



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
MAESTRÍA EN DOCENCIA PARA LA EDUCACIÓN MEDIA SUPERIOR.
ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS SUPERIORES,
UNIDAD MORELIA.

MAESTRÍA EN DOCENCIA PARA LA EDUCACIÓN MEDIA SUPERIOR. BIOLOGÍA.

EVALUACIÓN DE IDEAS PREVIAS ENTORNO A LA ENSEÑANZA DE LA
EVOLUCIÓN EN LA BIOLOGÍA EN EL TELEBACHILLERATO MICHOACÁN.

TESIS
QUE PARA OPTAR POR EL GRADO DE:
MAESTRO EN DOCENCIA PARA LA EDUCACIÓN MEDIA SUPERIOR (BIOLOGÍA).

PRESENTA:
BIÓLOGO MARCO AURELIO ARCIGA SOSA

TUTOR PRINCIPAL:
DR. VÍCTOR HUGO ANAYA MUÑOZ
ENES MORELIA

MORELIA, MICHOACÁN, MÉXICO, AGOSTO DE 2022.



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

M. en C. IVONNE RAMÍREZ WENCE

Directora General de Administración Escolar, UNAM

Presente.

Por medio de la presente me permito informar a usted que en la reunión ordinaria del Subcomité de Tesis del Comité Académico de la Maestría en Docencia para la Educación Media Superior, celebrada el día 10 de agosto del 2020, se acordó poner a su consideración el siguiente jurado para el examen de grado de Maestro en Docencia para la Educación Media Superior (Biología) del alumno **Marco Aurelio Arciga Sosa** con número de cuenta **515012279**, con la Tesis titulada: "**Evaluación de ideas previas en torno a la enseñanza de la evolución en la Biología en el Telebachillerato Michoacán**". Bajo la dirección de **Dr. Víctor Hugo Anaya Muñoz**.

Presidente: Mtra. Beatriz Cuenca Aguilar
Vocal: Dra. Nancy Calderón Cortés
Secretario: Dr. Víctor Hugo Anaya Muñoz
Suplente: Mtra. Alejandra Ceja Fernández
Suplente: Dra. Ofelia Contreras Gutiérrez

Sin otro particular, quedo de usted.

Atentamente
"POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"
Morelia, Mich., a 04 de febrero de 2022.

Hernando A. Rodríguez C.
Dr. Hernando Alonso Rodríguez Correa
Secretaría de Investigación y Posgrado

A mi esposa Sol e hijos Inti y Tulio con todo mi amor.

Índice.

Agradecimientos.....	2
Resumen.....	3
Abstract.....	4
Introducción	5
Planteamiento del problema	7
Presentación.....	9
Enseñanza y aprendizaje de la Teoría Evolutiva.....	9
Evolución y mecanismos evolutivos.....	13
Mutaciones.....	14
Selección Natural	14
Deriva genética.....	16
Plasticidad fenotípica.....	16
Metodología.....	17
Revisión del Plan de estudios	17
Evaluación de los conocimientos de los Docentes del TEBAM	20
Tipo de estudio.....	20
Muestra	21
Instrumento.....	23
Procedimiento de aplicación	24
Resultados y discusión	25
Resultados del análisis de programa de la asignatura “Biología II” de la DGB.....	25
Resultados de la aplicación del instrumento de evaluación	28
Primera sección del instrumento de evaluación: perfil de los docentes.....	28
Segunda sección del instrumento de evaluación: creencias sobre el proceso evolutivo.....	30
Tercera sección del instrumento de evaluación: resolución de problemas.....	38
Conclusiones.....	43
Referencias bibliográficas.....	45
Apéndice I: programas oficiales de la materia Biología II de la DGB	49
Programa de estudios para alumnos de las generaciones 2013 y subsecuentes.....	49
Programa de estudios para alumnos de las generaciones 2018 y subsecuentes.....	55
Apéndice II: cuestionario aplicado.....	58
Apéndice III: cuadro de respuestas de los encuestados.....	68

Agradecimientos.

A la Escuela Nacional de Estudios Superiores de Morelia (ENES- MORELIA) Por el seguimiento y apoyo para la realización de mis estudios en el campo de conocimiento de Biología dentro del programa de posgrado de la Maestría en Docencia para la Educación Media Superior (MADEMS).

Al consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACyT) por proporcionarme la beca número 339858 durante mis estudios de maestría.

Agradezco a mi comité integrado por la Dra. Nancy Calderón Cortés por su dedicación al revisar y sus acertados comentarios para mejorar este trabajo de tesis; Mtra. Alejandra Ceja Fernández, por las sugerencias al manuscrito y su apoyo, mi agradecimiento total; para la Dra. Ofelia Contreras Gutiérrez, mil gracias por sus comentarios y por aceptar ser parte de este comité, de igual manera para la Mtra. Beatriz Cuenca Aguilar, no tengo más que agradecimiento por aceptar pertenecer al sínodo, por su tiempo dedicado a la lectura de mi trabajo y sus observaciones para el enriquecimiento del mismo.

Henry Adams puntualizo, *Un profesor... nunca logra saber dónde termina su influencia*. Por ello, Mi total gratitud a mi amigo y tutor de tesis el Dr. Víctor Hugo Anaya Muñoz por las constantes lecturas, lecciones y las puntuales sugerencias para con este trabajo, puesto que gracias a ello y a sus palabras tales como: “La evolución no tiene prisa, pero, nosotros sí”, lograron llevar este trabajo a su fin.

A tres maestros dedicados durante mi formación profesional y laboral, la Dra. María de Lourdes Ballesteros Almanza, el Dr. José Luis Abrego Aranda y el Mtro. Hugo Alejandro Farias Chagoya por la guía, la amistad brindada y por supuesto a sus insistentes recordatorios a culminar el trabajo de grado.

Resumen.

El presente trabajo de grado parte de pensar la labor docente no desde la técnica pedagógica sino desde el dominio de los contenidos. La investigación se hizo suponiendo que las actividades instruccionales son correctamente ejecutadas, pero los contenidos que se enseñan no necesariamente lo son.

En particular, el trabajo se centró en la enseñanza de la teoría evolutiva y en la posibilidad de que algunos profesores a nivel bachillerato tengan conflictos conceptuales con la teoría evolutiva situación que podría llevarlos a enseñarla de manera deficiente.

La investigación se llevó a cabo en los centros educativos pertenecientes al Telebachillerato Michoacán (TEBAM) siguiendo un enfoque metodológico de tipo exploratorio con el fin de extraer información directamente del profesorado que imparte la asignatura de Biología II (que incluye los temas en cuestión). Como resultado de la exploración se obtuvo que una cuarta parte de los encuestados plasmó que el trabajo de Darwin no es una teoría científica, sino una idea sin sustento o una hipótesis de trabajo. Así mismo, se encontró que la población encuestada presenta áreas de oportunidad respecto a la enseñanza de los mecanismos evolutivos, dejando al descubierto la importancia de mantener capacitaciones constantes en el área disciplinar específica de los profesores pertenecientes al TEBAM.

Abstract.

The present research report was developed from the perspective that educators perform a sound didactic work during class time but that the contents that are being transmitted are not equally correct.

Specific attention was drawn to teaching of evolutionary theory and the possibility that some high-school teachers may have conceptual issues with it which could lead to conflicts and deficient teaching.

The research project was performed in the facilities of Telebachillerato Michoacán (TEBAM) using an exploratory approach using a survey to obtain information directly from the instructors teaching *Biología II* (where evolution is included). The results show that one fourth of the surveyed teachers do not consider Darwin's work as a valid scientific theory but an unsubstantiated idea or a work hypothesis. Moreover, it is shown that there is an important window of opportunity to improve the training programs that TEBAM offers to its teaching personnel.

Introducción

Los centros educativos poseen una gran influencia en la formación ciudadana, porque, el profesor es un factor importante en la actividad educativa puesto que ellos son los responsables de alcanzar los objetivos establecidos por los programas educativos (Jiménez, 2008). En varias investigaciones se ha expuesto que existen dificultades en la enseñanza de las ciencias (Fernández et al., 2002) dentro de las ciencias biológicas existen obstáculos epistemológicos, como lo es el razonamiento centrado en el individuo, así como racionamientos teleológicos (González, 2016); por lo que, si se requiere que los estudiantes tengan una formación sólida en las ciencias biológicas, es importante conocer las percepciones y concepciones erróneas que posea el profesorado con respecto a la evolución biológica (Gropp, 2004). Los resultados de una encuesta realizada por Moore citado por Gropp, (2004) menciona que: los profesores enseñan de manera deficiente la evolución biológica, por lo que se debe enseñar los principios de evolución a todos los estudiantes al iniciar sus estudios superiores. Dado que la evolución biológica es un hecho comprobado (Coyne, 2009; Dawkins, 2010; Palmer & Barrett, 2010), y además, la teoría evolutiva posee un gran poder explicativo para comprender la naturaleza y la diversidad de la vida, es uno de los temas fundamentales de la biología por lo que se localiza dentro de los programas de estudio de biología en los distintos niveles educativos, con el fin de poder explicar los fenómenos biológicos (Galeana & Domingo, 2006) y mejorar las habilidades intelectuales favoreciendo a las explicaciones racionales y lógicas que sean obtenidas de los fenómenos que ocurren en la naturaleza (Pantoja y Covarrubias, 2013). Pese a lo anterior, existen pocos estudios, al menos en lengua española, que aborden qué concepto de evolución tienen los profesores –y por lo tanto cuál están transmitiendo– (Galeana & Domingo, 2006).

Esta investigación pretende contribuir a los estudios sobre la enseñanza de la evolución biológica enfocados en los profesores; tiene como objetivo identificar las posibles concepciones equívocas sobre el tema “Evolución”, mismo que forma parte de todos los planes y programas educativos en el área de las ciencias biológicas de nivel medio superior.

El presente estudio parte de la idea de que es posible que los profesores tengan conflictos ideológicos o conceptuales con los principios teóricos que se plantean a partir de la teoría evolutiva (Galeana & Domingo, 2006). Si dichos conflictos interfieren con el conocimiento científico actual que posee el docente o con su actuar en el aula, nos podríamos enfrentar a un importante problema de enseñanza. Recordemos que uno de los espacios que comparte gran parte de la población es la escuela, es decir, tienen contacto con un profesor, por ello es necesario conocer si los docentes poseen concepciones equívocas, ya sean derivadas de un conflicto ideológico o una deficiencia conceptual. Lo anterior es relevante puesto que se sabe que las creencias personales juegan un papel importante en el nivel de comprensión que se tiene de la teoría evolutiva (González García & Rivas, 2016).

Planteamiento del problema

En esta investigación se decidió indagar sobre los conceptos erróneos que pudiesen tener los profesores del Telebachillerato Michoacán sobre algunos de los mecanismos involucrados en el proceso evolutivo, en concreto sobre la selección natural, las mutaciones, la deriva genética y la plasticidad fenotípica, aunque este último concepto no es en sí un mecanismo evolutivo, suele ejemplificar el resultado de la evolución. Se ha partido de la premisa que sostiene que los errores en la comprensión de los mecanismos evolutivos tienden a mantener explicaciones teleológicas (Kelemen & Rosset, 2009). Por otra parte, se sabe que cuando la comprensión de estos conceptos es deficiente en los profesores, el aprovechamiento de los alumnos se ve notoriamente afectado (González García & Rivas, 2016).

De acuerdo con la prueba PISA los jóvenes mexicanos deben poseer conocimientos científicos divididos en tres rubros: conocimiento de contenidos (de sistemas físicos, vivos, y de la Tierra y el espacio), conocimiento procedimental y conocimiento epistémico. Dentro de los contenidos existe un apartado específico para Poblaciones: especies, evolución, biodiversidad, variación genética, así mismo, los sistemas de la Tierra y el Espacio cuentan con temas como Historia de la Tierra: fósiles, origen y evolución. Respecto al conocimiento epistémico entre los temas se encuentran: la naturaleza de observaciones científicas, hechos, hipótesis, modelos y teorías, (INEE, 2017).

Los datos mencionados por el INEE (2017), de acuerdo con los resultados obtenidos de la prueba PISA 2015, sugieren que los jóvenes mexicanos manejan de igual forma los conocimientos científicos disciplinares, procedimentales y epistémicos, es decir, en los tres casos manifiestan un nivel similar: en la escala global científica obtuvieron una evaluación de 2.1, lo cual los coloca en el penúltimo lugar, poniendo de manifiesto la precariedad de los conocimientos en ciencias.

Por otra parte, se suele suponer que los programas oficiales de las asignaturas están correctamente elaborados, tanto desde el punto de vista didáctico como

desde el disciplinar, sin embargo, es necesario corroborar, al menos en cuanto los contenidos relevantes para este trabajo, que los programas oficiales de la Dirección General de Bachillerato son correctos y no se está pidiendo a los profesores que enseñen temáticas erróneas.

Presentación

Enseñanza y aprendizaje de la Teoría Evolutiva

Sólo algunas ideas científicas han tenido la fuerza suficiente para generar una disputa de tal magnitud que logre sobrepasar el ámbito científico y mantenerse como discusión en la vida cotidiana. En ese sentido, podemos recordar la polémica que ha generado la evolución biológica en otros países, donde se ha llegado incluso a solicitar su prohibición en los centros educativos; basta recordar ejemplos como el del juicio donde el Estado de Tennessee (EUA) procesó al profesor T. Scopes en 1925, o bien en 1999 en el Estado de Kansas cuando la junta educacional estatal eliminó la teoría evolutiva de los temarios de la Biología (González García & Rivas, 2016). Recientemente, en 2017, y como evidencia de que es un tema que sigue generando incomodidad en algunos sectores, el ministerio de educación de Turquía eliminó la unidad referente a la evolución biológica de la asignatura de Biología (Shaheen & Hatunoğlu, 2017). De igual manera, Llamas y Acosta (2012), manifiestan que la enseñanza de la evolución biológica ha sido polémica desde el origen mismo de la teoría científica, por lo cual, poca gente permanece indiferente sobre la enseñanza de la teoría evolutiva en los Estados Unidos de América (Hahn, Brem, & Semken, 2005).

Dicho brevemente, en general, la evolución es uno de los temas más controvertidos –al igual que lo es el origen de la vida– dentro del ámbito científico, y ha desatado a su vez una dicotomía, donde la ciencia y la religión están en conflicto con cada incidente de anti-evolución (Hermann, 2008).

En un estudio presentado por Moore & Kraemer (2005) se referencia a una encuesta realizada a 113 profesores que imparten ciencias en el Estado de Minnesota, el 60% de ellos generaron comentarios pro-creacionistas, dejando en evidencia que uno de los posibles inconvenientes durante la enseñanza de la evolución orgánica, no se encuentra en la vaguedad de las ideas de los individuos, sino en los conflictos que el docente tenga respecto al tema.

Por otra parte, un estudio en el que se aplicaron encuestas a profesores de Biología de ese mismo Estado sobre “La Enseñanza de la Evolución y el Creacionismo” revelan que entre los años de 1995 y 2003 se incrementó la cantidad de profesores que incluyen la enseñanza de la evolución biológica en un 19 % pasando de un 69% a un 88% (Moore & Kraemer, 2005). De igual manera, en este estudio se reportó que en los libros de texto se incluyeron más discusiones sobre evolución y ninguna sobre creacionismo, además, se logró un aumento sobre la cantidad de horas dedicadas a ese tema, aunque no se rebasan las 10 horas totales. De manera contrastante esta investigación también arrojó que el número de profesores de Biología en escuelas públicas que enseñan ideas relacionadas con el creacionismo incremento a un 4% entre 1995 y 2003, alcanzando un 20%. El estudio destaca también que de los docentes del área de Biología, por lo menos uno de cada cinco profesores concibe al creacionismo como válido, aunque no lo enseñe (Moore & Kraemer, 2005).

Considerando lo anterior, y si la mayoría de los profesores encuestados reconoce la validez de la teoría evolutiva, ¿Cuál es el problema al momento de enseñar evolución? Respecto a esto, investigaciones realizadas en los Estados Unidos de Norte América señalan que la problemática de la enseñanza de la evolución se debe más a cuestiones relacionadas con el fundamentalismo religioso, la politización de la evolución y en algunos casos la mala comprensión de la genética (Hermann, 2008). De igual manera, respecto a la enseñanza de la evolución Cook (2009), menciona que los temas evolutivos ocupan espacios curriculares restringidos y aislados, tales como un inciso o un capítulo en los programas de estudio en educación básica, y al mismo tiempo, los contenidos relacionados con la Biología de los organismos comúnmente se presentan sin la historia evolutiva que los explica.

Hahn, Brem & Semken (2005), mencionan que los profesores experimentan conflictos cuando enseñan la evolución orgánica a causa de concepciones personales sobre el proceso. Estos autores hacen evidente los conceptos que tienen sobre la ética y la moral implícita el proceso evolutivo y lo aplican a la evolución de los humanos. Los investigadores antes mencionados solicitaron a

profesores que aún no se integraban al servicio docente activo y que impartirían diversas asignaturas, entre ellas Biología (ciencias), que realizaran una narración sobre la evolución de un humanoide ficticio en otro planeta; los resultados de dicha investigación arrojan narrativas en las que se incluyen a tres humanoides históricamente distribuidos llamados *Humanoide tardío*, *H. medio* y *H. futuro*. Las descripciones tanto del *H. tardío* como de *H. medio* coincidieron con la descripción general del ser humano actual, mientras que las que corresponden al *Humanoide futuro* carecían de detalles. Además, en las narrativas exploradas los docentes encuestados plasmaron que la especie obtenía recompensas o castigos debido a logros o excesos, poniendo un tono ético y moralista al proceso evolutivo.

Algo semejante sucede en Argentina, donde realizaron encuestas a profesores de educación media acerca de la enseñanza de la evolución. Los resultados manifestaron que el 62% de los profesores encuestados consideran que la profundidad con la que se presentaba el tema es inadecuada, mientras que el 47% expresó que sus docentes formadores no poseían un conocimiento sólido en el tema. Lo anterior hace evidente la importancia de la capacitación docente, puesto que los encuestados enfatizaron en la necesidad de obtener cursos, talleres y materiales didácticos sobre Biología que presenten un enfoque evolutivo (Geller, 2012).

Respecto a la necesidad de capacitación a los profesores sobre la teoría evolutiva, en Brasil se realizaron una serie de estudios que involucran a profesores responsables de impartir la asignatura de Biología en educación básica. Los resultados arrojan que el 60% de los encuestados acepta algún tipo de dificultad, inclinándose hacia la falta de preparación docente en el área, o a los escasos materiales didácticos y resaltan el poco tiempo que se dedica en el plan de estudios a este tema (Tidon & Lewontin, 2004; Nehm, Kim, & Sheppard, K. 2009).

Es necesario mencionar que, aunque existe evidencia suficiente que soporta la idea de que el proceso evolutivo es un hecho: la evidencia paleontológica, geológica, biológica y bioquímica apuntan en la misma dirección y la secuenciación de

moléculas de ADN abrió la puerta para nuevos estudios, así como la obtención de nuevas evidencias y ha fortalecido los estudios previos (Moya, 1988; Lewontin, 2004; Coyne, 2009; Dawkins, 2010; Gould, 2012).

A pesar de lo mencionado en el párrafo anterior la resistencia pública para aceptar a la evolución biológica ha tomado fuerza (Nelson, 2008). Conviene subrayar que aunque la comunidad académica ha incrementado considerablemente su actividad con relación a la enseñanza de la evolución, la mayoría de los investigadores y educadores todavía consideran que el estado de la comprensión pública de la evolución es muy bajo (Alters & Nelson, 2002).

Evolución y mecanismos evolutivos.

Coyne (2009: pp.18) dice que: *“la vida en la tierra ha evolucionado de manera gradual a partir de una especie primitiva que vivió hace más 3.500 millones de años; luego se fue ramificando a lo largo del tiempo, produciendo muchas especies nuevas y diversas; y el mecanismo de mayor parte del cambio evolutivo es la selección natural.”*

El enunciado previo hace referencia a la evolución, a la selección natural con énfasis en el gradualismo, entonces, la sinergia de los mecanismos del proceso evolutivo (selección natural, mutaciones, deriva genética) permite que suceda el proceso evolutivo dando lugar a la diversidad de las especies. La evolución biológica se define actualmente como el cambio en los organismos que permite la diversificación con el paso de las generaciones, entendiendo que los cambios se originan por modificaciones en el material genético de una especie a lo largo de muchas generaciones ocasionando diferencias morfológicas, fisiológicas y etiológicas. Si las modificaciones ocasionadas a través de las mutaciones logran ser ventajosas para el organismo que las posee, puede brindarle una mejor capacidad de adaptación aumentando la posibilidad de sobrevivir y reproducirse, siempre y cuando las condiciones ambientales le sean propicias. Lo anterior podría ocasionar que la descendencia de este organismo herede dichas modificaciones ventajosas, mismas que conforme transcurran las generaciones, se podrían presentar con mayor frecuencia hasta ser comunes en la población, generando variedades locales de la misma especie. Si el impacto obtenido es grande, la población en cuestión podría diferenciarse hasta formar una nueva especie. Dicho de otra manera, la Evolución Biológica debe entenderse como el proceso gradual que propicia que los organismos cambien paulatinamente de una forma a otra en periodos largos para permitir descendencia con modificación (Futuyma, 2005; Coyne, 2009; Vargas, 2012; Gould; 2012; Evolution Berkeley, 2016).

Mutaciones

Darwin (1976) mencionaba que existen modificaciones ligeras que en ocasiones favorecen a los individuos de una especie. De acuerdo con Álvarez (2000), los cambios que suceden en el material genético se denominan mutaciones. Echeverría (1994) apunta que las mutaciones son la fuente de la diversidad orgánica, así como el proceso “responsable” de la generación de nuevas variantes en el proceso evolutivo. Para Stansfield (1984) y Futuyma (2004) la reproducción sexual produce recombinaciones genéticas finitas, pero estos genotipos, aún los mejor adecuados al medio ambiente, pueden no sobrevivir a un conjunto de condiciones ambientales cambiantes, a menos que se renueve la poza de genes mediante una mutación, y así, estos genotipos pueden o no colaborar en la capacidad de un organismo para sobrevivir o para reproducirse. Hay que mencionar que en los organismos multicelulares las mutaciones pueden ocurrir en diferentes partes del organismo; existen mutaciones que ocurren en las células gaméticas las cuáles podrían ser heredadas, y otras que no tendrán trascendencia evolutiva como lo son las mutaciones que ocurren en las células somáticas (Stansfield 1984; Evolution Berkeley, 2016).

Selección Natural

Se considera selección natural cuando existen diferencias genéticas entre individuos de una población y estas logran afectar la capacidad de sobrevivencia, y por consecuencia, la de reproducción (Palmer & Barrett 2010). Sin embargo, cuando se habla de selección natural se corre el riesgo de malinterpretar el concepto. Moya (1988) menciona que existen frases que han rodeado el concepto y se han acumulado con el tiempo, por ejemplo, la desafortunada frase de Spencer “la supervivencia del más fuerte”. De igual manera, Futuyma (2004) menciona que la locución “La supervivencia del más fuerte o del más apto” se resume como un eslogan engañoso. Ahora bien, Darwin mencionó en las conclusiones de *El Origen de las Especies* lo siguiente: los organismos se reproducen y las especies han cambiado, y siguen cambiando lentamente por la preservación y acumulación de

ligeras variaciones favorables sucesorias¹[...], debido a la acción directa de las condiciones externas. La lucha por la existencia se debe a la relación geométrica, nacen más individuos de los que pueden sobrevivir²[...] el medio ambiente no admite a todos los miembros de una población. La más mínima ventaja en un ser, a cualquier edad o durante cualquier estación, sobre aquellos con los que compite, o una mejor adaptación en cualquier grado a las condiciones físicas circundantes, cambiara la balanza³[...] a su favor y así tener mayor probabilidad de sobrevivir (Darwin, 1976).

De acuerdo con Futuyma (2004), la selección natural es la diferencia entre la supervivencia y la reproducción entre genotipos diferentes. Por su parte, Álvarez (2016) afirma que la selección natural favorece el incremento en la frecuencia de genes que pueden tener un impacto positivo para la adaptación, siempre y cuando el ambiente sea adecuado para dichos genes. En consecuencia, la selección natural es el resultado de la variación en el éxito para transmitir genes a la siguiente generación (Eriksson, 2000), así que la selección natural puede definirse de forma simple como las diferencias en el éxito reproductivo. Piénsese por ejemplo en el mamut lanudo (*Mammuthus primigenius*), este ejemplar habitó las regiones septentrionales de Eurasia y Norteamérica, puesto que se encontraba adaptado al clima gracias a su pelaje abundante; este mamut bien pudo descender de unos antepasados con poco pelo, pero mutaciones que se dieron en la especie hicieron que algunos tuvieran más pelo y cuando el clima se fue enfriando, o cuando la especie se fue expandiendo a las regiones septentrionales, esa o esas mutaciones les resultaron más favorables, dejando una mayor descendencia con el paso del tiempo (Coyne, 2009).

¹ N. del T. en el original dice: species have changed, and are still slowly changing by preservation and accumulation of successive slight favourable variations. Pp.480.

² N. del T. en el original se lee: the struggle for existence inevitably follows from the high geometrical ratio of increase which is common to all organic beings, more individuals are born than can possibly survive. Pp.467.

³ N. del T. en el original dice: the slightest advantage in one being, at any age or during any season, over those with which it comes into competition, or better adaptation in however slight a degree to the surrounding physical conditions, will turn the balance. Pp.468.

Deriva genética.

Si bien es cierto que la selección natural es un mecanismo importante para el proceso evolutivo, se debe tener cuidado puesto que no es el único (Darwin, 1976). Al respecto, Futuyma (2004) menciona que no existe cambio evolutivo sin mutaciones, ya que estas son la base de la variación genética. Sólo una vez obtenida la variación genética puede haber cambios aleatorios en las frecuencias de esas variaciones en la población o en la especie.

La deriva genética comprende parte de los mecanismos evolutivos básicos, y hace referencia a las fluctuaciones que suceden aleatoriamente en las frecuencias alélicas de una generación a la otra (NHGRI, 2018). Entiéndase entonces que cuando hablamos de la deriva genética, debemos necesariamente hablar del “azar”, puesto que el resultado en la siguiente generación será que algunos individuos logren una mayor descendencia por azar, así, los genes en dicha generación corresponden, no a los individuos necesariamente “más aptos” o “más fuertes”, si no a los más “afortunados”, o aquellos que lograron reproducirse (Álvarez, 2000; Futuyma, 2004; Eriksson, 2000; Evolution Berkeley, 2016).

Plasticidad fenotípica.

La plasticidad fenotípica se define como la propiedad de un genotipo que puede producir distintos fenotipos como respuesta a las condiciones ambientales (Fragata *et al.*, 2016). Suele considerarse la plasticidad fenotípica como una alternativa evolutiva de los organismos para confrontar los ambientes heterogéneos en ausencia de variación genética que permita la especialización vía adaptación (Núñez *et al.*, 2003). Es importante subrayar que la plasticidad es un componente importante para el cambio evolutivo, más no es adaptación (Soler, 2002). Aunque el fenómeno se produzca a una escala ecológica y muestre consecuencias evidentes en la morfología y fisiología de los individuos (Gianoli, 2004).

Metodología

Revisión del Plan de estudios

De acuerdo con el portal web de la Subsecretaría de Educación Media Superior, el sistema educativo nacional se divide en tres estratos: educación básica, educación media superior y educación superior. La educación media superior corresponde los bachilleratos y sus equivalentes.

La Subsecretaría de Educación Media Superior (SEMS) es un órgano dependiente de la Secretaría de Educación Pública (SEP) que tiene como objetivo establecer normas y políticas que favorezcan a la planeación y organización de la educación media superior. A este órgano se encuentra adscrita la Dirección General de Bachillerato (DGB). Desde el 2005, la tarea de esta Dirección es coordinar la educación que se imparte en el Bachillerato General con respecto a sus aspectos técnicos y pedagógicos. Esta dependencia es la encargada además de emitir los programas de estudio que se replican a lo largo y ancho de la geografía mexicana para los bachilleratos regidos por esta entidad.

El programa de estudio para la asignatura de Biología II analizado para este trabajo de investigación, corresponde al programa aprobado en el año 2013 y modificado en el 2018 (véase apéndice I). Este programa establece como propósito el proporcionar una educación pertinente y relevante para los estudiantes que cursen su educación media superior (bachillerato), y así permitirle establecer una relación sana entre la escuela y su entorno. De acuerdo con el programa de estudio (DGB/DCA/2013), la asignatura “Biología II” se ubica en el cuarto semestre y cuenta con cuatro horas a la semana, englobando un total de 64 horas en el semestre. Esta asignatura se clasifica en el campo disciplinar perteneciente a las ciencias experimentales, como un componente básico en la formación del bachiller para lograr la comprensión de su entorno (Ancira, 2013).

El programa de la Biología II es el eje rector de los profesores al momento de planear sus actividades escolares, puesto que en ese documento se encuentran los objetivos docentes, el tiempo destinado a clases, las actividades a realizar y las competencias a desarrollar. No está por demás mencionar que el programa de estudio se encuentra avalado por la DGB bajo el enfoque educativo denominado *por competencias*.

Considerando que esta investigación se comenzó a finales del año 2015, se revisaron los programas para la asignatura correspondientes a ese año (apéndice I) encontrando lo siguiente: el programa de la asignatura “Biología II” se encuentra estructurado de la siguiente manera: número de bloque, que para el caso de esta asignatura van del uno al siete (reproducción, herencia, biotecnología, evolución, fisiología humana comparada y principios de fisiología vegetal), nombre del bloque, tiempo a utilizar para cubrir la unidad durante las semanas de trabajo, los desempeños del estudiante al terminar el bloque o bien los conocimientos y actitudes que el estudiantado debe conseguir durante el tiempo estipulado, los objetos de aprendizaje señalan los conceptos e información que se analizarán durante el bloque a revisar, las competencias que debe desarrollar el alumno ya sean genéricas o disciplinares esto de acuerdo al enfoque educativo basado en competencias, actividades de aprendizaje, en la cuales indica las técnicas educativas para impartir el tema a revisar en alguna de las sesiones del programa, así mismo manifiesta el rol que debe jugar el profesor como facilitador de la asignatura, el material didáctico a utilizar donde enlista recursos multimedia para lograr los objetos de aprendizaje, al final de cada bloque enlista las fuentes de consulta para cada unidad a revisar.

El documento menciona que el bloque número cuatro corresponde al estudio de la evolución biológica otorgándole un total de nueve horas. Entre los desempeños que se pretende alcanzar en este bloque está el interpretar el flujo de genes entre las poblaciones y poder utilizar el concepto de evolución biológica, entre otros. En cuanto a los objetos de aprendizaje se encuentran los conocimientos de contenidos:

antecedentes y teoría de la evolución de Darwin y Wallace, principales causas de la variabilidad genética y el cambio evolutivo: mutación, deriva genética y flujo de genes, interacción ambiental, selección natural, genética de poblaciones y las causas y objetivos de la evolución por selección natural y artificial. Conocimiento procedimental y conocimiento epistémico; cuenta con una sección llamada competencias entre las que destaca desarrollar que el alumno *elija las fuentes de información más relevantes para un propósito específico y discrimina entre ellas de acuerdo a su relevancia y confiabilidad*.

El programa posee a su vez un apartado de actividades de enseñanza, en el cual se indica al profesorado como debe guiar a sus alumnos utilizando los objetos de aprendizaje, mostrando también las actividades de aprendizaje que son los trabajos que realizarán los alumnos. El programa también incluye una sección denominada el rol del docente, en la cual expone lo que el profesorado debe acatar y seguir. Entre lo que se espera que el docente realice, se menciona que debe conducirse como facilitador que promueva y oriente la búsqueda de información para responder la interrogante de los mecanismos evolutivos. En las últimas secciones se encuentra el material didáctico a utilizar, entre los que destacan los materiales digitales, revistas científicas y acetatos sobre evolución, además de las fuentes bibliográficas de consulta, entre las cuales se encuentran los textos de como Curtis (1995) y algunas fuentes electrónicas.

Durante el transcurso de esta investigación el programa fue actualizado, por lo cual también se revisó el propuesto para el año 2020, encontrando cambios mínimos. Al igual que en el programa anterior se localizó un apartado para bloque nombre y tiempo, una ligera modificación para el propósito de la unidad evolutiva que plantea como objetivo que el alumno *deduzca* las teorías de la evolución fomentando un pensamiento crítico sobre las evidencias que lo sustentan (apéndice I en la página 54). En cuanto a los conocimientos que refiere para este bloque, encontramos las teorías evolutivas, así como un apartado para genética y evolución. En la versión actual se presentan competencias, habilidades, actitudes y aprendizajes esperados muy similares a la versión previa. Para analizar los programas de la asignatura se

realizó una comparación simple de estos con lo planteado por la Teoría Evolutiva, basándose en los textos de Futuyma (2012), Coyne (2009) y Palmer & Barrett (2010) y buscando detectar inconsistencias entre los programas y los textos.

Evaluación de los conocimientos de los Docentes del TEBAM

Tipo de estudio.

La investigación que se reporta en este trabajo de tesis se realizó en los centros educativos pertenecientes al Telebachillerato Michoacán (TEBAM), siguiendo un enfoque metodológico de tipo exploratorio que nos permite acercarnos a hechos poco estudiados, con el fin de extraer información dentro de un contexto específico, siguiendo como objetivo identificar conceptos o hechos, y así sentar las bases para investigaciones posteriores (Sampieri, Collado, & Baptista, 2014).

El Telebachillerato Michoacán es un subsistema de Educación Media Superior dependiente de la Secretaría de Educación del Estado de reciente creación. Hasta el momento no existen estudios sobre el nivel de comprensión de las materias por parte de los profesores, ni la pertinencia de los perfiles para el área de Biología (o cualquier otra disciplina). Por ende, no existen antecedentes a este respecto que puedan ser utilizados para el presente trabajo.

Muestra

El TEBAM cuenta con 182 planteles distribuidos en 85 municipios del Estado. De acuerdo con (Valerio (2002), Michoacán se divide en seis regiones económicas: i) ciénega, ii) centro, iii) oriente, iv) occidente, v) tierra caliente y, vi) costa; en ellas se dispersan los municipios michoacanos (tabla 1).

Tabla 1. Municipios de adscripción de los profesores participantes en la encuesta.

REGIÓN 01 MORELIA CENTRO				
Penjamillo	La Piedad	Ecuandureo	Jiquilpan	Los Reyes
Cotija				
REGIÓN CENTRO				
Sixto Verduzco	Angamacutiro	Puruándiro	Panindícuaro	Coeneo
Tarímbaro	Erongarícuaro	Tzintzuntzan	Huiramba	Morelia
Acuitzio	Tacámbaro	Villa Madero	Ario de Rosales.	Indaparapeo
Salvador Escalante				
REGIÓN ORIENTE				
Contepec	Epitacio Huerta	Ciudad Hidalgo	Jungapeo	Maravatío
Ocampo	Susupuato	Tuxpan	Tuzantla	Zitácuaro
REGIÓN OCCIDENTE				
Apatzingán	Parácuaro	Gabriel Zamora	La Huacana	Buena Vista Tomatlán
Múgica	Tepalcatepec			
REGIÓN TIERRA CALIENTE				
Carácuaro	Churumuco	Huetamo	San Lucas	Turicato
REGIÓN COSTA				
Lázaro Cárdenas	Tumbiscatío	Coalcomán		

El Telebachillerato Michoacán tiene presencia en diez zonas escolares que abarcan las seis zonas económicas anteriormente mencionadas. En éstas se encuentran las escuelas asentadas en comunidades rurales, (figura 1).

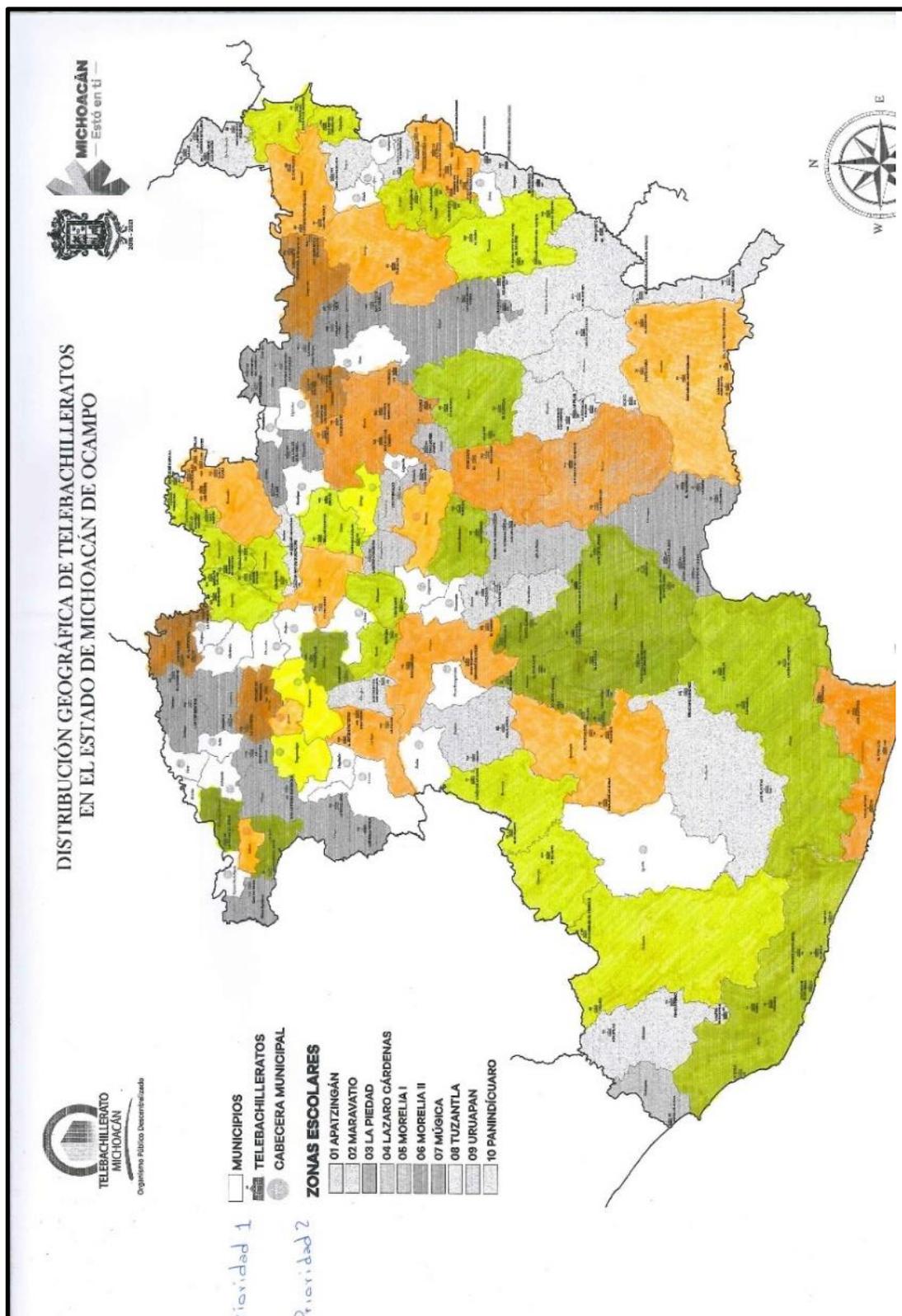


FIGURA 1. Distribución de los planteles del Telebachillerato en el estado de Michoacán. (Departamento de planeación educativa del Telebachillerato Michoacán).

En concordancia con el programa oficial de la Dirección General del Bachillerato (2016), el tema “evolución” se imparte en todos los centros educativos pertenecientes a este subsistema durante el semestre par de cada ciclo escolar. Cada uno de los planteles del subsistema posee una plantilla básica de por lo menos tres profesores con alguno de los siguientes perfiles profesionales: a) Físico-Matemático; b) Químico-Biológico; c) Histórico-social, y d) Económico-Administrativo. Teniendo en cuenta lo anterior, se realizó un proceso de selección para la muestra que se trabajó partiendo de los siguientes criterios: a) ser profesor activo del Telebachillerato Michoacán, y b) ser profesor de la asignatura de Biología.

De un total de 182 profesores se formó el grupo de investigación con un total de 87 profesores, los cuales aceptaron voluntariamente participar en esta investigación. Los centros escolares a los cuales se encuentran adscritos estos profesores se encuentran distribuidos en diferentes municipios del Estado de Michoacán (Tabla 1, Figura 1).

Instrumento

Para realizar esta investigación se desarrolló un instrumento de evaluación (cuestionario), con la finalidad de obtener datos sobre el nivel de conocimiento de los profesores participantes sobre la “evolución biológica”. El instrumento contiene respuestas tipo Likert⁴ (Baeza, Tort, Romá, & Benito, 2001). Asimismo, contiene preguntas no estructuradas o abiertas (Corral de Franco, 2010), donde los encuestados plasmaron las respuestas con sus propias palabras.

El instrumento cuenta con un total de 13 reactivos, y se conforma por un apartado en el que se solicita información básica sobre el perfil del docente (pero se mantiene la identidad en anonimato) y tres apartados sobre la temática de interés. De éstos últimos, el primer apartado aborda las creencias personales de la evolución biológica, el segundo indaga sobre el conocimiento teórico que poseen los

⁴ Las respuestas tipo Likert son instrumentos en los cuales el encuestado indica si se encuentra de acuerdo o en desacuerdo sobre la afirmación establecida en el reactivo de acuerdo a lo descrito por Matas (2018)

profesores en cuanto a los mecanismos evolutivos, y el tercero permite que los profesores plasmen las necesidades para mejorar sus conocimientos o habilidades para impartir el tema. El instrumento (véase apéndice II) se generó a partir de consultas bibliográficas para mantener el cuestionario con la información alusiva a la evolución biológica; se basó, además, en una encuesta elaborada por la empresa Gallup. Inc, (2015), se adicionaron ejemplos para medir el conocimiento sobre los mecanismos involucrados en el proceso evolutivo basados en ideas del sitio en línea de la Universidad de Berkeley sobre evolución (Berkeley 2016), así como ejemplos propios creados en forma de pequeños estudios de caso.

La validación del instrumento se dio a partir de su revisión por cinco académicos expertos en evolución biológica (véase apéndice II), para respaldar que el instrumento sea adecuado para alcanzar los fines para los que fue diseñado (Rosas & Figueroa, 2015).

Procedimiento de aplicación

Se entrevistó de manera personal a los profesores de los planteles que se enlistan en la tabla 1 durante los cursos de Biología II del ciclo escolar 2016-2017. Durante la entrevista se les informó sobre la importancia y el objetivo de la encuesta. Después de conocer la intencionalidad y la política de privacidad del ejercicio (que incluye mantener a cada participante en el anonimato), los profesores procedieron a contestar el instrumento de manera individual. Las entrevistas se llevaron a cabo en 87 centros educativos pertenecientes al TEBAM, aunque se presentaron algunas limitaciones. La participación en la encuesta fue voluntaria y anónima, por lo que no se logró que todos los profesores contestaran los cuestionarios, y al analizar y concentrar la información obtuvimos sólo la participación de 82 profesores, quienes no completaron algunas encuestas.

Resultados y discusión

Resultados del análisis de programa de la asignatura “Biología II” de la DGB.

La prueba PISA (Programa Internacional para la Evaluación de los Estudiantes, por sus siglas en inglés), es un instrumento internacional creado por la Organización para la Cooperación y Desarrollo Económico (OCDE) para la evaluación del rendimiento académico de los estudiantes en lectura, matemáticas y ciencia que se aplica a los países miembros cada 3 años (OCDE, 2020). De acuerdo con esta evaluación, para el área de ciencias se mide que los alumnos tengan conocimiento epistémico sobre constructos y características definitorias de la ciencia como lo son: observaciones científicas, hechos, hipótesis, modelos y teorías.

Con base en lo mencionado con anterioridad se realizó una revisión del programa emitido por la DGB para el año 2013 (y subsecuentes) donde se asignaba un total de 9 horas para los temas relacionados con evolución, mientras que el programa actualizado y publicado para el 2018 asigna 12 horas para el mismo bloque, por lo cual se visualiza un aumento en la cantidad de horas para abordar este tema. Sin embargo, durante el análisis de los programas de estudio del año 2013 y 2018 se localizó que éstos otorgan la misma categoría epistémica a las hipótesis y a las teorías⁵, ya que dentro del contenido a desarrollar en el bloque referente a la evolución biológica, la versión perteneciente al año 2013 manifestaba que los temas a revisar eran: i) antecedentes y teoría de la evolución de Darwin y Wallace (donde sugieren como teoría al “fijismo⁶, al transformismo, el catastrofismo y el

⁵ Los conceptos de “Hipótesis y Teoría” en el lenguaje común se utilizan como equivalentes. Sin embargo, en el lenguaje científico son distintos en su naturaleza y en su grado de veracidad. Una hipótesis científica es una explicación posible y tentativa a una pregunta. Una ley se reconoce como una expresión de relaciones constantes entre dos o más variables; como la ley de la gravedad. Cuando dos o más leyes se articulan entre sí se le llama teoría a ese conjunto de proposiciones bien verificadas como lo es la teoría de la evolución. Collado (2014)

⁶ Mafla (2009) y Schoijet, (2015), mencionan que el fijismo es solo una idea o hipótesis, la cual fue revocada desde la publicación de la teoría evolutiva propuesta por Darwin y Wallace.

uniformitarismo”); ii) principales causas de la variabilidad genética (-Mutación, -Flujo de genes, -Deriva genética, -Interacción con el ambiente) y el cambio evolutivo ; iii) principio de la selección natural y su relación con la genética de poblaciones; iv) causas y objetivos de la evolución por selección natural y artificial (Ancira 2013). Para el programa 2018, los temas a desarrollar son: i) teorías evolutivas, y ii) genética y evolución, reduciendo el contenido a desarrollar en dos temas y desglosando de ellos 6 subtemas entre los cuales se encuentran: i) primeras ideas de la evolución, ii) evidencias de la evolución, iii) teoría de Darwin y Wallace (de la selección natural), iv) teoría sintética, v) poza genética fuentes de variabilidad y vi) factores causantes del cambio de la población (Dirección General del Bachillerato, 2018).

Ambas versiones del plan de estudios tienen entre sus objetos de aprendizaje o conocimientos a generar, a las teorías evolutivas especificando en la edición 2013 que se incluya: la teoría fijista, teoría del transformismo, teoría del catastrofismo, teoría del uniformismo, teoría del evolucionismo y la teoría de Darwin y Wallace; una enumeración que incluye teorías de evolución biológica⁷ y teorías de evolución geológica; si bien hay que reconocer la influencia que el uniformitarismo tuvo en el pensar de Darwin.

Aparentemente, la intención de la reducción en el programa 2018 es que los profesores puedan decidir qué temáticas incluir en su práctica, lo que puede resultar contraproducente, ya que los profesores con los que cuenta el TEBAM en su platilla para impartir la asignatura de biología II no fueron formados en su totalidad en el área de las Ciencias Químico-Biológicas, y no han tenido capacitaciones para resarcir esas faltas (véase apéndice 3).

⁷ O bien con inclinación biológica, puesto que no existe una teoría que se haya denominado fijista o transformista; estos nombres corresponden a escuelas de pensamiento y fueron asignados posteriormente. Es interesante notar, además que se distingue la teoría evolucionista de aquella de Darwin y Wallace, queriendo, seguramente, hacer alusión en el primer caso a la teoría sintética y, en el segundo, a las propuestas planteadas por esos autores que carecían de fundamentos genéticos.

Por otra parte, en el segmento otorgado para las actividades de enseñanza, en el programa del 2013 se indica que los alumnos deben investigar las teorías de la evolución, donde nuevamente se fusionan las teorías geológicas con la teoría del evolucionismo y la teoría de Darwin y Wallace, así como la ideología fijista, nombrando a todas como teorías evolutivas. Así mismo y como actividad de aprendizaje indica que *“se exponga al grupo cada una de las teorías, respetando las opiniones del grupo”*. Al revisar los textos de Futuyma (2012), Coyne (2009) y Palmer (2010) se encuentra que no existen teorías evolutivas en los términos planteados por el plan de estudio del 2013.

Ahora bien, las referencias bibliográficas que proporciona el programa de estudios del año 2013 proponen a los profesores consultar fuentes electrónicas como son: <http://ltellez.mayo.uson.mx/documentos/evolucion.htm> entre otros (apéndice I) que no son académicamente confiables y carecen de información actualizada respecto a la evolución biológica.

De forma contradictoria a lo que sugiere el tipo de material bibliográfico contenido en el programa para consultar y formular la sesión de clase, en el programa se solicita que el profesor desarrolle en los alumnos la competencia⁸ que a la letra dice: *“elige fuentes de información más relevantes para un propósito específico y discrimina entre ellas de acuerdo a su relevancia y confiabilidad [sic]”* (Ancira, 2013).

⁸ Una competencia educativa de acuerdo con el enfoque por competencias se define como “la capacidad de movilizar recursos cognitivos para hacer frente a un tipo de situaciones”

Resultados de la aplicación del instrumento de evaluación

Primera sección del instrumento de evaluación: perfil de los docentes.

La primera sección del instrumento de evaluación proporciona información sobre la formación académica de los participantes, incluyendo posibles estudios de Posgrado, experiencia en la docencia en el área de Biología y la entidad de adscripción al TEBAM. De acuerdo con lo reportado, el 100 % de los participantes en el estudio confirman tener una relación laboral con el Telebachillerato Michoacán; los municipios de adscripción reportados se muestran en la figura 2.

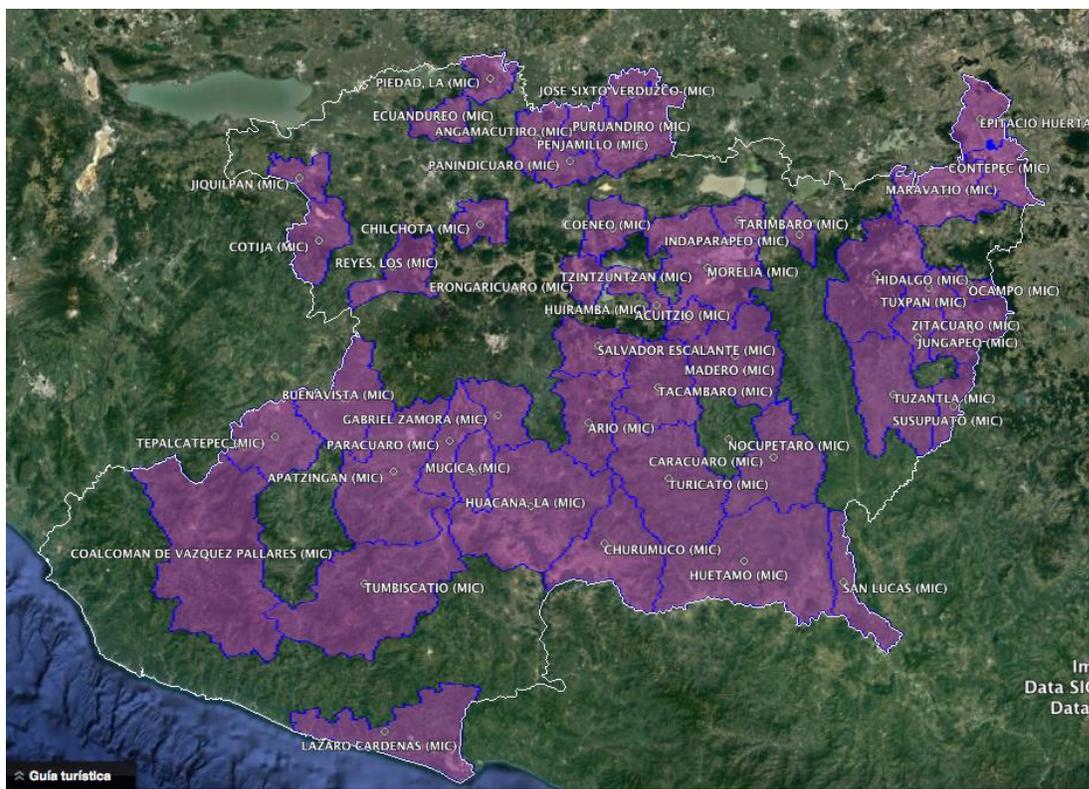


FIGURA2. MAPA DE LOS MUNICIPIOS DE ADSCRIPCIÓN DE LOS PROFESORES PARTICIPANTES. FUENTE: CONSTRUCCIÓN PROPIA CON MAPA OBTENIDO DE GOOGLE MAPS, (2017).

Al momento del estudio, el 26% de la población estudiada poseía una antigüedad de entre uno y tres años, el 63% laboraba en el subsistema desde hace cuatro a seis años, y solamente el 11% de los profesores son parte del TEBAM desde hace siete y nueve años (Figura 3).

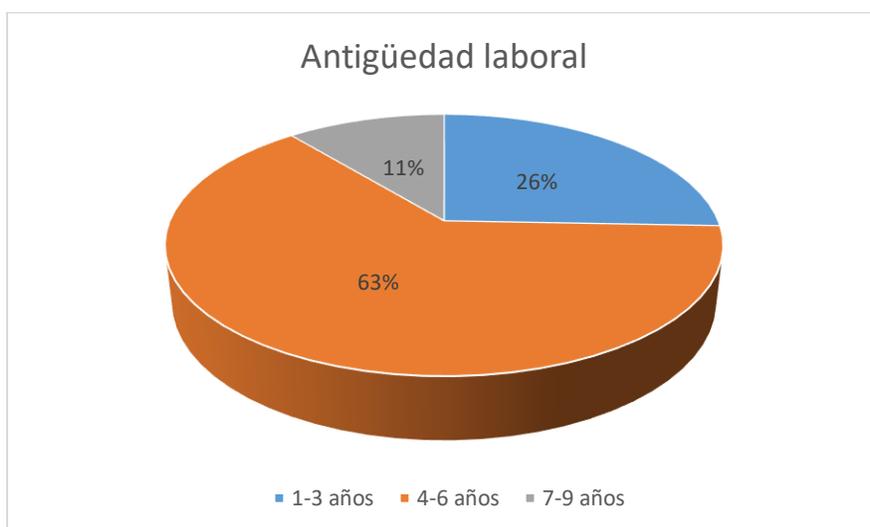


FIGURA 3. ANTIGÜEDAD DE LOS DOCENTES PARTICIPANTES EN EL TELEBACHILLERATO MICHOACÁN.

La población muestra cuenta con perfiles profesionales muy diversos (Tabla 2). El 22.9% de los profesores reporta que cuenta con estudios de Posgrado así mismo solo el 45.9% de los encuestados tiene formación en el área de Químico - Biológicas, lo cual indica que poco más de la mitad de los encuestados carecen de una formación profesional en Biología, por lo que es importante subrayar que la población con la que se trabajó incluye únicamente a los docentes que imparten la materia de Biología.

Tabla número 2. Perfiles profesionales de los profesores entrevistados del Telebachillerato Michoacán. Área de conocimiento	Número de Profesores	Porcentaje
Histórico-Social	22	25,29
Económico-Administrativo	4	4,6
Químico-Biológico	40	45,9
Físico-Matemático	16	18,3
No contestó	5	5,75

Segunda sección del instrumento de evaluación: creencias sobre el proceso evolutivo.

Con relación a las respuestas obtenidas sobre las creencias personales de la evolución biológica, los resultados muestran que para el primer reactivo el 72% de los encuestados considera que la teoría de la evolución darwinista se encuentra respaldada por pruebas, el 13% sostiene que es una idea carente de evidencias, y el 12% piensa que la teoría de la evolución es solamente una hipótesis de trabajo (Figura 4).

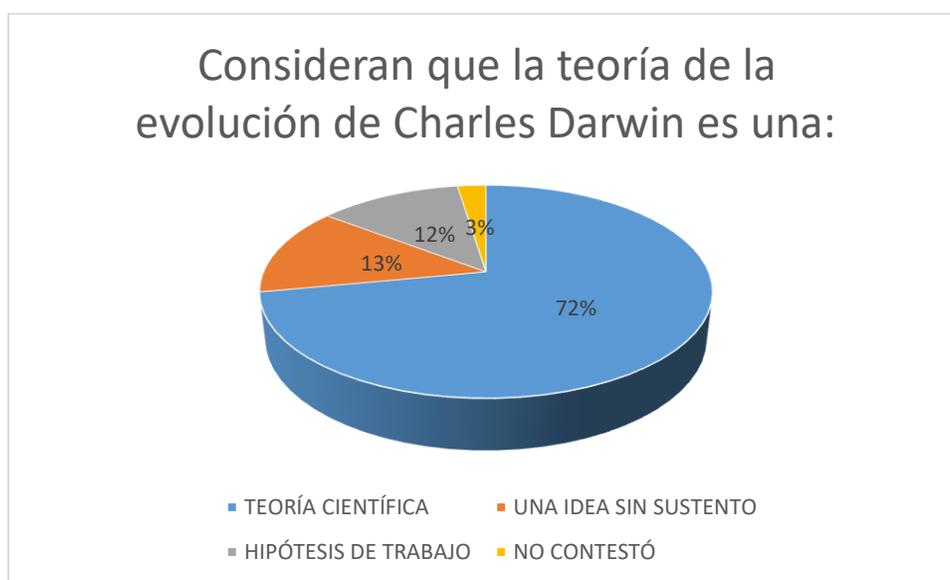


FIGURA 4. RESPUESTAS A LA PREGUNTA ¿CONSIDERA USTED QUE LA TEORÍA EVOLUTIVA DE DARWIN ES UNA ¿TEORÍA, UNA HIPÓTESIS O UNA IDEA SIN SUSTENTO?

El 80% de los encuestados considera que los humanos se han desarrollado a lo largo de millones de años a partir de formas de vida ancestrales simples, mediante un proceso biológico en el que no intervino Dios. Por otra parte, el 16% restante considera que el proceso evolutivo es dirigido mediante la intervención divina (figura 5). Estos datos permiten observar la persistencia de un grupo de profesores que poseen un tipo de pensamiento teleológico y finalista. Lo anterior podría indicarnos que aun cuando hay cierto conocimiento de la teoría evolutiva, pueden presentarse variables cognitivas, afectivas y epistemológicas que contribuyan a la persistencia

de este tipo de pensamiento. En casos extremos se ha reportado incluso que se puede llegar a una concepción contraria y de resistencia a la teoría evolutiva (Nehm & Schonfeld, 2007).

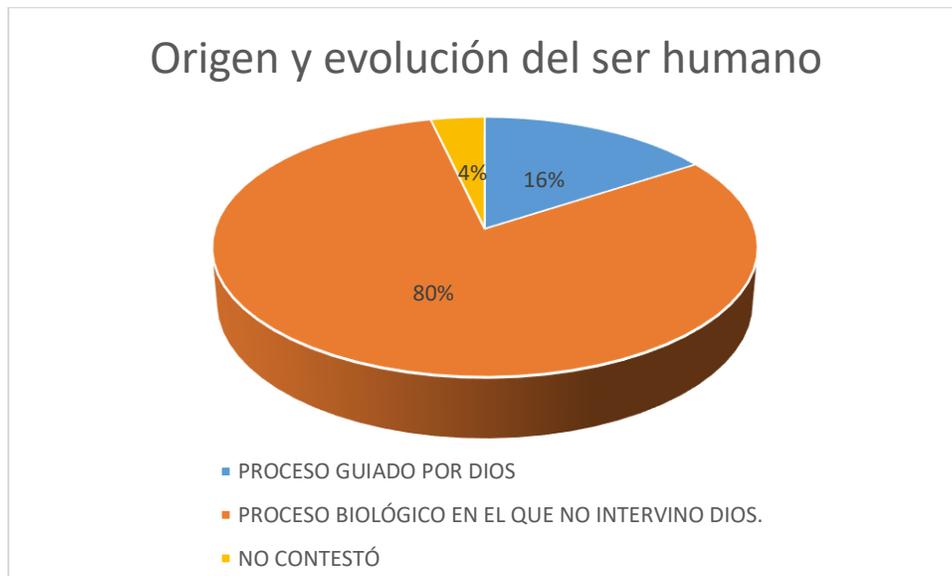


FIGURA 5. RESPUESTAS A LA PREGUNTA ¿CUÁL DE LAS SIGUIENTES AFIRMACIONES SE ACERCA MÁS A SU PUNTO DE VISTA SOBRE EL ORIGEN Y EVOLUCIÓN DE LOS SERES HUMANOS?

En la pregunta ¿Cuál de las siguientes escuelas considera usted que explica mejor el origen de los seres humanos? El 11% de los profesores (9 docentes) mencionaron estar a favor del creacionismo. De los profesores que se manifestaron como creacionistas, 2 profesores (22%) se autorreconocieron como muy informados, y uno de ellos menciona que el proceso evolutivo es azaroso aunque se encuentra moldeado por el ambiente, además aseguraron afirmar que los seres humanos descienden de especies animales ancestrales, por lo que, el chimpancé y el humano comparten un origen común, mientras que el otro profesor que se asume como creacionista y muy informado, considera que la evolución biológica presenta dirección y tiene como fin el mejoramiento de los organismos, así mismo manifestó que, los seres humanos descienden de especies animales ancestrales, y sostuvo que el humano desciende del chimpancé.

De los 7 profesores restantes (78%) que se manifestaron como creacionistas y se consideran algo informados acerca del proceso evolutivo, 3 profesores (43%) mencionan que la evolución es un proceso de azar aunque se encuentra moldeado por el ambiente y que Dios creó a los seres humanos en su forma actual, aunque 4 profesores (57%) auto identificados como creacionistas algo informados sugieren que, la evolución posee dirección y tiene como fin el mejoramiento de los organismos; de entre ellos, 3 profesores afirmaron que el humano y el chimpancé comparten un origen común y uno asegura que el humano desciende del chimpancé, (figura 6).

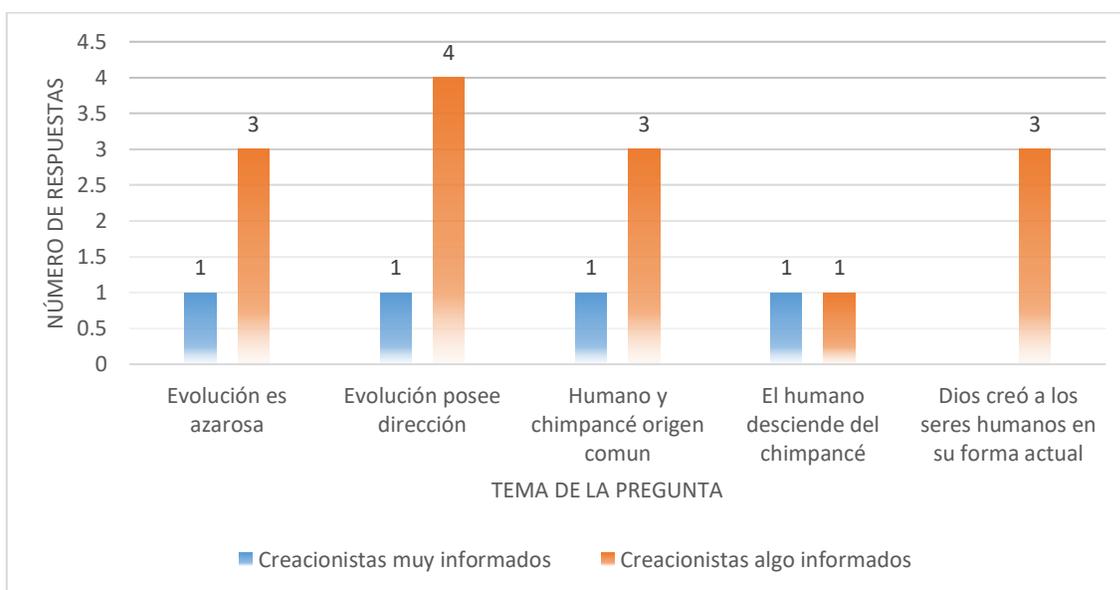


FIGURA 6. RESPUESTAS DE LOS PROFESORES CREACIONISTAS RESPECTO AL PAPEL DEL AZAR EN LA EVOLUCIÓN Y ORIGEN DEL SER HUMANO

Del 84% de los profesores (69 docentes) que se reconocieron como darwinistas, 25 profesores (36%) se auto distinguieron como muy informados. De este grupo 8 profesores (32%) menciona que el proceso evolutivo es azaroso aunque se encuentra moldeado por el ambiente, de igual manera, el mismo número menciona que el humano y el chimpancé comparten un origen común; del total de los profesores que se categorizan como darwinistas muy informados el 68% sugiere que el proceso evolutivo posee dirección y tiene como fin el mejoramiento de los organismos, 17 profesores (68%) manifestaron estar de acuerdo que existe direccionalidad en el proceso evolutivo, 15 profesores(88%) aseguraron que los

seres humanos descienden de especies animales ancestrales, por lo tanto el chimpancé y el humano comparten un origen común y solo 2 profesores (12%) plasmaron que los seres humanos descienden de especies animales ancestrales, por lo tanto el humano desciende del chimpancé.

Ahora bien, del resto de los profesores que se reconocen como darwinistas 44 de ellos (64%) mencionó estar algo informado, y 14 profesores (32%) afirman que el proceso evolutivo es azaroso aunque se encuentra moldeado por el ambiente; de esos 14 profesores (32%) 13(93%) afirman que el ser humano comparte un origen común con el chimpancé y solamente 1 profesor (7%) menciona que los seres humanos descienden de especies animales ancestrales, por lo tanto el humano desciende del chimpancé, (figura 7).

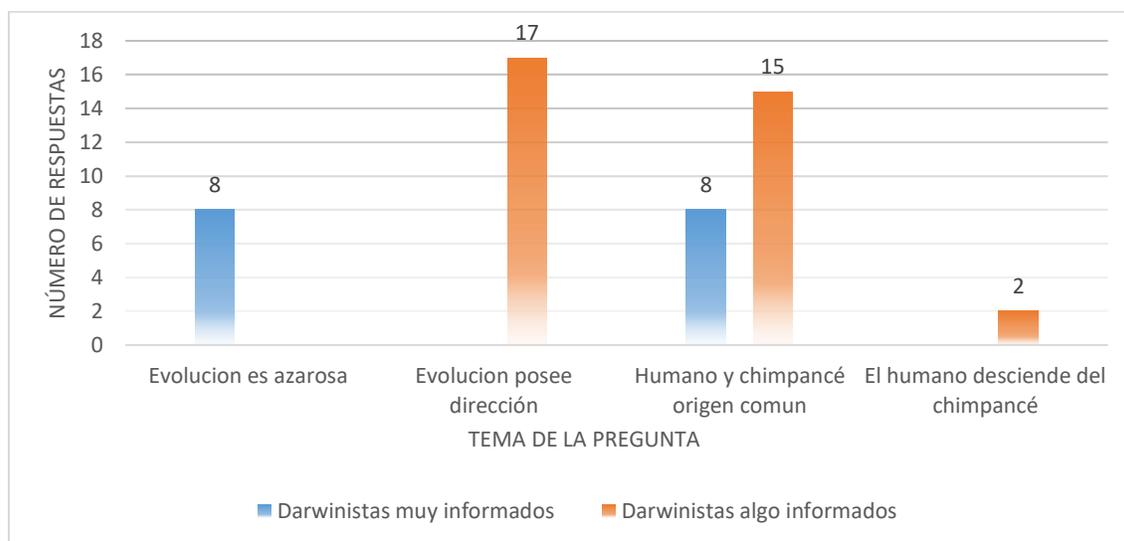


FIGURA 7. RESPUESTAS DE LOS PROFESORES DARWINISTAS RESPECTO AL PAPEL DEL AZAR EN LA EVOLUCIÓN Y ORIGEN DEL SER HUMANO

Como se muestra en la figura 8 27 profesores (33%) de la muestra total se reconoce como muy informado sobre de la teoría evolutiva, aunque es interesante notar que únicamente la tercera parte de ese 33%, menciona que el proceso evolutivo es azaroso, que no tiene ni fin ni direccionalidad y que el ambiente tiene un papel fundamental mientras que los 18 profesores restantes no reconocen esas características. 53 profesores (65%) encuestados consideran que el proceso evolutivo tiene como fin el mejoramiento de los organismos y del ser humano. Es

importante señalar que esta respuesta se fue dada tanto por 18 profesores (31%) que se consideran muy informados, como por 35 docentes (66%) de los que se consideran algo informados.

Es notable que esta concepción esté presente en la mayoría de los profesores independiente de que tan informados se consideren. A este respecto, Tidon y Lewontin (2004), apuntan que este tipo de ideas tienen relación con la noción de necesidad, pues se considera que si los organismos requieren de algo, la evolución tendría que proveérselos y esto, a su vez, refuerza la concepción errónea de que el proceso se dirige hacia un ideal de progreso y se relaciona, así mismo, con nociones equivocadas sobre el funcionamiento de los mecanismos de la herencia, figura 8.

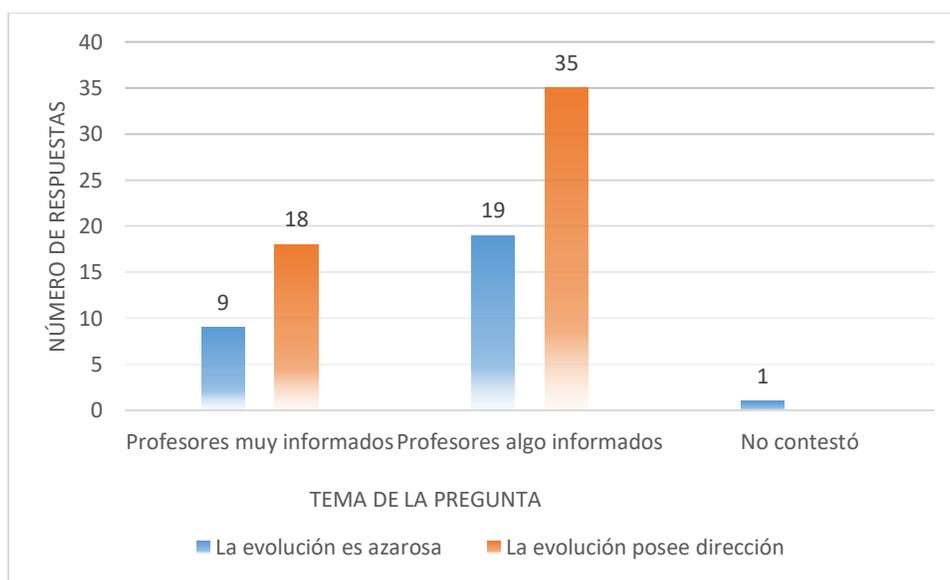


FIGURA 8. RESPUESTAS A LA PREGUNTA SOBRE SI LA EVOLUCIÓN ES UN PROCESO SIN DIRECCIÓN Y AZAROSO O BIEN UN PROCESO DIRECCIONADO

En la figura 9 se observa que los profesores que se auto perciben como muy informados de la muestra total, solo 9 profesores(20%) reconocen el proceso evolutivo como azaroso y afirman que el ser humano y el chimpancé comparten un

origen común, pero únicamente 2 profesores(4%) reconocen a la evolución en los problemas de la tercera sección del cuestionario, el 9% del total de los profesores autodenominados muy informados lograron reconocer la plasticidad fenotípica, mientras que 6 profesores (13%), 7 profesores(16%) y 8 profesores (18%) lograron reconocer la deriva genética, las mutaciones somáticas y la selección natural, respectivamente, en los cuestionamientos del test.

Un dato importante que se puede observar en el anexo III es que del total de los encuestados solo 2 profesores (2.4%) de los profesores obtuvieron el 100% de las respuestas esperadas en el instrumento utilizado. Estos profesores poseen el perfil Químico- Biológico y Físico Matemático (apéndice III), el cual muestra las respuestas proporcionadas por los profesores y separadas de acuerdo al perfil docente.

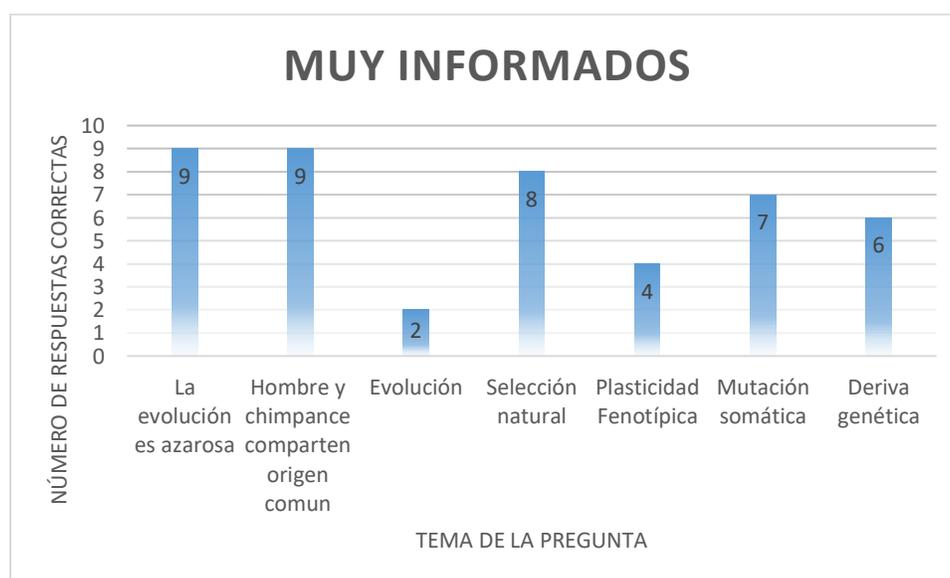


FIGURA 9. RESPUESTAS DE LOS PROFESORES AUTODENOMINADOS COMO MUY INFORMADOS

Es importante señalar que de los profesores que se reconocen como algo informados el 66% de la muestra total, solo 19 profesores(31%) aceptan la evolución como un proceso azaroso, y 14 docentes(23%) reconocen que el ser humano y el chimpancé comparten un origen común pero ninguno de ellos logro reconocer las

cinco respuestas esperadas del apartado número tres del instrumento, puesto que del 66% de los encuestados que se asumen como algo informados solo un profesor(2%) reconoce la plasticidad fenotípica, 2 profesores(3%) la evolución, 7 profesores(12%) la deriva genética, 8 profesores (13%) las mutaciones somáticas y 10 docentes (16%) la selección natural, cabe mencionar que este conjunto de respuestas son solo de los profesores que reconocieron la evolución como un proceso azaroso y moldeado por el ambiente (figura 10).

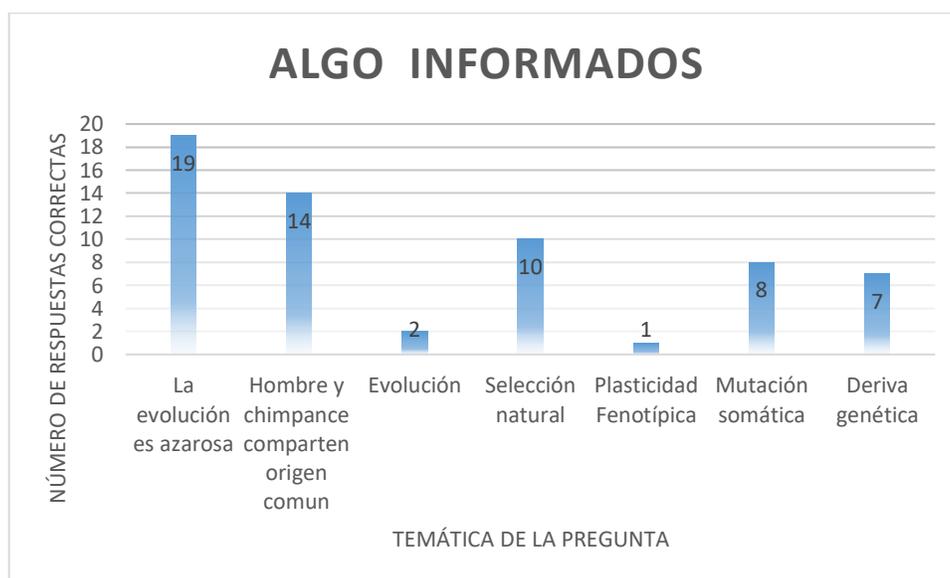


FIGURA 10. RESPUESTAS DE LOS PROFESORES AUTODENOMINADOS COMO ALGO INFORMADOS

Como ya se mencionó, el 33% de los encuestados se consideran muy informados respecto de la teoría evolutiva, y el 38% considera que el proceso evolutivo tiene un fin o una dirección. Lo anterior resulta interesante puesto que existe una intersección entre los grupos que sostienen que el proceso evolutivo es teleológico y direccional y aquellos que se consideran muy informados sobre la evolución; la tabla 3 muestra los datos numéricos sobre estas respuestas.

Nótese que existe una inconsistencia entre lo que los profesores consideran que es la calidad de información que poseen sobre el tema y la corrección esta; es decir, no necesariamente los docentes mienten o tienen una falsa impresión sobre cuán

informados están sobre el proceso evolutivo, es posible que la información que se les ha brindado o se han allegado es errónea o bien se ha comprendido equivocadamente. A este respecto es importante considerar las respuestas que los profesores participantes dan en la última sección de la encuesta.

Tidon & Lewontin (2004) mencionan que existen algunas ideas burdas con respecto a cómo funciona el proceso evolutivo, que suelen parecer lógicas y por lo tanto fáciles de comprender, ya que sería mucho más sencillo si los organismos sólo adquieran las características que requieran para sobrevivir, lamentablemente, no funciona así en la naturaleza “*Natura non facit saltum*” (Darwin, 1976 pp471).

TABLA 3. RELACIÓN DE RESPUESTAS A LAS PREGUNTAS SOBRE EL NIVEL DE INFORMACIÓN Y EL PAPEL DEL AZAR Y LA DIRECCIONALIDAD EN LA TEORÍA EVOLUTIVA

	Profesores que se consideran <u>muy</u> informados sobre la teoría evolutiva		Profesores que se consideran <u>algo</u> informados sobre la teoría evolutiva	
	Porcentaje de profesores	Número de profesores	Porcentaje de profesores	Número de profesores
El proceso es azaroso, aunque está moldeado por el ambiente	33.33%	9	35.18%	19
El proceso sirve para que los organismos mejoren	40.74%	11	20.37%	11
El proceso tiene como fin el mejoramiento del ser humano y está dirigido al progreso del organismo	25.92%	7	44.44%	24

Si bien Llamas y Acosta (2012), mencionan que en México no existe dificultad alguna respecto a la enseñanza de la teoría evolutiva puesto que el sistema educativo no manifiesta un problema existente con esta teoría; y podríamos coincidir

en ello, al menos para el caso de Michoacán, por lo que se ve en los programas oficiales para la enseñanza de la evolución a nivel medio superior, no puede decirse lo mismo con respecto a los docentes, como lo muestran sus respuestas al cuestionario. Puesto que hay, por una parte, los que no consideran que sea una teoría válida y por otra los que presentan inconsistencias en los conocimientos mínimos para exponer el proceso evolutivo, así como los mecanismos que lo permiten.

Tercera sección del instrumento de evaluación: resolución de problemas.

La tercera sección del cuestionario consta de cinco escenarios en el que se plantean preguntas evolutivas con la intención de conocer cómo aplican los conocimientos sobre el proceso evolutivo los encuestados.

En la figura 11 se muestra el porcentaje de los docentes que dieron la respuesta correcta para cada uno de los problemas planteados. Es importante notar que, de los 82 profesores encuestados, sólo 51 profesores (62%) consiguieron reconocer el mecanismo de la deriva genética, muy similar de aquellos que identificaron el mecanismo de selección natural con un total de 50 profesores (61%), siendo estos dos mecanismos los más conocidos por la población encuestada. 36 profesores (44%) identificaron correctamente la diferencia entre una mutación somática y una germinal, pero únicamente 33 profesores (41%) lograron reconocer el proceso evolutivo en la resolución de casos (figura 11 Y 12)

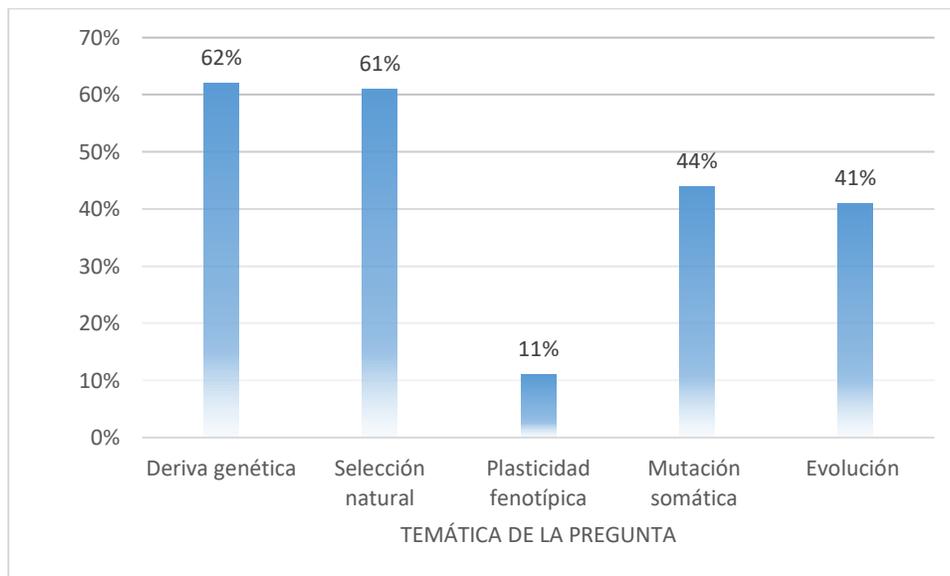


FIGURA 11. PORCENTAJE DE RESPUESTAS CORRECTAS DE LOS PROFESORES EN LA RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS.

En la figura 12 se muestra el porcentaje de respuestas acertadas por pregunta de los profesores que se reconocen como muy informados con respecto a la teoría evolutiva. De ese grupo, sólo una tercera parte respondió que el proceso evolutivo es azaroso y que está moldeado por el ambiente, de igual manera, esta tercera parte manifestó que los seres humanos descienden de especies animales ancestrales y que, por lo tanto, el chimpancé y el humano comparten un origen común.

Ahora bien, dentro de la población total que se reconoce como bien informada 13 profesores (48%) lograron identificar el proceso evolutivo correcto en la resolución de problemas. 16 docentes (59%) de los encuestados autodenominados muy informados reconoció el mecanismo de selección natural de manera adecuada, 19 profesores (70%) identificaron a la deriva genética, 6 profesores (22%) identificaron a la plasticidad fenotípica que si bien no es un mecanismo evolutivo es importante identificar el concepto y 14 profesores (52%) lograron reconocer la diferencia entre mutación somática y mutación germinal.

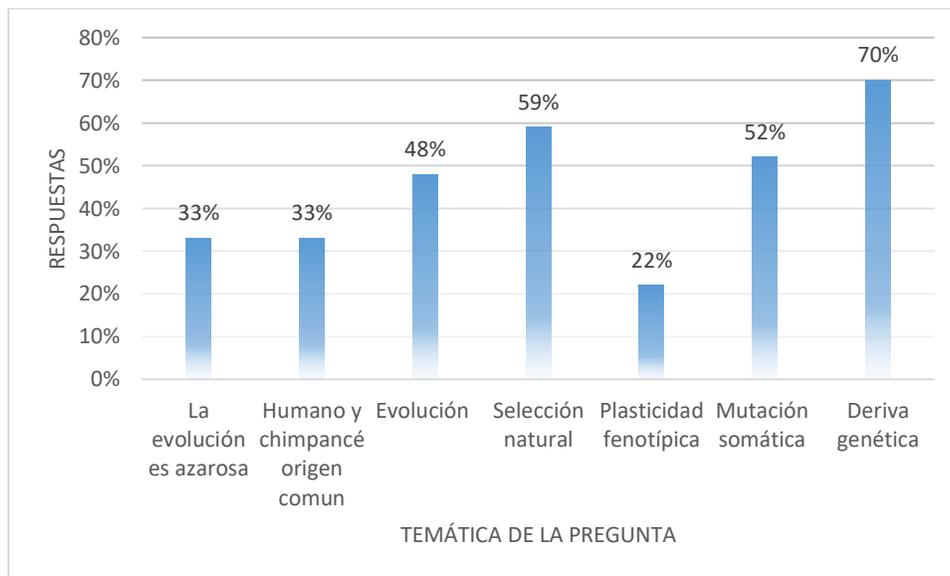


FIGURA 12. RESPUESTAS DE LOS PROFESORES QUE SE ASUMEN COMO MUY INFORMADOS RESPECTO A LA EVOLUCIÓN.

Es interesante notar que en ambos grupos de docentes (autoclasificados como muy o algo informados sobre el proceso evolutivo), las tres preguntas con mayor número de aciertos son las que abordan los orígenes del humano y el chimpancé, la selección natural y la deriva génica; las de menor número de aciertos son la plasticidad fenotípica y el proceso evolutivo.

El promedio de aciertos en la resolución de problemas para los profesores del área de conocimiento de las ciencias sociales y las humanidades es del 10% para plasticidad fenotípica, seguida por la deriva genética con un 48%, las mutaciones somáticas con un 29% y el proceso evolutivo con un 52% de aciertos y con un 48% de aciertos la selección natural. Esto otorga a los docentes con esos perfiles una calificación de 3.7 en escala de 10. Además, se logró identificar que una tercera parte logro contestar máximo tres preguntas de manera correcta de esta sección (apéndice III).

En el caso de los profesores con perfil del área de las ciencias Químico- Biológicas se observa al igual que en el caso anterior, que el mecanismo que se reconoce menos frecuentemente es el de la plasticidad fenotípica (13%), aunque este es el

grupo que responde mejor a esta pregunta. Con respecto a la identificación de la evolución, el 33% de los encuestados de este grupo obtuvo una respuesta positiva, para las mutaciones somáticas el 50% acertó y para la selección natural y deriva genética se obtuvieron 63% y 68% respectivamente. Los profesores con estos perfiles obtuvieron una puntuación de 4.5 en escala 10. Es importante mencionar que uno de los encuestados de esta área obtuvo todas las respuestas esperadas para el instrumento.

Por otra parte, el 6% de los profesores con perfiles del área de las ciencias físico-matemáticas reconocieron correctamente a la plasticidad fenotípica, el 38% acertó en el escenario que planteaba la idea de evolución, el 56 % identificó las mutaciones somáticas, y para el caso de la selección natural y la deriva genética 69% respondió correctamente. Este grupo de profesores obtuvo una puntuación de 4.7 en escala 10. Así mismo, un profesor de esta área consiguió todas las respuestas esperadas.

Cuatro profesores se identificaron como parte del perfil correspondiente al área de las ciencias económico-administrativas. De ellos, uno reconoció la plasticidad fenotípica, mismo que identificó la evolución, la selección natural y la deriva genética. Así mismo, 2 profesores lograron identificar la evolución, la selección natural y la deriva genética, mientras que otro profesor acertó en evolución, selección natural y mutación somática. Este grupo fue el mejor evaluado, obteniendo 6.5 puntos en escala 10, sin embargo, es importante considerar el tamaño de esta muestra (apéndice III).

Dentro de la cuarta sección del instrumento referente a la pregunta ¿Qué creería usted necesario mejorar en su formación docente para impartir el apartado de evolución? De las respuestas obtenidas 54 profesores (66 %) expresaron necesario obtener cursos de actualización referente a la evolución, 18 profesores (22%) menciono que se requiere material didáctico para implementar en sus clases y solo 10 profesores (12%) decidió no contestar.

Así mismo, para la pregunta ¿Cuáles son los temas dentro del apartado de evolución que le generan mayor dificultad al momento de su enseñanza? 21 profesores (26%) coincidieron en que los mecanismos evolutivos suelen ser aquellos que les representan mayor dificultad al momento de su enseñanza, siendo la deriva genética el mecanismo que consideran presenta mayor dificultad, 18 profesores (22%) mencionan que los temas relacionados con la genética son los que mayor dificultad les representa, 14 profesores (17%) mencionan que el tema evolución en general les representa dificultad, el resto de los profesores mencionaron que requerían puntualizar en conceptos como filogenia y especiación.

Conclusiones

- 1) El programa 2013 de la DGB que se revisó en este trabajo presenta algunos errores conceptuales, ya que considera como teorías evolutivas (biológicas) algunas visiones de naturaleza geológica, como es el caso del catastrofismo y el uniformismo. Así mismo, eleva a nivel de teoría ideas como el fijismo y separa la teoría propuesta por Darwin y Wallace de la teoría evolutiva. Lo anterior podría ser fácilmente pasado por alto por profesores que no tengan un conocimiento suficiente de esos temas.
- 2) De la plantilla docente del TEBAM encuestada, una tercera parte afirmó estar muy informada al respecto de la teoría evolutiva, mientras que los dos tercios restantes se manifestaron como “algo informados”. Ninguno de los profesores mencionó tener deficiencias conceptuales respecto al proceso evolutivo.
- 3) Los resultados muestran que solo el 2.4% de los encuestados mostró dominio total de la información evaluada. Cabe resaltar que, de estos profesores, el 50% está formado en el área de las ciencias Químico-Biológicas y la otra mitad pertenecen al área de las Físico-Matemáticas.
- 4) Los profesores que obtuvieron mayor número de aciertos y mostraron conocimiento sobre la teoría evolutiva fueron aquellos de las ciencias Físico-Matemáticas y Químico-Biológicas, lo que sugiere que esos son los perfiles docentes con mayor afinidad para exponer y explicar la *evolución biológica*.
- 5) Si bien varios profesores se auto reconocen como creacionistas, es necesario mencionar que eso no impide que tengan conocimientos adecuados de la teoría evolutiva, aunque algunos no dominen en su totalidad el tema. Ello se ve reflejado en las repuestas de los profesores autoidentificados como *creacionistas* quienes acertaron al 32% de las preguntas sobre los mecanismos evolutivos, y que el 42% de ellos aseguran que los seres humanos se han desarrollado a lo largo de millones de años a

partir de formas de vida ancestrales simples mediante un proceso biológico en el que no intervino Dios.

- 6) Con base en los resultados obtenidos de la aplicación del instrumento a los profesores del TEBAM, independientemente de su formación académica, es importante y necesario generar estrategias para que la teoría evolutiva sea explicada de manera puntual y adecuada tanto por los formadores de docentes como por los docentes mismos.
- 7) Considerando el bajo número de docentes encuestados que posee un buen nivel de conocimientos sobre la teoría evolutiva, es clara la importancia de capacitar adecuadamente y de manera constante a los profesores tanto en sus áreas disciplinares específicas como en aquellas a las que se acercan en el marco del ejercicio profesional, si se desea que los conocimientos que se transmitan sean los correctos.

Referencias bibliográficas

- Alters, B. J., & Nelson, C. E. (2002). Perspective: teaching evolution in higher education. *Evolution*, 56(10), 1891–1901.
- Álvarez V, F. G. (2000). *Evolución molecular: neutralismo y seleccionismo* (No. 575.8 PRI). Recuperado 30 de julio de 2018, de <http://evolucion.fcien.edu.uy/Lecturas/Alvarez-Valin2000.pdf>
- Ancira, C. S. (2013). Biología II. Recuperado el 17 de octubre de 2017 de http://www.dgb.sep.gob.mx/informacion_academica/programasdeestudio/cfb_4°sem/Biología II. pdf.
- Baeza, A. H., Tort, B. E., Romá, V. G., & Benito, J. G. (2001). Escalas de respuesta tipo Likert: ¿Es relevante la alternativa “indiferente”? *Metodología de encuestas*, 3(2), 135-150.
- Echeverría, A. B. (1994). Gene y mutación: una visión histórica. *Llull: Revista de la Sociedad Española de Historia de las Ciencias y de las Técnicas*, 17(32), 5-24.
- Cook, K. (2009). A Suggested Project-Based Evolution Unit for High School: Teaching Content Through Application. *The American Biology Teacher*, 71(2), 95-98. <https://doi.org/10.1662/005.071.0209>
- Collado, G. (2014). Historia del pensamiento evolutivo. *Introducción a la biología evolutiva*, 31-41.
- Corral de Franco, Y. J. (2010). *Diseño de cuestionarios para recolección de datos*.
- Darwin, C. (1976). *On the Origin of Species: a Facsimile of the First Edition*. Harvard University Press.
- Dirección General del Bachillerato. (2018). Biología II. Recuperado el 25 de junio de 2019 de http://www.dgb.sep.gob.mx/informacion_academica/programasdeestudio/cfb_4°sem/Biología II. pdf.
- Eriksson, G. (2000). Genética evolutiva y conservación genética. *Forest Systems*, 9(4), 209-219.
- Fernández, I., Gil, D., Carrascosa, J., Cachapuz, A., & Praia, J. (2002). Visiones deformadas de la ciencia transmitidas por la enseñanza. *Enseñanza de las Ciencias*, 20(3), 477-488.
- Fragata, Inés; Lopes-Cunha, Miguel; Bárbaro, Margarida; Kellen, Bárbara; Lima,

- Margarida; Faria, Goncalo S.; Seabra, Sofia G.; Santos, Mauro; Simoes, Pedro; Matos, Margarida. (2016). Keeping your options open: Maintenance of thermal plasticity during adaptation to a stable environment. *evolution*. vol.70, num 1, p. 195-206. doi: 10.1111/evo.12828
- Futuyma, D. “La selección Natural: Como funciona la Evolución”. Entrevista original de ActionBioscience.org.2004. Recuperado 19 de octubre de 2017, de <http://www.actionbioscience.org/esp/evolución/Futuyma.html>.
- Futuyma, D. J. (2005). *Evolution*. Sinauer Associates.
- Futuyma, D. J. (2012). *Evolution*. Sunderland. EE.UU Sinauer Associates.
- Galeana, R., & Domingo, C. (2006). *Las concepciones alternativas de los profesores de educación secundaria sobre la evolución en los seres vivos* [Thesis, Universidad Nacional Autónoma de México. Facultad de Ciencias.]. <http://ru.ameyalli.dgdc.unam.mx/handle/123456789/498>
- Gallup Inc, G. (2015). *Evolution, Creationism, Intelligent Design*. Gallup.com. Recuperado 17 de octubre de 2017, de <http://news.gallup.com/poll/21814/Evolution-Creationism-Intelligent-Design.aspx>
- Geller, B.(2012)¿Creacionismo o evolución? Un debate que brilla por su ausencia en las aulas. *Universidad y Conocimiento*,2,1. Recuperado el 24 de octubre de 2017, de http://spaunach.org.mx/archivos/publicaciones/revista_uyc_002.pdf.
- Gianoli, E. (2004). Plasticidad fenotípica adaptativa en plantas. *Fisiología Ecológica en plantas. Mecanismos y Respuestas a Estrés en los ecosistemas*, 13-25.
- 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 García, F., & Rivas, M. L. (2016). ¿Comprenden y aceptan los estudiantes la evolución? Un estudio en bachillerato y universidad. *Revista Eureka sobre enseñanza y divulgación de las ciencias.*, 13(2), 248-263. https://doi.org/10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2016.v13.i2.03
- Gropp, R. E. (2004). More Education for Evolution Teachers. *BioScience*, 54(9), 803. [https://doi.org/10.1641/0006-3568\(2004\)054\[0803:MEFET\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1641/0006-3568(2004)054[0803:MEFET]2.0.CO;2)
- Hahn, D., Brem, S. K., & Semken, S. (2005). Exploring the Social, Moral, and Temporal Qualities of Pre-Service Teachers’ Narratives of Evolution. *Journal of Geoscience Education*, 53(4), 456-461. <https://doi.org/10.5408/1089-9995-53.4.456>

- Hermann, R. S. (2008). Evolution as a controversial issue: A review of instructional approaches. *Science & Education*, 17(8-9), 1011-1032. <https://doi.org/10.1007/s11191-007-9074-x>
- Sampieri, R., Collado, C., Baptista, L. (2014). Metodología de la Investigación (6ta Edición ed.). *DF México: Mc Graw Hill*.
- INEE (2017). México en PISA 2015. México: INEE.
- Jiménez, D. E. P. (2008). El papel del profesorado en la actualidad. su función docente y social. *Foro de Educación*, 22.
- Kelemen, D., & Rosset, E. (2009). The Human Function Compunction: Teleological explanation in adults. *Cognition*, 111(1), 138-143. <https://doi.org/10.1016/j.cognition.2009.01.001>
- Llamas, R. A., & Acosta, R. R. (2012). Enseñanza de la evolución biológica. una mirada al estado del conocimiento. Pág. 15-35. *Revista Bio-grafía Escritos sobre la biología y su enseñanza*, 4(7), 15-35.
- Mafla, A. B. (2009). Genética: aportes al pensamiento evolutivo. *Revista Ecuatoriana de Medicina y Ciencias Biológicas*, 30(1-2).
- Matas, A. (2018). Diseño del formato de escalas tipo Likert: un estado de la cuestión. *Revista electrónica de investigación educativa*, 20 (1), 38-47.
- Moore, R., & Kraemer, K. (2005). The Teaching of Evolution & Creationism in Minnesota. *The American Biology Teacher*, 67(8), 457-466. [https://doi.org/10.1662/0002-7685\(2005\)067\[0457:TTOECI\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1662/0002-7685(2005)067[0457:TTOECI]2.0.CO;2)
- Moya, A. (1988). *Ensayos Heterogéneos Sobre Biología Y Evolución*. Publicaciones de la Universidad de Valencia (PUV).
- National human genome research institute (nhgri). Recuperado 25 de julio de 2018, de <https://www.genome.gov/>
- Nehm, R. H., Kim, S. Y., & Sheppard, K. (2009). Academic preparation in biology and advocacy for teaching evolution: Biology versus non-biology teachers. *Science Education*, 93(6), 1122-1146. <https://doi.org/10.1002/sce.20340>
- Nehm, R. H., & Schonfeld, I. S. (2007). Does Increasing Biology Teacher Knowledge of Evolution and the Nature of Science Lead to Greater Preference for the Teaching of Evolution in Schools? *Journal of Science Teacher Education*, 18(5), 699-723. <https://doi.org/10.1007/s10972-007-9062-7>
- Nelson, C. E. (2008). Teaching evolution (and all of biology) more effectively: Strategies for engagement, critical reasoning, and confronting misconceptions. *Integrative and Comparative Biology*, 48(2), 213-225. <https://doi.org/10.1093/icb/icn027>
- Núñez, F. J. & Careaga, S.A, Farnoni, J. Montoya, R.L, Valverde, L.P. (2003). La evolución de la Plasticidad fenotípica. *Revista especializada en ciencias químico biológicas*, 6, 10. 20 febrero de 2018, De researchgate.net Base de datos.

OCDE - Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico, *Programme for International Student Assessment (PISA)*, <https://www.oecd.org/pisa/> consultado el 19. Junio.2020

Palmer, D & Barrett, P. (2010). *Evolución: Historia de la vida*. Madrid: Gaia.

Rosas, M. F. E., & Figueroa, F. Z. (2015). Validación del instrumento de medición para la caracterización nacional de estudiantes de derecho. *Revista Pedagogía Universitaria y Didáctica del Derecho*, 1(2), Pág-105.

Schoijet, M. (2015). A cien años de la teoría de la deriva de los continentes. *Ciencia-Academia Mexicana de Ciencias*, 66(1), 8-13.

Shaheen, K & Hatunoğlu, G. (2017). Escuelas turcas dejarán de enseñar evolución, dice funcionario. 28 de agosto de 2017, de The Guardian Sitio web: <https://www.theguardian.com/world/2017/jun/23/turkish-schools-to-stop-teaching-evolution-official-says>

Soler, J. J. (2002). *Comportamiento y Evolución*. 72. Stansfield, W. (1984). Teoría y problemas de Genética. México: McGRAW-HILL Tidon, R., & Lewontin, R. C. (2004). Teaching evolutionary biology. *Genetics and Molecular Biology*, 27(1), 124-131. <https://doi.org/10.1590/S1415-47572004000100021>

Understanding Evolution. (s. f.). Recuperado 17 de octubre de 2017, de <https://evolution.berkeley.edu/evolibrary/home.php>

Valerio, V. A. A. (2002). Michoacán: Economía y regiones para el desarrollo. *Economía y Sociedad*, 7(11), 179-212.

Vargas, E. (2012). Tiempo y evolución. *Atenea (Concepción)*, 505, 121-138. <https://doi.org/10.4067/S0718-04622012000100006>

Apéndice I: programas oficiales de la materia Biología II de la DGB

Programa de estudios para alumnos de las generaciones 2013 y subsecuentes.



SEP

SECRETARÍA DE
EDUCACIÓN PÚBLICA

SUBSECRETARÍA DE EDUCACIÓN MEDIA SUPERIOR

DIRECCIÓN GENERAL DEL BACHILLERATO

DIRECCIÓN DE COORDINACIÓN ACADÉMICA

BIOLOGÍA II

SERIE

PROGRAMAS DE ESTUDIO



BIOLOGÍA II

SEMESTRE	CUARTO	CAMPO DISCIPLINAR	CIENCIAS EXPERIMENTALES
TIEMPO ASIGNADO	64 HORAS	COMPONENTE DE FORMACIÓN	BÁSICO
CRÉDITOS	8		

En este programa encontrará las competencias genéricas y competencias disciplinares básicas relativas a la asignatura de BIOLOGÍA II integradas en bloques para el logro del aprendizaje.

BIOLOGÍA II

-Interacción con el ambiente -Apareamiento no aleatorio -Selección natural	Valora las preconcepciones personales o comunes sobre diversos fenómenos naturales a partir de evidencias científicas. Explicita las nociones científicas que sustentan los procesos para la solución de problemas cotidianos. Relaciona los niveles de organización Química, Biológica, Física y Ecológica de los seres vivos. Reconoce los propios prejuicios, modifica sus propios puntos de vista al conocer nuevas evidencias, e integra nuevos conocimientos y perspectivas al acervo con el que cuenta.
Principio de la selección natural y su relación con la genética de poblaciones	Advierte que los fenómenos que se desarrollan en los ámbitos local, nacional e internacional ocurren dentro de un contexto global interdependiente.
Causas y objetivos de la evolución por selección natural y artificial	

Actividades de Enseñanza	Actividades de Aprendizaje	Instrumentos de Evaluación
Llevar a cabo una breve explicación sobre las primeras ideas de la evolución constituidas por la observación de organismos, apoyándose con medios audiovisuales (Power Point, entre otros.) Hacer hincapié en las diferencias que se presentan en la evolución de las especies. Organizar en equipos al alumnado para que investiguen las teorías de la evolución: 1. Teoría Fijista 2. Teoría del transformismo 3. Teoría del catastrofismo 4. Teoría del uniformismo 5. Teoría del evolucionismo 6.- Teoría de Darwin-Wallace	Formar equipos de trabajo con el fin de desarrollar las diferentes teorías de la evolución: 1. Teoría Fijista 2. Teoría del transformismo 3. Teoría del catastrofismo 4. Teoría del uniformismo 5. Teoría del evolucionismo 6. Teoría de Darwin-Wallace	

34

DGB/DCA/2013

BIOLOGÍA II

Bloque	Nombre del Bloque	Tiempo asignado
IV	DESCRIBES LOS PRINCIPIOS DE LA EVOLUCIÓN BIOLÓGICA Y LOS RELACIONAS CON LA BIODIVERSIDAD DE LAS ESPECIES	9 horas

Desempeños del estudiante al concluir el bloque

Aplica el concepto de evolución biológica. Interpreta el flujo de genes entre poblaciones como un factor que cambia las frecuencias de los alelos. Ejemplifica los sucesos fortuitos que pueden cambiar las frecuencias de los alelos en las poblaciones (deriva genética). Valora la biodiversidad de los organismos que lo rodean y los beneficios que representa dicha biodiversidad. Distingue las principales evidencias de la evolución biológica, relacionando la selección natural y artificial con la biodiversidad de las especies en nuestro planeta. Describe las principales causas de la variabilidad genética y del cambio evolutivo. Valora los mecanismos biológicos que permiten la adaptación de los organismos a los cambios ambientales.

Objetos de aprendizaje	Competencias a desarrollar
Antecedentes y teoría de la evolución de Darwin y Wallace Principales causas de la variabilidad genética y el cambio evolutivo: -Mutación, -Flujo de genes -Deriva genética	Establece la interrelación entre la ciencia, la tecnología y el ambiente en contextos históricos y sociales específicos. Fundamenta opiniones sobre los impactos de la ciencia y la tecnología en su vida cotidiana, asumiendo consideraciones éticas. Maneja las tecnologías de la información y la comunicación para obtener información y expresar ideas. Identifica problemas, formula preguntas de carácter científico y plantea las hipótesis necesarias para responderlas. Elige las fuentes de información más relevantes para un propósito específico y discrimina entre ellas de acuerdo a su relevancia y confiabilidad. Obtiene, registra y sistematiza la información para responder a preguntas de carácter científico, consultando fuentes relevantes y realizando experimentos pertinentes.

33

DGB/DCA/2013

BIOLOGÍA II

<p>Resaltar los aspectos importantes de cada una de las teorías que dieron lugar a la evolución.</p>	<p>Exponer frente a grupo explicando cada una de las teorías, demostrando una actitud colaborativa y respetando las opiniones del grupo.</p>	<p>Lista de cotejo para la elaboración de las exposiciones presentadas frente al grupo.</p>
<p>Explicar el concepto de evolución a partir del análisis de sus evidencias reciente basadas en la tecnología más moderna, donde muestran que la evolución es un hecho comprobable, apoyado del video "Lo que Darwin no conocía".</p>	<p>Realizar un esquema gráfico representando cuáles son las pruebas de que ha ocurrido una evolución progresiva de los seres vivos. Como son los: fósiles, la distribución geográfica de los mismos organismos, la comparación de anatomías, embriología y bioquímica entre organismos diferentes.</p> <p>Analizar las evidencias de evolución como un hecho comprobable de la evolución biológica debatiendo de manera respetuosa las opiniones del grupo.</p>	
<p>Solicitar imágenes de la evidencia evolutiva en plantas y animales.</p>	<p>Realizar muestras comparativas de evolución de animales y plantas de la región mediante la utilización de imágenes.</p>	<p>Lista de cotejo para evaluar el cuadro comparativo de las evidencias de evolución.</p>
<p>Retroalimentar la teoría de evolución relacionándola con la genética de poblaciones, para llevar al alumnado a la comprensión de la Teoría Sintética.</p>	<p>Resolver los ejemplos proporcionados por el o la docente para entender los conceptos de poza génica, alelo dominante, alelo recesivo y reserva génica.</p>	<p>Guía de observación para evaluar el desempeño del alumnado.</p>
<p>Proporcionar ejemplos para explicar poza génica, alelo</p>	<p>Interpretar el resultado, a partir de los ejemplos resueltos</p>	

35

DGB/DCA/2013

BIOLOGÍA II

<p>dominante, alelo recesivo, reserva génica, utilizando la ecuación de Hardy-Weinberg, de acuerdo con la siguiente ecuación: $P + q = 1$ Donde p = frecuencia de alelo A; y q es la frecuencia de alelos a.</p>	<p>calcular la distribución de los alelos en una población para una característica determinada apoyándose por medio de la Ecuación de Hardy-Weinberg, de acuerdo con la siguiente ecuación: $P + q = 1$ Donde p = frecuencia de alelo A; y q es la frecuencia de alelos a.</p>	
<p>Explicar cómo el movimiento de alelos entre poblaciones cambia la forma en que éstos se distribuyen.</p> <p>Explicar que en un apareamiento no aleatorio se puede incrementar la frecuencia de organismos homocigotos.</p> <p>Guiar mediante una dinámica de simulación experimental con el alumnado la variabilidad genética en muestras de poblaciones.</p> <p>Retroalimentar el tópico con preguntas dirigidas para que lleguen a las conclusiones deseadas.</p>	<p>Mostrar mediante una dinámica de simulación experimental, la variabilidad genética en una población AA, Aa ó aa.¹</p> <p>Elaborar las conclusiones entre todo el grupo.</p> <p>Reportar la conclusión de la dinámica experimental.</p>	<p>Lista de cotejo para el reporte de la dinámica experimental.</p>
<p>Solicitar al grupo una investigación documental acerca de la contribución de cada una de las evidencias de la evolución a la teoría evolutiva actual.</p> <p>Mutación.</p> <p>Flujo de genes.</p> <p>Deriva genética.</p>	<p>Elaborar y organizar en un gráfico información de los términos: Mutación, Flujo de genes, Deriva genética, Interacción con el ambiente, Apareamiento no aleatorio, Selección natural.</p>	<p>Lista de cotejo para el organizador gráfico de información.</p>

36

DGB/DCA/2013

BIOLOGÍA II

Interacción con el ambiente.
Apareamiento no aleatorio.
Selección natural.

Utilizar las TIC'S (revista electrónica, libros de textos, documentales, o medios audiovisuales) para abordar los conceptos de:

Mutación, Flujo de genes, Deriva genética, Interacción con el ambiente, Apareamiento no aleatorio y Selección natural, como factores que incrementan la variación en la población.

Definir el principio de la selección natural y su relación con la genética de poblaciones.

Presentar las causas y objetivos de la evolución por selección natural y artificial.

Actividad integradora:

Guiar una práctica experimental sobre la variabilidad genética en muestras de población, donde el alumnado analice la biodiversidad de los organismos que lo rodean y los beneficios que conlleva (incluir beneficios sociales).

Resaltar la importancia de la variación genética, selección natural y artificial relacionándolo con su contexto.
Realizar un ensayo sobre las causas y objetivos de la evolución por selección natural y artificial.

Realizar la actividad experimental sobre la variabilidad genética en muestras de población, donde analice la biodiversidad de los organismos que lo rodean y los beneficios que conlleva.

Lista de cotejo para el ensayo.

Rúbrica de evaluación para la actividad experimental.

Ejemplo de actividad sobre la variabilidad genética en una población AA, Aa ó aa.

Por medio del uso de tarjetas el alumnado llevará a cabo la representación de alelos entre poblaciones.

-Se suma en número de tarjetas A y el de tarjetas a que hubo en la población. Esto es equivalente al porcentaje del alelo A y el porcentaje del alelo a en la población.

37

DGB/DCA/2013

BIOLOGÍA II

-Se procede a la representación sexual: Cada persona tomará sus tarjetas, se pondrá de pie y buscará en el grupo a alguien con quien intercambiar sus tarjetas, o lo que es lo mismo con quien reproducirse.

-En el intercambio unirán sus tarjetas y al azar cada uno tomará dos. Ahora cada uno estará representando a la nueva generación, es decir, a los hijos de la pareja que formaron.

-Supongamos que todos los individuos que tengan el genotipo aa se mueren (los que se murieron ya no participan).

-Volvamos a calcular los porcentajes de los alelos A y a.

Se elaboran las conclusiones entre todo el grupo y se reporta la conclusión de la dinámica experimental.

Rol del docente

Para el desarrollo de competencias genéricas y disciplinares en este bloque de aprendizaje, el o la docente:

Se conduce como un facilitador que promueve y orienta la búsqueda de información para responder a las interrogantes encaminadas a comprender los mecanismos evolutivos que han permitido la sobrevivencia de los diversos organismos en el planeta.

Domina y estructura los saberes para facilitar el aprendizaje significativo

Lleva a la práctica procesos de enseñanza y de aprendizaje de manera efectiva, creativa e innovadora.

Fomenta el gusto por la lectura y la expresión oral y escrita.

Argumenta la naturaleza, los métodos y la consistencia lógica de los objetos de aprendizaje

Promueve el respeto a la diversidad de creencias, valores, ideas y prácticas sociales entre el alumnado, así como la equidad de género entre los integrantes del grupo de trabajo.

Favorece el pensamiento crítico, reflexivo y creativo durante las actividades realizadas en clase.

Fomenta el respeto hacia la vida y sus manifestaciones.

Material didáctico

Diapositivas, revistas científicas, acetatos, videos documentales sobre la evolución de diversos seres vivos.

Muestras o imágenes de organismos presentes en su región que permiten observar la evolución que se ha producido.

Fuentes de Consulta

38

DGB/DCA/2013

BIOLOGÍA II

BÁSICA:

- Audesirk, T. et al. (2004). *Biología. Ciencia y naturaleza*. México: Pearson Prentice Hall.
- Curtis, H. (1995). *Biología*. Buenos Aires: Médica Panamericana.
- Miller, K., Levine, J. (2004). *Biología*. Estados Unidos: Pearson Prentice Hall.
- Solomon, E. (2001). *Biología*. México: McGraw Hill.
- Starr, C. (2008). *Biología. La unidad y la diversidad de la vida*. México: CENGAGE.

COMPLEMENTARIA:

- Gama, M. (2010). *Biología II Competencias más aprendizaje más vida*. México: Pearson Educación.
- Magaña, H., et. al. (2011). *Biología II Con un enfoque por competencias, intercultural e interdisciplinar*. México: LIMUSA.
- Méndez, M. (2010). *Biología II con enfoque en competencias. Organización didáctica por bloques*. México: Bookmark.
- Velázquez, M. (2011). *Biología II Bachillerato*. México: ST.
- Vázquez, R. (2011). *Biología II Serie integral por competencias*. México: Patria.

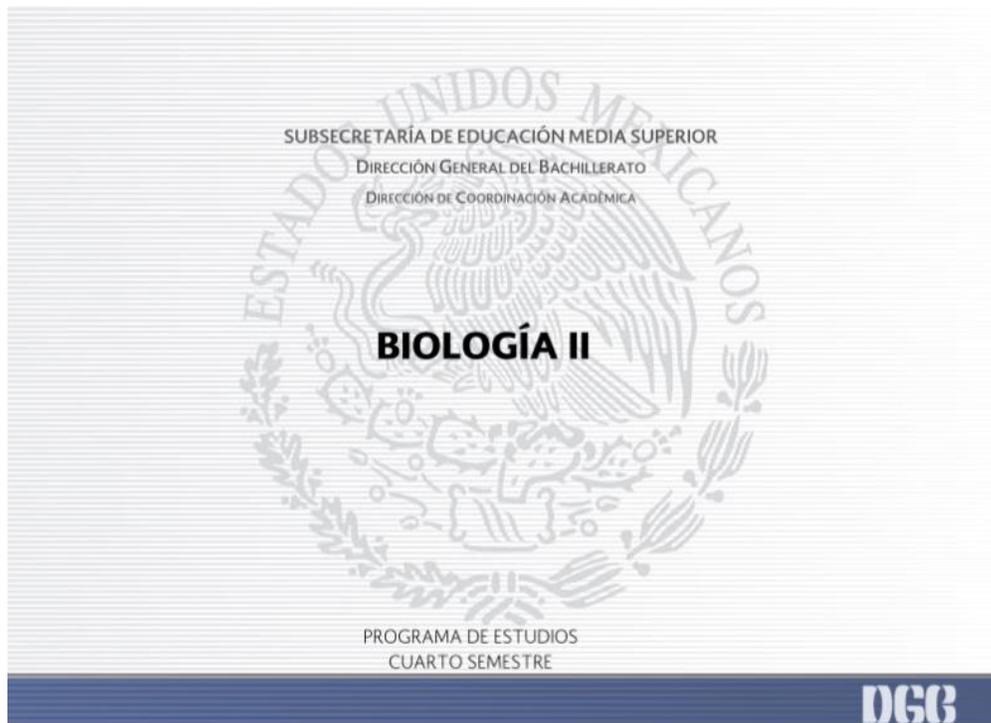
ELECTRÓNICA:

- <http://www.mercaba.org/Rialp/F/fijismo.htm>
- <http://ltelvez.mayo.uson.mx/documentos/evolucion.htm>
- <http://www.scribd.com/doc/11834452/Catastrofismo-y-Creacionismo>
- <http://www.scribd.com/doc/310973/Teoria-Evolucionista>
- <http://www.monimbo.us/files/Teoria.pdf>
- <http://ecociencia.fateback.com/pruebasevol/pruebasevolucion.htm>
- <http://cremc.ponce.inter.edu/3raedicion/articulo5.htm>

BIOLOGÍA II

- <http://ciam.ucof.mx/villa/materias/RMV/biologia%20I/apuntes/3a%20parcial/evolucion/evolucion.htm>
- <http://www.biodiversidad.gob.mx/genes/vargenetica.html>
- <http://library.thinkquest.org/C004367/he2es.shtml>
- <http://www.prepafacil.com/cobach/Main/ConceptoDePozaGenetica>
- <http://www.slideshare.net/iesuel/genetica-cromosomas-homologos-y-genes-alelos>
- <http://www.familialzheimer.org/prensa/articulos/ver/2950>
- <http://www.portalplanetasedna.com.ar/darwin.htm>
- <http://www.juntadeandalucia.es/averroes/arturoreyes/arturo/Recursos/cuerpo.htm>

Programa de estudios para alumnos de las generaciones 2018 y subsecuentes.



DATOS DE LA ASIGNATURA

TIEMPO ASIGNADO: **64 hrs.**
 CRÉDITOS: **8**

CAMPO DISCIPLINAR: **CIENCIAS
EXPERIMENTALES**
 COMPONENTE: **BÁSICO**

DGB/DCA/01-2018

Bloque **IV**

Nombre del Bloque		Horas Asignadas
Evolución biológica.		12
Propósitos del Bloque		
Deduce las teorías de la evolución, selección natural y sintética como un proceso continuo, reflexionando y fomentando un pensamiento crítico sobre las evidencias que las sustentan.		
Interdisciplinariedad	Transversalidad	
Matemáticas IV Física II	Eje transversal social. Eje transversal ambiental. Eje transversal de salud. Eje transversal de habilidades lectoras.	

DGB/DCA/01-2018

CLAVE CG	CLAVE CDB	Conocimientos	Habilidades	Actitudes	Aprendizajes esperados
CG 6.1 CG 6.2 CG 6.3	CDBE 6 CDBE 7	<p>Teorías evolutivas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Primeras ideas de la evolución • Evidencias de la evolución • Teoría de Darwin-Wallace (de la Selección Natural) <p>Genética y evolución:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Teoría sintética • Poza genética • Fuentes de variabilidad y factores causantes de cambio en las poblaciones. 	<p>Reconoce los antecedentes de la teoría de Darwin-Wallace.</p> <p>Distingue las evidencias de la evolución, reconociendo las bases de la teoría de la selección natural de Darwin (descripción los fósiles, evidencias bioquímicas, biogeográficas, embriología comparada, entre otras).</p> <p>Describe los aspectos básicos de la teoría sintética y de la genética de poblaciones.</p>	<p>Escucha y participa activamente.</p> <p>Privilegia el diálogo para la construcción de nuevos conocimientos.</p> <p>Externa un pensamiento crítico y reflexivo de manera solidaria.</p>	<p>Ejemplifica la teoría de la selección natural favoreciendo su pensamiento crítico a través de situaciones de su entorno.</p> <p>Analiza las evidencias de la evolución, privilegiando el diálogo para construcción de nuevos conocimientos sobre la teoría de la selección natural.</p> <p>Ilustra los aspectos básicos de la teoría sintética, favoreciendo el pensamiento crítico reconociéndolo como un proceso continuo y dinámico.</p>

DGB/DCA/01-2018

FUENTES DE CONSULTA**BÁSICA:**

- Perez Granados, Alejandro y Molina Cerón María de la Luz. (2013). segunda edición. *Biología*. México: Santillana
- Mendoza Sierra, Luis Antonio y Mendoza Sierra Enrique. (2015). *Biología conceptual*. México: Trillas.
- De Ericé Zuñiga, Elena Victoria y González Mandujano, Arturo. (2012). *Biología la ciencia de la vida*. segunda edición. México: Mc Graw Hill Education.

COMPLEMENTARIA:

- Curtis, H. (2008). *Biología*. Buenos Aires. Médico Panamericana.
- Galván, S. y Bojórquez, L. (2004) *Biología*. México: Santillana.
- Jimeno, A.; Ballesteros, M. y Ucedo, L. (2003). *Biología*. México: Santillana.
- Cunqueiro, C. (2009). *Biología 2 para la construcción del aprendizaje*. México: Fernández editores.
- Audesirk, T. (2004). *Biología, Ciencia y Naturaleza*. México: Pearson.
- Gould, S. (2004). *La estructura de la teoría de la evolución*. España: Tusquets.
- Lazcano, A. y Becerra, A. (2003). *La Biología molecular y la evolución celular temprana Capítulo 26*, en Jiménez, L.F. y Merchant, H. *Biología celular y molecular*. México: Prentice Hall.
- Gama, M. (2016) *Biología 1*. México: Pearson Educación.
- León, E. (2014) *Biología 1*. México: Santillana.
- Velázquez, M. (2014). *Biología 1. Bachillerato*. México: ST

ELECTRÓNICA:

- INTEF, Recuperado el 15 de noviembre de 2017, de: <http://recursostic.educacion.es/ciencias/biosfera/web/>
- UNNE, Recuperado el 14 de noviembre de 2017, de: <http://www.biologia.edu.ar/>
- UNAM, Recuperado el 14 de noviembre de 2017, de: <http://www.comoves.unam.mx/>
- CCH UNAM, Recuperado el 15 de noviembre de 2017, de: <http://portalacademico.cch.unam.mx/alumno/biologia1>
- CCH UNAM, Recuperado el 14 de noviembre de 2017, de: <http://portalacademico.cch.unam.mx/alumno/biologia2>

DGB/DCA/01-2018

Apéndice II: cuestionario aplicado

El cuestionario utilizado para encuestar a los profesores del Telebachillerato Michoacán fue sometido a la validación con expertos los cuales accedieron a revisar el borrador y anexar sus observaciones, los jueces de esta validación fueron; El Dr. Antonio González de la Universidad Autónoma de México; El Dr. Jorge Lobo Segura, catedrático de la Universidad de Costa Rica; La Dra. Nazaré Klautau del Laboratorio de Genética de la Universidad de Brasilia, Brasil; El Dr. Luis Felipe Mendoza y el Dr. Omar Chassin expertos en el área de evolución pertenecientes a la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo de Michoacán, México. Los comentarios recibidos fueron:

“En general me pareció claro y se identifican las respuestas sin problema”

Dr. Antonio González.

“El material es adecuado” **Dra. Nazaré Klautau.**

“En general creo que el diseño es bueno y me parece importante conocer lo que transmiten los profesores sobre su postura personal respecto a la evolución” **Dr. Luis Felipe Mendoza.**

“El cuestionario es adecuado e interesante puesto que incluye información básica y compleja en cuanto al tema evolutivo”. **Dr. Omar Chassin.**

Una vez atendidas las observaciones de los jueces el cuestionario validado fue aprobado; A continuación, se muestra el instrumento de evaluación (encuesta) que se aplicó a los profesores del Telebachillerato Michoacán.

Encuesta de Evolución

¡Buen día!

Estamos trabajando en una investigación que servirá para mejorar la asignatura de Biología II, de manera específica sobre el tema de evolución que se imparte en los planteles del Telebachillerato Michoacán.

Quisiéramos pedir tu ayuda para que contestes algunas preguntas que no te tomarán mucho tiempo. Tus respuestas serán confidenciales y anónimas. No hay preguntas delicadas.

Las opiniones de todos los encuestados serán incluidas en el estudio con la intención de fortalecer las áreas de oportunidad que sean detectadas y así brindar una posible solución.

Te pedimos que contestes este cuestionario con la mayor sinceridad posible, puesto que tus respuestas podrán generar materiales de apoyo para el tema de evolución.

Lee las instrucciones cuidadosamente, ya que las preguntas ofrecen varias opciones de respuesta.

¡Muchas gracias por tu colaboración!

Instrucciones

Emplea un bolígrafo para responder el cuestionario, el cual está conformado por cuatro secciones: en la primera sección indica tus datos académicos y la institución para la cual laboras. En la segunda sección encontrarás seis reactivos con tres opciones de respuesta; elija la que mejor describa lo que piensas. Marca solamente una opción. En la tercera sección identificarás cinco preguntas que estarán compuestas por tres opciones de respuesta. Elije la que consideres correcta. Solo marque una opción. Al llegar a la sección cuatro responde lo más sincero posible las preguntas que se te plantean.

Marca con claridad la opción elegida con una cruz o un tache, o bien una “paloma” (símbolo de verificación). Recuerda que no se deben marcar dos opciones.

Confidencialidad

Tus respuestas serán anónimas y absolutamente confidenciales. Los cuestionarios serán procesados mediante programas computacionales. Por favor, no escribas tu nombre ya que es un cuestionario confidencial.

De antemano ¡muchas gracias por tu colaboración!

Primera sección

DATOS LABORALES

Institución	
Municipio de adscripción	
Tiempo de experiencia (años) impartiendo la asignatura de Biología	

DATOS DE PREPARACIÓN ACADÉMICA

Licenciatura		Área:	
		Universidad:	
Maestría		Área:	
		Universidad:	
Doctorado		Área:	
		Universidad:	
Otro		Especifique:	

Segunda sección

1. **Considera usted que la teoría de la evolución de Charles Darwin es:**
 - a) *Una teoría científica que se encuentra respaldada por pruebas.*
 - b) *Una idea que no ha sido respaldada por evidencias.*
 - c) *Una hipótesis de trabajo.*

2. **¿Cuál de las siguientes afirmaciones se acerca más a su punto de vista sobre el origen y evolución de los seres humanos?**
 - a) *Los seres humanos se han desarrollado a lo largo de millones de años a partir de formas de vida ancestrales simples siguiendo un proceso guiado por Dios.*
 - b) *Los seres humanos se han desarrollado a lo largo de millones de años a partir de formas de vida ancestrales simples mediante un proceso biológico en el que no intervino Dios.*
 - c) *Dios creó a los seres humanos en su forma actual en algún momento durante los últimos 10.000 años.*

3. **¿Cuál de las siguientes escuelas considera usted que explica mejor el origen de los seres humanos?**
 - a) *La teoría de la Evolución Darwiniana.*
 - b) *Hipótesis del Diseño Inteligente.*
 - c) *Escuela Creacionista.*

4. **De acuerdo con su preparación académica, ¿Qué tan informado diría usted que se encuentra acerca de la teoría evolutiva?**
 - a) *Muy informado/a.*
 - b) *Algo informado/a.*
 - c) *Nada informado/a.*

5. **De acuerdo con sus conocimientos, ¿Afirmaría usted que el proceso evolutivo de los seres vivos tiene una dirección y un fin determinado?**

- a) *No, el proceso evolutivo es azaroso, aunque está moldeado por el ambiente.*
- b) *Sí, el proceso evolutivo sirve para que los organismos mejoren.*
- c) *Si, el proceso evolutivo tiene como fin el mejoramiento del ser humano y direccionado al progreso del organismo.*

6. **De las siguientes frases, ¿Cuál reconoce usted como verdadera?**

- a) *“Los seres humanos descienden de especies animales ancestrales, por lo tanto el humano desciende del chimpancé”.*
- b) *“Los seres humanos descienden de especies animales ancestrales, por lo tanto el chimpancé y el humano comparten un origen común”.*
- c) *“Los seres humanos no descienden de especies animales ancestrales, puesto que Dios creó a los seres humanos en su forma actual”.*

Tercera sección

1. Usted observa una población de escarabajos donde la frecuencia del alelo que otorga el color verde es de 0.9 y la del alelo que otorga coloración marrón es de 0.1. Después de varias generaciones las frecuencias cambian y se estabilizan en 0.3 para verde y 0.7 para marrón.

¿Cuál de las siguientes opciones explica el cambio descrito?:

- a) *Plasticidad fenotípica.*
- b) *Evolución.*
- c) *Especiación.*

2. Imagine una población muy grande de escarabajos de la misma especie que vive en una pradera; en esa población se pueden encontrar ejemplares con coloración verde y ejemplares de color café. El crecimiento poblacional está limitado por la capacidad del ambiente para sostener a las poblaciones, lo que producirá que los escarabajos compitan por los recursos. Los escarabajos de color verde resultan más notorios para los depredadores, en particular las aves; aquellos individuos que no sean devorados podrían reproducirse, pero la total descendencia en la población será menor que los de color café. Con el paso de las generaciones los individuos de color verde tendrán menor frecuencia y será el color menos común, por lo que, si el ambiente continúa sin cambios, los escarabajos verdes desaparecerán de la población.

El mecanismo causante de la desaparición de los escarabajos verdes es la:

- a) *Deriva genética.*
- b) *Selección natural.*
- c) *Especiación*

3. Durante un año o dos se presenta una sequía en el campo que genera que sobrevivan pocos individuos de la planta *Asclepia* spp., que son la fuente de alimento de una población de orugas de la especie *Danaus plexipus*. Asumamos que todas las mariposas de esta población tienen la misma probabilidad de reproducción y sobrevivencia; sin embargo, debido a la restricción alimenticia, los organismos de la población de orugas son más pequeños que en la generación anterior.

Qué proceso considera usted que está ocurriendo en el ejemplo anterior:

- a) *Plasticidad fenotípica.*
- b) *Adaptación.*
- c) *Selección Natural.*

4. Las manzanas “Red Delicious” son de un color rojo oscuro, de forma alargada y de tamaño grande. Posee cinco pequeñas protuberancias en la parte inferior de la manzana. Imagine que en una de ellas aparece un color amarillo en una parte de la manzana. Dada la naturaleza del cambio, las semillas no transmitirán dicho cambio a las siguientes generaciones.

¿Qué tipo de mutación explica el fenómeno planteado anteriormente?:

- a) *Mutación somática*
- b) *Mutación germinal.*
- c) *No es mutación.*

5. Imagine una población de pocos individuos donde algunos logran dejar mayor descendencia que otros independientemente de sus cualidades físicas y fisiológicas. De esta forma, los genes que serán transmitidos a la siguiente generación serán aquellos de los individuos que se pudieron reproducir, y no necesariamente los “mejores” o “más saludables”.

El ejemplo anterior lo clasificaría usted como:

- a) *Selección natural.*
- b) *Deriva génica.*
- c) *Adaptación.*

Apéndice III: cuadro de respuestas de los encuestados

Cuadro de respuestas de los profesores encuestados de manera general y por perfiles o áreas del conocimiento de acuerdo a los profesiogramas educativos.

Pregunta	Número de profesores que responden
Considera usted que la teoría de la evolución de Charles Darwin es:	
Una teoría científica que se encuentra respaldada por pruebas.	59
Una idea que no ha sido respaldada por evidencias.	11
Una hipótesis de trabajo.	10
Total	80
No contestó	2
¿Cuál de las siguientes afirmaciones se acerca más a su punto de vista sobre el origen y evolución de los seres humanos?	
Los seres humanos se han desarrollado a lo largo de millones de años a partir de formas de vida ancestrales simples siguiendo un proceso guiado por Dios.	13
Los seres humanos se han desarrollado a lo largo de millones de años a partir de formas de vida ancestrales simples mediante un proceso biológico en el que no intervino Dios.	66
Dios creó a los seres humanos en su forma actual en algún momento durante los últimos 10.000 años.	0
Total	79
No contestó	3
¿Cuál de las siguientes escuelas considera usted que explica mejor el origen de los seres humanos?	
La teoría de la Evolución Darwiniana.	69
Hipótesis del Diseño Inteligente.	5
Escuela Creacionista.	4
Total	78
No contestó	4
De acuerdo con su preparación académica, ¿Qué tan informado diría usted que se encuentra acerca de la teoría evolutiva?	

Muy informado/a.	27
Algo informado/a.	54
Nada informado/a.	0
Total	81
No contestó	1
De acuerdo con sus conocimientos, ¿Afirmaría usted que el proceso evolutivo de los seres vivos tiene una dirección y un fin determinado?	
No, el proceso evolutivo es azaroso, aunque está moldeado por el ambiente.	28
Sí, el proceso evolutivo sirve para que los organismos mejoren.	22
Si, el proceso evolutivo tiene como fin el mejoramiento del ser humano y direccionado al progreso del organismo.	31
Total	81
No contestó	1

Continuación	
De las siguientes frases, ¿Cuál reconoce usted como verdadera?	
“Los seres humanos descienden de especies animales ancestrales, por lo tanto, el humano desciende del chimpancé”.	10
“Los seres humanos descienden de especies animales ancestrales, por lo tanto, el chimpancé y el humano comparten un origen común”.	62
“Los seres humanos no descienden de especies animales ancestrales, puesto que Dios creó a los seres humanos en su forma actual”.	8
Total	80
No contestó	2
Usted observa una población de escarabajos donde la frecuencia del alelo que otorga el color verde es de 0.9 y la del alelo que otorga coloración marrón es de 0.1. Después de varias generaciones las frecuencias cambian y se estabilizan en 0.3 para verde y 0.7 para marrón.	
Plasticidad fenotípica.	31
Evolución.	34
Especiación.	16
Total	81
No contestó	1
Imagine una población muy grande de escarabajos de la misma especie que vive en una pradera; en esa población se pueden encontrar ejemplares con coloración verde y ejemplares de color café. El crecimiento poblacional está limitado por la capacidad del ambiente para sostener a las poblaciones, lo que producirá que los escarabajos compitan por los recursos. Los escarabajos de color verde resultan más notorios para los depredadores, en particular las aves; aquellos individuos que no sean devorados podrían reproducirse, pero el total de la descendencia en la población será menor que los de color café. Con el paso de las generaciones los individuos de color verde tendrán menor frecuencia y será el color menos común, por lo que, si el ambiente continúa sin cambios, los escarabajos verdes desaparecerán de la población.	
Deriva genética.	24
Selección natural.	50
Especiación	7
Total	81
Continuación	
No contestó	1

Durante un año o dos se presenta una sequía en el campo que genera que sobrevivan pocos individuos de la planta *Asclepia spp.*, que son la fuente de alimento de una población de orugas de la especie *Danaus plexipus*. Asumamos que todas las mariposas de esta población tienen la misma probabilidad de reproducción y sobrevivencia; sin embargo, debido a la restricción alimenticia, los organismos de la población de orugas son más pequeños que en la generación anterior.

Plasticidad fenotípica.	9
Adaptación.	62
Selección Natural.	10
Total	81
No contestó	1

Las manzanas “Red Delicious” son de un color rojo oscuro, de forma alargada y de tamaño grande. Posee cinco pequeñas protuberancias en la parte inferior de la manzana. Imagine que en una de ellas aparece un color amarillo en una parte de la manzana. Dada la naturaleza del cambio, las semillas no transmitirán dicho cambio a las siguientes generaciones.

Mutación somática	36
Mutación germinal.	22
No es mutación.	21
Total	79
No contestó	3

Imagine una población de pocos individuos donde algunos logran dejar mayor descendencia que otros independientemente de sus cualidades físicas y fisiológicas. De esta forma, los genes que serán transmitidos a la siguiente generación serán aquellos de los individuos que se pudieron reproducir, y no necesariamente los “mejores” o “más saludables”.

Selección natural.	19
Deriva génica.	51
Adaptación.	11
Total	81
No contestó	1

Cuadro de respuestas de los profesores segmentados por área de conocimiento, Químico- biológicas (Q-B), Ciencias Sociales (C-S), Físico – Matemáticas (F-M) y Económico-Administrativo (E-A), en el cual se puede observar sombreado en color naranja las respuestas esperadas de los profesores.

Pregunta	Número de profesores que responden por Área del conocimiento			
	Q-B	H-S	F-M	E-A
Considera usted que la teoría de la evolución de Charles Darwin es:				
Una teoría científica que se encuentra respaldada por pruebas.	29	14	13	3
Una idea que no ha sido respaldada por evidencias.	5	5	0	1
Una hipótesis de trabajo.	6	2	2	0
No contestó		1	1	
Total	40	22	16	4
¿Cuál de las siguientes afirmaciones se acerca más a su punto de vista sobre el origen y evolución de los seres humanos?				
Los seres humanos se han desarrollado a lo largo de millones de años a partir de formas de vida ancestrales simples siguiendo un proceso guiado por Dios.	6	2	3	2
Los seres humanos se han desarrollado a lo largo de millones de años a partir de formas de vida ancestrales simples mediante un proceso biológico en el que no intervino Dios.	33	19	12	2
Dios creó a los seres humanos en su forma actual en algún momento durante los últimos 10.000 años.	0	0	0	0
No contestó	1	1	1	
Total	40	22	16	4
¿Cuál de las siguientes escuelas considera usted que explica mejor el origen de los seres humanos?				
La teoría de la Evolución Darwiniana.	32	19	14	4
Hipótesis del Diseño Inteligente.	4	1	0	0
Escuela Creacionista.	2	1	1	0
No contestó	2	1	1	
Total	40	22	16	4
De acuerdo con su preparación académica, ¿Qué tan informado diría usted que se encuentra acerca de la teoría evolutiva?				
Muy informado/a.	12	7	6	2
Algo informado/a.	28	14	10	2
Nada informado/a.	0	0	0	0
No contestó		1		
Total	40	22	16	4
De acuerdo con sus conocimientos, ¿Afirmaría usted que el proceso evolutivo de los seres vivos tiene una dirección y un fin determinado?				

No, el proceso evolutivo es azaroso, aunque está moldeado por el ambiente.	16	3	9	0
Sí, el proceso evolutivo sirve para que los organismos mejoren.	8	10	4	0
Si, el proceso evolutivo tiene como fin el mejoramiento del ser humano y direccionado al progreso del organismo.	16	8	3	4
No contestó		1		
Total	40	22	16	4

Continuación	Q-B	H-S	F-M	E-A
De las siguientes frases, ¿Cuál reconoce usted como verdadera?				
“Los seres humanos descienden de especies animales ancestrales, por lo tanto, el humano desciende del chimpancé”.	6	3	1	0
“Los seres humanos descienden de especies animales ancestrales, por lo tanto, el chimpancé y el humano comparten un origen común”.	31	15	13	3
“Los seres humanos no descienden de especies animales ancestrales, puesto que Dios creó a los seres humanos en su forma actual”.	2	3	2	1
No contestó	1	1		
Total	40	22	16	4
Usted observa una población de escarabajos donde la frecuencia del alelo que otorga el color verde es de 0.9 y la del alelo que otorga coloración marrón es de 0.1. Después de varias generaciones las frecuencias cambian y se estabilizan en 0.3 para verde y 0.7 para marrón.				
Plasticidad fenotípica.	20	4	7	0
Evolución.	13	11	6	4
Especiación.	7	6	3	0
No contestó		1		
Total	40	22	16	4
Imagine una población muy grande de escarabajos de la misma especie que vive en una pradera; en esa población se pueden encontrar ejemplares con coloración verde y ejemplares de color café. El crecimiento poblacional está limitado por la capacidad del ambiente para sostener a las poblaciones, lo que producirá que los escarabajos compitan por los recursos. Los escarabajos de color verde resultan más notorios para los depredadores, en particular las aves; aquellos individuos que no sean devorados podrían reproducirse, pero la total descendencia en la población será menor que los de color café. Con el paso de las generaciones los individuos de color verde tendrán menor frecuencia y será el color menos común, por lo que, si el ambiente continúa sin cambios, los escarabajos verdes desaparecerán de la población.				
Deriva genética.	13	7	4	0
Selección natural.	25	10	11	4
Especiación	2	4	1	0
No contestó		1		
Total	40	22	16	4

Continuación	Q-B	H-S	F-M	E-A
<p>Durante un año o dos se presenta una sequía en el campo que genera que sobrevivan pocos individuos de la planta <i>Asclepia spp.</i>, que son la fuente de alimento de una población de orugas de la especie <i>Danaus plexipus</i>. Asumamos que todas las mariposas de esta población tienen la misma probabilidad de reproducción y sobrevivencia; sin embargo, debido a la restricción alimenticia, los organismos de la población de orugas son más pequeños que en la generación anterior.</p>				
Plasticidad fenotípica.	5	2	1	1
Adaptación.	29	18	12	3
Selección Natural.	6	1	3	0
No contestó		1		
Total	40	22	16	4
<p>Las manzanas “Red Delicious” son de un color rojo oscuro, de forma alargada y de tamaño grande. Posee cinco pequeñas protuberancias en la parte inferior de la manzana. Imagine que en una de ellas aparece un color amarillo en una parte de la manzana. Dada la naturaleza del cambio, las semillas no transmitirán dicho cambio a las siguientes generaciones.</p>				
Mutación somática	20	6	9	1
Mutación germinal.	9	5	6	2
No es mutación.	10	9	1	1
No contestó	1	2		
Total	40	22	16	4
<p>Imagine una población de pocos individuos donde algunos logran dejar mayor descendencia que otros independientemente de sus cualidades físicas y fisiológicas. De esta forma, los genes que serán transmitidos a la siguiente generación serán aquellos de los individuos que se pudieron reproducir, y no necesariamente los “mejores” o “más saludables”.</p>				
Selección natural.	9	4	5	1
Deriva génica.	27	10	11	3
Adaptación.	4	7	0	0
No contestó		1		
Total	40	22	16	4