelo científico.

**Palabras clave:** selección natural, teleología, metáfora del diseño, metacognición

<sup>1</sup> Instituto de Investigaciones CeFIEC, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad de Buenos Aires. [betinacupo@gmail.com](mailto:betinacupo@gmail.com)

<sup>2</sup> Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET) / Instituto de Investigaciones CeFIEC, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad de Buenos Aires. [leomgalli@gmail.com](mailto:leomgalli@gmail.com)

<sup>3</sup> Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET) / Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad de Buenos Aires. [soto@ege.fcen.uba.ar](mailto:soto@ege.fcen.uba.ar), [zorroyerizo@gmail.com](mailto:zorroyerizo@gmail.com)



## **Abstract**

One of the main problems for learning the model of evolution by natural selection lies in the students' intuitive teleological reasoning. Often, these reasonings take forms incompatible with the current theory of evolution and are strongly resistant to change. Against the pretension of eliminating these reasonings through instruction, it has been argued that the main didactic objective would be to foster in students the ability to metacognitively regulate such reasonings. In this paper, more specifically, we base ourselves on epistemological analyses of the model of evolution by natural selection, as well as on psychological and didactic analyses of the role of metaphors and analogies in cognition, to argue that didactic work on the role that the metaphor of design plays in the model of evolution by natural selection may constitute a useful strategy to favor such metacognitive capacity, and, in this way, tend to a better learning of the aforementioned scientific model.

**Key words:** natural selection, teleology, design metaphor, metacognition.

## **Sumário**

Um dos principais problemas na aprendizagem do modelo de evolução por seleção natural reside no raciocínio teleológico intuitivo dos estudantes. Muitas vezes, estes raciocínios assumem formas incompatíveis com a teoria evolucionária atual e são fortemente resistentes às mudanças. Contra a pretensão de eliminar tal raciocínio através da instrução, tem sido argumentado que o principal objetivo didático seria fomentar a capacidade dos estudantes de metacognitivamente regular tal raciocínio. Neste artigo, mais especificamente, contamos com análises epistemológicas do modelo de evolução por seleção natural, bem como com análises psicológicas e didáticas do papel das metáforas e analogias na cognição, para argumentar que o trabalho didático sobre o papel que a metáfora do design desempenha no modelo de evolução por seleção natural pode constituir uma estratégia útil para favorecer tal capacidade metacognitiva e, desta forma, tender a um melhor aprendizado do modelo científico acima mencionado.

**Palavras-chave:** seleção natural, teleologia, metáfora do design, metacognição,

## **Introducción**

Uno de los problemas centrales en relación con el aprendizaje de la Biología Evolutiva lo constituye la existencia de concepciones teleológicas intuitivas en las y los estudiantes (Kampourakis, 2014). Las personas en general tienden a creer que en la naturaleza todo existe y es cómo es para alcanzar ciertos fines predefinidos (Kelemen,



2012). En el caso de la evolución, esto lleva a pensar que la evolución consiste en que los organismos (individuales) sufren aquellos cambios que necesitan para sobrevivir, un modo de pensar que es contradictorio con el modelo de evolución por selección natural (MESN). Ahora bien, frente a este problema la actitud tradicional ha consistido en asumir que la Biología "erudita" no supone ninguna forma de teleología y que, por lo tanto, el principal objetivo didáctico consiste en eliminar las concepciones teleológicas de las y los estudiantes. Esta eliminación sería una condición para la comprensión del MESN. En otros trabajos (González Galli, Pérez, y Gómez Galindo, 2020) hemos argumentado *in extenso* que este enfoque tradicional es cuestionable por dos grandes razones. En primer lugar, porque la psicología cognitiva muestra que el pensamiento teleológico es un sesgo cognitivo central en la "biología intuitiva" de todas las personas (Kelemen, 2012) que resulta funcional, lo que lleva a dudar de la factibilidad y conveniencia de su eliminación. En segundo lugar, los desarrollos de la Filosofía de la Biología han cuestionado el supuesto de que la Biología no implica ninguna forma científicamente legítima de teleología. Numerosos autores (Caponi, 2003; Lennox, 1993; Ruse, 2000) sostienen que en la Biología persisten ciertas formas de teleología. Más específicamente, varios autores han argumentado que el MESN implica cierta forma de teleología. Por ejemplo, Caponi (2003) sostiene que el MESN implica teleología porque sus explicaciones se basan en identificar las razones por las cuales cierta versión de un rasgo supone una mejor solución que las variantes alternativas frente a algún problema en relación con la supervivencia y reproducción. El par categorial "problema-solución", sostiene Caponi (2003), tiene evidentes implicancias teleológicas. Michael Ruse (2000), por su parte, argumenta que el MESN tiene implicancias teleológicas porque supone apelar *necesariamente* a la metáfora del diseño (MD), es decir, supone analizar a los organismos y sus partes *como si* fueran objetos de diseño. Esta sería, según Ruse, una condición necesaria para concebir hipótesis adaptacionistas sobre las cuales luego construir explicaciones basadas en el MESN. Esto no supone, desde ya, que cualquier razonamiento teleológico sea científicamente correcto o aceptable, pero sí que algunos lo serán.

Tomados en conjunto, estos argumentos han llevado a revisar y rechazar el enfoque tradicional "eliminacionista" en relación con las concepciones teleológicas y a plantear como principal objetivo que las y los estudiantes tomen conciencia de sus sesgos teleológicos. En esa línea, hemos propuesto (González Galli, Pérez y Gómez Galindo, 2020) que el principal objetivo de la enseñanza debería ser fomentar en desarrollo de una "vigilancia metacognitiva" (VMC) sobre el sesgo teleológico. Esta "vigilancia" supone la capacidad de comprender en qué consiste la teleología, así como de reconocer sus diversas expresiones y de regular su uso, esto es, de evaluar qué tipo de teleología es aceptable según el contexto.

En este trabajo presentamos algunos resultados parciales de una investigación de tesis doctoral que busca estudiar los modos posibles de lograr el desarrollo de la VMC en relación con el pensamiento teleológico. Los resultados aquí comunicados son de



naturaleza estrictamente teórica, y la metodología utilizada consiste en el análisis de documentos bibliográficos de la epistemología de la biología, la didáctica de la biología y la psicología cognitiva seleccionados de acuerdo con la pertinencia en relación con el problema de investigación.

### **La metáfora del diseño como medio para aprender el modelo de evolución por selección natural**

En relación con la VMC la idea clave es la de metacognición, esto es, el conocimiento sobre y la capacidad de regular la propia cognición (Zohar y Dori, 2012). El caso particular que nos ocupa presenta complicaciones idiosincráticas que dificultan alcanzar la meta de aprendizaje planteada. Esta complicación “extra” deriva del hecho de que, como han señalado muchos autores (Mahner y Bunge, 2000), en la propia Biología impera una confusa ambigüedad en relación con las nociones teleológicas, ambigüedad que se expresa en el lenguaje. Así, es frecuente que el profesorado de Biología, así como biólogas y biólogos, nieguen la utilización de nociones teleológicas y censuren las expresiones teleológicas al tiempo que las utilizan (¡profusamente!). Así pues, el problema que nos ocupa es cómo fomentar la VMC sobre el pensamiento teleológico en relación con el aprendizaje del MESN teniendo en cuenta la ambigüedad (conceptual y lingüística) que atraviesa la Biología. Aquí es donde, introduciremos – basándonos en el análisis de Ruse, 2000 – la MD como un nuevo recurso cognitivo.

En esta ponencia presentaremos la hipótesis de que el trabajo didáctico sobre la MD podría constituir un recurso útil para fomentar el desarrollo de la VMC sobre el pensamiento teleológico (González Galli, 2016). Nuestra hipótesis se basa en los análisis que señalan el rol central de las metáforas en la ciencia (Palma, 2015) en general y, más específicamente, en la propuesta de Ruse (2000) sobre el rol de la MD en el MESN. También se basa en las investigaciones en psicología cognitiva que muestran el rol central de las metáforas en la cognición general (Hofstadter y Sander, 2018), así como en estudios de didáctica que evidencian el potencial del trabajo a partir de metáforas y analogías (Aubusson, Harrison y Ritchie, 2006). Pero, ¿por qué el recurso a la MD en particular podría contribuir al desarrollo de una VMC sobre el sesgo teleológico? La hipótesis que proponemos es que, si la ambigüedad en relación con la teleología presente en la misma Biología deriva de que, como sostiene Ruse (2000), dicha ciencia recurre a la MD entonces, para que las y los estudiantes puedan lidiar exitosamente con esa ambigüedad deberán dominar el uso de dicha metáfora. “Exitosamente” significa saber qué razonamientos y expresiones teleológicas son científicamente aceptables en cada caso.

La siguiente pregunta, por supuesto, es cómo lograr, en condiciones de clases, que las y los estudiantes desarrollen esta VMC. Será necesario, por ejemplo, que el estudiantado modele el pensamiento teleológico y que ejercite la capacidad de



detección de sus expresiones. Pero, además, deberán comprender en qué consiste la MD y qué rol juega en la construcción y uso del MESN. Para tal fin diseñaremos actividades tendientes a que las y los estudiantes tomen conciencia de en qué momentos precisos de la construcción de dichas explicaciones se recurre a cierta forma de teleología. Un modo de fomentar esta comprensión sería analizar diversas explicaciones que difieran en el tipo de teleología implicada y en su aceptabilidad (o no) según su coherencia (o incoherencia) con el MESN.

Por ejemplo, si observamos las garras de un águila y nos proponemos construir una explicación basada en el MESN sobre el origen de dicho rasgo, deberíamos – según Ruse, 2000 - preguntarnos “¿para qué *parecen diseñadas* esas garras?”. Es en este momento de la construcción de la explicación donde reside “el nexa teleológico” (Caponi 2003). El carácter metafórico de este razonamiento implica que el objeto de análisis *es como* un objeto de diseño. En este punto habría que explicitar que mientras que en el verdadero diseño deliberado hay un componente intencional dicho componente está ausente en el caso de la selección natural. En este caso, dichos análisis nos llevarían a la idea de que las garras del águila *parecen diseñadas* para asegurar una eficaz retención de la presa. Luego, esta intuición teleológica deberá convertirse en un insumo para la construcción de una correcta explicación basada en el MESN. En esta explicación, en su versión final, no parece haber ningún razonamiento teleológico. Sin embargo, Ruse (2000) nos recordaría que pudimos construir esta explicación solo porque primero analizamos al rasgo *como si* fuera producto del diseño, y Caponi (2003) nos recordaría que esta explicación se basa en identificar la razón por la cual esta versión del rasgo supone una mejor solución a un problema que afecta la supervivencia y reproducción (capturar las presas).

En el párrafo anterior describimos en qué consiste una explicación basada en el MESN, y qué rol cumple la teleología en dicha explicación, y ese es un contenido que debería ser objeto de enseñanza. Esta enseñanza debería incluir el análisis explícito de que explicar con el MESN implica recurrir a la MD, y ese tipo de análisis sería un aspecto central para favorecer la VMC de la que hablamos antes. El lenguaje en general es ambiguo, y el lenguaje científico también lo es (contra lo que pretende cierto enfoque idealizado de la ciencia). Y es probable que el lenguaje teleológico sea especialmente ambiguo, justamente por basarse en una metáfora. ¿Qué quiere decir exactamente una persona cuando afirma que “las garras de las águilas evolucionaron para mejorar la captura de las presas”? En principio, tenderíamos a creer que esa persona está asumiendo que la evolución tiene cierta direccionalidad predeterminada probablemente asociada a cierta intencionalidad, y estos supuestos son claramente erróneos desde el punto de vista científico. Sin embargo, expresiones como esa son utilizadas rutinariamente por profesionales de la Biología, lo que implica que debe existir alguna interpretación científicamente correcta de dicha expresión. En efecto, cuando una bióloga o biólogo utiliza una frase como esa lo hace para hacer referencia, de un modo abreviado, al hecho de que la eficacia incrementada en la captura de las



presas es la razón por la cual ese tipo de garras fueron seleccionadas. Como decíamos, la expresión es ambigua, y comprender y utilizar el MESN implica aprender a lidiar con esa ambigüedad, tal como lo hacen las y los profesionales de la Biología.

## Conclusiones

Nuestra hipótesis es que la toma de conciencia de que estamos pensando en los organismos y sus partes *como si* fueran objetos de diseño favorecería la oportunidad de aclarar en qué sentido estamos haciendo eso, es decir, favorecería instancias de explicitación del significado preciso que tienen las expresiones teleológicas que nos permitimos utilizar. Y es esa explicitación la que puede dar lugar a un análisis en el cual resulta crucial recuperar el modelo científico: una expresión teleológica solo será aceptable en la medida en que sea compatible con el MESN. Esto implica tomar conciencia de que estamos pensando y expresándonos de un modo inherentemente ambiguo, lo que supone la necesidad de reducir dicha ambigüedad explicitando el significado preciso de lo que queremos decir. En síntesis, el análisis explícito de la metáfora (la MD) implicada en la construcción de explicaciones basadas en el MESN podría favorecer una regulación del discurso basada principalmente en el reconocimiento de un sesgo cognitivo propio y en el recurso al modelo científico. Nuestra hipótesis supone que este enfoque puede dar mejores resultados que la estrategia de negar toda forma de teleología y de censurar el lenguaje teleológico (González Galli, 2019). Lo presentado en esta ponencia es parte de los resultados teóricos de la investigación doctoral en curso de la primera autora que busca realizar un aporte en relación con este problema.



Bio-ponencia

## Referencias

- Aubusson, P., Harrison, A. y Ritchie, S. (2006). *Metaphor and analogy in science education*. Springer.
- Caponi, G. (2003). Darwin: entre Paley y Demócrito. *Hist. cienc. saude-Manguinhos*, 10(3), 993-1023. DOI: 10.1590/S0104-59702003000300010
- González Galli, L. (2019). Permitido decir "para": el problema de la teleología en la enseñanza de la biología. *Revista Científica*, 34(1). DOI: <https://doi.org/10.14483/23448350.13710>
- González Galli, L. (2016). El problema de la teleología y la metáfora del diseño en biología: cuestiones epistemológicas e implicancias didácticas. *TED (Tecné, Episteme y Didaxis)*, 40. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0104-59702003000300010>
- González Galli, L., Pérez, G. y Gómez Galindo, A. (2020). A. The self-regulation of teleological thinking in natural selection learning. *Evolution Education & Outreach*, 13(6). DOI: <https://doi.org/10.1186/s12052-020-00120-0>
- Hofstadter, D. y Sander, E. (2018). *La analogía. Motor del pensamiento*. Barcelona: Tusquets.

- Kampourakis K. (2014). *Understanding evolution*. Cambridge University Press. DOI: <https://doi.org/10.1017/CBO9781139542357>
- Kelemen, D. (2012). Teleological minds: How natural intuitions about agency and purpose influence learning about evolution. En K. Rosengren; S. Brem, E. Evans y G. Sinatra (eds.) *Evolution challenges. Integrating research and practice in teaching and learning about evolution*. Oxford University Press. p. 66-92.
- Lennox, J. (1993). Darwin was a teleologist. *Biology and Philosophy*, 8(4), 409-421. DOI: <https://doi.org/10.1007/BF00857687>
- Mahner, M. y Bunge, M. (2000). *Fundamentos de Biofilosofía*. Siglo XXI.
- Palma, H. (2015). *Ciencia y metáforas. Crítica de una razón incestuosa*. Prometeo Libros.
- Ruse, M. (2000). Teleology: Yesterday, today, and tomorrow? *Studies in History and Philosophy of Biological & Biomedical Sciences*, 31(1), 213-232. DOI: [https://doi.org/10.1016/S1369-8486\(99\)00046-1](https://doi.org/10.1016/S1369-8486(99)00046-1)
- Trommler, F. y Hammann, M. (2020). The relationship between biological function and teleology: Implications for biology education. *Evolution Education & Outreach*, 13(11). DOI: <https://doi.org/10.1186/s12052-020-00122-y>
- Zohar, A. y Dori, Y. (2012). *Metacognition in science education trends in current research*. Springer.

