



Fotografía: Diego Campos

# EL ÁRBOL DE LA VIDA, UN JUEGO PARA LA SUPERACIÓN DE LOS OBSTÁCULOS AL APRENDIZAJE DE LA EVOLUCIÓN BIOLÓGICA

## THE TREE OF LIFE, A GAME FOR OVERCOMING OBSTACLES TO LEARNING OF BIOLOGICAL EVOLUTION

Roger Araujo Llamas\*  
Dr. José Cantó Doménech\*\*

Fecha de Recepción: 10 de enero de 2014

Fecha de Aceptación: 16 de junio de 2014

### Resumen

El objetivo de esta investigación es el de diseñar e implementar un juego de mesa llamado “Árbol de la vida. Viaje en el tiempo al origen de lo vivo” como herramienta para superar obstáculos de aprendizaje de la biología en estudiantes de segundo y cuarto curso del grado de Maestro de Educación Infantil de la Universidad de Valencia (campus d’Ontinyent). Para el análisis de la efectividad del juego se utilizó una metodología que combina aspectos de tipo cualitativo y cuantitativo, con un enfoque interpretativo, utilizando el estudio de caso como estrategia de análisis. Presentamos los resultados correspondientes al pretest diagnóstico, y dejamos para otro trabajo los resultados de argumentación y la superación de las barreras de aprendizaje (postest). Los resultados muestran la identificación, persistencia y superación de los obstáculos al aprendizaje del concepto de evolución biológica así como la identificación de las dificultades argumentativas propias de estudiantes universitarios.

**Palabras clave:** Evolución, juego, obstáculos de aprendizaje, didáctica de la biología.

### Abstract

The objective of this investigation is to design and implement a board game named “The tree of life – A voyage to the origin of life” as a tool to develop scientific argumentation among university students. It is applied on students in second and fourth grade of the “Maestro de Educación Infantil” at the University of Valencia campus d’Ontinyent. In order to analyze the effectiveness of the game, a qualitative and quantitative methodology was used, with an interpretative perspective, using the case study for the analysis of the data obtained. We present the results for the pre-test diagnostics. In other paper we will show the results for the barriers to learning (post-test). This research concludes that students present the majority of the barriers to learning the evolution concept and also the difficulties about scientific argumentation of evolutionary biology.

**Keywords:** Evolution, board-game, obstacles to learning, biology education

\* Máster en Investigación Didáctica de las Ciencias, Universidad de Valencia (España). rogeraraujollamas@gmail.com

\*\* Dpt. Didáctica de las Ciencias Experimentales y Sociales, Universidad de Valencia (España). jocando@uv.es

## Introducción

Según Dobzhansky (1973), Futuyma (1986), Mayr (2006) y Dawkins (2009), la evolución es uno de los paradigmas dentro del campo de conocimiento de la biología. Mediante el concepto de evolución, es posible dar una visión general de diferentes procesos y conceptos biológicos, a la vez que es posible entender las relaciones entre las especies vivas, explicando tanto las características comunes entre organismos como la diversificación de los mismos.

Además, es de gran importancia para investigar las estrategias dirigidas al desarrollo de la argumentación científica en el campo de la evolución biológica. Asimismo, las personas tienen una opinión sobre las teorías evolucionistas, sin tener ninguna educación formal en lo que respecta a este concepto (Asterhan y Schwarz 2007), lo que permite entablar un diálogo sobre esta temática sin la necesidad de poseer un conocimiento científico previo.

Por otra parte, distintas investigaciones han puesto de manifiesto que el uso de la argumentación en la construcción del conocimiento científico es imprescindible (Kuhn, 1962; Lemke, 1993). Por ello, mientras algunos investigadores en didáctica han establecido una serie de criterios para desarrollar este tipo de habilidades en la educación científica (Driver, Newton y Osborne, 2000); otros, como Jiménez-Aleixandre (1997, 2010) y Solbes, Ruiz y Furió (2010), han implementado y desarrollado investigaciones que profundizan en la argumentación de la educación en ciencias, en particular de la biología.

De igual manera, el juego en cuanto estrategia educativa para el aprendizaje de conceptos estructurantes de la biología como la evolución tiene un amplio recorrido en la didáctica de las ciencias, algunas de las más relevantes son Mengascini y Menegaz (2005); Burton y Dobson (2009); Ramírez (2010, 2012) o Latham y Scully (2008). Así mismo, Lozano, Solbes y García-Molina (2012) aportan al desarrollo de competencias argumentativas mediante la ciencia recreativa.

Sin embargo, hasta hace poco se empezaron a diseñar estrategias educativas que buscan mejorar la argumentación en el aula (Driver et al., 2000) y mucho menor es el aporte a la hora de buscar desarrollar la argumentación del concepto de evolución biológica en estudiantes de magisterio a partir del juego. Por lo anterior, resulta pertinente responder a la pregunta: ¿Es posible para los estudiantes de magisterio argumentar científicamente el concepto de evolución biológica a partir de un juego diseñado *ex profeso* para ello? De ser afirmativa la respuesta, nuestra hipótesis iría dirigida a sugerir una respuesta al

cuestionamiento más global: ¿El argumento mediante el juego posibilita superar los obstáculos en el aprendizaje de la evolución biológica?

Aunque el objetivo fundamental de esta investigación ha sido implementar el diseño y aplicación de un juego que desarrolle la argumentación científica de la evolución biológica por parte de estudiantes de magisterio, el objetivo del presente trabajo es mostrar los resultados relacionados con respecto a la superación de los obstáculos en el aprendizaje del concepto evolución biológica en los estudiantes.

A este respecto, aunque las creencias religiosas dificultan la comprensión de la evolución biológica (Dawkins, 2009; Eldredge, 2009) y son un elemento relevante en la manera como asumen los docentes la teoría de la evolución biológica y su didáctica (Soto-Sonera, 2009). Existen otros factores que propician los obstáculos en el aprendizaje de la teoría evolutiva, como por ejemplo la insuficiente preparación del profesorado de secundaria para enseñar este concepto y en algunos casos una apreciación negativa de las consecuencias de la teoría evolutiva (Smith, 2010), lo que transmite al alumnado concepciones erróneas, creencias y visiones negativas sobre el concepto.

Así mismo, la malinterpretación de la teoría evolutiva en ciertos contextos, principalmente durante la primera mitad del siglo xx, generó una visión transfigurada de esta, justificada en fenómenos como la eugenesia y el darwinismo social, lo que promovió una visión negativa de la evolución por parte de algunas personas. Vale la pena resaltar el siguiente argumento de Dawkins:

Para Darwin, la selección natural significaba la supervivencia y reproducción de ciertos tipos de organismos a expensas de tipos rivales. Aquí tipos no significa grupos ni razas ni especies. La tan malentendida frase “conservación de las razas favorecidas”, que figura en el subtítulo de *El origen de las especies*, tampoco se refería a “raza” en el sentido que habitualmente le damos a la palabra. Aunque en su época los genes todavía no se habían definido ni comprendido adecuadamente, lo que Darwin pretendía decir con “razas favorecidas” era lo que hoy llamaríamos poseedoras de genes favorecidos. (Dawkins, 2004, pp 262)

Es probable que la poca importancia que en general se le da al concepto de evolución en los planes de estudio de ciencias de algunos países así como la aparente sencillez inherente en la definición de la selección natural facilite la mala interpretación del proceso en el profesorado como en el alumnado.

Por otra parte, los estudiantes en muchos casos poseen una comprensión lectora deficiente que interfiere en la adecuada comprensión del fenómeno evolutivo. La dificultad en hacer inferencias parece ser la causa principal en la comprensión de las ciencias, y resalta la necesidad de fortalecer destrezas de procesamiento de la información en la comprensión de textos científicos, en particular de la evolución biológica (Sanjosé, Fernández y Vidal-Abarca, 2010).

## Metodología

En este trabajo participaron 99 estudiantes de segundo (61) y cuarto (38) curso del grado de Maestro de Educación Infantil, de la Universidad de Valencia. La intervención se desarrolló dentro de la materia Ciencias Naturales para Maestros para los Estudiantes en su Segundo Año, y Didáctica de las Ciencias Naturales de la Educación Infantil para los estudiantes de cuarto año. La edad promedio de los estudiantes era de entre 20 y 25 años.

Para llevar a cabo esta investigación, usamos técnicas reportadas en la literatura (Duschl y Osborne, 2002; Evagorou y Osborne 2013) para medir el desarrollo de las habilidades argumentativas en la población estudiada. Además, con el objetivo de tener una idea sobre su nivel de conocimiento con respecto a la evolución biológica se hizo uso de un pretest y postest, reportado por Jiménez-Aleixandre (1994); Adúriz-Bravo (2005); González-Galli (2011) y Ramírez (2012).

La intervención se desarrolló a lo largo de tres sesiones distintas de 90 minutos cada una. Aunque en este trabajo vamos a analizar solo los resultados de la primera sesión, se presentará, con el fin de poder entender mejor la investigación completa, tanto el tablero de juego como la descripción de las tres sesiones, cuyas características y actividades describimos a continuación:

### Primera sesión:

1. Introducción del concepto de evolución biológica, características y explicación de los principales procesos presentes en él, mediante una clase magistral.
2. Proyección del video del American Museum of Natural History a Course for Educators, titulado: *Evolution: What It Is and Why It's Important*. Por el Dr. Joel Cracraft.
3. Aplicación del pretest diagnóstico: Se utiliza con el fin de aproximarse a algunas ideas preconcebidas de los estudiantes respecto a la argumentación y evolución biológica, así como su edad, género y religión. Consistía de una serie de preguntas de elección múltiple (anexo 1) y de otra de respuesta abierta (anexo 2).

### Segunda sesión:

1. Introducción del concepto de argumentación. Se explica los principales tipos de argumentación, características para su desarrollo y la importancia a nivel educativo.
2. Actividad con preguntas en grupos de trabajo. Se reparten una serie de preguntas relacionadas con la evolución y los grupos responden a ellas teniendo en cuenta habilidades argumentativas. Luego se socializan las respuestas y se concluyen los principales ítems.
3. Explicación del juego. Se muestra el tablero, las instrucciones, elementos y reglas del juego (anexo 3).

### Tercera sesión:

1. Aplicación del juego. El estudiantado se organiza en grupos de trabajo y se les suministra el juego y elementos. Se aclaran dudas para posteriormente empezar la actividad.
2. Se graban todos los grupos de trabajo con audio y uno de cada aula con video.
3. Una semana después se les suministrará un cuestionario postest para indagar las ideas sobre evolución posteriores a la intervención y para que evalúen la estrategia didáctica.

## Resultados y discusión

El pretest está adaptado de un diseño original de Meinardi y Adúriz-Bravo (tabla 1) y es de gran importancia para esta investigación porque a través de ella se puede observar si la estrategia (es decir, el juego) era una herramienta adecuada para superar los obstáculos. El pretest fue aplicado a los 99 estudiantes. Para identificarlos, los 38 de cuarto año forman el grupo 1 y los 61 restantes de segundo año, el grupo 2.

El número de respuestas correctas fue 61 de 99 en la primera pregunta; 6 de los 99 en la segunda; y 3 de cada 99 en la tercera. El número de respuestas correctas en total (figura 1) fueron 70 de 297 (24%). Estos resultados son similares a los obtenidos por Meinardi y Adúriz-Bravo (2002) (22%), y muestran que no hay diferencias entre los dos grupos (figura 2).

Así, los obstáculos de aprendizaje hallados en el concepto de la evolución biológica son los mismos que se reportan en la literatura (González-Galli, Adúriz-Bravo y Meinardi, 2005, Ramírez, 2012): la necesidad, la causalidad espontánea, la direccionalidad del cambio y teleología (tabla 2).

**Tabla 1.** Clasificación del pretest diseñado para identificar los obstáculos al aprendizaje de la evolución biológica

Pregunta	Respuesta	Grupo 1	Grupo 2	Obstáculos
1. Cuando usamos un insecticida, algunas cucarachas no mueren. Esto se debe a que:	a) el insecticida cambia la información genética de la cucaracha sobre la que se aplica el veneno; la hace mutar, lo que la hace más resistente.	5	8	Causación espontánea. Necesidad. Direccionalidad del cambio (producido por un agente). No diferenciación entre agente selectivo y agente mutagénico. Cambios en individuos. Mutación somática.
	b) las cucarachas van recibiendo varias dosis pequeñas de veneno; de esta forma pueden irse adaptando a él.	5	14	Necesidad. Causación espontánea. Cambios en individuos.
	c) algunas cucarachas tienen la información genética que las hace resistentes al insecticida, aunque nunca hayan estado en contacto con él.	24/38	37/61	
	d) las cucarachas mutan para mejorar.	3	1	Teleología. La selección procede en la misma población que cambia.
	e) otra explicación (menciónala).	1	1	
2. La presencia de las membranas entre los dedos (pies palmeados) en los pies de los patos, puede ser atribuida a:	a) la necesidad de nadar mejor	1	13	Necesidad. Teleología
	b) la necesidad de adaptarse a ciertas condiciones ambientales	34/38	45/61	Necesidad. Causación espontánea
	c) la aparición casual de una mutación	3	3	
	d) el creador que los hizo así	0	0	Fijismo. Teleología
	e) otra explicación (menciónala).	0	0	
3. La ceguera de las salamandras que viven en cuevas se debe a que:	a) como no necesitan ver, al no usar los ojos se atrofian	2	12	Mutación somática. Necesidad. La selección procede en la misma población que cambia y. Spontaneous causation
	b) las salamandras evolucionaron para perder su vista, porque era innecesaria	15	22/61	Teleología. Necesidad
	c) Un órgano no vital como los ojos puede perderse	1	2	
	d) la oscuridad modifica la información genética, de manera que los ojos ya no aparecen	18/38	18	Direccionalidad del cambio (producida por un agente).
	e) otra explicación (menciónala).	2	4	

### Respuestas correctas pretest selección múltiple



Figura 1. Número total de respuestas correctas (en rojo) en el pretest

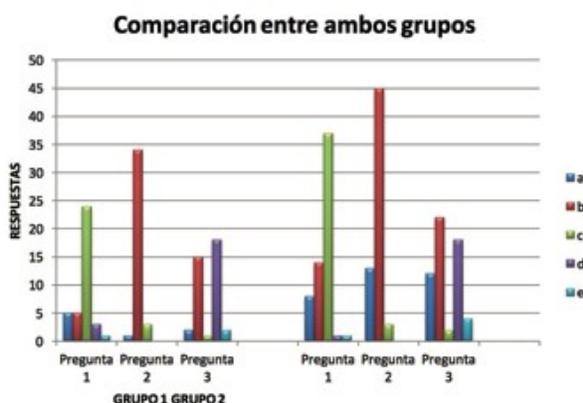


Figura 2. Total de las respuestas de ambos grupos al pretest de selección múltiple

Tabla 2. Los obstáculos más comunes hallados en los pretest

Obstáculos	Concepción
Necesidad	El cambio ocurre porque es necesario
Causación espontánea	Causa y efecto. Causa: Antibióticos/insecticida. Efecto: aparece
Direccionalidad del cambio	Un agente mutagénico (físico o químico) direcciona el cambio en un gen específico
Teleología	El organismo tiene una razón para cambiar/mejorar

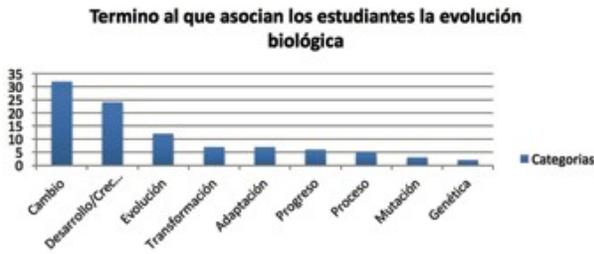
Fuente: Tomado de González-Galli, Adúriz-Bravo y Meinardi (2005).

Por otra parte, para la sistematización del pretest 2 (pregunta abierta) se realizó una matriz de análisis (mostrada completa en el anexo 4). A modo de ejemplo, se muestra un extracto de la misma en la tabla 3. En la primera columna aparece la categoría a la cual el estudiante asocia la evolución biológica (figura 3), en orden de incidencia: cambio (32), desarrollo y crecimiento (24), evolución (12), transformación (7), adaptación (7), progreso (6), proceso (5), mutación (3) y genética (2); para un total de 98 cuestionarios analizados. La siguiente columna muestra la unidad de información, en la cual se encuentran las citas textuales de las respuestas de los estudiantes, seguida por la columna donde se encuentra el código de cada cita, el cual está compuesto por 4 subunidades (por ejemplo "PRE.T.1.1") la primera de ellas (en este caso PRE) hace referencia a pretest (T), el primer dígito indica el número del estudiante o del test, es decir, primer test, segundo test, etc. Para finalizar, el último dígito se refiere al grupo del que hace parte dicho estudiante o test (grupo uno y grupo dos), en este ejemplo el estudiante o test 1 del grupo uno.

Tabla 3. Muestra de la matriz de análisis pretest 2

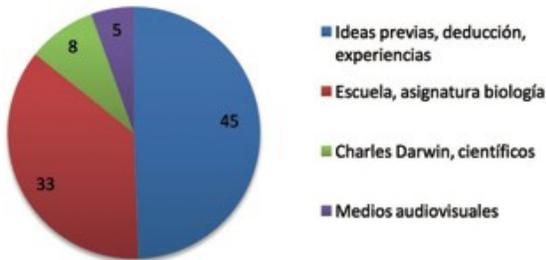
CATEGORÍA	UNIDAD DE INFORMACIÓN	CÓDIGO	¿DE DÓNDE SURGE LA IDEA?
EVOLUCIÓN	"...es la evolución que han vivido los seres vivos..."	PRE.T.6.1	"...de la escuela..."
CAMBIO	"...se basa más en el transcurso y cambios... de todas las especies..."	PRE.T.4.1	"...de la teoría evolutiva de Charles Darwin..."
TRANSFORMACIÓN	"...transformaciones que hay a lo largo del tiempo..."	PRE.T.10.1	"...escuela, televisión..."
ADAPTACIÓN	"...cambios a lo largo del tiempo y adaptación al medio en el que viven..."	PRE.T.16.1	"Televisión, internet, documentales"
DESARROLLO Y CRECIMIENTO	"...desarrollo biológico de los seres vivos..."	PRE.T.2.3.1	"...tiene que ver con el desarrollo, los seres vivos evolucionan y con ellos se desarrollan"
GENÉTICA	"Sobre genética"	PRE.T.2.2.1	"De la biología"
PROCESO	"...Proceso por el cual pasan todos los seres vivos..."	PRE.T.37.1	"...científicos e investigadores..."
MUTACIONES	"...se refiere a mutaciones y modificaciones que sufren las especies..."	PRE.T.1.2	"Jornadas de insecticidas, plaguicidas y transgénicos"
PROGRESO	"...capacidad de avanzar, mejorar y progresar de los seres vivos..."	PRE.T.22.1	"...muy personal, experiencias y pensamientos"

En la última columna se encuentra categorizada la información (cita textual también) relacionada con la segunda pregunta del cuestionario dirigida a identificar de dónde surge la idea de evolución que tiene el alumno, la respuesta más usual fue “ideas preconcebidas, deducción, intuición o experiencias” con 45, seguida por “escuela, instituto o asignatura de biología” con 33, “Charles Darwin o científicos” con 8 respuestas, y, por último, “medios audiovisuales” con 5 respuestas, para un total de 91 contestaciones analizadas (figura 4). Estos resultados son acordes con los reportados en estudios precedentes realizados por los autores citados anteriormente.



**Figura 3.** Categorías resultantes de la pregunta ¿qué entiendes por evolución biológica? Número total de pretest analizados: 98

### De dónde te surge la idea?



**Figura 4.** Respuestas a la pregunta pretest ¿de dónde surge la idea de la respuesta a la primera pregunta? Total respuestas analizadas 91

Los resultados obtenidos son claramente decepcionantes puesto que, tal y como se observa en la Figura 1, el 76% falla en sus respuestas y presenta los típicos obstáculos de aprendizaje mostrados en la Tabla 2. No obstante, estos resultados son lógicos cuando se observan a la luz de la Figura 4, ya que aproximadamente el 36% tiene sus estudios de biología como referente en su concepción de evolución biológica, frente al 51% que se basan en sus ideas previas.

## Conclusiones

En general, los resultados del pretest revelan un patrón similar a los estudios anteriormente citados, observándose que los estudiantes presentan los típicos obstáculos de aprendizaje referenciados. Creemos que esto es debido, principalmente, a la formación científica que poseen los estudiantes de la muestra ya que, la mayoría, no poseen una base sólida, puesto que la mayor parte de ellos (solamente 5 de los 99) no provenían de un Bachillerato de carácter científico, siendo el tercer año de la Educación Secundaria Obligatoria (a los 13 años de edad), la última vez que se trataron estos temas y, en esta etapa, se realiza un análisis descriptivo de la evolución sin entrar en otras consideraciones.

Estas carencias deben de llevarnos a reflexionar distintos aspectos en cuanto a la formación de maestros ya que si éstos, en un futuro cercano, deben desarrollar curricularmente distintos contenidos científicos en su ejercicio profesional, se hace urgente implementar cambios en los planes de estudio del Grado de Maestro que corrijan la realidad detectada.,

consideramos que puede funcionar ya que crea adecuado y es un instrumento potente que puesto que, al ser estudiantes de magisterio, conceden especial importancia a la utilización del juego como herramienta didáctica eficaz en el proceso de enseñanza y aprendizaje.

Por otra parte, también se ha mostrado que los estudiantes tienen limitaciones desarrollando argumentos, que recurren en repetidas ocasiones al mismo tipo de argumento (lógico o por analogía) descritos por Serrano de Moreno y Villalobos (2008) y que no están bien fundamentados en ese campo. Asimismo, se han evidenciado las dificultades al argumentar descritas por Driver et al. (2000) en la mayoría de escritos analizados.

Por eso debemos plantearnos la utilización de otras estrategias no usuales en la enseñanza superior como el juego, ya que mediante una visión lúdica y a la vez didáctica, se puede convertir en una herramienta eficaz que facilite la argumentación del alumnado y les ayude en la superación de obstáculos de aprendizaje en el campo de la biología que hemos constatado,

## Referencias

- Adúriz-Bravo, A. (2005). *Una introducción a la naturaleza de la ciencia: La epistemología en la enseñanza de las ciencias naturales*. Buenos Aires: Fondo de Cultura Económica.
- Asterhan, C. S. C., y Schwarz, B. B. (2007). The effects of monological and dialogical argumentation on concept learning in evolutionary theory. *Journal of Education Psychology*, 99 (3), 626-639.

- Burton, S., y Dobson, C. (2009). Spork & beans: addressing evolutionary misconceptions. *The American Biology Teacher*, 71 (2), 89.
- Dawkins, R. (2004). *El cuento del antepasado. Un viaje a los albores de la evolución*. Barcelona: Antoni Bosch, editor S.A.
- Dawkins, R. (2009). *The greatest show on earth: the evidence for evolution*. New York Free press.
- Dobzhansky, T. (1973). Nothing in biology makes sense except in the light of evolution. *The American Biology Teacher*, 35 (3), 125-129.
- Driver, R., Newton, P., Osborne, J. (2000). Establishing the norms of scientific argumentation in Classrooms. *Science Education*, 84, 287-312.
- Duschl, R., y Osborne, J. (2002). Supporting and promoting argumentation discourse in science education. *Studies in Science Education*, 38, 39. [De la base de datos ProQuest].
- Eldredge, N. (2009). *Darwin. El descubrimiento del árbol de la vida*. Buenos Aires: Katz Editores.
- Evagorou, M., y Osborne, J. (2013). Exploring young students' collaborative argumentation within a socioscientific issue. *Journal of Research in Science Teaching*, 50 (2), 209-237.
- Futuyma, D. (1986). *Evolutionary biology* (second edition). Sunderland, Massachusetts: Sinauer Associates Inc.
- Meinardi, E. y Adúriz-Bravo, A. (2002). Encuesta sobre la vigencia del pensamiento vitalista en los profesores de biología. *Revista Iberoamericana de Educación*, versión electrónica.
- González-Galli, L., Adúriz-Bravo, A., y Meinardi, E. (2005). El modelo cognitivo de ciencia y los obstáculos en el aprendizaje de la evolución biológica. *Enseñanza de las ciencias*, (Número extra. VII congreso), 1-6.
- González-Galli, L. M. (2011). Obstáculos para el aprendizaje del modelo de evolución por selección natural (Tesis doctoral). Biblioteca Digital de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad de Buenos Aires.
- Jiménez-Aleixandre, M. P. (1994). Teaching evolution and natural selection: a look at textbooks and teachers. *Journal of Research in Science Teaching*, 31, 519- 535.
- Jiménez-Aleixandre, M. P. (2010). *10 ideas clave. Competencias argumentación y uso de pruebas*. Barcelona: Graó.
- Jiménez-Aleixandre, M. P., Bugallo-Rodríguez, A., y Duschl, R. A. (1997). Argument in high school genetics. Paper presented at the *National Association for Research in Science Teaching*, Chicago, IL.
- Kuhn, T. S. (1962). *The structure of scientific revolutions*. Chicago: University of Chicago Press.
- Latham II, L. G., y Scully, E. P. (2008). Critters! A realistic simulation for teaching evolutionary biology. *The American Biology Teacher*, 70 (1), 30.
- Lemke, J. L. (1993). *Aprender a hablar ciencia. Lenguaje aprendizaje y valores*. Barcelona: Ediciones Paidós Ibérica, S.A.
- Lozano, O., Solbes, J., y García-Molina, R. (2012). Contribución de la ciencia recreativa al desarrollo de competencias argumentativas y actitudinales. *Alambique*, 71, 70-80.
- Mayr, E. (2006). *¿Por qué es única la biología?* Buenos Aires: Katz Editores.
- Mengascini, A., y Menegaz, A. (2005). El juego de las mariposas. Propuesta didáctica para el tratamiento del cambio biológico. *Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 2 (3), 403-415.
- Ramírez, L. C. (2010). Juego de simulación como propuesta didáctica para abordar el concepto evolución biológica (Tesis pregrado). Departamento de Biología, Universidad Pedagógica Nacional, Bogotá.
- Ramírez, L. C. J. (2012). Juego de simulación para enseñar evolución por selección natural con insectos. *Revista EDUCyT* (Vol. Extraordinario), 251-277.
- Sanjosé, V., Fernández, J., Vidal-Abarca, E. (2010). Importancia de las destrezas de procesamiento de la información en la comprensión de textos científicos. *Infancia y Aprendizaje*, 33(4), 529-541.
- Serrano de Moreno, S., y Villalobos, J. (2008). Las estrategias argumentativas en textos escritos por estudiantes de formación docente. *Letras*, 50 (77), 76-102.
- Smith, M. (2010). Current status of research in teaching and learning evolution: i. philosophical/epistemological issues. *Science and Education*, 19 (4), 523-538.
- Solbes, J., Ruiz, J. y Furió, C. (2010). Debates y argumentación en las clases de física y química. *Alambique*, 63, 65-76.
- Soto-Sonera, J. (2009). Influencia de las creencias religiosas en los docentes de ciencia sobre la teoría de la evolución biológica y su didáctica. *RMIE*, 14 (41), 515-538.

## Anexo 1 y 2



Máster en Investigación Didáctica de las Ciencias Experimentales

Pretest # 1<sup>1</sup>

Nombre \_\_\_\_\_ Edad \_\_\_\_\_ Fecha \_\_\_\_\_

Lea atentamente los siguientes enunciados y escoja la respuesta que le parezca más apropiada.

1. Cuando usamos un insecticida, algunas cucarachas no mueren. Esto se debe a que:
  - a. el insecticida cambia la información genética de la cucaracha sobre la que se aplica el veneno; la hace mutar, lo que la hace más resistente;
  - b. las cucarachas van recibiendo varias dosis pequeñas de veneno; de esta forma pueden irse adaptando a él;
  - c. algunas cucarachas tienen la información genética que las hace resistentes al insecticida, aunque nunca hayan estado en contacto con él;
  - d. las cucarachas mutan para mejorar;
  - e. otra explicación (menciónala).
2. La presencia de las membranas entre los dedos (pies palmeados) en los pies de los patos, puede ser atribuida a:
  - a. a) la necesidad de nadar mejor;
  - b. b) la necesidad de adaptarse a ciertas condiciones ambientales;
  - c. c) la aparición casual de una mutación;
  - d. d) el creador que los hizo así;
  - e. e) otra explicación (menciónala).
3. La ceguera de las salamandras que viven en cuevas se debe a que:
  - a. como no necesitan ver, al no usar los ojos se atrofian
  - b. las salamandras evolucionaron para perder su vista, porque era innecesaria
  - c. Un órgano no vital como los ojos puede perderse
  - d. la oscuridad modifica la información genética, de manera que los ojos ya no aparecen
  - e. otra explicación (menciónala).

---

1 Tomado y Adaptado de: González-Galli, Adúriz-Bravo, y Meinardi (2005).



Máster en Investigación Didáctica de las Ciencias Experimentales

Pretest # 2

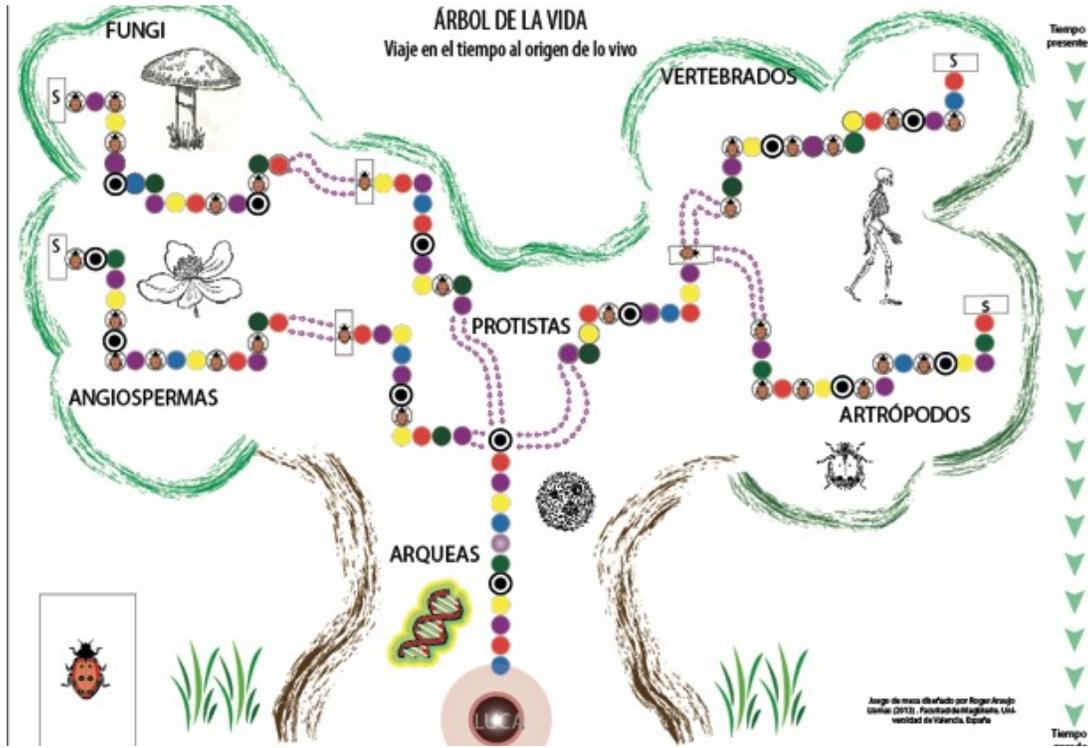
Nombre ----- Edad ----- Fecha -----

Preguntas:

a. ¿Qué entiendes por evolución biológica?

b. ¿De dónde te surge la idea?

### Anexo 3



### Anexo 4

CATEGORÍA	UNIDAD DE INFORMACIÓN	CÓDIGO	¿DE DÓNDE SURGE LA IDEA?
EVOLUCIÓN	"...es la evolución que han vivido los seres vivos..."	PRE.T.6.1	"...de la escuela..."
	"...estudio de como las especies han evolucionado, es decir el modo de supervivencia que han desarrollado..."	PRE.T.14.1	"...desglosar, deducir las dos palabras..."
	"...evolución de la vida de los seres humanos..."	PRE.T.30.1	"Idea preconcebida"
	"...la evolución de los seres vivos..."	PRE.T.32.1	"...del instituto..."
	"...explica cómo evoluciona la persona a lo largo de los años..."	PRE.T.36.1	"...del instituto"
	"...la evolución que ha ido del principio de los tiempos hasta nuestros días"	PRE.T.9.2	"..."
	"...la evolución que hay en todo ser vivo de la naturaleza..."	PRE.T.23.2	"...me surge de la vida..."
	"La evolución de las plantas, de los animales..."	PRE.T.29.2	"...de todo aquello que hemos aprendido a lo largo de nuestras vidas..."
	"...la evolución de los seres vivos..."	PRE.T.35.2	"...surge de lo que hemos aprendido..."
	"...la evolución de los seres vivos..."	PRE.T.36.2	"Cosas que me han contado y he escuchado"
	"...que ha ido evolucionando al cabo de los años en base a la biología..."	PRE.T.38.2	"...palabras y conocimientos..."
"...evolución del ser humano y todo lo que está relacionado con el..."	PRE.T.48.2	"...Asignatura de biología..."	

**CAMBIO**

“...se basa más en el transcurso y cambios... de todas las especies...”	PRE.T.4.1	“...de la teoría evolutiva de Charles Darwin...”
“...los cambios que se producen en todos los seres vivos...”	PRE.T.5.1	“...padres, profesores, televisión...”
“...proceso de cambio y evolución que se ha producido con el paso del tiempo...”	PRE.T.7.1	“...medios de comunicación, creencias, cultura...”
“...cambios que sufren los seres vivos a los largo del tiempo...”	PRE.T.8.1	“Escuela”
“...cambios que se producen a través del tiempo...”	PRE.T.9.1	“Televisión y escuela”
“...seres vivos en constante cambio que se produce por la necesidad de todas las especies de sobrevivir...”	PRE.T.13.1	“...de la teoría de Darwin...”
“...proceso por el cual los seres cambian y se desarrollan biológicamente...”	PRE.T.17.1	“Por la palabra evolución”
“...son cambios en los seres humanos y otros seres...”	PRE.T.20.1	“...ideas preconcebidas, lectura, televisión y charlas”
“...cambios que se producen en los seres vivos.”	PRE.T.21.1	“...años de estudio y televisión...”
“...cambio, evolución que experimenta ese ‘ser’...”	PRE.T.28.1	“...intuición...”
“...los cambios que se han ido dando a los largo de la historia de los seres vivos...”	PRE.T.33.1	“Por lógica”
“...cambios a través del tiempo...”	PRE.T.11.2	“...instituto, medio de comunicación”
“...es el cambio que sufrimos los seres humanos en cada generación...”	PRE.T.12.2	“Asignaturas de ciencias durante mi formación”
“...cambios en el campo de la biología que se dan a lo largo de la historia...”	PRE.T.14.2	“Conocimientos previos”
“...cambios que se producen en el ser humano y en su entorno...”	PRE.T.15.2	“...aprendizaje como estudiante...”
“Cambios en todo lo que tenga vida...”	PRE.T.16.2	“Significado de las palabras”
“...algo cambia y se modifica...”	PRE.T.20.2	“...definición palabras...”
“...cambios que han ido sucediendo en el paso del tiempo...”	PRE.T.22.2	“...estudios posteriores...”
“...cambios producidos dentro de la biología...”	PRE.T.24.2	“Conocimientos anteriores”
“...los cambios constantes de la tierra o de los animales...”	PRE.T.27.2	“Lo que entiendo por evolución...”
“...el cambio que ha sufrido el ser humano biológicamente...”	PRE.T.31.2	“...de la palabra evolución...”
“...serie de cambios que sufren los seres vivos...”	PRE.T.32.2	“...del propio concepto...”
“...son los cambios que han surgido a lo largo de la historia...”	PRE.T.37.2	“De las palabras evolución y biológica”
“...cambios que van sufriendo los seres vivos, la materia, la tierra...”	PRE.T.39.2	“Estudios anteriores...”
“...los seres vivos han ido cambiando biológicamente...”	PRE.T.45.2	“...algún documental...”
“...cambios que se producen en biología...”	PRE.T.47.2	“...contenidos años anteriores...”
“...conjunto de cambios en los seres vivos...”	PRE.T.50.2	“...significado de las palabras...”
“...cambios que se realizan a lo largo de la evolución...”	PRE.T.52.2	“Por la unión de las palabras...”
“...cambios producidos en la vida desde la existencia...”	PRE.T.53.2	“Unión de las dos palabras...”
“...cambios producidos a los largo de la historia...”	PRE.T.54.2	“Unión de las dos palabras...”

<b>TRANSFORMACIÓN</b>	“...transformaciones que hay a lo largo del tiempo...”	PRE.T.10.1	“...escuela, televisión...”
	“...transformaciones que sufren los seres humanos a lo largo de la vida...”	PRE.T.25.1	“Deducido”
	“...La transformación a través del tiempo que ha originado la diversidad de la vida...”	PRE.T.3.2	“...experiencia e investigación...”
	“...es la transformación a través del tiempo que sufren los seres vivos...”	PRE.T.4.2	“...ciencia, colegio...”
	“...las transformaciones o cambios que se han hecho en la tierra con el paso de los años...”	PRE.T.19.2	“Palabras sinónimos de evolución y biológica...”
	“...sus transformaciones y cambios a lo largo de nuestras vidas...”	PRE.T.25.2	“Idea de la palabra...”
<b>ADAPTACIÓN</b>	“...cambios a lo largo del tiempo y adaptación al medio en el que viven...”	PRE.T.16.1	“televisión, internet, documentales”
	“La adaptación progresiva de un ser...”	PRE.T.19.1	“...darwinismo...”
	“...la adaptación de las especies y de la materia inerte...”	PRE.T.24.1	“Conocimientos ...”
	“...forma como se han adaptado a su entorno...”	PRE.T.27.1	“...escuela, medios audiovisuales...”
	“...adaptación de los seres a su medio ambiente...”	PRE.T.38.1	“De la palabra evolución...”
	“...cuando se reproducen siempre adaptándose al medio...”	PRE.T.5.2	“Viendo la evolución a lo largo de los años...”
	“...modificación y adaptación de los seres vivos a su medio...”	PRE.T.6.2	“...de Charles Darwin y su teoría...”
<b>DESARROLLO Y CRECIMIENTO</b>	“...desarrollo biológico de los seres vivos...”	PRE.T.2.3.1	“...tiene que ver con el desarrollo, los seres vivos evolucionan y con ellos se desarrollan”
	“...entiendo que es la evolución de la persona desde que nace hasta que muere...”	PRE.T.2.1.1	“...de la biología humana...”
	“...sobre el desarrollo de todos los seres vivos...”	PRE.T.11.1	“Escuela”
	“...diferentes etapas que pasa cualquier ser a lo largo de su etapa...”	PRE.T.12.1	“...genética y desarrollo humano...”
	“...desarrollo de una persona, del ser humano en las diferentes etapas de su vida...”	PRE.T.15.1	“...ideas previas, experiencias, instituto...”
	“...el desarrollo de la biología desde su inicio hasta la actualidad...”	PRE.T.18.1	“...de todo lo estudiado anteriormente...”
	“...desarrollo de todo lo relacionado con la vida...”	PRE.T.23.1	“...conocimientos, formación académica...”
	“...desarrollo que se produce en los seres vivos”	PRE.T.26.1	“...de cuando estudiaba en el instituto...”
	“...es el desarrollo de la vida, sus etapas...”	PRE.T.29.1	“...del instituto...”
	“...desarrollo y cambios que sufren todos los seres vivos...”	PRE.T.31.1	“...del colegio”
	“...el desarrollo que sufren los seres vivos a lo largo de toda su vida”	PRE.T.34.1	“del instituto”
	“...el desarrollo que han experimentado los seres vivos...”	PRE.T.10.2	“...por lógica y en el bachillerato”
	“...el desarrollo del medio ambiental y de los seres vivos...”	PRE.T.18.2	“Del entorno en el que vivimos...”
	“...se ha desarrollado a lo largo de la historia...”	PRE.T.28.2	“...estudios, investigaciones...”
	“...es el desarrollo de lo natural...”	PRE.T.30.2	“...de lo que puedo ver...”
	“...explica desarrollo de cualquier ser vivo a lo largo de su vida...”	PRE.T.33.2	“...de lo estudiado...”
	“...crecimiento, desarrollo de seres vivos...”	PRE.T.40.2	“Por la palabra y sinónimos...”
	“...transformaciones naturales en la vida de los seres vivos...”	PRE.T.41.2	“...libros de texto...”
	“...toda la transformación desde que se nace hasta que se muere...”	PRE.T.42.2	“...lógica, observación...”
	“...la manera en que se ha desarrollado la vida...”	PRE.T.43.2	“... análisis lingüístico...”
“...desarrollo que se dan o van dando a lo largo de la evolución del propio ser...”	PRE.T.46.2	“...estudios de nuestra vida...”	
“...el desarrollo del ser humano a lo largo de la vida...”	PRE.T.55.2	“...asignatura biología...”	
“...proceso por el cual van desarrollándose...”	PRE.T.57.2	“conocimientos previos...”	
“...se va desarrollando a lo largo de la historia...”	PRE.T.58.2	“Relación ambas palabras...”	

<b>GENÉTICA</b>	“Sobre genética”	PRE.T.2.2.1	“De la biología”
	“Es la evolución filogenética de la especie”	PRE.T.35.1	“Educación secundaria”
<b>PROCESO</b>	“...Proceso por el cual pasan todos los seres vivos...”	PRE.T.37.1	“...científicos e investigadores...”
	“...el proceso evolutivo de los seres vivos...”	PRE.T.8.2	“...instituto...”
	“...proceso que se observa a lo largo de la vida...”	PRE.T.21.2	“idea preconcebida”
	“...proceso continuo que tiene relación con la biología...”	PRE.T.34.2	“...lo que hemos estudiado...”
	“...proceso por el cual los seres vivos pasan...”	PRE.T.49.2	“entendiendo que la biología estudia estas cosas...”
	“...proceso que estudia la vida desde la biología...”	PRE.T.59.2	“...A partir del nombre...”
<b>MUTACIONES</b>	“...se refiere a mutaciones y modificaciones que sufren las especies...”	PRE.T.1.2	“Jornadas de insecticidas, plaguicidas y transgénicos”
	“...mutación de los genes...”	PRE.T.56.2	“Estudios anteriores”
	“...mutaciones genéticas que le ha permitido adaptarse mejor a los diferentes medios...”	PRE.T.7.2	“...de la teoría de la evolución de Darwin...”
<b>PROGRESO</b>	“...capacidad de avanzar, mejorar y progresar de los seres vivos...”	PRE.T.22.1	“...muy personal, experiencias y pensamientos”
	“...progreso, algo que avanza en el tiempo de los seres vivos...”	PRE.T.2.2	“Deducción”
	“...progresos realizados o descubiertos en el campo científico”	PRE.T.13.2	“...conocimientos adquiridos en formación académica.”
	“... conjuntos de avances y mejoras en torno a elementos de lo natural...”	PRE.T.16.2	“...mi punto de vista...”
	“...proceso lineal y progresivo...”	PRE.T.44.2	“...niveles académicos superiores, programas de divulgación científica...”
	“...avances que se han producido a lo largo de los años...”	PRE.T.51.2	“...de años anteriores...”