



**Los profesores de Biología de Secundaria en México
y sus modelos teóricos de evolución biológica**

**Professores de Biologia do ensino médio no México
e seus modelos teóricos de evolução biológica**

**Secondary Biology teachers in Mexico
and their theoretical models of biological Evolution**

María de la Luz Martínez Hernández¹
Diana Patricia Rodríguez-Pineda²

Línea temática: Formación del profesorado y práctica docente
Modalidad: Comunicación oral

Resumen

A partir del concepto de modelo teórico, se construyó un sistema categorial básico para identificar los elementos estructurales del Modelo Teórico sobre Evolución Biológica (MTEB) –conformado por entidades con sus propiedades, relaciones entre entidades y condiciones–; el cual se configuró como una herramienta analítica que permitió en primer lugar analizar y comparar, los MTEB que subyacen a tres de las teorías evolutivas más importantes: las de Lamarck, Darwin-Wallace y la Sintética. Posteriormente, esa misma herramienta analítica fue utilizada para conocer los MTEB con los que se identifica el profesorado que imparte biología en la educación secundaria. Desde un paradigma interpretativo y con un enfoque mixto, se diseñó el instrumento que permitió obtener la información mediante un cuestionario contextualizado de siete viñetas. Se contó con la participación voluntaria de 158 docentes en servicio. Los datos cuantitativos se analizaron de manera descriptiva y explicativa. Los resultados permitieron identificar que el 99% del profesorado de educación secundaria se identifica con MTEB de carácter evolucionista y, que la similitud específica se da principalmente con el de Lamarck (en un 57%) y en menor medida con el de la Teoría Sintética (14%).

¹ SEP- Coordinación Sectorial de Educación Secundaria, fluzma@hotmail.com

² Cuerpo Académico de Educación en Ciencias 'EDUCIEN', UPN- México; dpineda@upn.mx



Palabras clave

Modelos teóricos; evolución biológica; profesores de biología; educación secundaria; pensamiento del profesor

Resumo

A partir do conceito de modelo teórico, construiu-se um sistema categórico básico para identificar os elementos estruturais do Modelo Teórico da Evolução Biológica (MTEB) – composto por entidades com suas propriedades, relações entre entidades e condições–; que se configurou como uma ferramenta analítica que permitiu, em primeiro lugar, analisar e comparar os MTEB que fundamentam três das mais importantes teorias evolutivas: as de Lamarck, Darwin-Wallace e Sintéticas. Posteriormente, essa mesma ferramenta analítica foi utilizada para conhecer os MTEB com os quais os professores que lecionam biologia no ensino médio se identificam. A partir de um paradigma interpretativo e com uma abordagem mista, desenhou-se o instrumento que permitiu obter a informação através de um questionário contextualizado de sete vinhetas. Contou com a participação voluntária de 158 professores em exercício. Os dados quantitativos foram analisados de forma descritiva e explicativa. Os resultados permitiram identificar que 99% dos professores do ensino secundário se identificam com a MTEB de natureza evolutiva e que a semelhança específica ocorre principalmente com a de Lamarck (57%) e em menor escala com a Teoria Sintética (14%).

Palavras chave

Modelos teóricos; evolução biológica; professores de biologia; ensino médio; pensamento docente

Summary

From the concept of theoretical model, a basic categorical system was built to identify the structural elements of the Theoretical Model on Biological Evolution (MTEB) –made up of entities with their properties, relationships between entities and conditions–; which was configured as an analytical tool that allowed, in the first place, to analyze and compare the MTEB that underlie three of the most important evolutionary theories: those of Lamarck, Darwin-Wallace and Synthetics. Subsequently, this same analytical tool was used to find out the MTEBs with which teachers who teach biology in secondary education identify. From an interpretative paradigm and with a mixed approach, the instrument was designed that allowed obtaining the information through a contextualized questionnaire of seven vignettes. There



was the voluntary participation of 158 in-service teachers. Quantitative data were analyzed in a descriptive and explanatory way. The results made it possible to identify that 99% of middle school teachers identify with MTEB of an evolutionary nature and that the specific similarity occurs mainly with Lamarck's (57%) and to a lesser extent with Synthetic Theory (14%).

Keywords

Theoretical models; biological evolution; biology teachers; secondary education; teacher thinking

Introducción

En la literatura la pertinencia de abordar la enseñanza de la evolución en la educación secundaria es un tema que resulta complejo (Jiménez-Aleixandre, 1992; Salgado, 2013), ya que algunos estudios realizados con estudiantes de diferentes niveles educativos desde la primaria hasta nivel superior reportan que sus explicaciones sobre la evolución biológica desde un enfoque histórico, no corresponden con los postulados de las teorías modernas – incluida la sintética –, de donde se infiere que los alumnos en su paso por el sistema educativo no han alcanzado este propósito que, para la enseñanza de Biología es fundamental, este tema aún para los profesores especializados en esta disciplina es complicado y que ellos tienen carencias en el manejo de dichos contenidos, pero sobre todo en su ‘implementación’ didáctica. Si bien pueden ser muchos los factores, sin duda es de suponer que los modelos que tienen los profesores sobre la Evolución Biológica influyen en el pensamiento de los alumnos (Jiménez-Aleixandre, 1989; González-Galli, 2011).

A partir de lo anterior es importante conocer *¿con qué Modelo Teórico sobre Evolución Biológica (MTEB) se identifican los profesores que imparten biología en la escuela secundaria?* por lo que el objetivo de este escrito es *caracterizar el MTEB con el que se identifica el profesorado de este nivel educativo que enseña biología.*

Marco Teórico

La biología, desde su vertiente naturalista, se inserta en los propósitos de la escuela secundaria en México, con la intención de que los alumnos logren la comprensión y entendimiento de un mundo natural en constante cambio, aspecto en el que la Teoría de la evolución biológica de Darwin constituye una pieza clave. De tal manera que algunos de los



propósitos que están presentes en plan de estudios 2017 (SEP, 2017, p.163) de secundaria y que aluden a la teoría de la evolución, son:

5. Describir cómo los efectos observados en los procesos naturales son resultado de las interacciones que hay entre ellos.
8. Explorar los procesos naturales desde la diversidad, la continuidad y el cambio.

La teoría de la evolución es el objeto de estudio de la Biología evolutiva, para explicar y comprender los cambios de los seres vivos y sus linajes en el tiempo, así como su distribución espacial, todo desde una visión historicista (Ruiz y Ayala, 2002; Ruiz, 2013). El conjunto de modelos teóricos de la evolución forma una familia de estas que como entes emparentados tienen similitudes, pero también diferencias, es toda una rama de la ciencia de la vida que permite conocer del origen, diversidad, distribución geográfica y temporal, así como del arreglo taxonómico de la vida en todas sus manifestaciones (Mayr, 2000).

Una forma emergente de acercarse por inferencia al pensamiento de los teóricos y de sus productos son los modelos, lo que es importante conocer la articulación de la estructura de una teoría y su validación como propone Giere (1992), así mismo señala a la teoría como una serie de enunciados referidos a explicar la realidad. Un modo de hacerlo es emplear modelos para explicarla, luego un modelo es una manera de representarla de forma más completa y dinámica, el modelo es una abstracción que tiene infinidad de posibilidad para describir, explicar y predecir los fenómenos de la realidad.

Ronald Giere (1992), considera que un modelo científico es una entidad abstracta, una representación no lingüística de la realidad, que se comporta según las proposiciones que lo definen en cualquier sistema simbólico y que constituyen la ‘parte aplicativa de una teoría’ -sus proyecciones al mundo– (Adúriz-Bravo e Izquierdo-Aymerich, 2009).

Dado que los modelos científicos son de naturaleza teórica, son entonces una representación enriquecida ‘teóricamente’ de los fenómenos –mediante entidades, relaciones y/o condiciones–, que pueden ser expresados a través de una variedad de formas y lenguajes–multimodales–, los cuales nos permiten describir, explicar, predecir e intervenir en el mundo (Izquierdo-Aymerich y Adúriz-Bravo, 2003).

Un modelo ontogenéticamente evoluciona en el sujeto que lo construye y porta, pero históricamente la forma en que se representa y concibe a un fenómeno, también evoluciona



y forma un linaje de modelos -una familia de modelos- (Tamayo y Sanmartí, 2007), al respecto González-Galli (2010, p.227) menciona que

...la biología evolutiva pretende dar cuenta de un amplio conjunto de fenómenos, para la cual recurre a un diverso arsenal de modelos teóricos. Desde la perspectiva epistemológica, podemos pensar que una teoría es un conjunto de modelos, (Giere, 1992), así podemos ver a la teoría evolutiva como una familia de modelos.

Metodología

Para lograr el objetivo propuesto, esta investigación se realizó desde un paradigma interpretativo y con un enfoque mixto, se diseñó un instrumento que permitió obtener la información mediante un cuestionario contextualizado de siete viñetas. Con base en las respuestas del cuestionario se analizaron los datos cuantitativos de manera descriptiva y explicativa. A continuación, se presenta de manera detallada el camino recorrido.

Inicialmente se realizó una revisión documental especializada en Biología evolutiva, particularmente sobre los planteamientos de las teorías Lamarck, Darwin-Wallace y Sintética y, a partir del concepto de modelo teórico, se construyó un sistema categorial básico y detallado para identificar los elementos estructurales de cualquier MTEB, que posteriormente se convirtió en una herramienta analítica (Martínez y Rodríguez-Pineda, 2017; Martínez Hernández, 2022), para analizar y caracterizar tanto los principales modelos de la teoría evolutiva como los de los docentes de biología.

Con base en el concepto de modelo conformado por entidades -con sus propiedades-, relaciones entre entidades y condiciones, se procedió a identificar en la literatura especializada de la Evolución Biológica los 'elementos estructurales comunes mínimos' de 'todo' Modelo Teórico sobre Evolución Biológica (MTEB) -ver figura 1-.

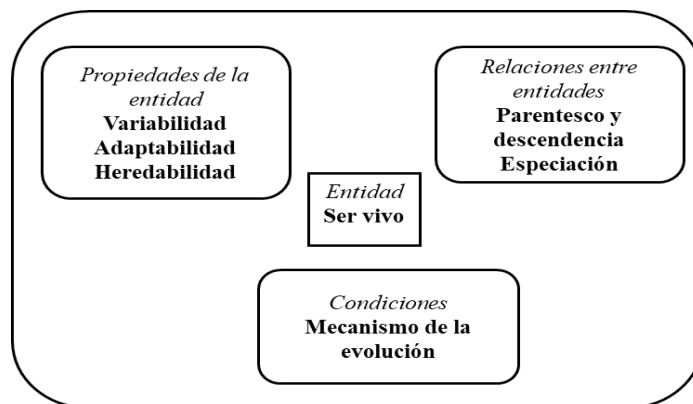


Figura 1. Componentes estructurales del MTEB

Después de analizar los principales modelos que subyacen a tres de las teorías evolutivas más importantes: Lamarck, Darwin-Wallace y la Sintética, se construyó una matriz especializada que permite hacer la comparación de los elementos estructurales de la familia del MTEB y sirve nuevamente como sistema categorial y herramienta analítica (ver Tabla 1).

Posteriormente se realizó un instrumento –cuestionario-, que permitió el acceso a la información y obtención de los datos; el diseño se basó en el modelo de viñetas (Sánchez y Domínguez, 2008), donde al docente se le pudieran presentar viñetas escolares cotidianas dentro del aula de clases, en las salidas de campo o visitas guiadas. El cuestionario consta de siete viñetas, cuyos cuestionamientos fueron redactados y organizados teniendo en cuenta una secuencia y estructura definida por las categorías determinadas con antelación (Martínez y Rodríguez Pineda, 2019).

Para la implementación, con la finalidad de tener mayor cobertura y facilitar el acceso al cuestionario, éste se transfirió a la red mediante un formulario de Google; se invitó a los profesores que imparten Biología en secundaria por medio de correo electrónico e invitación personal a responder dicho formulario, el cual estuvo abierto durante dos semanas en la plataforma. De tal manera que fue factible recuperar información precisa, que aportó específicamente a los propósitos de la investigación.



Tabla 1. Elementos estructurales de los principales MTEB -Matriz especializada-

MTEB		Lamarck	Darwin – Wallace	Sintética
Elementos estructurales				
<i>Entidad</i>	(Ser vivo) Unidad de cambio	individuo	Individuo	Individuo
	Unidad evolutiva	Especie	Población	Población
<i>Propiedades</i>	Variabilidad	funcional–adaptativa	intraespecífica azarosa	intraespecífica azarosa por mutación
	Adaptabilidad	ambiente ↓ adaptación	Adaptación ↓ fenotipo ambiente	adaptación ↓ genotipo ambiente
	Heredabilidad	caracteres adquiridos se heredan	caracteres adquiridos se heredan	caracteres adquiridos no se heredan
	Intencionalidad	teleológica ↓ perfección	no teleológica	no teleológica
<i>Relaciones</i>	Especiación	ausente	creación de especies	creación de especies
	Parentesco y descendencia	lineal anagénesis	ramificada, cladogénesis	ramificada, cladogénesis
<i>Condiciones</i>	Mecanismo	bifactorial: entorno–adaptación y complejización– progreso	selección natural	selección natural
	Efecto	deletérea negativa	constructiva positiva	constructiva positiva
	Continuidad	gradual	Gradual	Gradual

Fuente: Elaboración propia

Se obtuvo respuesta por parte de 215 profesores, se descartaron 57 de ellas, por lo que se contó finalmente, con una muestra de 158 profesores en servicio que enseñan Biología en escuela secundaria de la Ciudad de México y zona conurbana, pues fueron quienes argumentaron el conjunto de las siete respuestas de las viñetas y cumplieron con las restricciones que se requerían para esta investigación.

Inicialmente la información obtenida se tabuló en Excel para Windows ©, con las variables como columnas y los parámetros como filas para calcular frecuencias absolutas, expresadas



en cantidades, dando paso al cálculo de la frecuencia relativa –porcentajes-. Posteriormente se trasladaron a las filas los cuatro elementos estructurales del modelo –entidades, propiedades, relaciones y las condiciones– para hacer evidente la similitud de las respuestas de los docentes con los referidos a la familia de MTEB: Lamarck, Darwin-Wallace y Sintética de acuerdo a la opción elegida en cada una de las viñetas.

Resultados

De la muestra total de 158 profesores en servicio que enseñan Biología en escuela secundaria y el conjunto de las siete respuestas de cada uno de los profesores cumplieron con las restricciones que se requerían para la investigación, se contrastaron sus respuestas ordenadas con los de los autores de referencia, sin considerar el perfil de formación profesional (Martínez, 2022).

Tabla 2. Concentrado de frecuencias del total de la muestra, convertido a elementos estructurales

MTEB		Lamarck	Darwin-Wallace	Sintética	Otro	Total
Elementos estructurales						
<i>Entidad</i>	Ser vivo	69 44%	13 8%	60 38%	16 10%	158
<i>Propiedades de la Entidad</i>	Variabilidad	119 75%	8 5%	23 15%	8 5%	158
	Adaptabilidad	120 76%	17 11%	13 8%	8 5%	158
	<u>Heredabilidad</u>	4 2%	20 13%	128 81%	6 4%	158
<i>Relaciones</i>	Parentesco y descendencia	9 6%	118 75%	27 17%	4 2%	158
	Especiación	9 6%	87 55%	57 36%	5 3%	158
<i>Condiciones</i>	Mecanismo de la evolución	69 44%	23 14%	57 36%	9 6%	158
Similitud específica		4/7 57%	2/7 28%	1/7 14%		

Fuente: Elaboración propia



En la tabla 2, donde se concentran los resultados, se observa que el profesor de biología de secundaria tiene lo que llamamos similitud específica³ con el MTEB de Lamarck –57%–, seguido por Darwin-Wallace –28%– y en menor grado con Sintética –14%–. Se calculó a partir de conocer que los elementos estructurales tuvieron mayor frecuencia y por ende similitud específica con uno u otro autor, estos valores se sombrearon. Con ello se puede establecer que el 99% del profesorado se identifica con MTEB de carácter evolucionista y, que tiene similitudes significativas con los tes MTEB más importantes, principalmente con Lamarck.

En la tabla 2 se puede observar que, de las respuestas dadas por los docentes en su conjunto, la entidad ‘los seres vivos’ -que se divide en unidad de cambio y unidad evolutiva- tiene 69 coincidencias con el MTEB de Lamarck -siendo la más recurrente-; asimismo, dos de las propiedades -la variabilidad y la adaptación- se ven de forma teleológica en 239 casos. En tanto que las relaciones de parentesco y linaje aluden a comunidad de descendencia y especiación ramificada de Darwin-Wallace en 205 ocasiones.

Para el caso de la totalidad de la población a quien se implementó el instrumento y con los resultados se obtuvieron las frecuencias de similitudes específicas más altas son con los MTEB de Lamarck (57%), le continúa la de Darwin-Wallace (28%), le sigue Sintética (14%), y finalmente aquellas respuestas que no fueron pertinentes a los MTEB (1%).

Por último, en la condición que es el mecanismo, aluden a los caracteres adquiridos en similitud con Lamarck, pero este no es un mecanismo sino una propiedad: ‘la heredabilidad’; se denota así una diferencia de fondo en el modelo conjunto de los profesores, esto nos dice que de forma colectiva construyeron un modelo propio sobre la evolución biológica que, si bien tiene similitudes con otros, es resultado de su formación e historia de vida.

Finalmente, se presenta un ejemplo de la argumentación dada por los docentes, tomado de las respuestas teleológicas más recurrentes -adaptación con fines utilitarios-:

³ Similitud específica, es la relación particular entre dos autores y la afinidad de pensamiento que tienen sobre el mismo fenómeno de estudio, otros autores le denominan simetría.



“Al adaptarse al ambiente tienen la necesidad de cambiar fisiológicamente, morfológicamente o etológicamente, con el objetivo de sobrevivir, de alimentarse o de reproducirse”

“...diversos tipos de adaptaciones en los seres vivos, los organismos evolucionan de acuerdo con sus necesidades”

Conclusiones

En este sentido las caracterizaciones más comunes referidas a las explicaciones del docente que enseña ciencias sobre la EB se han elaborado desde la perspectiva de las ‘concepciones alternativas’, todas ellas coinciden en que las explicaciones que dan los docentes son: teológicas -desde su génesis- y teleológicas- desde su finalidad-, con frecuencia alojadas en el pensamiento similar a la teoría de Lamarck -transformista- (Rico, 2006), situación que coincide al considerar el enfoque por modelos, de acuerdo a los resultados anteriormente mencionados, se puede establecer que los modelos de los docentes que imparten Biología en un 99% son afines a la teoría de la evolución y a la familia de modelos que la constituye, sólo un 1% no modela acorde a la Biología evolutiva.

Al percibir la similitud de un modelo en particular de evolución biológica de los docentes en estudio con los MTEB de los autores de referencia, se nota que las diferencias entre el modelo de Lamarck y Darwin-Wallace no son grandes dentro de cada una de las sub-muestras, los docentes se distribuyeron preferentemente entre estos dos modelos, dejando en tercer lugar al Sintético.

La instrumentación superó en campo las expectativas sobre su potencial, pues no sólo permitió el acceso a la información y su organización por elementos estructurales, sino que metodológicamente permite transmutar, trasladar un conjunto de enunciados lingüísticos a significados propios de los modelos, base de la naturaleza de construcción y comunicativa del modelo (Oh & Oh, 2011).

El instrumento diseñado permite, según se documenta, emplearse para evaluar en experiencias didácticas de modelización, es decir es un instrumento operativo para el trabajo cotidiano del docente, como en la planeación o valoración de los conocimientos. Pero a su vez permite con un uso a profundidad estudios de investigación sobre la epistemología, lógica y en sí indagar sobre la estructura conceptual de los modelos de los sujetos de estudio.



Referencias

- Adúriz-Bravo, A. e Izquierdo-Aymerich, M. (2009). Un modelo de modelo científico para la enseñanza de las Ciencias Naturales. *Revista Electrónica de Investigación en Educación en Ciencias*, 4 (1), 40-49.
- Giere, R. (1992). *La explicación de la ciencia: Un acercamiento cognoscitivo*. México: Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología. Original en inglés de 1988.
- González-Galli, L. (2010). La teoría de la evolución. En E. Meinardi, L. González-Galli, A. Revel y V. Plaza (eds.), *Educación en Ciencias* (pp. 225-260). Argentina: Paidós.
- González-Galli, L. (2011). Obstáculos para el aprendizaje del modelo de evolución por selección natural. (*Tesis de Doctorado*). Argentina: Universidad de Buenos Aires, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales.
- Izquierdo-Aymerich, M. & Adúriz-Bravo, A. (2003). Epistemological foundations of school science. *Science & Education*, 12(1), 27-43.
- Jiménez-Aleixandre, M. P. (1989). Los esquemas conceptuales sobre la selección natural: Análisis y propuestas para un cambio conceptual. (*Tesis de Doctorado*). España: Universidad Complutense de Madrid.
- Martínez, L. y Rodríguez-Pineda, D. (2017). Caracterización de los modelos teóricos de evolución biológica para identificar el modelo del profesorado de secundaria. *Enseñanza de las ciencias*, Número Extraordinario, 3889-3894. <https://ddd.uab.cat/record/183811>
- Martínez, L., y Rodríguez-Pineda, D. (2019). Diseño de un instrumento para caracterizar el modelo teórico de evolución biológica del profesorado de secundaria. *Revista Bio-grafías. Escritos sobre la Biología y su Enseñanza*, Número Extraordinario 856-865. Recuperado a partir de <https://revistas.pedagogica.edu.co/index.php/bio-grafia/article/view/10983>
- Martínez Hernández, M. L. (2022). *Los modelos teóricos de los profesores de secundaria sobre la evolución biológica y la relación con su perfil de formación profesional* [Tesis de Doctorado] México: Universidad Pedagógica Nacional.
- Mayr, E. (2000). *Así es la Biología*. México: Biblioteca del Normalista-SEP.
- Oh, P. S. & Oh, S. J. (2011). What Teachers of Science Need to Know about Models: ¿An overview? *International Journal of Science Education*, 33(8), 1109-1130.
- Ruiz, R. (2013). *Grandes Profesores. UNAM. Darwinismo. Su significado, su impacto*. Recuperado de: <http://www.grandesprofesores.unam.mx/curso-disponible/darwinismo-su-significado-su-impacto/>



Revista Bio-grafía. Escritos sobre la Biología y su enseñanza. Año 2023; Número Extraordinario. ISSN 2619-3531.

- Ruiz, R. y Ayala, F. (2002). *De Darwin al DNA y el origen de la humanidad: la evolución y sus polémicas*. México: Fondo de Cultura Económica.
- Sánchez, S. y Domínguez, A. (2008). Elaboración de un instrumento de viñetas para evaluar el desempeño docente. *Revista Mexicana de Investigación Educativa*, 13(37), 625-648.
- SEP (2017). *Aprendizajes clave para la educación Integral. Ciencia y tecnología. Educación secundaria. Plan y programas de estudio, orientaciones didácticas y sugerencias de evaluación*. México: Secretaría de Educación Pública.
- Tamayo, O. y Sanmartí, N. (2007). High-school student's conceptual evolution of the respiration of the respiration concept from the perspective of Giere's cognitive science model. *International Journal of Science Education*. 29(2), 215-248.