



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO**  
**MAESTRÍA EN DOCENCIA PARA LA EDUCACIÓN MEDIA SUPERIOR**  
**FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES IZTACALA**

ENSEÑANZA DE LA EVOLUCIÓN EN LOS PROGRAMAS DE  
BACHILLERATO

# **T E S I S**

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

PRESENTA:  
BIÓL. LAURA CONTRERAS NARVÁEZ

**DIRECTORA DE TESIS:**

DRA. ANA ROSA BARAHONA ECHEVERRÍA, FACULTAD DE CIENCIAS, UNAM.

**TUTORES:**

DRA. ARLETTE LÓPEZ TRUJILLO, FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES  
IZTACALA

M. EN C. MA. ALICIA VILLELA GONZÁLEZ, FACULTAD DE CIENCIAS, UNAM.

LOS REYES IZTACALA, ENERO 2024.



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.

*“La vida es potencialmente significativa en cualquier condición, incluso en las más miserables. Y esto a su vez presupone la capacidad humana de convertir creativamente los aspectos negativos de la vida en algo positivo o constructivo”*

Viktor Frankl

*A mi familia ....*

No existen palabras suficientes para expresar mi gratitud por todo su amor, apoyo y sacrificios, que hicieron posible alcanzar este logro tan significativo en mi vida.

El logro es nuestro, gracias por ser mi fuente de inspiración 

## **AGRADECIMIENTOS**

Agradezco infinitamente el apoyo de mi tutora Dra. Ana Rosa Barahona Echeverría por su acompañamiento, consejos y aportaciones.

A los miembros del comité tutor Dra. Arlette López Trujillo y M. en C. María Alicia Villela González y sínodos Dra. América Nitxin Castañeda Sortibrán y Dra. Martha Diana Bosco Hernández, por sus valiosos comentarios, sus revisiones y aportaciones, para fortalecer mi trabajo, mil gracias.

Gracias a todos los integrantes del Departamento de Estudios Sociales de la Ciencia y la Técnica, principalmente a la M. en C. Alicia Villela, Marco Ornelas, Mariana Muñoz, Etzalli Esquivel.

A la Dra. Eva Mendoza Cruz por su apoyo en la revisión y retroalimentación de este trabajo.

A la Escuela Nacional Preparatoria No 5 “José Vasconcelos” y alumnos por todo el apoyo brindado

A las profesoras Martha Corona Tinoco, Araceli Flores y Laura Moreno por su apoyo, sugerencias y por sus contribuciones para realizar este trabajo con sus grupos.

Y a todos aquellos que de alguna manera formaron parte de este proceso, mi lugar de trabajo, mis directivos y coordinadoras, así como todos mis amigos y compañeros, muchas gracias.

## ÍNDICE

<b>AGRADECIMIENTOS .....</b>	<b>3</b>
ÍNDICE .....	4
ÍNDICE DE TABLAS .....	6
ÍNDICE DE FIGURAS .....	6
<b>SUMMARY .....</b>	<b>9</b>
<b>INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>10</b>
<b>OBJETIVO GENERAL .....</b>	<b>14</b>
OBJETIVO ESPECÍFICO: .....	14
<b>MARCO TEÓRICO .....</b>	<b>15</b>
ANTECEDENTES .....	15
COMPETENCIAS GENÉRICAS Y CONSTRUCTIVISMO.....	18
ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS .....	22
EVOLUCIÓN BIOLÓGICA Y SU ENSEÑANZA .....	27
MEXICO: CONTEXTO DE LOS ESTUDIANTES.....	31
ESCUELA NACIONAL PREPARATORIA No 5 “JOSÉ VASCONCELOS” .....	33
REVISIÓN DEL PROGRAMA DE ESTUDIO DEL NIVEL BÁSICO SECUNDARIA .....	38
REVISIÓN DEL PLAN DE ESTUDIOS (1996), ESCUELA NACIONAL PREPARATORIA .....	42
MÉTODO DIDÁCTICO.....	50
<b>METODOLOGÍA.....</b>	<b>54</b>
<b>PROPUESTA METODOLÓGICA PARA LA ENSEÑANZA DE EVOLUCIÓN BIOLÓGICA EN ENP.....</b>	<b>58</b>
<b>RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....</b>	<b>62</b>
<b>CONCLUSIONES.....</b>	<b>88</b>

**ANEXOS ..... 92**

**BIBLIOGRAFÍA ..... 97**

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 <i>Distribución de Ejes y Temas en el Plan de estudio Nivel Secundaria</i> .....	39
Tabla 2 <i>Distribución de subtemas, plan de estudios SEP 2017</i> .....	41
Tabla 3 <i>Resumen Plan de estudios (1996) de la asignatura de Biología IV</i> .....	42
Tabla 4 <i>Estrategias didácticas y de aprendizaje</i> .....	44
Tabla 5 <i>Estructura del tema de evolución biológica de acuerdo con el Plan de estudios (1996) de la Escuela Nacional Preparatoria</i> .....	45
Tabla 6 - Tema 2 - Evolución Biológica, Plan de estudios CCH (2016) .....	49
Tabla 7 - Estrategias didácticas implementadas en el diseño de la Secuencia didáctica .....	53
Tabla 8 - Población de estudio .....	55
Tabla 9 – Propuesta metodológica .....	59
Tabla 10 - Rúbrica de evaluación Práctica "Resistencia bacteriana" .....	84
Tabla 11 - Rúbrica de evaluación Práctica "Deriva génica" .....	87

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 - Población de la EPN .....	34
Figura 2 - Distribución de estudiantes en los 9 planteles de la UNAM .....	35
Figura 3 - Alumnos regulares por generación .....	35
Figura 4 - Promedio de egresados ENP .....	36
Figura 5 Distribución de egresados por área .....	37
Figura 6 Eficiencia terminal por plantel .....	38
Figura 7 Ejemplos de reactivos en 3 diferentes guías de estudio .....	47



Figura 8 - Diagrama Metodología de Investigación .....	54
--	----

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Porcentaje de la población en edad escolar .....	32
Gráfico 2 - Ejes temáticos Plan de estudios Biología IV ENP .....	50
Gráfico 3 - Resultados primer pregunta grupo 520.....	65
Gráfico 4 - Resultados primer pregunta grupo 526.....	65
Gráfico 5 - Resultados de la primera pregunta grupo 528 .....	66
Gráfico 6 - Categorización de información.....	67
Gráfico 7 - Resultados 2ª pregunta del grupo 520 .....	68
Gráfico 8 - Resultados obtenidos del grupo 526.....	68
Gráfico 9 - Resultados grupo 528 .....	69
Gráfico 10 - Respuestas categorizadas para Mecanismos de la evolución biológica .....	70
Gráfico 11 - Comparación de resultados de los tres grupos.....	70
Gráfico 12 - Naturalistas que participaron en la construcción de la Teoría de la Evolución..	72
Gráfico 13 - Naturalistas Teoría de la Evolución biológica (post- test) .....	76
Gráfico 14 - Modelo que representa la evolución.....	77
Gráfico 15 - Mecanismo que no favorece a la evolución.....	79
Gráfico 16 - Variabilidad .....	80
Gráfico 17 - Representación de resultados, ejemplos moscos resistentes al D. D. T. ....	81
Gráfico 18 - Análisis de información por la diferencia de picos .....	82
Gráfico 19 - Diversidad de seres vivos .....	83
Gráfico 20 - Práctica 1 "Resistencia bacteriana" .....	85
Gráfico 21 - Práctica 2 "Deriva génica".....	86

## RESUMEN

En la actualidad, existe una constante preocupación con relación a la calidad de la educación de nuestro país, principalmente de los aprendizajes y conocimientos que los niños y jóvenes deberían obtener para que puedan ser aplicados en su día a día.

Los resultados de los exámenes como PLANEA (Plan Nacional para la Evaluación de los Aprendizajes) y PISA (Programme for International Student Assessment), demuestran que aún hay cosas por hacer, principalmente para fortalecer los conocimientos de los estudiantes en las áreas de ciencia, comprensión de textos y matemáticas.

En nuestro país, cada sexenio existe una gran motivación en modificar los planes de estudio, asegurando que estos cumplen con los nuevos estándares del mundo actual, pero en ninguno de los casos, los planes han sido evaluados, esto es, no se han analizado las áreas de oportunidad y fortalezas que mucho ayudarían en la optimización e implementación.

Hoy en día sabemos que el tema de evolución biológica es un tema fundamental para la comprensión del mundo y para el entendimiento de la dinámica de las poblaciones, así como también, para desarrollar habilidades en los estudiantes, para que sean críticos y analíticos en torno a los problemas actuales, como resultado del calentamiento global.

Por lo que este trabajo se enfoca principalmente en analizar los conocimientos previos sobre evolución biológica, la implementación de una secuencia didáctica y la aplicación de estos conocimientos en áreas de interés, así como una evaluación final.

**Palabras clave:** Evolución biológica, evaluación, habilidades, conocimientos, aprendizajes, secuencia didáctica.

## SUMMARY

Nowadays, there is a constant concern about the quality of education in our country, mainly about the learning and knowledge that children and young people should obtain so that they can be applied in their daily lives.

The results of exams such as PLANEA (National Plan for the Evaluation of Learning) and PISA (Programme for International Student Assessment) show that there are still things to be done, mainly to strengthen students' knowledge in the areas of science, text comprehension and mathematics.

In our country, every six years there is a great motivation to modify the curricula, ensuring that they meet the new standards of today's world, but in none of the cases has the curricula been evaluated, that is, the areas of opportunity and strengths that would help a lot in the optimization and implementation have not been analyzed.

Today we know that the subject of biological evolution is a fundamental topic for understanding the world and for understanding population dynamics, as well as for developing skills in students to be critical and analytical about current problems as a result of global warming.

Therefore, this paper focuses on the analysis of prior knowledge about biological evolution, the implementation of a didactic sequence and the application of this knowledge in areas of interest, as well as a final evaluation.

**Keywords:** Biological evolution, assessment, skills, knowledge, learning, didactic sequence.

## INTRODUCCIÓN

La importancia de la enseñanza de las ciencias, en el marco internacional, está enfocada principalmente en la alfabetización y al desarrollo de habilidades y competencias, para conocer, saber y aplicar soluciones al medio ambiente, desde diferentes perspectivas.

Para ello, se han desarrollado e implementado diversas estrategias didácticas para mejorar estos aspectos, principalmente a través del estudio de ideas previas de los estudiantes, el cambio conceptual, diseño de diversas unidades didácticas, incorporación de Tecnologías de la Información y comunicación (TIC), cambios curriculares, entre otros (Chamizo, et al, 2017).

Arcà, Guidoni y Mazzoli (1990), mencionan que la educación científica significa desarrollar los modos de observar la realidad, los modos de relacionarse con la realidad, e implica los modos de pensar, los modos de hablar, los modos de hacer y la capacidad de aplicarlos al mismo tiempo. Por lo tanto, la educación científica no solo implica la adquisición de conocimiento científico, sino que también se deben desarrollar competencias (como analizar, experimentar y aplicar).

Por su parte Gil (2014), menciona que, en las sociedades modernas, el avance científico y tecnológico constituye el progreso económico y social de un país. De acuerdo con la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO, 2016), los aportes de las ciencias, la tecnología y la innovación son indispensables para orientar el desarrollo hacia la sostenibilidad y el establecimiento de una calidad de vida digna para todos, aspectos que requieren de una población científicamente preparada con capacidad de participar

en las decisiones que las sociedades deben tomar acerca de los problemas actuales y que cada vez son de mayor complejidad.

La educación científica ha ampliado sus fronteras a escenarios no formales, como clubes de ciencias, museos y espacios de ciencias, teniendo una gran importancia en la sociedad, sin embargo, en el contexto escolar aún representa un reto.

En diversos estudios se ha mencionado que el laboratorio escolar es el principal lugar en el que se confirman los conocimientos adquiridos en el aula, sin embargo, dependerá del docente que lo utilice y como lo hace, ya que no siempre se adquieren aprendizajes significativos (Nakaleh, 2002; Solomon 1994, citado en Chamizo, 2017).

El conocimiento científico nos da la oportunidad de poder comprender los fenómenos naturales de nuestro entorno y que hoy en día tienen gran relevancia como la resistencia bacteriana a los antibióticos, las plagas agrícolas a los insecticidas, el control de pandemias, entre otros (Mariano, et al, 2017), convirtiéndose éstos en perfectos modelos de la biología evolutiva, que no solo son ejemplos reales, sino también nos aportan el conocimiento para tomar decisiones fundamentadas.

En este tenor, la enseñanza de la evolución biológica integra en gran parte el conocimiento biológico, incluso de otras áreas del conocimiento, lo cual, propicia no solo el entendimiento de la biología, sino también, la comprensión de las relaciones interdisciplinarias que genera esta ciencia con otras áreas del conocimiento (López, 2019).

La evolución biológica, forma parte esencial de la enseñanza de la biología, siendo un tema unificador para la comprensión de las ciencias biológicas, sin embargo, es una temática

compleja, y en muchos de los casos es difícil la comprensión para los estudiantes si se le enseña como una teoría aislada y, por otro lado, puede ser difícil de enseñar si no se ha desarrollado una estrategia didáctica pertinente para su comprensión.

En los últimos años se ha estudiado la problemática en su concepción, que se encuentra relacionados principalmente con los errores conceptuales, ideas teológicas, la falta de conocimientos previos, la inadecuación de materiales didácticos, la falta de capacitación docente, el uso de concepciones alternativas, entre otros.

El tema de evolución biológica para poder ser entendido debe explicarse no solo desde el punto de vista de un cambio en una población, sino desde el punto de vista de cambios a través de diferentes procesos como resultado de la selección natural.

Por ello, en este trabajo se desarrolla una secuencia didáctica, desde una pedagogía centrada en el alumno, con el objetivo de desarrollar, aplicar y evaluar una secuencia didáctica para fortalecer los procesos y conceptos clave del tema de evolución biológica, a través de una metodología centrada en el estudiante, en la asignatura Biología IV del plan de estudios vigente de bachillerato (1996).

El trabajo en general se ha estructurado de la siguiente manera:

Marco teórico – Se identifica el problema en cuanto a la enseñanza de los contenidos, llevando a cabo un análisis desde el contexto interno y externo.

Propuesta metodológica – Se fundamenta la propuesta relacionada con las estrategias empleadas, la evaluación del aprendizaje, la planeación de actividades, los problemas a los que se enfrenta un docente, etc.

Resultados – Se detallan los resultados obtenidos, por sesiones, los instrumentos empleados, descripción de la recolección, organización y análisis de datos, tomando en cuenta el pretest y post-test. Se incluye la discusión de los resultados obtenidos.

Conclusiones – Se describen los resultados obtenidos y se analiza el desarrollo de la propuesta didáctica.

**OBJETIVO GENERAL**

Desarrollar, aplicar y evaluar una secuencia didáctica para fortalecer el aprendizaje de los procesos y conceptos clave del tema de evolución biológica, a través de una metodología centrada en el estudiante, en la asignatura Biología IV del actual plan de estudios de bachillerato (1996).

**OBJETIVO ESPECÍFICO:**

Diseñar una estrategia didáctica para el tema de Evolución biológica de la unidad 2 de la asignatura Biología IV del programa de estudios de la Escuela Nacional Preparatoria, para su implementación y evaluación.



## **MARCO TEÓRICO**

### **ANTECEDENTES**

En México, la evaluación de la calidad educativa tanto de la educación básica y media superior, se ha visto amenazada con los resultados obtenidos en las pruebas de PLANEA (Plan Nacional para la Evaluación de los Aprendizajes) y PISA (Programme for International Student Assessment), las cuales demuestran, dependiendo de la entidad federativa, aunado a factores sociales, culturales y económicos, un porcentaje significativo en el bajo nivel de desempeño de los estudiantes en el Sistema Educativo Nacional (SEN).

La prueba PLANEA se implementa en nuestro país desde 2015 en estudiantes de sexto de primaria, tercero de secundaria y en el último grado de Educación Media superior. Dicha prueba evalúa el logro de aprendizaje de los estudiantes en dos áreas de competencia: Lenguaje y comunicación (comprensión lectora) y Matemáticas (OECD, 2023).

Los objetivos por cumplir son: a) conocer los logros de dominio en el área de competencia, b) ofrecer información para mejorar procesos de enseñanza, c) informar a la sociedad sobre los avances de la educación y el logro de los estudiantes, d) aportar información a las instancias académicas para monitorear, planear, programar y operar un sistema educativo o centro escolar (OECD, 2023).

Por su parte, el Programa para la Evaluación Internacional de Alumnos (PISA, 2023), creación de la OECD (Organización para la cooperación y el desarrollo económico), se aplica en los países miembros desde 1990 (en la actualidad 38 países: Alemania, Australia, Austria, Bélgica, Canadá, Chile, Colombia, Costa Rica, Corea del Sur, Dinamarca, Eslovenia, Estonia,

España, EEUU, Finlandia, Francia, Grecia, Hungría, Islandia, Irlanda, Israel, Italia, Japón, Luxemburgo, Letonia, Lituania, México, Holanda, Nueva Zelanda, Noruega, Países Bajos, Polonia, Portugal, República Checa, República Eslovaca, Reino Unido, Suecia, Suiza y Turquía) en estudiantes de 15 años y evalúa competencias en áreas de Lectura, Matemáticas y Ciencias. Se aplica cada 3 años y se evalúa como los estudiantes aplican sus aprendizajes y conocimientos en problemas reales. El objetivo principal es conocer si los estudiantes de 15 años que han terminado la educación obligatoria están bien preparados para participar en la sociedad.

Los resultados de ambas pruebas están enfocados en mejorar los sistemas educativos, dar pauta para diseñar nuevas prácticas educativas, mejorar el rendimiento escolar, buscar nuevos estándares de calidad acordes con las necesidades de nuestro país y de los problemas mundiales.

La educación en México está intrínsecamente relacionada con el desarrollo del país por lo cual es indispensable que los programas y acciones gubernamentales para la educación media superior sea de calidad y justa.

De acuerdo con Instituto Nacional para la Evaluación de la Educación <sup>1</sup> (INEE, 2017): El artículo 3° constitucional en su fracción II y la Ley General de Educación (LGE) en su artículo 8°, señalan que deberá entenderse por calidad la congruencia entre los objetivos, resultados y procesos del sistema educativo, conforme a las dimensiones de eficacia, eficiencia,

---

<sup>1</sup> El INEE a partir del 2019 se transforma en la Comisión Nacional para la Mejora Continua de la Educación, el cual se basa en el diseño y mejora de los planes y programas de estudio de la educación básica y media superior.

pertinencia y equidad, y establece que los planes y programas deberán garantizar el máximo logro de aprendizaje de los educandos, reconociendo que el centro de la educación es el logro de los aprendizajes de los alumnos y que la escuela tiene sentido en la medida en que los alumnos aprenden, y por tanto la calidad educativa no sólo tiene que ver con los resultados de aprendizaje, sino con lo que sucede en la escuela. (p.8)

Lo ideal sería que los estudiantes de bachillerato terminaran la preparatoria con la adquisición de conocimientos y habilidades indispensables para enfrentarse al nivel superior, por lo que ya se había propuesto una congruencia entre el modelo sociológico sobre la conducción del sistema de educación media superior y sus efectos en el tipo de formación que reciben los estudiantes.

El reto actual de la educación media superior es mejorar el desempeño que los estudiantes muestran en las pruebas PLANEA y PISA, principalmente en las habilidades de lectura, escritura, matemáticas y ciencias, ya que los egresados de la EMS (Educación Media Superior) tienen desempeños bajos y mediocres en estas asignaturas.

Ante los nuevos cambios de paradigmas de la enseñanza a los cuales se enfrenta la escuela del siglo XXI, la UNESCO (Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura) propone una alfabetización científica para que los adolescentes puedan enfrentar los retos socioambientales que han surgido ante el creciente deterioro de los recursos del planeta. Por lo que es interesante analizar e implementar nuevas estrategias para la planeación e implementación de los nuevos planes de estudio, los cuales están diseñados para que los estudiantes, además de aprender conceptos, desarrollen habilidades para reconocerse

como parte de la naturaleza y así pueda proponer acciones concretas para resolver los problemas ambientales.

## **COMPETENCIAS GENÉRICAS y CONSTRUCTIVISMO**

Como lo menciona Tobón y colaboradores (2010), cada época, cada escenario y cada momento histórico generan determinados retos para la educación, por los intereses implícitos y explícitos que demanda la sociedad, los docentes, los directivos, el sector político, los intelectuales, las empresas y las organizaciones sociales.

En la mayoría de los casos, cuando se pretende orientar un proceso educativo en beneficio de un grupo no siempre se toma en cuenta las necesidades de los estudiantes, a la comunidad educativa y mucho menos a las necesidades de la sociedad en general.

A partir de 1990, las competencias comenzaron a tener auge en torno al currículo, al aprendizaje, a la evaluación y a la gestión educativa-docente, de acuerdo con la UNESCO en 1996, la educación en el siglo XXI "...debería transmitir masiva y eficazmente, un volumen cada vez mayor de conocimientos teóricos y técnicos evolutivos, adaptados a la civilización cognoscitiva, porque son las bases de las competencias del futuro...", perspectivas que se deben implementar en la enseñanza, con las cuales se pretende actualizar, profundizar y enriquecer el conocimiento, en el transcurso de la vida de un individuo.

De acuerdo con Tobón y colaboradores (2010), "las competencias tienden a ser conceptualizadas como aquellos comportamientos observables y habituales que posibilitan el éxito de una persona o en una actividad o función"

Por su parte, Bogoya sugiere que las competencias son: “Una actuación idónea que emerge en una tarea concreta, en un contexto con sentido. Se trata de un concepto asimilado con propiedad, el cual actúa para ser aplicado en una situación determinada, de manera suficientemente flexible como para proporcionar soluciones variadas y pertinentes” mencionado en Acevedo y colaboradores (2022).

Por su parte, Acevedo y colaboradores (2022) menciona que el concepto es considerado como acciones o evidencias a cumplir dentro de los procesos educativos y sociolaborales; resaltando la necesidad de identificar los potenciales humanos en diversos contextos.

De manera generalizada, los sistemas educativos a nivel mundial han propuesto un conjunto de competencias que deben “permitir a los individuos desempeñarse de manera óptima tanto en la vida social, laboral y personal” (Pineda, 2021), basadas en recomendaciones por organismos internacionales y nacionales como por ejemplo: la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE), la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la cultura (UNESCO), la Asociación Nacional de Universidades e Instituciones de Educación Superior (ANUIES) y el Instituto Nacional para la evaluación de la Educación (INEE).

Valiente y Galdeano (2009), mencionado en Pineda (2021), definen a las competencias como la interacción de un conjunto estructurado y dinámico de conocimientos, valores, habilidades, actitudes y principios que intervienen en el desempeño reflexivo, responsable y efectivo de tareas, transferibles a diversos contextos específicos. Estas competencias generalmente son divididas en cognoscitivo (conocimientos y habilidades), lo afectivo

(motivaciones, actitudes, rasgos de la personalidad), lo psicomotriz o conductual (hábitos y destrezas) y lo psico-físico (sensorial).

Para lograr dichas competencias se requiere de estrategias didácticas<sup>2</sup> en el aula, las cuales deben ser diseñadas por el docente para facilitar el proceso de enseñanza-aprendizaje, que sean pertinentes para que el estudiante sea capaz de adquirir conocimientos, habilidades, actitudes y destrezas (Pineda, 2021).

Tobón (2009) y Díaz Barriga (2010) mencionan a las estrategias didácticas como construcciones lógicas en el proceso de enseñanza-aprendizaje que se utilizan de manera flexible para promover el logro de aprendizajes significativos.

Con referencia al Acuerdo Secretarial 653, del Diario Oficial de la Federación 2012, el propósito de la asignatura de Biología, que pertenece al campo disciplinar de Ciencias Experimentales, es promover en el estudiante una educación científica de calidad que le permita comprender los procesos biológicos y obtenga las habilidades necesarias para participar en la toma de decisiones en diferentes contextos.

De acuerdo con el Rediseño del Marco Curricular Común de la Educación Media Superior, coloca al centro del proceso educativo el desarrollo integral del estudiante que cursa la educación media superior:

---

<sup>2</sup> De acuerdo con el Diario Oficial de la Federación 2012, acuerdo 653, una estrategia consiste en un plan de acción fundamentado, organizado, formalizado y orientado al cumplimiento de un objetivo o al logro de un fin establecido; su aplicación en la gestión pedagógica requiere del desarrollo de competencias para la planeación, la evaluación, el perfeccionamiento de procedimientos, técnicas y recursos, cuya selección, adaptación o diseño es responsabilidad del docente.

“A través de la transversalidad del conocimiento, recursos sociocognitivos y socioemocionales se logran los aprendizajes de trayectoria; en donde las y los estudiantes adquieren el rol protagónico del proceso educativo, bajo el acompañamiento, orientación y conducción de las y los docentes en consonancia con su nuevo perfil, en el cual se revaloriza y redifica su función como agente de transformación social” (SEP, 2023, p. 61).

El constructivismo entonces se trata de un proceso activo en el que, los estudiantes van construyendo su propio aprendizaje tomando en cuenta los conocimientos previos que han adquirido a lo largo de su vida y de su entorno, los cuales le han proporcionado experiencias.

El constructivismo no es un enfoque nuevo al contrario se ha ido modificando a lo largo del tiempo:

- Gorgias (483-375 a. C.) “Conocer es un acto personal, elaborado al interior de cada individuo”
- Descartes (1576-1650) “el hombre puede trazarse proyectos de pensamiento, construir sus propias teorías, proponer la verdad de las cosas y sus propiedades (...). Estamos en presencia de un proceso de liberación que convierte al pensamiento en un ente activo” (Araya, Alfaro y Andonegui, 2007, como se citó en SEP, 2023)
- Jean Piaget – “cómo pasa el sujeto de estados de menor conocimiento a estados de mayor conocimiento” (J. Trilla, 2007, como se citó en SEP, 2023).
- David Ausbel – Que describe su teoría de la asimilación y el anclaje de conceptos previos que sirven para la adquisición de nuevos conocimientos, a

través del uso de estrategias didácticas que promueven el aprendizaje significativo.

- Lev Semiónovich Vygotsky – Propone una visión culturalista, a través de la “zona de desarrollo próximo” en la que explica como un sujeto adquiere aprendizajes a través de sus saberes y la influencia del contexto social y cultural con la guía de un adulto.
- Finalmente, Bruner (1916-2016), establece que la educación consiste en construir currículos en espiral, esto es, formas en las que se puede adquirir el conocimiento.

## **ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS**

En México, el interés por la enseñanza de las ciencias se remonta al siglo XIX cuando se introdujo en los planes de estudio de enseñanza básica la materia de Ciencias Naturales, comenzando con la impartición de la Física y Química, y más tarde la Biología, el objetivo esencial era habituar a los estudiantes a la observación sistemática del entorno, a la experimentación y a la reflexión (Díaz, 2007; Cuevas, 2016).

Desde su implementación, la enseñanza de las ciencias busca contribuir al proceso individual y social del estudiante, así como también, para comprender nuestro entorno, resolver problemas, tomar decisiones responsables e informadas y generar valores, conductas y actitudes que fortalezcan la calidad de vida (León 2003; SEP, 2011; Bermúdez y De Longhi, 2014).



Candela (2005) por su parte, menciona que existe una gran diferencia entre la forma de enseñar y aprender ciencias, y esto se debe a los objetivos que quiere cumplir la escuela, su contexto, el perfil de los estudiantes y por supuesto, el perfil y capacitación de sus profesores.

La enseñanza de las ciencias además de cumplir con los objetivos que cada disciplina requiere en los planes de estudio, ---busca desarrollar en los estudiantes habilidades y competencias como: observar, explorar, comprender el mundo natural y social, así como, recopilar, analizar e interpretar la información.

Otro reto por desarrollar durante la enseñanza de las ciencias es fomentar en los estudiantes una actitud<sup>3</sup> positiva hacia la ciencia, para favorecer el aprendizaje.

Cuevas, et al (2016), mencionan que la actitud hacia las ciencias ya sea positiva o negativa por parte del estudiante, dependerá de su interés o agrado a temas relacionados con la ciencia, en como el docente enseña la asignatura, a la didáctica que se implementa en el salón de clases y con la capacidad del docente en relacionar los temas que se imparten con la cotidianidad y utilidad en la vida, esto es, relacionarlo con el desarrollo tecnológico, con la calidad de vida, y con las aportaciones a la salud, entre otras.

Por ello, la selección y organización de contenidos, así como también el diseño y desarrollo de propuestas didácticas, deben estar enfocadas al perfil del estudiante y al contexto en el cual se desarrolla.

---

<sup>3</sup> Manassero y Vázquez (2001) definen la actitud hacia la ciencia como: disposiciones, tendencias o inclinaciones a responder hacia todos los elementos (acciones, personas, situaciones o ideas) implicados en el aprendizaje de la ciencia.

En cuanto a la enseñanza de la Biología, Bermúdez y De Longhi (2014), proponen: recuperar la estructura de esta asignatura a partir de aspectos semánticos (hechos, conceptos, principios, modelos, teorías) y sintácticos (procesos, técnicas, metodologías) con la finalidad de poder distinguir lo fundamental de lo accesorio; seleccionar los conceptos estructurantes (Gagliardi, 1986, mencionado en Bermúdez y de Longhi) y los niveles de complejidad de los contenidos, con el objetivo de lograr los aprendizajes significativos, desde el punto social y contexto de cada estudiante.

Debe tomarse en cuenta que el contexto social del estudiante (situación social, económica, desarrollo (edad), estado emocional, diversidad cultural, dificultades de aprendizaje), las problemáticas de las instituciones (infraestructura, número de estudiantes por grupo, características y compromiso del docente, entre otros) y los problemas de la comunidad (transporte, problemas sociales, etc.), condicionan de alguna manera la enseñanza-aprendizaje de los contenidos, de los conceptos, de los procesos y de las actitudes (Bermúdez y De Longhi, 2014).

Estos criterios conforman el proceso de enseñanza, denominado como transposición didáctica<sup>4</sup> y se sugiere como una técnica de enseñanza de la ciencia, donde el conocimiento científico de un área en particular se transforma para “saber enseñarlo” hasta que éste se convierta en un “conocimiento enseñado” (Bermúdez y De Longhi, 2014).

---

<sup>4</sup> Chevallard en 1985, mencionó que la transposición didáctica es el trabajo que transforma el objeto de saber en un objeto de enseñanza, y para Díaz (2003), es encontrar los mecanismos que faciliten a los estudiantes la adquisición de las propiedades y características del objeto disciplinar estudiado, tomando en cuenta el desarrollo cognitivo en el que cada individuo está capacitado para aprender objetos de enseñanza específicos.

Sin embargo, Moreno (2005), menciona que más allá de enseñar ciencias, el o los docentes deben propiciar el aprendizaje significativo de las ciencias a través de la formación para la investigación, esto es, desarrollar habilidades investigativas, y no necesariamente a partir de las Ciencias, sino a partir de otras asignaturas (Cuevas, et al, 2016).

Gil (2014), menciona que la enseñanza basada en la investigación promueve la observación de la realidad, la formulación de problemas, la identificación de soluciones, la planificación del proceso de investigación, la recolección de información, la construcción de modelos, el debate de información en el salón de clases, y la argumentación.

Por lo cual, Piaget y Vygotsky, reconocen que es un reto para el docente enseñar conceptos científicos y abstractos para que los alumnos sean capaces de construir nuevos conocimientos y desarrollar un pensamiento crítico (Piaget, 1996; Vygotsky, 1978).

Por su parte Duschl (1997:28 mencionado en Bermúdez y De Longhi) señala que: *el profesor capaz de tomar decisiones sobre el diseño curricular teniendo en cuenta los elementos del contexto de descubrimiento de la ciencia, tiene la posibilidad de proporcionar a los estudiantes una experiencia de aprendizaje significativo de las ciencias.*

De acuerdo con León (2019), los docentes utilizan diversas estrategias para la enseñanza en las clases de Biología, en las cuales pueden promoverse habilidades cognitivas y aquellas que ayudan a comprender fenómenos naturales.

El aprendizaje de la biología es primordial para el ser humano desde el nivel básico de estudios, para el desarrollo de competencias básicas como la capacidad de observación, comparación, descripción, análisis y manipulación de instrumentos y artefactos que amplían las

capacidades a través de un pensamiento ordenado y reflexivo (Barahona y Cortés, 2008). La Biología tiene una gran influencia en el ser humano, ya que, a partir de las temáticas revisadas en cada grado escolar, conlleva al conocimiento de la salud, la higiene, la nutrición, el desarrollo físico, el aprovechamiento de los recursos naturales, el conocimiento del deterioro ambiental, el cambio climático, calentamiento global, etc.

Existen diversas investigaciones en las que se analizan las estrategias empleadas por los docentes, para la impartición de temáticas de la Biología, tal es el caso de Tapia y Arteaga (2009), que identificaron que las estrategias que sobresalen durante su práctica en la enseñanza de la célula en la educación básica, son las preguntas intercaladas, las señalizaciones y el discurso oral; Vera y Vera (2011), detectaron que los docentes a nivel universitario no analizan los conocimientos previos de sus alumnos y no utilizan estrategias que promuevan el aprendizaje significativo en sus aulas.

Acosta y Boscán (2012), encontraron que los docentes de biología utilizan casi siempre estrategias cognoscitivas lo cual promueve el aprendizaje significativo, favoreciendo el pensamiento crítico, complejo y reflexivo; por lo cual concluyen que es necesario que los alumnos elaboren resúmenes que contribuyen a la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias biológicas.

Para Pimienta (2012), y otros autores, las estrategias de enseñanza son instrumentos que los docentes utilizan en clases para promover el aprendizaje de los alumnos, además de favorecer el desarrollo de las competencias académicas con base en una secuencia didáctica (inicio, desarrollo y cierre); Vera y Vera (2011) mencionan que son estrategias instruccionales

que pueden ser usadas en diversos momentos a lo largo de una secuencia de enseñanza con el fin de lograr el aprendizaje y que sea capaz de aplicarlo en su vida cotidiana.

Para Campos (2000), las estrategias de enseñanza son instrumentos para medir, promover, facilitar y organizar el proceso del aprendizaje; García y Cañal de León (1995) indican que es un sistema particular conformado por actividades de enseñanza; por su parte Anijovich y Mora (2009), destaca que son lineamientos para orientar la enseñanza en el aprendizaje de un tema, bajo tres premisas: ¿qué queremos? ¿por qué queremos? y ¿para qué queremos? que comprendan un contenido.

Es por ello, que en este trabajo nos dimos a la tarea de desarrollar una secuencia didáctica centrada en el estudiante, en el que se incluyeron estrategias didácticas como la obtención de conocimientos previos a través de un cuestionario diagnóstico (uso de preguntas abiertas), revisión de diversos materiales (video, lectura de artículo) siguiendo un modelo constructivista, investigación de temáticas, aplicación de conocimientos en ensayo científico (prácticas de laboratorio) y cuestionario final (evaluación de aprendizajes adquiridos).

## **EVOLUCIÓN BIOLÓGICA Y SU ENSEÑANZA**

La biología contemporánea es una ciencia compleja que se conforma de dos campos de estudio que difieren en su metodología y de sus conceptos básicos, la biología funcional y la biología evolutiva. La biología funcional trata de la interacción de los elementos estructurales como los son las moléculas, los órganos y los individuos completos y la biología evolutiva es el tema unificador que parte del estudio de los eventos biológicos, tanto pasados como los presentes (Barahona y Cortes, 2008).

La evolución biológica fue mencionada por primera vez por Charles Darwin en 1859, a través de la publicación de *el Origen de las especies por selección natural*. En este libro Darwin concluye que todas las especies en la Tierra han cambiado con el tiempo debido a procesos naturales, que las especies están relacionadas entre sí, y que comparten ancestros comunes, siendo que la gran diversidad de especies (registro fósil y los actuales) han sido el resultado del proceso de evolución biológica, que se lleva a cabo a través de millones de años y que es un proceso que continúa hoy en día (Ochoa y Barahona, 2019).

Aunque ya sabemos que Darwin no fue el único autor en proponer la teoría de la evolución biológica, si fue el primero en publicar sus observaciones. Las ideas de Darwin impactaron las creencias y comportamientos de la sociedad del siglo XIX, y fueron aceptadas durante el siglo XX, al ser completada con los estudios de la herencia y la variación que era heredada de generación en generación, así como, la biogeografía.

En 1973, Theodosius Dobzhansky, acuñó la frase “nada en biología tiene sentido si no es a la luz de la evolución”, en la cual destaca la importancia de la evolución biológica como un elemento importante en la biología. A partir de su contribución *La genética y el origen de las especies*, dio inicio la teoría sintética o teoría moderna de la evolución biológica, que finalmente integró la teoría de la selección natural y la genética mendeliana, dando pie a otras contribuciones.

A partir de la década de 1950, se consideró a la selección natural como el mecanismo por el cual, se puede entender la distribución geográfica de los organismos, el registro fósil, la biodiversidad, el origen de las especies y la adaptación (Molina, 1996; Barahona y Torrens, (2017).

La Teoría sintética sostiene que la evolución biológica es el resultado de diversos factores como:

1. Mutación – relacionado con los cambios en el material genético,
2. Recombinación genética – Intercambio de cromosomas homólogos durante la gametogénesis,
3. Flujo génico – entrada y salida de genes de la población,
4. Selección natural – Adaptaciones morfológicas, fisiológicas y de comportamiento de los organismos,
5. Aislamiento reproductivo – barreras que limitan la reproducción entre diferentes especies o poblaciones,
6. Variaciones genéticas al azar o deriva genética – cambios en la composición genética de las poblaciones.

De los cuales, la mutación, la recombinación genética y el flujo génico, promueven la variabilidad genética poblacional; la selección natural orienta el cambio evolutivo; el aislamiento reproductivo garantiza la diferenciación de las especies y finalmente, las variaciones genéticas al azar hay cambios, pero no necesariamente por selección natural (Salgado y Arcucci, 2016).

La evolución biológica entonces se define como el proceso de cambio y diversificación de los organismos a través del tiempo, que afectan todos los aspectos de su vida, como la morfología, la fisiología, el comportamiento y la ecología (Barahona y Cortés, 2008). Es por ello, que hoy en día puede verse inmersa en diversas disciplinas, como, por ejemplo: la

embriología, la bioquímica, la sistemática, la genética, la fisiología, la ecología e incluso la filosofía de la ciencia (Ayala, 1987 en Barahona y Piñero, 1994).

Barahona y Torrens (2017), mencionan que la teoría evolutiva es importante en la educación ya que es el pilar por el cual, pueden explicarse los procesos, fenómenos y particularidades que observamos en nuestro entorno. Otros autores, como Zuzovski (1994), Guillén (1994), Sánchez (2000), indican que la teoría de la evolución biológica es parte fundamental de la biología y de la cultura científica; siendo un concepto unificador y organizador del conocimiento biológico, por lo cual, juega un papel primordial en la enseñanza de la Biología.

Dentro de la enseñanza-aprendizaje de la biología destacan algunos problemas relacionados con la interpretación de los fenómenos biológicos, con los conceptos clave, con la comprensión del cambio en una población, y en función de la variación. Es por ello, que es importante analizar ¿cómo los estudiantes conciben el cambio de una población? y ¿cómo argumentan los procesos biológicos a partir del concepto de la evolución biológica? (Alucema, 1996; Barahona y Cortés, 2008). Estos errores pueden explicarse desde el conflicto que se genera entre el conocimiento científico y el religioso.

Barahona y Cortés (2018), establecen que para entender la teoría sintética de la evolución biológica el estudiante debe fortalecer su base conceptual desde diversas disciplinas para que pueda interpretar los procesos biológicos, esto es, debe desarrollar la capacidad para aprender, construir y manejar el conocimiento desde la perspectiva de la construcción del conocimiento biológico.



Los estudiantes de la Maestría en Docencia para la Educación Media Superior han propuesto a través de sus trabajos de grado diversas estrategias o metodologías para la impartición del tema de evolución biológica bajo la aplicación de nuevas metodologías como: el constructivismo (Hernández, 1994; Guzmán, 2013), el aprendizaje significativo (Hernández, 2012; Acosta, 2014; Tapia, 2019), metodologías activas (Ayala, 2017); aquellas que utilizan las ideas previas y concepciones alternativas (Reyes, 2013; Sánchez, 2000; Rosas, 2012), el análisis de la construcción conceptual (Alucema, 1996) y la comprensión del tema a través de diversos recursos como uso y desarrollo de software (Álvarez, 2010), el uso de historietas (Aquino, 2019), mapas mentales, comics entre otros.

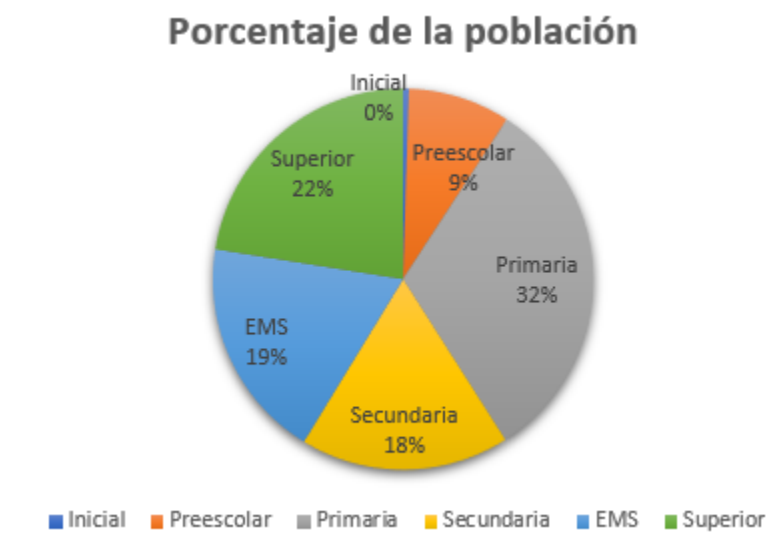
Los estudios hasta ahora revisados muestran que, a nivel secundaria, existen textos con conceptos muy elevados para la comprensión lectora de los estudiantes lo que provoca en gran medida una aversión o falta de interés hacia la ciencia; por lo que puede ser una barrera que reduce en gran medida el aprendizaje (Cuevas, 1990 citado por Hernández, 1994).

### **MEXICO: CONTEXTO DE LOS ESTUDIANTES**

De acuerdo con el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) en el 2020, habitaban 126,014.024 personas en México, de las cuales se esperaba que el 8.6% (10,806 690 personas) estuviera cursando la Educación Media Superior (EMS), representado por el 4.3% hombres (5,462,150) y el 4.3% mujeres (5,344,540), de las cuales solo el 45.3% asiste a la escuela.

En la Ciudad de México contamos con una población de 9,209,944 habitantes de los cuales para el ciclo escolar 2021-2022 (INEGI, 2020), la matrícula del sistema escolarizado es equivalente a 2,943,241 estudiantes los cuales se encuentran distribuidos de la siguiente manera:

**Gráfico 1 - Porcentaje de la población en edad escolar**



*Nota.* Estructura de la población de acuerdo con el nivel educativo

En la encuesta de Jóvenes en México (EJM) 2019 del Observatorio de la Juventud en Iberoamérica (OJI) menciona:

“los obstáculos para ingresar y permanecer en la escuela pública de media superior mencionados por las y los jóvenes son principalmente de índole económica, relacionados con la imposibilidad de costear los insumos escolares y las cuotas que cobran en las escuelas, a pesar de ser instituciones públicas, seguido de la dificultad de los trámites y cuotas de inscripción y en menor proporción (8.4%) por la lejanía de la escuela. Respecto a las razones de abandono, el 36.4% de las y los jóvenes declararon haber abandonado por cuestiones

económicas, por falta de dinero en el hogar para útiles, pasajes o inscripciones o por darle prioridad al trabajo (7.2%), mientras que el 7.8% declararon que abandonaron la escuela porque no les gustaba el estudio o por problemas relacionados con el estudio (7.5 por problemas para entenderles a los maestros y 6% por reprobación de materias) y en una menor proporción por haberse embarazado (4.7%)” (SEP, 2020, p. 12).

México ha dedicado importantes esfuerzos y recursos para avanzar en el desarrollo de un sistema educativo incluyente y de calidad, desafío muy grande por todos los rezagos históricos y el enorme reto que representa el tamaño de la población de niños y jóvenes. Por lo cual, México debe garantizar que sus esfuerzos, incluyendo la reciente reforma educativa, se traduzcan en oportunidades reales de mejora en la calidad de la educación y en el acceso para todos.

### **ESCUELA NACIONAL PREPARATORIA No 5 “JOSÉ VASCONCELOS”**

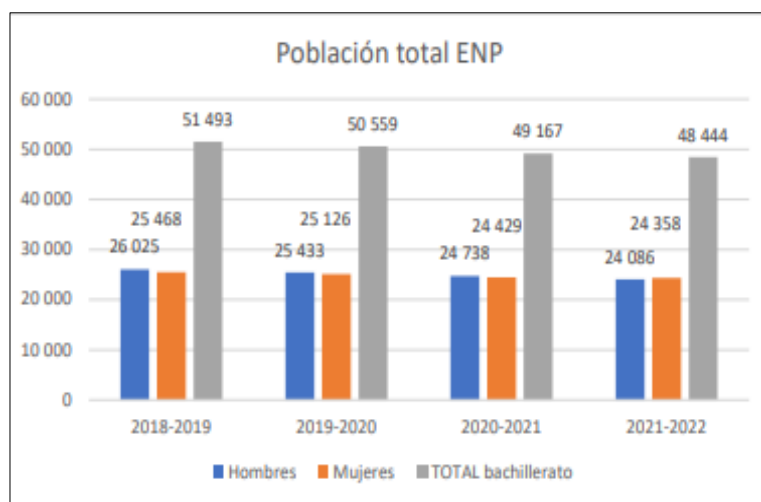
La Escuela Nacional Preparatoria se encuentra entre las opciones de bachillerato más solicitadas en el concurso de Asignación de la Comisión Metropolitana de Instituciones Públicas de Educación Media Superior (COMIPEMS).

La Escuela Nacional Preparatoria, forma parte del sistema educativo mexicano y es uno de los sistemas de bachillerato de la UNAM, de acuerdo con su página web, los 9 planteles constan de infraestructura necesaria para el desarrollo y atención de alrededor de 50,000 estudiantes y 2400 docentes. Su misión se enfoca en ofrecer una educación de calidad que

permita a los estudiantes su incorporación a la educación superior y así poder enfrentar los problemas del mundo actual.

De acuerdo con el informe de gestión 2018-2022, la población estudiantil de la Escuela Nacional Preparatoria (ENP) es casi de 50,000 jóvenes, de los cuales el 50% son hombres y 50% mujeres (Valle, 2022).

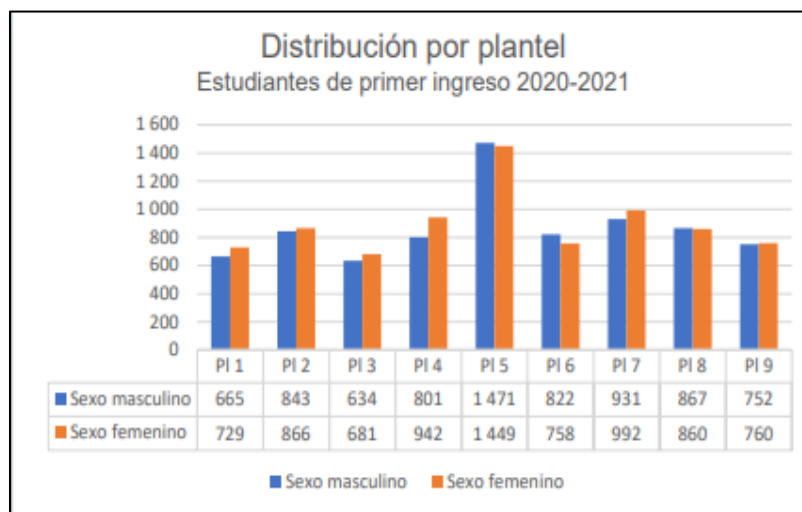
**Figura 1 - Población de la ENP**



*Nota.* Figura tomada del informe de gestión 2018-2022 (Valle, 2022).

Como podemos ver en la siguiente Figura 2, la distribución de los más de 15,000 estudiantes, se distribuyen en las 9 escuelas existentes, donde la ENP No 5, alberga la mayor población (Valle, 2022).

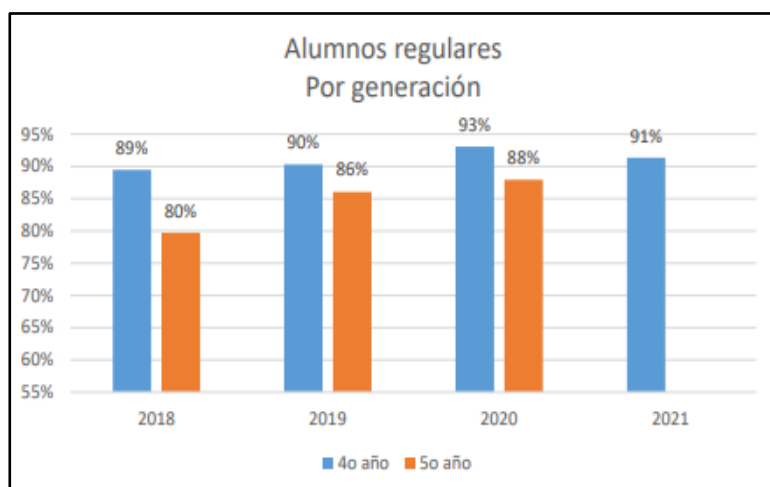
**Figura 2 - Distribución de estudiantes en los 9 planteles de la UNAM**



*Nota.* Figura tomada del informe de gestión 2018-2022 (Valle, 2022).

En cuanto al promedio de alumnos que terminan este nivel educativo, Valle (2022) menciona que, al cierre del 2020, aumentó en un 88% (hay que tomar en cuenta, que estas generaciones, 2019 y 2020, realizaron la preparatoria a distancia, por la pandemia COVID), siendo que en otros años el porcentaje final era de alrededor del 80% (ver Figura 3).

**Figura 3 - Alumnos regulares por generación.**



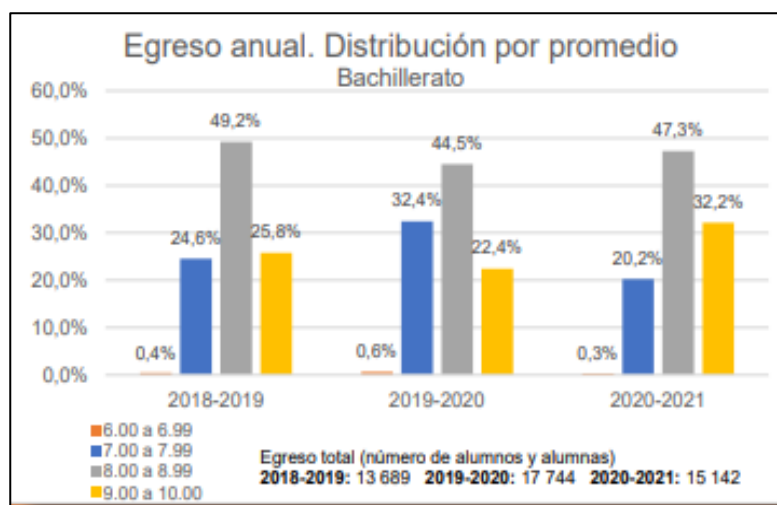
*Nota.* Figura tomada del informe de gestión 2018-2022 (Valle, 2022).

En el nivel bachillerato, las principales asignaturas con mayor índice reprobatorio se encuentran: Dibujo II, Educación Estética y Artística IV, Física III y Matemáticas IV, que corresponden al 4° año, y en el caso de 5° año, Etimologías Grecolatinas, Matemáticas V y Química III. Los porcentajes varían entre el 13% y el 24% (Valle, 2022).

Valle (2022), menciona que los estudiantes que no acreditan sus asignaturas en periodo ordinario, entre el 61% y el 96%, según la asignatura, tampoco logran aprobar el examen extraordinario correspondiente. Las asignaturas de 4° año que presentan mayores índices en estos exámenes son Física III, Informática, Lógica, Matemáticas IV; para 5° año, Ética y Matemáticas V, y para 6° año, Estadística y Probabilidad.

En cuanto al promedio obtenido al final de este nivel educativo se puede observar que el 45% de los egresados se encuentra en un promedio entre 8 y 8.99, mientras que en un 15 a 20% egresa con un promedio mayor a 9 (Figura 4).

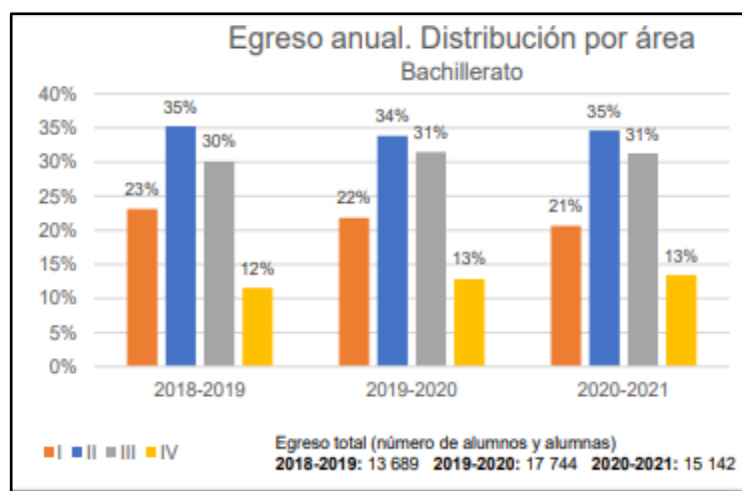
**Figura 4 - Promedio de egresados ENP**



*Nota.* Figura tomada del informe de gestión 2018-2022 (Valle, 2022).

--Las áreas de mayor interés por los egresados de la ENP son el Área II que corresponde a la Ciencias Biológicas y de la Salud, y Área III de las Ciencias Sociales con un 31%, ver figura 5.

**Figura 5 Distribución de egresados por área**



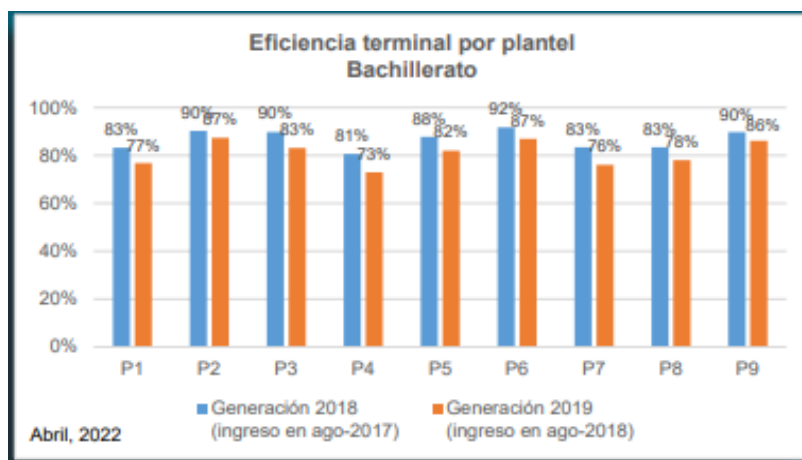
*Nota.* Figura tomada del informe de gestión 2018-2022 (Valle, 2022).

Con respecto a la eficiencia terminal, el índice promedio de término es de un 86%, sin embargo, solo el 74 egresa en 3 años, por su otra parte, las generaciones de la preparatoria No 5 “José Vasconcelos”, de los años 2018 y 2019, sólo fue del 88 y 82% respectivamente, por debajo de la preparatoria 6 “Antonio Caso” que tiene los porcentajes más altos (92 y 87% respectivamente), ver figura 6.

Los retos a los cuales se enfrentan los docentes de este nivel superior están relacionados con el sobrecupo en las aulas, lo que en muchas ocasiones provoca incurrir en la enseñanza tradicional, ya que es difícil la atención uno a uno. De acuerdo con Alvarado (2014), el sobrecupo propicia el uso mayoritario del Modelo expositivo y memorístico que evidentemente impacta en el aprovechamiento escolar. Por otra parte, y ante la alta población estudiantil, las

actividades didácticas se encuentran reducidas en las planeaciones escolares, ya que difícilmente podría atenderse al estudiante

**Figura 6 Eficiencia terminal por plantel**



*Nota.* Figura tomada del informe de gestión 2018-2022 (Valle, 2022).

. En la revisión previa de los trabajos de investigación de los maestrantes de MADEMS, logré identificar que en su mayoría fueron aplicados en grupos que correspondían al Colegio de Ciencias y Humanidades, por el cual, elegí trabajar con grupos numerosos para valorar las estrategias de enseñanza en el aprendizaje significativo.

## **REVISIÓN DEL PROGRAMA DE ESTUDIO DEL NIVEL BÁSICO SECUNDARIA**

Las propuestas curriculares en ellos Planes de Estudio, deben partir desde la revisión del nivel, con el objetivo esencial de cumplir con una secuencia y con un fortalecimiento de los conocimientos, aprendizajes y el desarrollo de habilidades de acuerdo con la edad y a la complejidad de las temáticas.



Por ello, en nuestro país el Congreso de la Unión en el año de 2012, aprobó una educación obligatoria de quince grados escolares, esto es, la educación preescolar, primaria, secundaria y la educación media superior.

En la siguiente tabla, se elabora un resumen del Plan de estudio del nivel básico-secundaria.

**Tabla 1** Distribución de Ejes y Temas en el Plan de estudio Nivel Secundaria

Nivel escolar y campo de exploración y comprensión del Mundo Natural y Social	Eje principal	Propósito general, para mejorar su aprendizaje se requiere:	Enfoque
Secundaria / Ciencias. Biología	Exploración y comprensión del Mundo Natural y Social	Estructuras conceptuales y procesos cognitivos en un contexto educativo.	Orientada al desarrollo de procesos de representación de observaciones, relaciones y concepciones.
		Un marco epistemológico para el desarrollo y la evaluación del conocimiento	Favorecer la indagación, entendida como un proceso complejo que atiende las características generales de la naturaleza de la ciencia
		Procesos sociales y contextuales sobre cómo comunicar el conocimiento, representarlo, argumentar y debatir.	Fomentar la argumentación, la comunicación, las actitudes y los valores en torno a la relación con la naturaleza y la sustentabilidad.
Ejes	Temas	Aprendizajes esperados	
Materia, energía e interacciones	Propiedades	Identifica a la célula como la unidad estructural de los seres vivos.	
	Interacciones	Infiere el papel que juegan las interacciones depredador-presa y la competencia en el equilibrio de las poblaciones en un ecosistema.	
	Naturaleza macro, micro y submicro	Identifica las funciones de la célula y sus estructuras básicas (pared celular, membrana, citoplasma y núcleo).	
Sistemas	Sistemas del cuerpo humano y salud	Explica la coordinación del sistema nervioso en el funcionamiento del cuerpo. Explica cómo evitar el sobrepeso y la obesidad con base en las características de la dieta correcta y las necesidades energéticas en la adolescencia. Argumenta los beneficios de aplazar el inicio de las relaciones sexuales y de practicar una sexualidad responsable, segura y satisfactoria, libre de miedos, culpas, falsas creencias, coerción, discriminación y violencia como parte de su proyecto de vida en el marco de la salud sexual y reproductiva.	

		Compara la eficacia de los diferentes métodos anticonceptivos en la perspectiva de evitar el embarazo en la adolescencia y prevenir ITS, incluidas VPH y VIH. Explica las implicaciones de las adicciones en la salud personal, familiar y en la sociedad.
	Ecosistemas	Representa las transformaciones de la energía en los ecosistemas, en función de la fuente primaria y las cadenas tróficas.
Diversidad, continuidad y cambio	Biodiversidad	Explica la importancia ética, estética, ecológica y cultural de la biodiversidad en México. Compara la diversidad de formas de nutrición, relación con el medio y reproducción e identifica que son resultado de la evolución biológica. Valora las implicaciones éticas de la manipulación genética en la salud y el medioambiente.
	Tiempo y cambio	Reconoce que el conocimiento de los seres vivos se actualiza con base en las explicaciones de Darwin acerca del cambio de los seres vivos en el tiempo (relación entre el medioambiente, las características adaptativas y la sobrevivencia). Identifica cómo los cambios tecnológicos favorecen el avance en el conocimiento de los seres vivos.
	Continuidad y Ciclos	Describe la importancia, funciones y ubicación de los cromosomas, genes y ADN.

*Nota.* Resumen del Plan de estudio del nivel básico Secundaria, diseño propio.

Como podemos observar en la Tabla 1, el plan de estudio se encuentra distribuido en tres ejes principales: 1) Materia, Energía e Interacciones, 2) Sistemas y 3) Diversidad, continuidad y cambio; en los cuales encontramos ocho temas asociados a la materia, la energía y sus interacciones, el medioambiente y la salud (SEP, 2017).

Cabe mencionar que la secuenciación entre Ejes y Temas son flexibles, lo cual favorece la impartición de acuerdo con los intereses o necesidades del estudiante y de acuerdo con los criterios del docente.

Sin embargo, y de acuerdo con nuestro estudio, el tema de Evolución biológica se ubica en el eje Diversidad, continuidad y cambio; formando parte del Tema Tiempo y cambio y se aborda como “las explicaciones de Darwin acerca del cambio de los seres vivos en el tiempo (relación entre el medioambiente, las características adaptativas y la sobrevivencia)”.

En la sección de Orientaciones didácticas se especifican los subtemas a revisar, así como algunos recursos que apoyan su impartición los cuales se describen a continuación:

**Tabla 2** Distribución de subtemas, plan de estudios SEP 2017

Temas	Sugerencias de recursos
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Charles Darwin y sus viajes en el Beagle.</li> <li>• Papel fundamental de las adaptaciones en la supervivencia de las especies.</li> <li>• Ejemplos de adaptaciones y características que favorecen la reproducción y la supervivencia.</li> <li>• Diversidad en las características morfológicas o de comportamiento de los seres vivos.</li> <li>• Evidencias de la evolución biológica.</li> <li>• Identificar adaptaciones en plantas y animales.</li> <li>• Importancia del registro fósil.</li> <li>• Problemas históricos relacionados con la evolución biológica de los seres vivos.</li> <li>• Avances tecnológicos y aportaciones al conocimiento de los seres vivos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Videos</li> <li>• Documentales</li> <li>• Revistas científicas de divulgación</li> <li>• Libros físicos</li> <li>• Página web: Darwin, el viaje de un naturalista alrededor del mundo</li> <li>• Podcast “El pensamiento que cambió al mundo, Darwin” del Dr. José Sarukhán en Descargas UNAM</li> <li>• Artículo “Darwin tenía razón, investigación y ciencia.</li> <li>• Visitas a Jardín Botánico o parques</li> </ul>

*Nota.* Listado de subtemas y recursos sugeridos para la impartición del tema de Evolución biológica en el Plan de estudio del nivel básico Secundaria.

El análisis del plan de estudios de Secundaria se realiza con la intención de conocer una posible conexión con el plan de estudio de la Escuela Nacional Preparatoria, y, por otro lado, revisar como se aborda el tema en secundaria.

## REVISIÓN DEL PLAN DE ESTUDIOS (1996), ESCUELA NACIONAL PREPARATORIA

El plan de estudios (1996) de la asignatura de Biología IV, fue aprobado por el Honorable Consejo Técnico el 17 de mayo de 2017 e implementado en las Escuela Nacional Preparatoria en el ciclo escolar 2017-2018.

A través de esta propuesta, se pretende contribuir en la formación del pensamiento científico y a una cultura biológica en el alumno.

**Tabla 3** Resumen Plan de estudios (1996) de la asignatura de Biología IV

Clave		Semestre / Año	Créditos	Área	Tipo	
1502		5° año	14	Ciencias Naturales	T ( )	P ( )
				Etapa	T/P (X)	
Modalidad		Curso (X) Taller ( ) Lab ( ) Sem ( )		Horas		
Carácter		Obligatorio (X) Optativo ( ) Obligatorio de elección ( ) Optativo de elección ( )		120		
				Semana	Semestre / Año	
				Teóricas	3	Teóricas 90
				Prácticas	1	Prácticas 30
				Total	4	Total 120

**El objetivo general** de este curso comprende que:

El alumno desarrollará una cultura biológica general a través de la investigación y el análisis de problemas actuales, como el impacto del calentamiento global en los seres vivos, la pérdida de la biodiversidad. El alumno relacione las aportaciones de la investigación biológica para la comprensión de alteraciones en los procesos celulares, por medio de la lectura y escritura de textos, el uso de diferentes tecnologías digitales aplicadas en el proceso de aprendizaje, y el desarrollo de habilidades para el trabajo de laboratorio, con el fin de valorar la importancia de los conocimientos biológicos y tener actitudes críticas, reflexivas y propositivas ante su entorno natural y social.

<b>Objetivos específicos:</b>		
<b>Unidad 1</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Investigará los conceptos básicos del área de ecología para comprender las causas y efectos del cambio climático, mediante la lectura de material bibliográfico, hemerográfico y en línea.</li> <li>• Analizará aspectos claves en la problemática del cambio climático para la toma de decisiones y la propuesta de acciones ambientales con base en la comprensión de información básica.</li> <li>• Explicará la importancia de un cambio en el estilo de vida para desarrollar valores de respeto y responsabilidad con el resto de los seres vivos y el ambiente, a través de la promoción de acciones positivas que incluyan el uso racional de los recursos naturales.</li> </ul>		
<b>Unidad 2</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Analizará las causas de la pérdida de biodiversidad en México y el planeta, a través del análisis de lecturas y gráficas, así como del estudio de casos, utilizando las tecnologías de la información y comunicación para entender las repercusiones ambientales de esta problemática.</li> <li>• Reflexionará sobre las posibles soluciones al problema de la pérdida de la biodiversidad a través del análisis de casos concretos para que valore la importancia de su conservación.</li> </ul>		
<b>Unidad 3</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Explicará la organización y funciones celulares como base para entender algunas alteraciones metabólicas, fisiológicas y genéticas.</li> <li>• Explicará alteraciones en el metabolismo de la célula, mediante el análisis de ejemplos concretos como la diabetes, el cáncer y las miopatías mitocondriales, para responder a interrogantes sobre su origen.</li> <li>• Analizará, mediante la organización e interpretación de información, cómo el estudio y la investigación biológica han dado avances biotecnológicos, para valorar las aportaciones de la biología en la mejora de la calidad de vida.</li> </ul>		
<b>Unidades y número de horas:</b>		
<b>Unidad 1</b>	Los seres vivos y el cambio climático	Horas teóricas: 30 Horas prácticas: 10.
<b>Unidad 2</b>	Pérdida de la biodiversidad, una problemática en México y el mundo.	Horas teóricas: 30 Horas prácticas: 10
<b>Unidad 3</b>	La investigación biológica y sus aportaciones para la comprensión de alteraciones en los procesos celulares.	Horas teóricas: 30 Horas prácticas: 10
<b>UNIDADES Y CONTENIDO</b>		
<b>Unidad 1 - Los seres vivos y el cambio climático</b>	1.1 El cambio climático y su relación con problemas ambientales: incremento de temperatura, lluvias intensas, sequías, ondas de calor, disminución de glaciares y de la cubierta de nieve, cambio en la salinidad y pH de los océanos, incremento en el número de huracanes. 1.2 Calentamiento global: gases de efecto invernadero, efecto invernadero, la fotosíntesis como proceso captador de CO <sub>2</sub> . 1.3 México ante el cambio climático: acciones gubernamentales de mitigación y adaptación. 1.4 Sustentabilidad y servicios ecosistémicos: de abastecimiento, de regulación, apoyo y culturales. 1.5 Estructura y función de los ecosistemas. 1.6 Tipos de ecosistemas. 1.7 Ciclos biogeoquímicos: carbono, nitrógeno, fósforo y azufre. 1.8 Aportaciones de otras ciencias para el estudio del cambio climático: química, física, geografía, matemáticas, informática, etc. 1.9 Metodología de la Investigación.	
<b>Unidad 2 - Pérdida de la biodiversidad, una problemática en México y el mundo.</b>	2.1 México y el mundo ante la pérdida de la biodiversidad. 2.2 México, país Megadiverso.	

	<p>2.3 Problemas asociados a la disminución de la biodiversidad: pérdida del hábitat, especies invasoras, sobreexplotación, contaminación y cambio climático.</p> <p>2.4 La evolución como generadora de la biodiversidad:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ mecanismos de la evolución: selección natural, deriva génica, mutación y migración;</li> <li>○ procesos de especiación: alopátrica y simpátrica.</li> </ul> <p>2.5 Factores que determinan la diversidad biológica: clima, humedad, temperatura, altitud y latitud, salinidad del agua, cantidad de luz solar, tipo de suelo y relieve.</p> <p>2.6 Concepto y niveles de diversidad biológica: genética, ecológica y de especies.</p> <p>2.7 Endemismos mexicanos: causas, distribución e importancia.</p> <p>2.8 Bioprospección: definición y ejemplos en México.</p> <p>2.9 Biopiratería: concepto y ejemplos de biopiratería con especies mexicanas.</p> <p>2.10 El papel del hombre ante la pérdida de la biodiversidad.</p>
<p><b>Unidad 3 - La investigación biológica y sus aportaciones para la comprensión de alteraciones en los procesos celulares.</b></p>	<p>3.1 La investigación biológica y sus aportaciones para la comprensión de <b>alteraciones</b> en los procesos celulares: ejemplos de investigaciones y aportaciones en distintas áreas como biología celular y molecular, genómica, edición del genoma, proteómica y transgénicos, entre otros.</p> <p>3.2 <b>Origen</b> de alteraciones celulares, metabólicas y genéticas precursoras de cáncer, diabetes y miopatías mitocondriales.</p> <p>3.3 Los virus y su relación con el cáncer.</p> <p>3.4 Niveles de organización de la materia viva.</p> <p>3.5 Bioelementos y biomoléculas.</p> <p>3.6 Estructura y funciones celulares.</p> <p>3.7 <b>Respiración</b> celular como proceso metabólico productor de energía.</p> <p>3.8 Ciclo celular.</p> <p>3.9 Genes y cromosomas.</p>

*Nota.* Resumen del Plan de estudio (1996) de la asignatura de Biología IV

El programa sugiere que estos temas pueden trabajarse usando las siguientes estrategias:

**Tabla 4** Estrategias didácticas y de aprendizaje.

Estrategias didácticas	Estrategias de aprendizaje
Exposición	Exámenes parciales
Trabajo en equipo	Examen final
Lecturas	Trabajos y tareas
Trabajo de investigación	Presentación de tema
Prácticas (taller o laboratorio)	Participación en clase
Casos de enseñanza	Asistencia
Ensayos	Rúbricas
Mapas mentales y conceptuales	Portafolios
Monografías	Listas de cotejo
Videos	Cuestionarios
Simuladores	Reportes de práctica
	Coevaluación
	Autoevaluación

Ahora bien, para este trabajo de investigación se selecciona el tema 2.4 *La evolución como generadora de la biodiversidad*, para diseñar y desarrollar la secuencia didáctica que se implementará en la Escuela Nacional Preparatoria, tomando en cuenta la información siguiente (Tabla 5):

**Tabla 5** Estructura del tema de evolución biológica de acuerdo con el Plan de estudios (1996) de la Escuela Nacional Preparatoria.

Título de la actividad	La evolución como generadora de la biodiversidad.
<b>Objetivo</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Reflexionará sobre las posibles soluciones al problema de la pérdida de la biodiversidad a través del análisis de casos concretos para que valore la importancia de su conservación.</li> </ul>
<b>Contenidos conceptuales</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• La evolución como generadora de la biodiversidad:               <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Mecanismos de la evolución: selección natural, deriva génica, mutación y migración.</li> <li>○ Procesos de especiación: alopátrica y simpátrica.</li> </ul> </li> </ul>
<b>Contenido procedimental</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Elaboración de organizadores gráficos sobre algunos de los mecanismos evolutivos generadores de diversidad biológica, para su descripción e interpretación.</li> <li>• Desarrollo de actividades de laboratorio orientadas al estudio de los aspectos relacionados con la generación y pérdida de la biodiversidad y que propicien la elaboración de hipótesis, el desarrollo experimental y el análisis de resultados.</li> </ul>
<b>Contenido actitudinal</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Valoración del papel de los procesos evolutivos en el origen de la biodiversidad.</li> </ul>

*Nota.* Contenidos conceptuales, procedimentales y actitudinales del tema Evolución biológica en el Plan de estudios (1996) de la Escuela Nacional Preparatoria.

Como bien lo menciona Ruiz, et al (2012) y como lo observamos en el plan de estudio del nivel básico secundaria y el plan de estudio (1996) de la asignatura de Biología IV, el tema de evolución biológica se encuentra inmerso en espacios restringidos y aislados de cada una de los planes de estudio, no se presenta como el tema unificador que ya hemos mencionado, ni tampoco nos permite relacionarlo con otras temáticas en biología, esto es, lo que se estudia en la secundaria, con lo que debe aprender el estudiante en preparatoria, por lo cual, se generan

conocimientos aislados e insuficientes (en tiempo), para aprender el tema de evolución biológica.

Valencia, et al (2022), menciona que enseñar evolución biológica en los niveles obligatorios constituye todo un reto para los docentes, ya que debe considerarse que el bachillerato es el último nivel en el cual, podemos contribuir para la alfabetización científica de los estudiantes, por lo cual, la formación de la ciudadanía requiere comprender y explicar fenómenos importantes para la vida diaria.

Por lo tanto, la enseñanza de la teoría evolutiva no está enfocada solo para la formación de futuros científicos sino trasciende a la comprensión del mundo que nos rodea y debería ser parte de la cultura general de la población, en donde lo científico se compagina con otras áreas del conocimiento como la filosofía, el arte, la tecnología, la historia (Valencia, et al, 2022), lo que posibilita construir sociedades más equitativas, plurales, democráticas y con marcos referenciales que permitan tomar mejores decisiones individuales y colectivas (Ruiz, et al, 2012).

Un punto relevante estudiado en el trabajo de investigación de Valencia, et al, (2022) en donde analiza las competencias de egreso en el nivel básico secundaria (bajo los criterios descritos en el plan de estudios) comparado con las competencias de ingreso al Nivel Medio Superior, detectan que contienen objetivos a alcanzar ambiciosos y que no existe una correlación entre un nivel y otro. En el mismo estudio analizan los reactivos con la temática de evolución biológica, que se usaron para el examen único para el ingreso a Bachillerato y que se revisaron en la Guía del Examen Nacional de Ingreso a la Educación Media Superior (EXANI-I), en la Guía interactiva del examen de la COMIPEMS 2019, y en la Guía 2019 para preparar



el examen de selección para ingresar a la educación media superior UNAM; notaron que hay una gran incongruencia en los estándares que debieran alcanzar los estudiantes en la secundaria para su ingreso al nivel bachillerato a pesar de que ambos planes se rigen por reformas constructivistas, observando que el tema de la evolución biológica no es eje rector en ninguno de los casos y se presentan como un tema aislado; al analizar las preguntas, bajo la Taxonomía de Bloom<sup>5</sup> estas se encuentran en un nivel 2 (Conocimiento nivel 1, Comprensión nivel 2), esto quiere decir que las habilidades cognitivas requeridas para la resolución del examen son bajas si las contrastamos con las habilidades altas que se esperan como resultado de los planes de estudio constructivistas implementado en secundaria y cuando los reactivos debieran formularse con un nivel 6 (Evaluación – formular juicios de valor) de acuerdo con los requerimientos de la evaluación PISA (ver Figura 7).

**Figura 7 Ejemplos de reactivos en 3 diferentes guías de estudio**

Guía de estudio	Reactivos	Nivel taxonómico
Guía del Examen Nacional de Ingreso a la Educación Media Superior (EXANI-I) 2019	1. Cuando un río, lago o cañón dividen una o más poblaciones y con el tiempo éstas adquieren características diferentes, se presenta una especiación: A) por coevolución, B) de aislamiento reproductivo, C) de aislamiento geográfico, D) por hibridación	2
Guía interactiva del examen de la COMIPEMS 2019	2. ¿Qué relación existe entre la adaptación de las especies y la selección natural como mecanismo evolutivo? A) La selección natural es un resultado de la adaptación de las especies a lo largo de la historia evolutiva, B) Son dos procesos evolutivos divergentes que se dieron en diferentes eventos, C) La adaptación es una consecuencia de la selección natural de las especies, D) La selección natural es un fenómeno aislado de adaptación por el rápido cambio de los organismos	2
	3. Científico que explica la evolución de las especies a través de la selección natural. A) Gregor Mendel, B) Robert Hooke, C) Louis Pasteur, D) Charles Darwin	1
	4. El surgimiento de las aletas en las ballenas es un ejemplo del proceso evolutivo llamado: A) adaptación, B) especiación, C) selección natural, D) diversificación	2
Guía 2019 para preparar el examen de selección para ingresar a la educación media superior (UNAM)	5. Promueve el cambio de las especies, según la Teoría de la Evolución propuesta por Charles Darwin. A) Necesidad interna al cambio, B) Ausencia de mutaciones, C) Selección Natural, D) Herencia de caracteres adquiridos	1

*Nota.* Tomado de Valencia, et al, 2022.

<sup>5</sup> Taxonomía de Bloom – Bloom desarrolló una jerarquía de los objetivos que se querían alcanzar con el alumnado dividiéndolo en tres ámbitos: ámbito cognitivo, ámbito afectivo y ámbito psicomotor. Representan los resultados deseados del proceso educativo, esto es, la manera en que los estudiantes deberán actuar, pensar o sentir, como resultado de su participación en alguna unidad de instrucción (Valencia, et al, 2022, p.15).

Por su parte, Barahona y Torrens (2017), han realizado diversos trabajos de investigación en torno a la enseñanza de la evolución biológica, y han aportado información relevante de su presencia en libros de texto tanto en primaria como en secundaria analizando su pertinencia a los planes de estudio en la educación básica y su relación con los estándares de calidad educativa; también se han realizado estudios en el análisis de las representaciones gráficas, aunado a su colaboración (Barahona y Bonilla, 2009) en la inclusión del tema de evolución biológica a través de la edición de libros de texto a nivel primaria y preparatoria en nuestro país, con el fin de realizar cambios sustantivos en el currículo de la enseñanza básica.

Chamizo (2017), menciona que el currículo es un documento concreto de un proyecto cultural que se desarrolla en un contexto institucional en específico que se puede modificar de manera individual o colectiva como resultado del trabajo cotidiano, tanto en aulas como en los laboratorios y con ello, se puede llegar al éxito con una propuesta curricular, siempre y cuando se atienda a todos los actores involucrados, se propongan objetivos claros, se mantengan instalaciones y materiales educativos apropiados, tener profesores bien capacitados y con ello, alumnos dedicados.

Ahora bien, es importante mencionar que los planes de estudio arriba mencionados no están formulados en las necesidades de la población estudiantil ni del docente, sino tiene implicaciones políticas.

Por otra parte, es importante tomar en cuenta que en el nivel secundaria la asignatura de Biología se cursa únicamente en el primer año (5 horas a la semana) y es hasta 3 años después que se retoma en el Nivel Medio Superior, donde, para el Colegio de Ciencia y Humanidades tiene una carga horaria de 5 horas a la semana (Plan de estudios 2016 de Biología II) y una

disponibilidad para impartir en la Unidad 1 - ¿Cómo se explica el origen, evolución y diversidad de los sistemas biológicos?, alrededor de 40 horas, de las cuales, para el Tema 2 “Evolución biológica” se puede otorgar 13 horas para su impartición (Tabla 6).

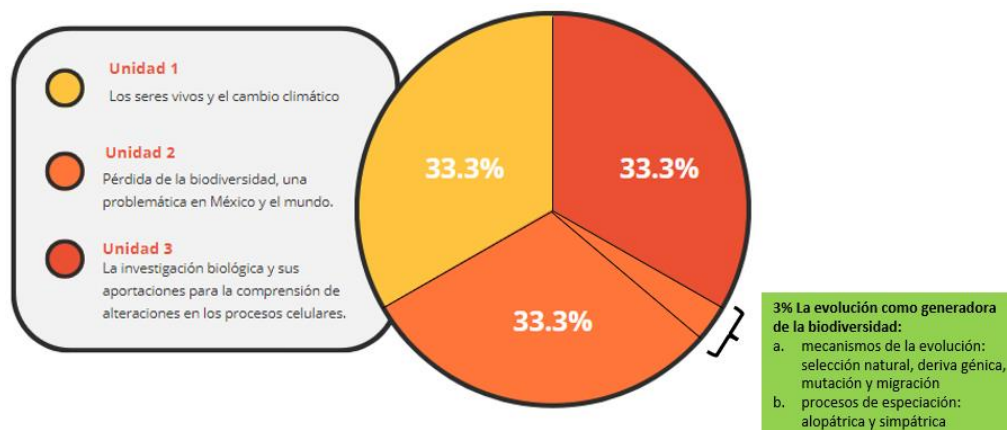
Tabla 6 - Tema 2 - Evolución Biológica, Plan de estudios CCH (2016)

<b>Biología 2.</b>	<b>Tiempo: 40 horas</b>
<b>Unidad 1. ¿Cómo se explica el origen, evolución y diversidad de los sistemas biológicos?</b>	
<b>Temática 1 – Origen de los sistemas biológicos</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Explicaciones acerca del origen de la vida</li> <li>• Teoría quimiosintética</li> <li>• Modelos precelulares</li> <li>• Teoría de endosimbiosis</li> </ul>	
<b>Temática 2 – Evolución biológica</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Evolución.</li> <li>• Aportaciones de las teorías al pensamiento evolutivo.</li> <li>• Escala de tiempo geológico.</li> <li>• Evidencias de la evolución</li> <li>• Especie biológica</li> </ul>	
<b>Temática 3 – Diversidad de los sistemas biológicos</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Características generales de los dominios y los reinos</li> </ul>	

*Nota.* Ubicación del tema de Evolución en el programa de estudios del Área de Ciencias Experimentales, Biología I-II, del Colegio de Ciencias y Humanidades, 2016.

Mientras que, en la Escuela Nacional Preparatoria, la asignatura de Biología IV, tiene una carga horaria de 3 horas a la semana con 1 hora de laboratorio (Plan de estudios, 1996), y 120 horas distribuidas en 3 unidades, de tal manera que podemos identificar que el número de horas disponibles para el estudio del tema de evolución biológica es de alrededor de 3 a 4 horas, siendo el tema principal “La evolución como generadora de la biodiversidad” (Gráfico 1).

**Gráfico 2 - Ejes temáticos Plan de estudios Biología IV ENP**



*Nota.* Distribución de los ejes temáticos que comprenden el Plan de estudios de Biología IV.

Como podemos observar hay una gran diferencia en cómo se lleva a cabo la impartición de la asignatura de Biología en los diferentes niveles educativos y en los modelos existentes del nivel medio superior, así como también, en la estructura del tema de evolución biológica en cuanto a su abordaje y estudio.

## MÉTODO DIDÁCTICO

En todo proceso de cambio e innovación educativa se requiere del actor principal que es el docente, el cual a través de su experiencia, conocimientos, creatividad y actitud son capaces de aplicar diversas estrategias para cumplir con los propósitos que se encuentran descritos en los planes de estudio para satisfacer las necesidades de los estudiantes de acuerdo con su contexto social y cultural.

En la actualidad, los planes de estudio de la educación básica en México han sido diseñados bajo una perspectiva constructivista, que requiere que el docente sea capaz de

implementar estrategias de enseñanza y aprendizaje <sup>6</sup> adecuados que permitan que el aprendizaje se encuentre centrado en el estudiante, para que pueda aprender “en la medida que socializa en su entorno, recogiendo experiencias, vivencias traducidas en conocimientos pertinentes de ser abordados no solo en la escuela, sino, en la dinámica social en la que se desarrolla, generando un conjunto de razonamientos y argumentaciones desde sus propias motivaciones” (Mendoza y Rodríguez, 2020, p. 2).

Por lo cual, la planificación docente, se traduce como una herramienta fundamental en la que se organiza y se sistematiza el aprendizaje, tomando en cuenta el contexto social, el diagnóstico de las necesidades, los estadios cognitivos y los intereses de los estudiantes (Colina, 2015).

En este contexto, el rol del estudiante está enfocado en la construcción de su propio aprendizaje, al interactuar con sus compañeros y para formar estudiantes críticos y reflexivos en la transformación de su conocimiento; mientras que el rol del docente no es pasivo, al contrario, debe ser observador de las dinámicas que se desarrollan en el aula, para moldear el aprendizaje a través de diversas estrategias de aprendizaje.

El aprendizaje centrado en el estudiante permite desarrollar competencias (cognoscitivas, afectivas, psicomotriz o conductuales, psico-físicas) a través del trabajo en equipo, a partir de la argumentación, al resolver problemas, respetando las ideas de otros, con el único fin de construir su conocimiento.

---

<sup>6</sup> Estrategias de enseñanza aprendizaje – Son instrumentos de los que se vale el docente para contribuir a la implementación y el desarrollo de las competencias de los estudiantes (Pimienta, 2012, p. 3).

Mendoza y Rodríguez (2020), deducen que el enfoque centrado en el estudiante permite aprender para la vida, teniendo a la investigación como un factor esencial que contribuye a ser veraz en la información que consume para trascender hacia un aprendizaje cooperativo, para formar ciudadanos capaces de enfrentar los retos sociales con responsabilidad y compromiso (p. 8).

De acuerdo con el Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey (2018) p. 4, el rol del estudiante y del profesor queda conformado de la siguiente manera:

Rol del estudiante	Rol del profesor
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Analiza situaciones reales, complejas y retadoras presentadas por el profesor.</li> <li>• Busca, estudia y aplica información de diversas fuentes para ofrecer soluciones fundamentadas.</li>   <li>• Comparte soluciones con los miembros del grupo (trabajo colaborativo).</li>   <li>• Utiliza las tecnologías de la información para aprender, investigar, exponer e interactuar con el profesor y sus compañeros</li> <li>• Consulta al profesor y a otros expertos para pedir orientación.</li>   <li>• Participa en la organización y administración del proceso compartiendo responsabilidades con sus compañeros.</li>   <li>• Participa en sesiones de grupo para reflexionar sobre el proceso, los resultados logrados y proponer juntos soluciones de mejora bajo la guía del profesor.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Funge como experto de la materia que imparte.</li>   <li>• Explora e investiga situaciones de la vida real, relacionadas con los contenidos del curso, y la presenta a sus alumnos en forma de casos, problemas o proyectos.</li> <li>• Planea, diseña y administra el proceso de aprendizaje, usando recursos tecnológicos.</li>   <li>• Dispone de espacios físicos que promueva la interacción del grupo, permitan apertura, motivación y libre expresión, a través del respeto.</li> <li>• Facilita el proceso de aprendizaje a través de la selección de experiencias o a través de preguntas detonadoras que estimulen el pensamiento.</li> <li>• Promueve el uso de herramientas tecnológicas para abrir espacios virtuales de interacción.</li>   <li>• Evalúa de manera constante el desempeño del estudiante.</li>   <li>• Actúa como líder, motiva a los estudiantes, resuelve las dificultades.</li> <li>• Crea comunidades de aprendizaje donde los estudiantes se sienten parte del grupo.</li> <li>• Investiga y hace mejoras en el plan establecido para mejorar el aprendizaje.</li> <li>• Enseña con el ejemplo los valores y conductas que desea permear entre sus estudiantes.</li> </ul>

Durante este proceso, y con la aplicación de estrategias de enseñanza es posible que el estudiante adquiera aprendizajes significativos, que de acuerdo con Aulsebrook (1983) “un aprendizaje significativo es cuando se relaciona el nuevo conocimiento con los que ya posee el estudiante. El aprendizaje significativo enfatiza el fortalecimiento de la construcción de significados como el núcleo del proceso de enseñanza aprendizaje. Desde este enfoque metodológico, el estudiante aprende un contenido, un valor, una actitud, un concepto, una norma y un procedimiento si puede atribuirle un significado”.

Las estrategias de enseñanza que se aplicarán durante este estudio se describen en la siguiente tabla, haciendo énfasis al logro de competencias:

**Tabla 7 - Estrategias didácticas implementadas en el diseño de la Secuencia didáctica**

Estrategia didáctica	Uso e importancia
<b>Cuestionario preguntas abiertas</b>	Se implementa para conocer y recoger las ideas, concepciones y conocimientos del estudiante sobre un tema.
<b>Glosario</b>	Catálogo de palabras que pertenecen a un tema las cuales se ordenan alfabéticamente. Los estudiantes tienen la responsabilidad de aportar las definiciones al glosario y les ayuda a recordar las palabras y la definición correcta.
<b>Organizador gráfico</b>	Representación de un tema en diversos formatos, en el cual se promueve la capacidad de resumen de información, uso de palabras clave, construcción de significados precisos, permiten comparar, clasificar, categorizar secuenciar, agrupar información. Se desarrolla la metacognición, la creatividad, la toma de decisiones, integrar o desglosar el todo en partes, incrementa la capacidad de asimilar, procesar y recordar información.
<b>Línea de Tiempo</b>	Representación gráfica de diferentes periodos en la que se representan la duración de acontecimientos, cuanto tiempo duran y como se relacionan. Proporcionan estructura, facilitando a los estudiantes la ubicación de sucesos, acontecimientos, procesos, etc. Permiten la creatividad, profundizar y destacar aspectos relevantes.
<b>Preguntas intercaladas</b>	Son interrogantes que se plantean al estudiante a lo largo de un texto determinado o bien, durante la ejecución de la clase, con el propósito de facilitar su aprendizaje y comprensión, permitiendo la reflexión y análisis del contenido. Proceso de análisis crítico, analítico y reflexivo del contenido.
<b>Informe o ensayo científico</b>	Desarrollar una postura sobre un tema, fundamentado con argumentos teóricos que apoyen su punto de vista, que contenga la estructura de una investigación científica. Desarrolla el pensamiento crítico: analizar, sintetizar, emitir juicios y valoraciones, desarrollo de metacognición, capacidad de búsqueda de información, capacidad de comunicación escrita.
<b>Resumen</b>	Versión breve de un tema en específico, acompañado de ideas principales, en el que se organiza la información de manera jerárquica, de tal manera que apoya al estudiante a detectar ideas principales. Facilita la comprensión y análisis de contenidos que se pretenden adquirir y la capacidad de síntesis.
<b>Análisis de textos o videos</b>	Los comentarios del estudiante con respecto al análisis de información escrita o en otros medios, reflejan el punto de vista que el estudiante, permite el uso de nuevo

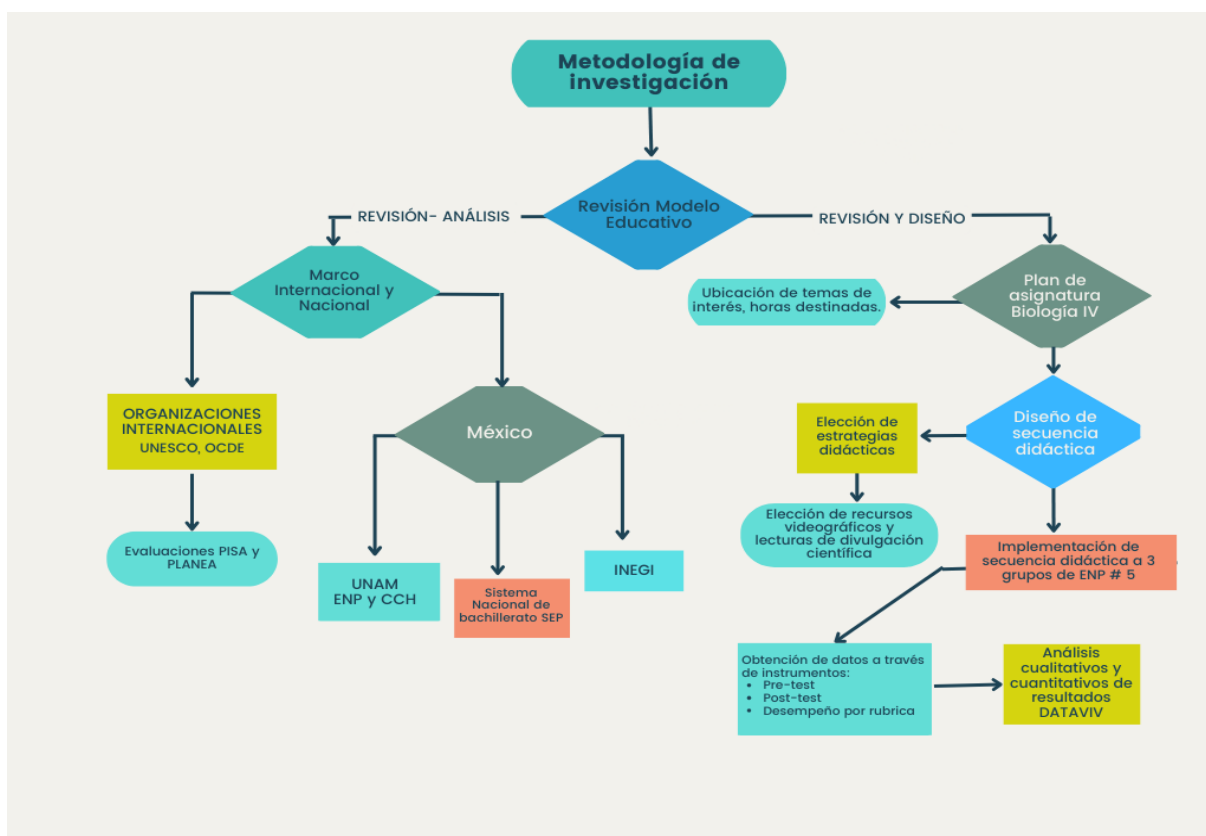
	vocabulario, identificar ideas principales, organización de información de manera jerárquica, promueve la participación
<b>Video Educativo</b>	Es aquel que cumple un objetivo didáctico puede ser curricular, de divulgación de carácter científico o de educación. Es un refuerzo del docente en la transmisión de información y del estudiante en la fase de verificación del aprendizaje.

*Nota.* Compilación extraída de la Comisión Iberoamericana de Calidad Educativa (2013), Pimienta (2012) y Bravo y Macías (2023).

## METODOLOGÍA

Para este trabajo de investigación se diseñó una secuencia didáctica entorno a la enseñanza de la evolución biológica, la cual fue aplicada a estudiantes de la Educación Media Superior, que cursan la asignatura de Biología IV, en el nuevo Plan de Estudios de la Escuela Nacional Preparatoria (1996), UNAM (Figura 8).

**Figura 8 - Diagrama Metodología de Investigación**



*Nota.* Diagrama de Flujo en la que se resume la metodología de investigación que se llevo a cabo para la realización de este trabajo.



Se revisó el programa de Biología IV de la ENP con el propósito de ubicar el tema de evolución biológica e identificar los objetivos de aprendizaje que se establecen para llevar a cabo su intervención didáctica (Tabla 5).

La población de estudio estuvo representada por 3 grupos (520, 526, 528) del turno matutino, de cuarto año, pertenecientes a la Escuela Nacional Preparatoria No 5 “José Vasconcelos” con un total de 129 estudiantes (15 a 16 años), donde los grupos se eligieron al azar (Tabla 6).

**Tabla 8 - Población de estudio**

<b>Grupo</b>	<b>Femenino</b>	<b>Masculino</b>	<b>Total</b>
<b>520</b>	19	24	43
<b>526</b>	28	16	44
<b>528</b>	22	20	42
		<b>Total</b>	129

*Nota.* Estudiantes de la ENP #5, “José Vasconcelos”

La enseñanza de la evolución biológica debe considerarse como un tema complejo para aprender y por supuesto para enseñar, ya que en algunos casos existe la dificultad de la comprensión de este, debido a las preconcepciones adquiridas a través del tiempo.

Jorba y Sanmartí (1996) mencionan que es importante rescatar y conocer las ideas previas de los estudiantes, ya que nos proporcionan información sobre sus formas de razonamiento, sus vivencias personales y su interacción con el medio cultural que le rodea, aunado a que es importante atender la diversidad en el aula, obtener diferentes resultados, ya que los estilos de aprendizaje son diversos y, por ende, los conocimientos que adquieran serán diferentes.

Para conocer las ideas previas de los estudiantes, se aplicó un cuestionario diagnóstico (pretest ANEXO I), el cual contiene preguntas abiertas que se analizarán de acuerdo con su semántica. Este cuestionario fue tomado de Rosas (2012) y fue adecuado de acuerdo con nuestros intereses (aplicar el instrumento en grupos numerosos de la ENP).

Las estrategias de enseñanza-aprendizaje están enfocadas a una metodología constructivista, y de análisis de aprendizajes significativos a través del trabajo colaborativo en el desarrollo de prácticas de laboratorio.

Para el desarrollo de la secuencia didáctica se tomaron en cuenta los siguientes atributos para desarrollar las siguientes competencias:

- Diversificar las actividades con el fin de que el alumno interactuara de manera activa con el proceso de aprendizaje.
- Desarrollar y promover actividades de colaboración.
- Fomentar la lectura de artículos de divulgación científica como método de argumentación.
- Promover el uso de tecnologías de la información y la comunicación, en la revisión de videos de manera previa.
- Implementar las actividades prácticas y la elaboración de prácticas de laboratorio.
- Fomentar el interés y motivación del alumno.

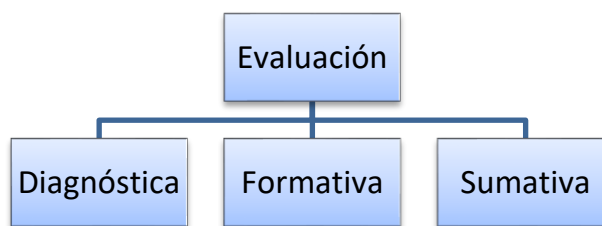
Ahora bien, fue necesario implementar el uso de imágenes y videos de Ted Ed y Biointeractive, como estrategias innovadoras para captar la atención del alumno y para explicar conceptos teóricos básicos como: selección natural, adaptación, variabilidad y herencia, etc.

Se realizaron dos actividades de laboratorio para trabajar el concepto de Deriva genética y Mutación, en los que se evaluó la aplicación de conceptos clave para cada uno de los mecanismos de la evolución biológica.

Finalmente se aplica un cuestionario de cierre o post test con el objetivo de evaluar los conocimientos adquiridos durante esta secuencia y su aplicación en casos reales. El cuestionario que se usa es una adaptación entre los trabajos elaborados por Sánchez, 2000; Rosas, 2012 y Bernedo y Tizón, 2011.

De acuerdo con lo anterior, la evaluación de la secuencia didáctica se realizará de la siguiente manera: antes de la enseñanza (diagnóstica), durante (formativa) y después de la enseñanza (sumativa) (Gráfico 1).

**Gráfico 1 - Evaluación de aprendizajes**



*Nota.* Evaluación de aprendizajes en esta secuencia didáctica.

La evaluación diagnóstica, se aplica al inicio de la aplicación de la secuencia didáctica con el objetivo de determinar el nivel de conocimiento del tema de evolución biológica. Mientras que la evaluación sumativa estará compuesta de diversas valoraciones para determinar si se alcanzaron los objetivos esperados (Sánchez, 2018).

La evaluación formativa nos ayudará a monitorear el progreso del aprendizaje sobre los logros, deficiencias y oportunidades de mejora de los estudiantes, para apoyar y motivar al estudiante sobre sus logros, deficiencias y oportunidades de mejora, esta se lleva a cabo a lo largo del proceso (Sánchez, 2018).

Finalmente, se usará el programa DATAVIV de Le Sphinx, software francés con el cual se analizarán los datos, tanto cualitativos (análisis textual y temático) como cuantitativos (obtención de información a través de rubricas de evaluación).

## PROPUESTA METODOLÓGICA PARA LA ENSEÑANZA DE EVOLUCIÓN BIOLÓGICA EN ENP

Se pretende que ésta, promueva en los estudiantes las habilidades y actitudes críticas, reflexivas y propositivas ante su entorno natural y social a través de las siguientes estrategias:

Gráfico 2 - Enfoque de la metodología



*Nota.* Este enfoque se extrae del programa actual de Biología IV de la Escuela Nacional Preparatoria.

Uno de los objetivos de esta propuesta fue la de reducir las clases expositivas utilizando estrategias de enseñanza, que promovieran la participación del estudiante, durante todo el proceso de enseñanza aprendizaje.

Tabla 9 – Propuesta metodológica

<b>PROPUESTA METODOLOGICA PARA LA ENSEÑANZA DE LA EVOLUCIÓN BIOLÓGICA</b>	
<b>1. Datos de la asignatura</b>	
<b>Propuesta elaborada por:</b> Biól. Laura Contreras Narváez  <b>Tutor principal de tesis:</b> Dra. Ana Rosa Barahona Echeverría <b>Comité Tutor:</b> Dra. Arlette López Trujillo	<b>Plantel: 5 “José Vasconcelos”</b> <b>Turno: Matutino</b> <b>Asignatura: Biología IV</b>
<b>2. Ubicación en el programa</b>	
<b>Unidad 2.</b> Pérdida de la biodiversidad, una problemática en México y el mundo.	<b>Tema:</b> La evolución como generadora de la biodiversidad.
<b>3. Objetivos de la unidad</b>	
<i>El alumno:</i> <ul style="list-style-type: none"> <li>Analizará las causas de la pérdida de biodiversidad en México y el planeta a través del análisis de lecturas y gráficas, así como el estudio de casos, utilizando las tecnologías de la información y comunicación para entender las repercusiones ambientales de esta problemática.</li> <li>Reflexionará sobre las posibles soluciones al problema de la pérdida de la biodiversidad a través del análisis de casos concretos para que valore la importancia de su conservación.</li> </ul>	
<b>4. Objetivos específicos de la unidad</b>	
<i>El alumno:</i> <ul style="list-style-type: none"> <li>Reflexionará sobre las posibles soluciones al problema de la pérdida de la biodiversidad a través del análisis de casos concretos para que valore la importancia de su conservación.</li> </ul>	
<b>5. Contenidos</b>	
<b>CONCEPTUALES</b>	<b>2.4</b> La evolución como generadora de la biodiversidad: <ul style="list-style-type: none"> <li>mecanismos de la evolución: selección natural, deriva génica, mutación y migración.</li> <li>procesos de especiación: alopátrica y simpátrica.</li> </ul>
<b>PROCEDIMENTALES</b>	<b>2.11</b> Elaboración de organizadores gráficos sobre algunos de los mecanismos evolutivos generadores de diversidad biológica, para su descripción e interpretación. <b>2.15</b> Desarrollo de actividades de laboratorio orientadas al estudio de los aspectos relacionados con la generación y pérdida de la biodiversidad y que propicien la elaboración de hipótesis, el desarrollo experimental y el análisis de resultados.

<b>ACTITUDINALES</b>		<b>2.16</b> Valoración del papel de los procesos evolutivos en el origen de la biodiversidad
<b>6. Vinculación con otras disciplinas</b>		
<p><i>Genética:</i> Estudio de los genes y su transmisión a través de las generaciones.  <i>Ecología:</i> Biosfera, ecosistema, comunidad, población, organismo.  <i>Anatomía comparada:</i> Comparación de organismos, estructuras y funciones en diferentes especies.  <i>Paleontología:</i> Descubrimiento de nuevos organismos a través de fósiles o restos de huesos.  <i>Embriología:</i> Desarrollo y comparación embrionario en diferentes especies.  <i>Geología:</i> Eras geológicas.</p>		
<b>7. Ejes transversales</b>		
<p>Habilidades de lectoescritura  Desarrollo de habilidades para la investigación  Análisis y síntesis de información  Trabajo colaborativo  Uso de TIC  Aprender a aprender</p>		
<b>8. Duración de la secuencia</b>		
Sesiones 8	Duración 50 minutos en aula	Trabajo extra-clase: 3 horas por semana
<b>9. Etapas del proceso de enseñanza-aprendizaje</b>		
<b>Sesión 1</b>	<b>Inicio</b> Duración 15 min	Presentación del profesor y objetivo de la intervención durante esta secuencia.
	<b>Desarrollo:</b> Duración 20 min	Aplicación de cuestionario diagnóstico o pre-test (Anexo)– Los estudiantes deberán resolver una evaluación que no tendrá un valor en la calificación de esta secuencia. Evaluación de conocimientos previos.
	<b>Cierre:</b> Duración 15 min	Se lleva a cabo la pregunta detonadora ¿qué importancia tiene conocer el origen de la Tierra y la interacción de los organismos que viven en ella? Se guían las respuestas y el profesor monitorea las concepciones científicas que los estudiantes conocen. Como actividad extra-clase, se solicita a los estudiantes revisar el video “Origen de la Tierra” y anotar los conceptos y palabras clave que se describen en él (elaboración de glosario).
<b>Sesión 2</b>	<b>Inicio:</b> Duración 15 min	Se da la bienvenida a los estudiantes, y se les solicita recordar algunos términos de acuerdo con el documental del día anterior. Se pregunta ¿por qué en el documental es posible describir fenómenos como el calentamiento global y el efecto invernadero?
	<b>Desarrollo:</b> Duración 25 min	En grupos de 4 estudiantes se realiza el análisis del texto de la página 92 “¿cuáles son algunos de los descubrimientos clave sobre la historia de las ballenas?” se solicita que expliquen y analicen: ¿qué conocimientos se consideraron para plantear la hipótesis? ¿qué evidencias apoyan a la explicación de la evolución biológica? ¿qué es y qué plantea la Teoría sintética de la evolución biológica? ¿quienes apoyaron dicha teoría?
	<b>Cierre:</b> Duración 10 min	Se discuten los resultados y se resuelven dudas.
<b>Sesión 3</b>	<b>Inicio:</b> Duración: 15 min	Inducción al tema: ¿cómo evolucionan las especies? Se realiza la pregunta al grupo, y solicita revisar el video “Los cinco dedos de la evolución” en <a href="https://www.youtube.com/watch?v=KWXQ8ouXgxY">https://www.youtube.com/watch?v=KWXQ8ouXgxY</a>
	<b>Desarrollo:</b> Duración: 25 min	Se elabora en el pizarrón el organizador gráfico “el guante de las 5 razones” y con el apoyo de los estudiantes, se organiza la información obtenida del video, de tal manera que se anotará cada uno de los dedos, las causas que provocan la variabilidad genética: selección natural, mutación, flujo de genes, deriva génica, apareamiento no aleatorio y la influencia de la interacción con el ambiente (adaptación). Se explica cada uno de los procesos.

	<b>Cierre:</b> Duración: 10 min	Al finalizar, se revisa el trabajo en el cuaderno del alumno y se resuelven dudas.
<b>Sesión 4</b>	<b>Inicio:</b> <b>Duración:</b> 10 min	Inducción al tema: ¿qué es deriva génica? Se invita a los estudiantes de manera previa, revisar las páginas 52 y 53 del libro de texto para comprender el marco teórico de la práctica de laboratorio.
	<b>Desarrollo:</b> Duración: 25 min	Trabajo en equipo: se lleva a cabo actividad experimental en la que se explica con frijoles de diversos colores, la interacción entre genes, y su resultado hacia la variabilidad genética. Elaborar en el cuaderno el cuadro de resultados con respecto a los resultados obtenidos. Se solicita a los estudiantes analizar sus resultados, se resuelven dudas y los estudiantes armarán su ensayo científico (práctica escrita) sobre el proceso.
	<b>Cierre:</b> Duración: 15 min	Se solicita la entrega de la práctica bajo los requerimientos indicados por el profesor asesor.
<b>Sesión 5</b>	<b>Inicio:</b> Duración: 15 min	Inducción al tema: ¿qué es selección natural? se realiza la pregunta al grupo, y solicita revisar de manera previa el video: “Selección natural y adaptación” <a href="https://www.hhmi.org/es/biointeractive/seleccion-natural-y-adaptacion">https://www.hhmi.org/es/biointeractive/seleccion-natural-y-adaptacion</a>
	<b>Desarrollo:</b> Duración: 25 min	Los estudiantes, trabajarán en equipos, y se realizan las siguientes preguntas, ¿qué características tiene la población de ratones de bolsillo? ¿cómo describes la selección natural, tomando en cuenta el hábitat?, ¿cuáles son las fuerzas que actúan sobre la población? ¿cuál es la función de los depredadores? estima ¿qué ratón sobrevive más?, ¿por qué? ¿qué factores pueden hacer cambiar a una especie?, ¿ese cambio es genético?, ¿por qué? ¿qué importancia tiene el medio ambiente? Se discutirán los resultados.
	<b>Cierre:</b> Duración: 10 min	Los estudiantes identificarán y comprenderán como el material genético de una población, cambia de acuerdo con los factores del medio en el que los organismos viven.
<b>Sesión 6</b>	<b>Inicio:</b> Duración: 10 min	Inducción al tema: ¿qué es mutación? ¿cómo se lleva a cabo? Se realizan las preguntas al grupo, y a través del uso del pizarrón se destacan los conceptos o ideas más relevantes.
	<b>Desarrollo:</b> Duración: 25 min	Se explica la dinámica de observación de los cultivos de bacterias contenidos en cajas de Petri y tubos de ensayo, a partir de muestras obtenidas de salsas del lugar preferido para desayunar. El profesor les apoya en la elaboración de preparaciones y se observan a través de microscopio óptico. Se les pide tomar fotografías de las preparaciones usando sus dispositivos digitales para que sean agregadas al informe final. Los resultados muestran bacterias que dejaron de crecer por la presencia de penicilina en el cultivo y en otro cultivo, la presencia de bacterias muertas, pero además bacterias resistentes que continúan en crecimiento. Se apoya a los estudiantes en la identificación de las bacterias de acuerdo con su forma.
	<b>Cierre:</b> Duración: 15 min	Al finalizar, se les solicita la entrega de informe de práctica, y la investigación sobre la influencia de la penicilina. Se realiza la pregunta ¿por qué algunas bacterias se hicieron resistentes? ¿qué crees que haya sucedido?, explica y analiza la información, e investiga ¿qué tipo de microorganismos son vulnerables a la penicilina?
<b>Sesión 7</b>	<b>Inicio:</b> Duración: 20 min	Inducción al tema: El origen de los humanos y la revisión del video en <a href="http://www.hhmi.org/biointeractive/great-transitions-origin-humans">http://www.hhmi.org/biointeractive/great-transitions-origin-humans</a>
	<b>Desarrollo:</b> Duración: 20 min	En plenaria, se discute sobre la importancia de la paleontología, la biogeografía y otras ciencias como la genética. Se induce a la definición de ancestro común. En equipos se les solicita elaboren una línea de tiempo con la información revisada en el video y se solicita resolver cuestionario. Durante todo el proceso se motiva a los estudiantes a participar de manera activa y se complementa el cuestionario solicitado.
	<b>Cierre:</b> Duración: 10 min	Se resuelven dudas, y se revisa el cuaderno de trabajo.

<b>Sesión 8</b>	<b>Inicio:</b> Duración: 10 min	Se inicia la clase, saludando a los estudiantes y se agradece el trabajo realizado durante la secuencia didáctica.
	<b>Desarrollo:</b> Duración: 25 min	Como cierre de la secuencia, se solicita a los estudiantes resolver el cuestionario final o post test, se recopila la información.
	<b>Cierre:</b> Duración: 15 min	Se agradece el apoyo otorgado durante cada una de las sesiones, tanto a los docentes tutores como a los estudiantes.

De acuerdo con la secuencia didáctica se valorará la información obtenida en el cuestionario inicial (pre-test) y final (post-test), y en la aplicación y manejo de información en las prácticas de laboratorio.

## **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

De acuerdo con Sánchez. 2020, la evaluación es un proceso sistemático, en el cual, se recopila información a través de diversos instrumentos, para fundamentar la toma de decisiones y promover el aprendizaje. Mendiola sugiere que para que la evaluación sea efectiva y útil, es necesario utilizar una variedad de instrumentos, tomando en cuenta sus bondades y sus limitaciones.

A pesar de que la evaluación que se implementa en este estudio es tradicional (diagnóstica, formativa y sumativa), es importante para el objetivo de esta propuesta ya que la evaluación diagnóstica nos proporcionará información sobre el nivel de conocimientos, habilidades o actitudes del estudiante.



Los instrumentos que se evaluarán son: el cuestionario<sup>7</sup> diagnóstico o pre-test, que se obtiene antes de la aplicación de la secuencia didáctica y el cuestionario con preguntas múltiples, esto es, abiertas y de opción múltiple, que se aplica al final de la secuencia, con el fin de analizar si hay cambios significativos entre ellos.

Los cuestionarios de preguntas abiertas proporcionan información de carácter textual; estas pueden ser opiniones, explicaciones o justificaciones. La pregunta abierta es una respuesta libre, que de acuerdo con el tipo de pregunta y al interés de las personas, varía su extensión y profundidad.

Estos instrumentos, se analizaron a través del programa DATAVIV, software el cual procesa automáticamente los datos textuales, para la sistematización, comparación y categorización de la información.

El análisis textual “se caracteriza por ser un proceso secuencial donde el investigador reflexiona sobre los datos, los categoriza y los relaciona con el propósito de identificar las categorías centrales que aportan información emergente a la comprensión de un problema particular” (Barreto, Velandia y Rincón, 2011, p.12).

De acuerdo con Álvarez, Beuchot y Álvarez, 2018: “Es la hermenéutica en la que comprender-explicar la realidad educativa toma como punto de partida los juicios de valor de los sujetos implicados en la investigación, los cuales derivan de los conocimientos adquiridos y de sus experiencias, ya que son ellos los actores de lo acontecido y la memoria viva de su

---

<sup>7</sup> El cuestionario es un instrumento utilizado para recoger de manera organizada la información que permitirá dar cuenta de las variables de interés en un estudio, investigación, sondeo o encuesta (Bravo y Valenzuela, s/f, p.9)

particularidad, de su especificidad. De ahí que en la hermenéutica analógica se reconozca que la diversidad es condición misma de la realidad educativa que busca ser interpretada, es decir, se trata del quehacer que nos lleva a comprender y explicar el porqué de la pluralidad entre los sujetos y entre sus culturas, condición inherente a la procedencia y los grupos sociales a los que pertenece, además de las características personales (conocimientos, habilidades, intereses, actitudes, etcétera).” (p. 93, 94).

El uso de nubes de palabras nos ayuda a mostrar de manera visible las respuestas obtenidas de los cuestionarios aplicados, esto es, es la manera más factible para representar de manera visual las palabras clave o más representativas de los datos textuales del grupo (cualitativos). En este gráfico, cuanto más aparece una palabra en la fuente de datos, mayor es su importancia, por ende, se observará en textos grandes y tendrán una coloración diferente.

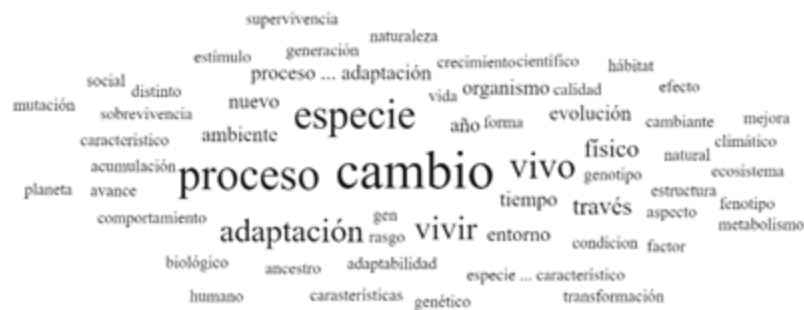
Para el análisis textual, se organizó la información en bases de datos en Excel, que posteriormente, se añadieron en el programa DATAVIV, en el cual, se definen las variables y se configura la nube de palabras para que solo aparezcan aquellas palabras relacionadas con nuestro estudio.

## Resultados Cuestionario Diagnóstico (Pre-test)

Los resultados obtenidos del cuestionario diagnóstico (pre-test), son los siguientes: Para la pregunta 1, ¿qué es evolución biológica?

Encontramos que para el grupo 520, las palabras más relevantes entre la información obtenida, se presentan *cambio* y *proceso* como las más frecuentes, seguidas por *especie* y *adaptación*.

Gráfico 3 - Resultados primer pregunta grupo 520



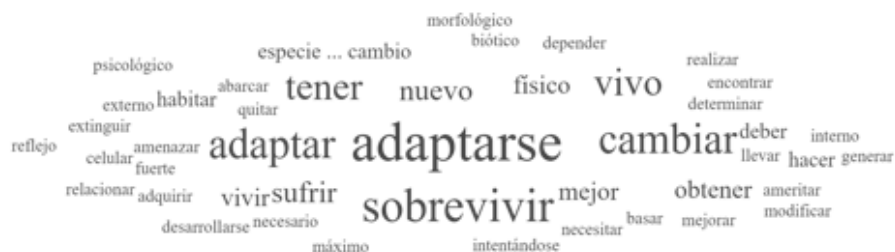
Para el grupo 526, las palabras en cuanto a frecuencia son muy similares:

Gráfico 4 - Resultados primer pregunta grupo 526



Sin embargo, para el grupo 528, las palabras más frecuentes son: *adaptarse*, *sobrevivir* y *cambiar*.

**Gráfico 5 - Resultados de la primera pregunta grupo 528**



En esta primera sección podemos observar que los dos primeros grupos, tienen presente el mecanismo de la evolución biológica enunciada por Darwin, aunque no en todos los casos se llega a un concepto completo sobre la éste, por ejemplo:

*“Es el proceso por medio del cual los seres vivos se adaptan al medio y desarrollan características que permiten su sobrevivencia”*

*(respuesta 12, grupo 520)*

*“El proceso en el cual los seres vivos van cambiando sus características (genotípicas y fenotípicas) dependiendo de su entorno”*

*(respuesta 9, grupo 526)*

*“El proceso que se han llevado todas las especies a lo largo de los años, intentándose adaptar a las necesidades que se requieren”*

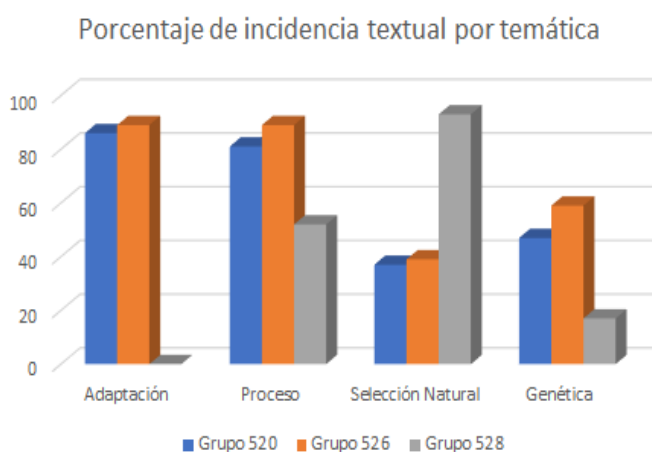
*(respuesta 3, grupo 528)*

Para determinar el enfoque de las respuestas de los estudiantes, nos basamos en los principales conceptos de la evolución biológica y se organiza la información escrita en 4 grupos principales:

- **Adaptación** – Proceso morfológico y fisiológico por el cual, las especies se adaptan a un medio cambiante.
- **Proceso** – Los estudiantes de manera general lo refieren como aquella acción por la que un organismo logra adaptarse a un medio
- **Selección natural** – Se describe como el proceso principal de cambio.
- **Genética** – En esta sección se agregan los procesos de evolución biológica, variabilidad genética, intercambio genético, etc.

Los resultados obtenidos bajo este criterio se muestran en el gráfico siguiente:

**Gráfico 6 - Categorización de información**



*Nota.* Se determinan categorías enfocados al análisis ¿qué es evolución biológica?

Podemos observar, que en las temáticas con mayor incidencia son *adaptación* y *proceso*, sin embargo, en el grupo 528, no se contempla el proceso de adaptación y es casi nula su descripción.

### **Pregunta 2, ¿Cuál es el mecanismo de la evolución biológica?**

Para el grupo 520, encontramos que la *adaptación* será la más frecuente, seguida por la *selección natural*

**Gráfico 7 - Resultados 2ª pregunta del grupo 520**



Sin embargo, para el grupo 526, la palabra *especie* sobresale sobre la *adaptación* y la *selección natural* que determinan que son los mecanismos evolutivos principales.

**Gráfico 8 - Resultados obtenidos del grupo 526**



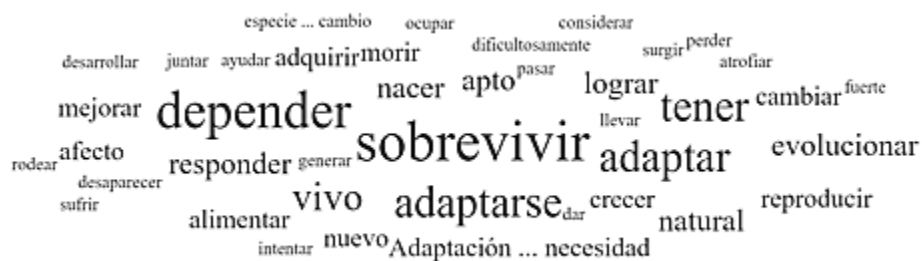
Entre los resultados obtenidos en el que la palabra especie, se encuentra implícita son las siguientes:

*“Todas las especies que necesitan sobrevivir en un ambiente que no le favorece”*

(respuesta 13, grupo 526)

Finalmente, el grupo 528, indica que *sobrevivir* es el mecanismo de la evolución biológica.

**Gráfico 9 - Resultados grupo 528**



Ejemplo:

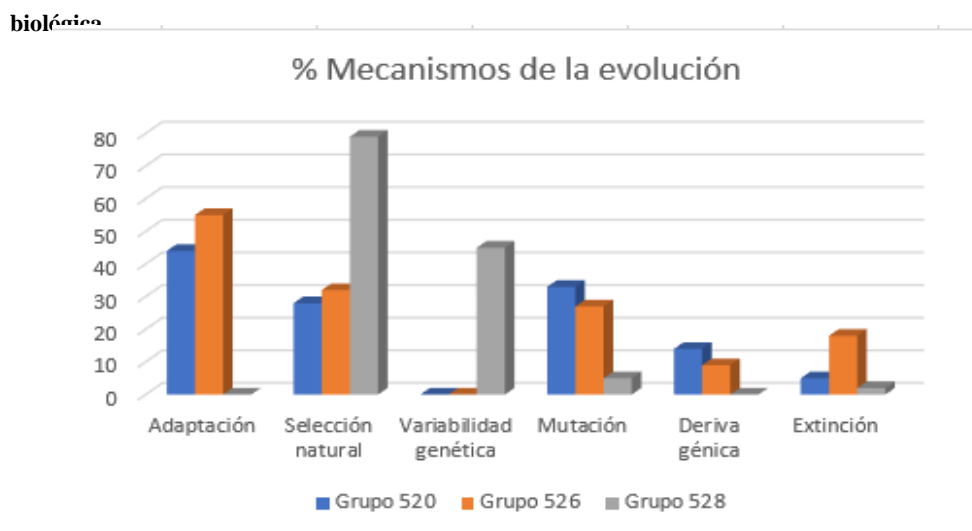
*“Solo sobreviven los más aptos a los tipos de cambios que van surgiendo”*

(respuesta 27, grupo 528)

Las respuestas son categorizadas, tomando en cuenta los mecanismos de evolución biológica conocidos hoy, y los resultados son los siguientes:

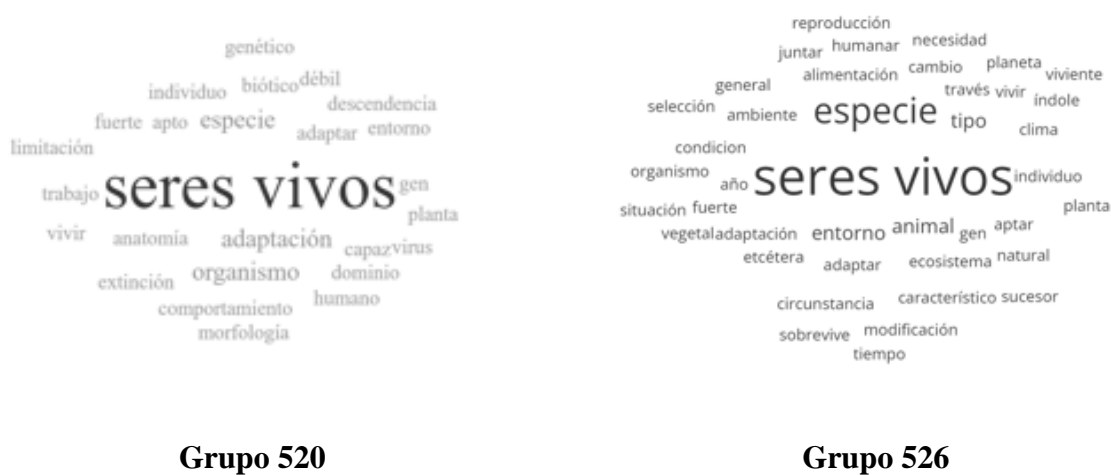
En el gráfico 8, podemos observar que el grupo 526, puede inferir en diversos mecanismos por los cuales las especies pueden evolucionar, mientras que el grupo 528, solo describe la *selección natural*, como único proceso.

**Gráfico 10 - Respuestas categorizadas para Mecanismos de la evolución**



### Pregunta 3, ¿Quién evoluciona?

**Gráfico 11 - Comparación de resultados de los tres grupos**







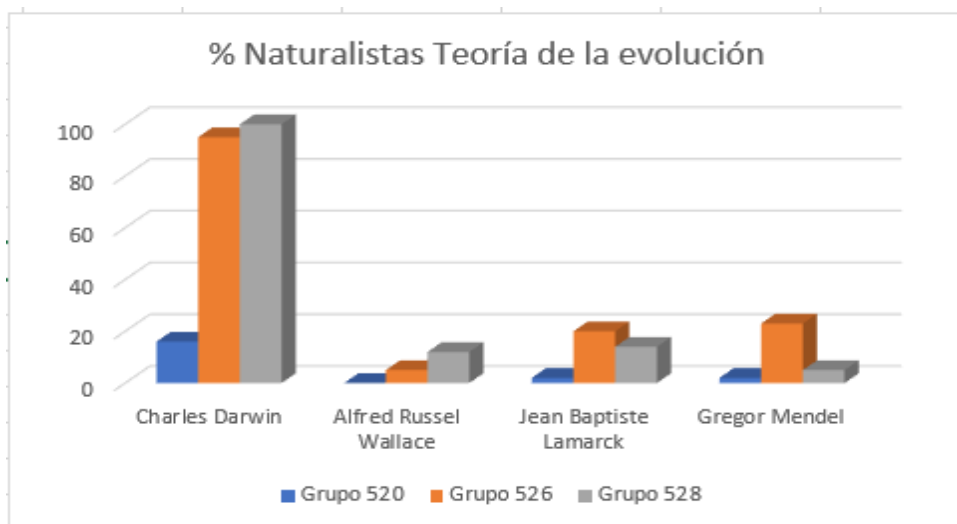
### Grupo 528

Comparando los resultados de los 3 grupos, podemos observar que coinciden en que los *seres vivos* sean los que cambian, sin embargo, en el grupo 526 podemos notar que *especie*, es la palabra que se encuentra muy cercana a la frecuencia de *seres vivos*.

### Pregunta 4 ¿Quiénes son los naturalistas que participaron en la Teoría de la Evolución biológica?

Como podemos observar en esta última pregunta, la mayor parte de los estudiantes mencionan que *Charles Darwin* es el naturalista que propone la Teoría de la Evolución biológica, sin embargo, el grupo 520, no participa de la manera esperada.

**Gráfico 12 - Naturalistas que participaron en la construcción de la Teoría de la Evolución.**



## Resultados Cuestionario Final (Post-test)

El cuestionario final, se elabora con 10 reactivos tanto de preguntas abiertas (5) como de opción múltiple (5) en el cual los estudiantes deberán ser capaces de analizar la información proporcionada durante la secuencia didáctica y aplicarla en la resolución de este instrumento.

Los resultados de las preguntas abiertas se muestran en gráficos de nubes de palabras, por la codificación por temáticas y finalmente por las respuestas dadas en las opciones múltiples.



6“Al conjunto de mutaciones en el ADN que pueden dar una ventaja en la vida. Estas **mutaciones** tardan en acumularse en generaciones”

(respuesta 2, grupo 520)

“A una serie de **cambios** en el genoma debido a la **adaptación**, cruce genético, **selección natural** entre otros, este se da de generación en generación”

(respuesta 34, grupo 520)

“A las modificaciones que presentan las especies a seres vivos en su genética para poder **sobrevivir** en un determinado hábitat, así formando nuevas especies”

(respuesta 22, grupo 526)

“Al **proceso** que se lleva a cabo en millones de años para todos los seres vivos, se basa en **mutaciones** aleatorias y supervivencia”

(respuesta 34, grupo 526)

“Al **proceso** que experimentan los seres vivos de acuerdo con la **adaptación** a su medio, modificando sus características genóticas y fenotípicas repitiéndose de generación a generación”

(respuesta 10, grupo 528)

“A los **cambios** genéticos y físicos de una especie que favorece su desempeño en un ambiente determinado”

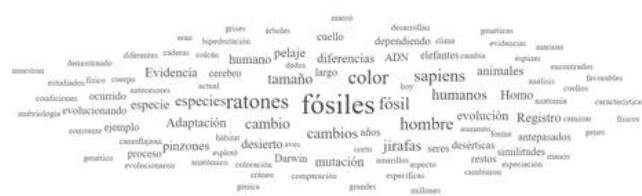
(respuesta 18, grupo 528)

## Pregunta 2 – Menciona 2 evidencias del proceso de la evolución biológica

Se observa que en los 3 grupos los estudiantes asumen que los restos fósiles son una de las evidencias del tamaño de evolución biológica, la embriología y la edad de la Tierra y sus procesos. Sin embargo, al dar lectura de sus respuestas, les cuesta trabajo identificar las evidencias y separarlas de los ejemplos revisados en clase.



Grupo 520



Grupo 526

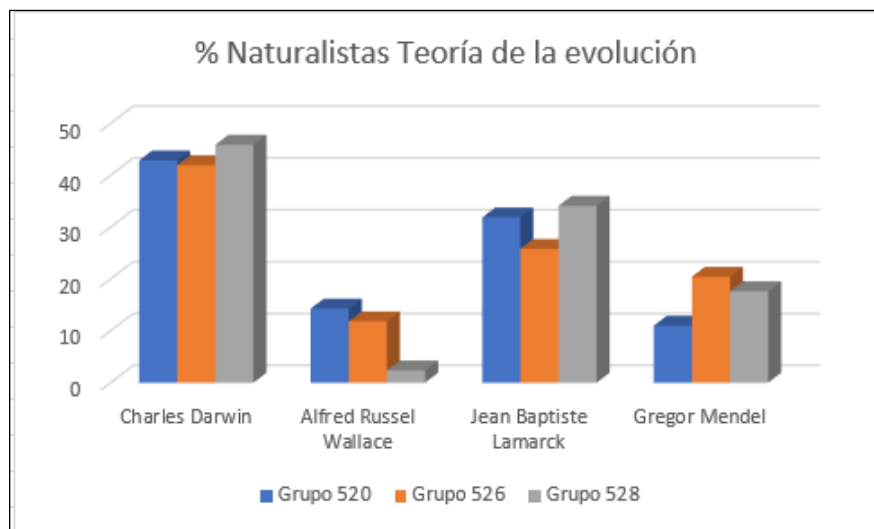


Grupo 528

## Pregunta 3 - ¿Quiénes participaron en el desarrollo de la Teoría de la Evolución?

De acuerdo con los resultados obtenidos y realizando una comparación con los resultados del cuestionario diagnóstico, los estudiantes reconocen que los naturalistas clave que participan en la construcción de la Teoría de la evolución biológica, son: Darwin, Lamarck, Mendel y Wallace, los cuales se encuentran en mayor proporción que en la primera evaluación.

Gráfico 13 - Naturalistas Teoría de la Evolución biológica (post- test)



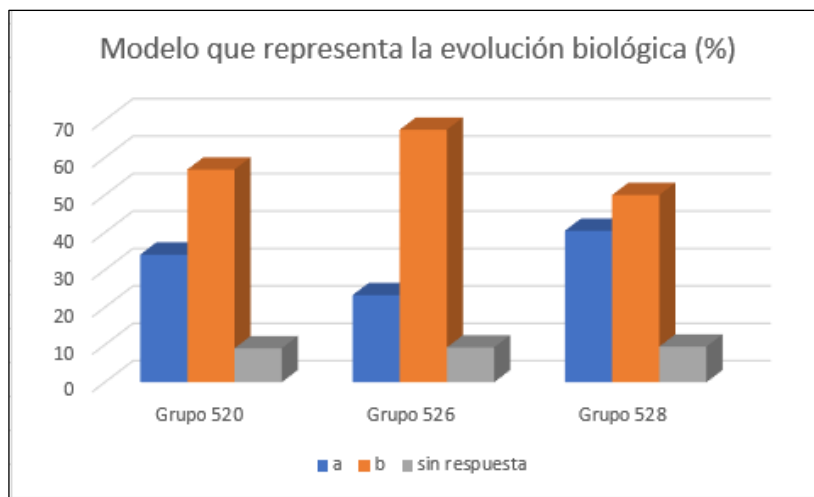
**Pregunta 4 - ¿Cuál de los 2 modelos representa mejor la evolución biológica de las especies?**

La imagen que se añade es parte de la evaluación final, en la cual, los estudiantes en su



mayoría mencionan que el modelo que mejor representa la evolución biológica en el b, argumentando que la “*evolución biológica no es lineal,*

*que muestra la diversificación de especies, que puede entenderse que surgen de un ancestro en común, que es un proceso complejo en el que las especies evolucionan, etcétera*”. Mientras que los estudiantes que optaron por el modelo a, erróneamente justifican su respuesta mencionando que la evolución biológica “*es una ascendencia de cambios, que es una progresión o bien, es una organización visual que puede entenderse mejor*”.

**Gráfico 14 - Modelo que representa la evolución**

**Pregunta 5** – Indica por lo menos 3 caracteres que se utilizan para estudiar la evolución del hombre.

Los resultados demuestran que los estudiantes recuerdan que, para el estudio de la evolución del hombre, se requiere del registro fósil, del análisis de ADN, la ubicación geográfica de los restos, el cráneo, el tamaño del cerebro, el tipo de dientes, la pelvis, la locomoción bípeda y finalmente el uso de herramientas. A pesar de que hay diferencias por

grupo y que no necesariamente estas características se presentan en su totalidad, los resultados obtenidos son satisfactorios para cada grupo.



**Grupo 520**



**Grupo 526**



**Grupo 528**

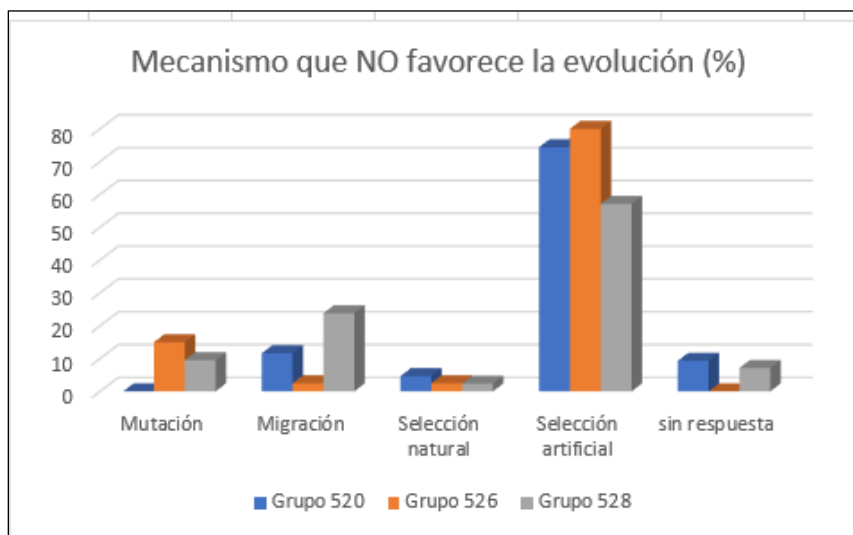
### **Pregunta 6 – Mecanismo que no favorece la evolución biológica de las especies.**

Los resultados demuestran que los estudiantes aún se enfrentan a problemas para determinar y analizar que los mecanismos por los cuales se lleva a cabo la evolución biológica tienen relación con la variabilidad genética, siendo que la mutación en un individuo de la población puede o no ser benéfica pero al paso del tiempo puede perdurar en la especie o bien eliminarse; la migración, revisamos que en una misma especie puede existir variabilidad en sus características, dependiendo si se establece o no en un espacio diferente y la selección natural que determina la adaptación de las especies a través de cambios graduales en la frecuencia de los rasgos heredados. Por lo tanto, la selección artificial, no está determinado por un factor natural, al contrario, está determinado o influenciado por las necesidades o deseos del ser



humano para obtener especies con mejor rendimiento, principalmente para la agricultura, ganadería o bien en el mejoramiento de algunas razas animales.

**Gráfico 15 - Mecanismo que no favorece a la evolución**



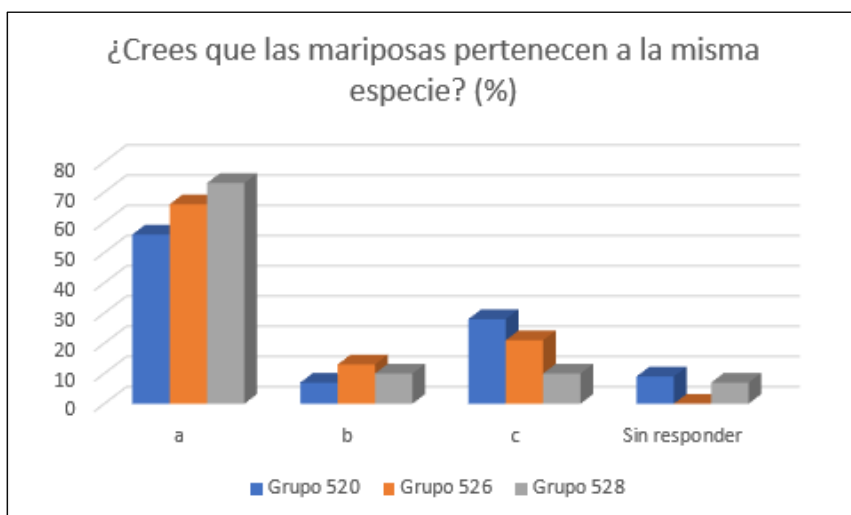
**Pregunta 7** – Observa la imagen, ¿Crees que las mariposas pertenecen a una misma especie?

De acuerdo con la genética de poblaciones, en una misma población podemos encontrar una gran variedad genética de acuerdo con los genotipos de la especie, estas diferencias pueden estar ligadas a su forma, función y/o comportamiento.

Esta variabilidad se origina principalmente por mutaciones, recombinaciones y alteraciones en los cromosomas de los individuos, como resultado de la selección natural y la deriva génica (Conabio, 2020).

Los resultados obtenidos en esta sección nos muestran, que para los estudiantes aún es difícil determinar si la imagen representa una sola especie o no, por lo cual, obtuvimos las siguientes diferencias:

**Gráfico 16 - Variabilidad**



De un 56 a 73% podemos observar que los estudiantes mencionan que, si es una sola especie solo que hay variaciones, mientras de un 10 a 28%, tiene dudas, para responder este reactivo, ya que mencionan que podría serlo, sin embargo, existen diferencias en el tipo de alas y en el tamaño.

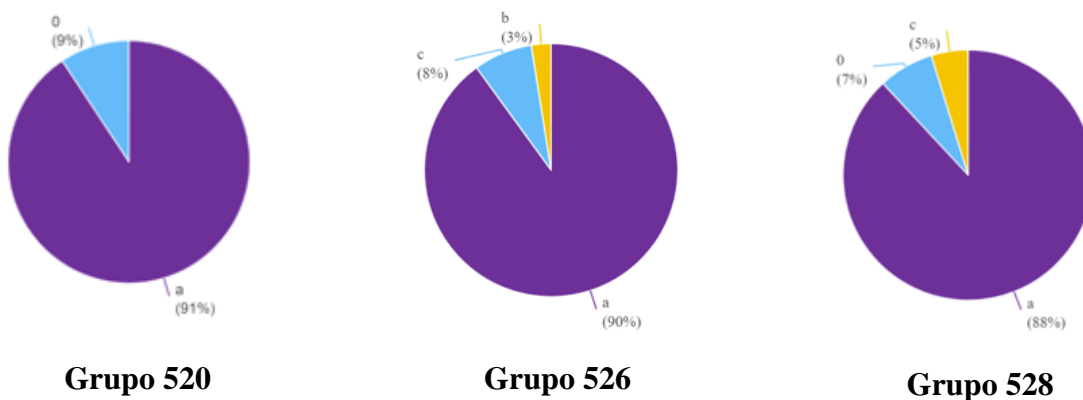
**Pregunta 8 – Un gran número de poblaciones de mosquito son actualmente resistentes a insecticidas como el D. D. T., sin embargo, cuando se empezó a usar el químico casi todos los mosquitos morían. Actualmente muchas poblaciones de mosquitos resisten el D. D. T., ¿por qué?**

Aunque las respuestas sugeridas pudieran ser correctas, sabemos que los cambios no aparecen para beneficiar o no a una especie, sino que estos cambios se dan por la acción de la

mutación y la interacción de los genes, por lo cual, la respuesta a la cual recurrieron la mayor parte de los estudiantes fue a la explicación de la resistencia al D. D. T. (diclorodifeniltricloroetano) en un 90%. Mientras que en el grupo 526 y 528 los estudiantes seleccionan la respuesta en la que se menciona que “*la naturaleza formó mosquitos resistentes*” y a “*los mosquitos aprendieron a adaptarse al D. D. T.*” en un porcentaje menor. Por lo cual, aún debemos fortalecer los conocimientos adquiridos por los estudiantes para minimizar los errores.

Los resultados se representan de la siguiente manera:

**Gráfico 17 - Representación de resultados, ejemplos moscos resistentes al D. D. T.**



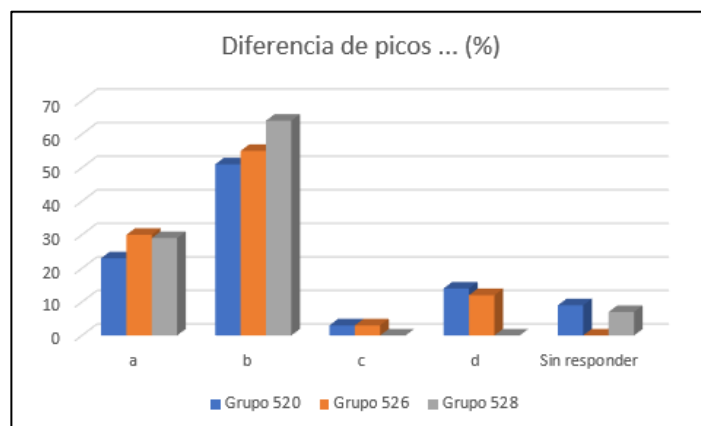
Durante clase trabajamos la resistencia bacteriana, mencionando que se lleva a cabo por mutaciones aleatorias o bien por la transferencia de los genes de una bacteria a otra. En cuanto a la resistencia al D. D. T. sucede algo similar, ya que también se lleva a cabo a través de cambios genéticos que le permiten metabolizar el pesticida de manera más eficiente.

**Pregunta 9 – La diferencia en los picos, y tamaño de las siguientes aves, ¿qué tipo de información te proporcionan?**

La imagen que se presenta en este reactivo son los pinzones de Darwin, en el cual se puede observar una diferencia en picos y tamaño de su cuerpo, que tienen relación con las características adaptativas de acuerdo con su alimentación, comportamiento y ubicación geográfica.

Por lo tanto, podemos observar que la mayoría de los estudiantes (entre el 50 a 60%) optaron por la respuesta “*El tipo de alimentación y probable distribución geográfica o ecosistema*”, y entre al 20% a 25% seleccionan “*Como han evolucionado a través del tiempo*” y aunque puede ser una opción, se hizo referencia en la clase sobre los aspectos de selección natural que observó Darwin en las islas Galápagos y las posibilidades de las aves para adaptarse a diversos ecosistemas. Por otra parte, los estudiantes que optaron por otra respuesta no aportaron información adicional (letra d).

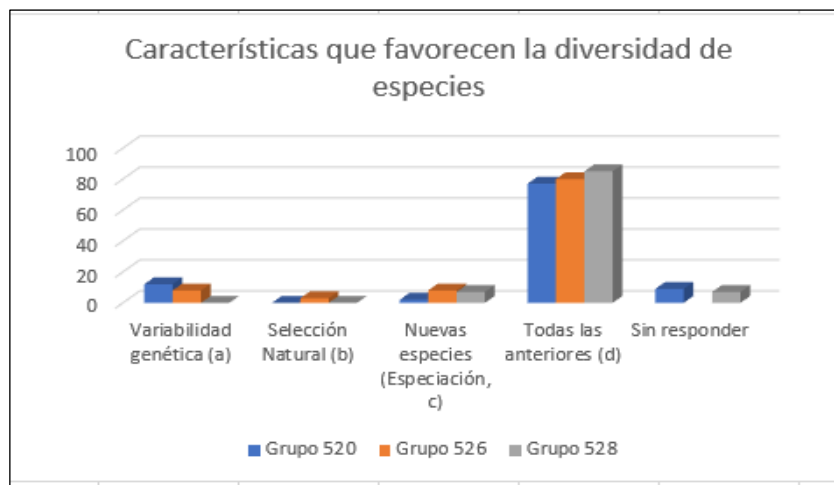
**Gráfico 18 - Análisis de información por la diferencia de picos**



**Pregunta 10** – Son características que favorecen la diversidad de seres vivos.

Esta pregunta está relacionada con la diversidad de especies existentes en nuestro planeta, por lo que las opciones mencionadas en esta sección tienen que ver con las posibilidades de las especies para diversificarse.

Gráfico 19 - Diversidad de seres vivos



Finalmente, las actividades prácticas, son actividades significativas, ya que los estudiantes se motivan por asistir al laboratorio, para esta secuencia se realizaron dos prácticas mismas que fueron evaluadas a través del informe que entregaron por equipos usando una rúbrica de evaluación, en la cual, además de obtener un puntaje, también obtuvimos indicadores de logros, de acuerdo a su desempeño en la investigación y obtención de información, al análisis de los resultados y a la relación con mecanismos de la evolución biológica, así como también a su capacidad de relacionarlo con problemas actuales de nuestra sociedad.

Ahora bien, la rúbrica que se utilizó tiene el objetivo de recopilar información sobre el grado del conocimiento del estudiante, sus habilidades y actitudes; lo cual, permite colocar a los estudiantes como generadores de su conocimiento. Aunada a que es un instrumento de evaluación que contiene indicadores de logro y puntaje, que nos da la oportunidad de recopilar información sobre el grado del conocimiento del estudiante.

Tabla 10 - Rúbrica de evaluación Práctica "Resistencia bacteriana"

<b>RÚBRICA DE EVALUACIÓN</b>					
<b>ESCUELA:</b>	Escuela Nacional Preparatoria No 5 "José Vasconcelos"				
<b>SEMESTRE:</b>	Cuarto				
<b>ASIGNATURA:</b>	Biología IV				
<b>UNIDAD 2:</b>	Pérdida de la biodiversidad, una problemática en México y el mundo.				
<b>ACTIVIDAD:</b>	Práctica de Laboratorio – Fuerzas evolutivas "Resistencia bacteriana"				

CRITERIOS	INDICADORES				CALIFICACIÓN
	EXCELENTE (25 PUNTOS)	MUY BIEN (20 PUNTOS)	BIEN (15 PUNTOS)	NECESITA MEJORAR (10 PUNTOS)	PUNTAJE
Menciona las características generales de las bacterias, y lo relaciona con el proceso de la evolución.	Relaciona las características generales de las bacterias con el proceso de mutación, mostrando un amplio conocimiento del tema.	Explica las características de las bacterias con el proceso de la evolución, demostrando conocimiento del tema.	La descripción de las características de las bacterias es somera y no existe una conexión con el proceso de la evolución o viceversa.	Su descripción sobre las características de las bacterias y sobre la evolución, no es clara.	
<b>PUNTAJE</b>	<b>25 PUNTOS</b>	<b>20 PUNTOS</b>	<b>15 PUNTOS</b>	<b>10 PUNTOS</b>	
Relaciona la resistencia bacteriana a antibióticos como un problema social.	Contextualiza el problema de resistencia bacteriana y lo argumenta como un problema regional, nacional o global.	Considera algunas causas del problema de la resistencia bacteriana a antibióticos, argumentando su respuesta.	Responde a algunas causas del problema de la resistencia bacteriana a antibióticos, sin profundizar.	Es nula la relación de la resistencia bacteriana como problema social.	
<b>PUNTAJE</b>	<b>25 PUNTOS</b>	<b>20 PUNTOS</b>	<b>15 PUNTOS</b>	<b>10 PUNTOS</b>	
Argumenta el trabajo e invita de la investigación y los aprendizajes adquiridos.	Argumenta y justifica sus propuestas con diferentes fuentes de información.	Argumenta y analiza sus propuestas, pero no incluye fundamentos técnicos.	Argumenta o justifica sus propuestas sin fundamentos técnicos.	Expresa su punto de vista de manera básica y sin fundamentos técnicos.	
<b>PUNTAJE</b>	<b>25 PUNTOS</b>	<b>20 PUNTOS</b>	<b>15 PUNTOS</b>	<b>10 PUNTOS</b>	
Presenta un ensayo científico (contiene además citas, referencias APA, evidencias de trabajo, etc.)	El documento cumple con todas las especificaciones solicitadas.	El trabajo cumple con la mayoría de las especificaciones solicitadas.	Al documento le hace falta de 2 a más apartados solicitados.	El documento que entrega no corresponde con lo solicitado.	
<b>PUNTAJE</b>	<b>25 PUNTOS</b>	<b>20 PUNTOS</b>	<b>15 PUNTOS</b>	<b>10 PUNTOS</b>	
<b>Calificación = Puntaje total / 100</b>				<b>Puntaje total</b>	

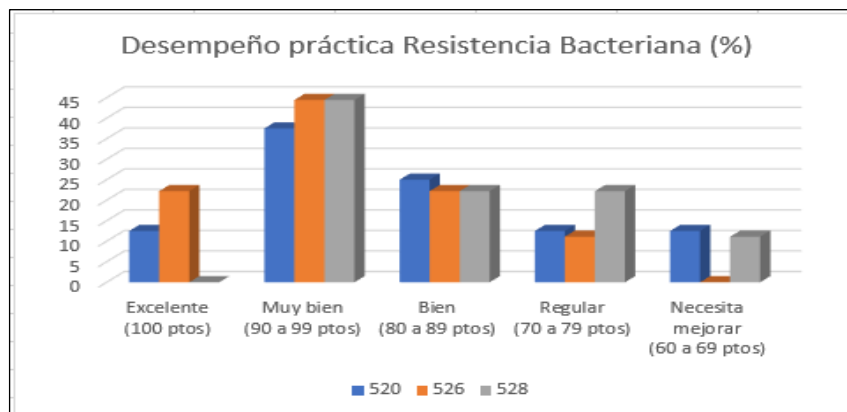
CALIFICACIÓN	INDICADORES DE LOGRO
100 %	EXCELENTE
99 Δ 90	MUY BIEN
89 Δ 80	BIEN
79 Δ 70	REGULAR
69 Δ 60	NECESITA MEJORAR

Por lo que en la primera práctica se trabajó el tema de resistencia bacteriana, por lo cual, se usaron cultivos de bacterias que se obtuvieron de salsas del puesto de comida preferido por los estudiantes, por lo cual, estaban motivados para observar los resultados.

Durante esta experiencia los estudiantes explicaron la resistencia bacteriana al aplicar a las muestras antibiótico a través de confeti sumergido en ampicilina. Se pudo observar que no todas las bacterias murieron y que solo en un porcentaje menor había bacterias resistentes.

Los resultados obtenidos son los siguientes:

Gráfico 20 - Práctica 1 "Resistencia bacteriana"

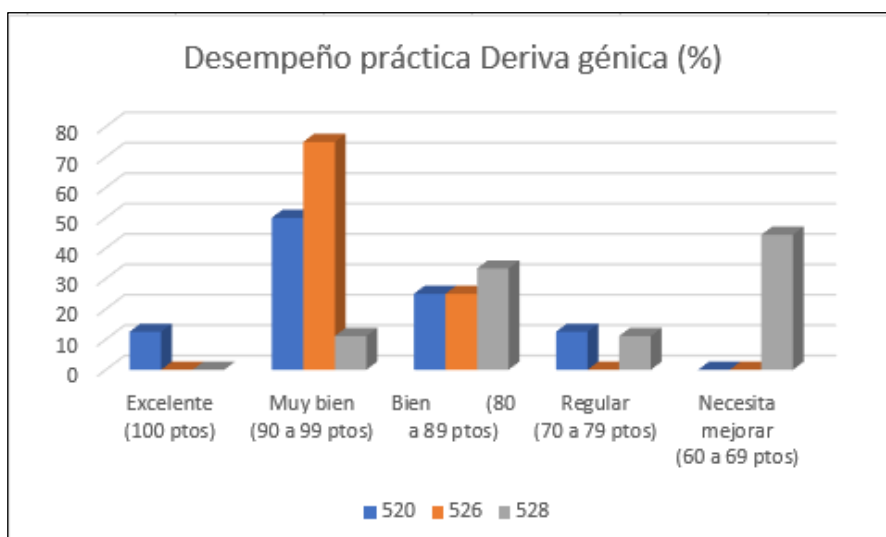


Entre los aspectos a mejorar en la elaboración de prácticas de laboratorio, se encuentra principalmente el desarrollo del ensayo científico, ya que, aunque los estudiantes identifican cada una de las secciones (planteamiento del problema, objetivos, hipótesis, marco teórico, diseño experimental, resultados y conclusiones), les falta aún estructura para describir y analizar la información. La descripción es muy breve y no hacen uso de fuentes de información, a pesar de que en algunos trabajos se puede distinguir el copiado y pegado de información, por lo cual, es un área de oportunidad para el docente, ya que este debe fortalecer el trabajo en estos textos, practicar el vocabulario científico y propiciar entre los estudiantes el intercambio de información a través de la colaboración en estas actividades.

En esta actividad, los estudiantes que se encuentran en los rangos de 90 a 100 puntos lograron explicar el proceso de mutación como un cambio aleatorio que se lleva a cabo en las bacterias y que se encuentra íntimamente relacionado con los problemas de salud que hoy enfrentamos ante la automedicación (problema de salud).

Para la segunda práctica de laboratorio (Deriva génica), los estudiantes logran explicar la variabilidad genética y los cambios al azar, sin embargo, nos enfrentamos al mismo problema que se explicó en la primera actividad, relacionado con la falta de argumentación, a excepción de estudiantes que lo lograron con congruencia y con el uso de información relevante para su análisis y descripción.

**Gráfico 21 - Práctica 2 “Deriva génica”**





Por otra parte, podemos observar que el mejor desempeño lo llevaron a cabo los grupos 520 y 526, mientras que el grupo 528, durante la segunda práctica obtuvo el mayor porcentaje en “necesidad de mejorar”.

Tabla 11 - Rúbrica de evaluación Práctica "Deriva génica"

RÚBRICA DE EVALUACIÓN

ESCUELA:	Escuela Nacional Preparatoria No 5 "José Vasconcelos"
SEMESTRE:	Cuarto
ASIGNATURA:	Biología IV
UNIDAD 2:	Pérdida de la biodiversidad, una problemática en México y el mundo.
ACTIVIDAD:	Práctica de Laboratorio – Fuerzas evolutivas "Deriva génica"

CRITERIOS	INDICADORES				CALIFICACIÓN
	EXCELENTE (25 PUNTOS)	MUY BIEN (20 PUNTOS)	BIEN (15 PUNTOS)	NECESITA MEJORAR (10 PUNTOS)	
Describe las características de la Deriva génica	Describe de manera clara la deriva génica como proceso de evolución, mostrando un amplio conocimiento del tema.	Explica la deriva génica como proceso de la evolución, demostrando conocimiento del tema.	Describe la deriva génica de manera simple y no lo relaciona como un proceso evolutivo.	Es confuso o muy simple la descripción de la deriva génica.	
PUNTAJE	25 PUNTOS	20 PUNTOS	15 PUNTOS	10 PUNTOS	
Identifica el proceso de la deriva génica de manera experimental y argumenta sus resultados.	Identifica la deriva génica de manera experimental y argumenta sus resultados con fundamento teórico.	Identifica la deriva génica, pero argumenta sus resultados de manera sencilla.	Identifica la deriva génica, pero no argumenta sus resultados.	Muestra sus resultados <del>experimentales</del> pero no identifica el proceso de manera adecuada.	
PUNTAJE	25 PUNTOS	20 PUNTOS	15 PUNTOS	10 PUNTOS	
Argumenta el trabajo a través de la investigación y los aprendizajes adquiridos.	Argumenta y justifica sus propuestas con diferentes fuentes de información.	Argumenta y analiza sus propuestas, pero no incluye fundamentos teóricos.	Argumenta o justifica sus propuestas sin fundamentos teóricos.	Expresa su punto de vista de manera básica y sin fundamentos teóricos.	
PUNTAJE	25 PUNTOS	20 PUNTOS	15 PUNTOS	10 PUNTOS	
Presenta un ensayo científico (contiene además biblias, referencias APA, evidencia de trabajo, etc.)	El documento cumple con todas las especificaciones solicitadas.	El trabajo cumple con la mayoría de las especificaciones solicitadas.	Al documento le hace falta de 2 a más apartados solicitados.	El documento que entrega no corresponde con lo solicitado.	
PUNTAJE	25 PUNTOS	20 PUNTOS	15 PUNTOS	10 PUNTOS	
Calificación = Puntaje total / 100			Puntaje total		

CALIFICACIÓN	INDICADORES DE LOGRO
100 %	EXCELENTE
80 Δ 90	MUY BIEN
60 Δ 80	BIEN
40 Δ 70	REGULAR
00 Δ 60	NECESITA MEJORAR

## CONCLUSIONES

Como ya se ha mencionado con anterioridad, no hay que escatimar que la evolución biológica es una disciplina que integra la mayor parte de los conocimientos en el área de biología, que es importante hacer énfasis durante la enseñanza, que la evolución biológica se encuentra inmersa en cada uno de los temas que se trabajan en clase, por lo cual, nos debemos dar a la tarea de involucrar a los estudiantes a través de cuestionamientos certeros en los que se involucre su posición y de los demás seres vivos.

Es por ello por lo que debemos explorar estrategias y acciones que mejoren nuestra cátedra y cumplir con los objetivos de los planes de estudio vigentes (1996).

La Escuela Nacional Preparatoria cuenta con diversos laboratorios y equipo para llevar a cabo actividades experimentales, sin embargo, no siempre son usados por los docentes; por otra parte, es un gran reto enseñar en la escuela nacional preparatoria con grupos numerosos, ya que, desde mi experiencia, en algunas ocasiones y de acuerdo con el calendario de clase, nos asignaban aulas pequeñas y con mobiliario reducido, por lo que, los estudiantes debían sentarse en el suelo, de alguna manera estas acciones provocaban descontento y desinterés para tomar la clase. Este sobrecupo también propicia que el docente se conduzca por actividades de tipo expositivo y memorístico lo que impacta de manera directa en el aprovechamiento y desempeño escolar.

Es por ello por lo que no solo basta tener una buena propuesta curricular, ni objetivos claros, sino también contar con instalaciones, infraestructura y materiales educativos

apropiados, profesores capacitados y por supuesto, estudiantes comprometidos (Chamizo, 2017).

La aplicación de la secuencia didáctica planeada nos dio la oportunidad de trabajar de manera activa con los tres grupos, que, de acuerdo con sus comentarios, les motivó y sirvió la revisión de materiales de manera previa como los documentales, ya que, al llegar a la clase, su nivel de participación e interacción con el grupo les motivaba.

El hecho de aplicar un cuestionario diagnóstico a través de preguntas abiertas nos dio la posibilidad de conocer el grado de conocimientos de los estudiantes, que, al ser comparados con el cuestionario de cierre, donde se requería aplicar lo aprendido, pudimos observar que existe una diferencia significativa, ya que, en el cuestionario de cierre, los estudiantes, en su mayoría, lograron justificar sus respuestas.

En cuanto a las actividades de laboratorio, logramos obtener interés de los estudiantes hacia las ciencias y en particular hacia el estudio de la evolución biológica a través del conocimiento de seres vivos diminutos y su relación en la salud, comprendiendo así la importancia del conocimiento científico en estas áreas. Por lo cual, lo ideal sería crear proyectos transversales con otras áreas del conocimiento para complementar los aprendizajes de los estudiantes.

Por otra parte, es importante analizar, que como docentes es nuestro compromiso enseñar y motivar a los estudiantes en la elaboración de ensayos científicos, fortaleciendo la lectura y la comprensión de textos.

Por lo cual, como docente, debemos hacer una búsqueda de estrategias y técnicas ideales para aplicar a grupos numerosos, cuidando la motivación.

El análisis del cuestionario pre-test y post-test nos demuestra un cambio significativo en la obtención de resultados, ya que los estudiantes se esfuerzan por cumplir sus propias metas, a pesar de que en algunos casos aún se presentan errores en la concepción de la evolución biológica y sus procesos, por lo que se recomienda que: fomentar la comprensión lectora, proporcionar diversos ejemplos sobre pruebas evolutivas, evitar caer en conceptos arcaicos.

Tomando en cuenta que es necesario e implícito este tema como unificador en el área de biología (entendimiento de todos los procesos que generaron un cambio a través del tiempo), el desarrollo de esta propuesta requiere de una mayor carga horaria dentro del plan de estudio y que no se muestre como un tema adicional.

Por supuesto esta propuesta didáctica puede mejorarse, y más aún debe ser modificada de acuerdo con el contexto del grupo, con el fin de: “Propiciar experiencias que acerquen al estudiante a la práctica científica a través de procedimientos que presenten a la ciencia como una unidad, esto es, que el alumno adquiera una visión integral de la ciencia que contribuya a que perciba a las disciplinas científicas como cuerpos interactivos de procedimientos, reflexión intelectual y conocimiento que el hombre pone en marcha para resolver problemas de su entorno” (ENP 1996, p. 24).

A pesar de que solo se evaluaron 3 actividades, dentro de la clase, se implementaron otros materiales como revisión de videos, uso de organizadores gráficos, motivación a la participación, resúmenes propios de la actividad, esquemas, etc.

Por lo tanto, “enseñar ciencias es una profesión creativa, intrincada y multifacética. Es también una forma de interacción humana que por definición involucra la intención de ayudar a otros a aprender, es decir, a apropiarse de nuevas ideas, habilidades, procedimientos, actitudes, valores, etc., relacionados con el mundo de las ciencias” (Guerra, p. 82).

Ahora bien, se deben buscar herramientas que nos ayuden a propiciar los medios por los cuales el desempeño de los estudiantes pueda mejorarse, desarrollando habilidades hacia la alfabetización científica, a través de la diversificación de actividades, promover la colaboración, fomentar la lectura de artículos de divulgación científica, promover el uso de tecnologías de información y comunicación, aplicación de más actividades prácticas y fomentar el interés y la motivación.

Finalmente, se debe realizar una unificación en los planes de estudio para evitar diferencias entre las escuelas de la UNAM y las reformas que rigen cada uno de los planes existentes, con el objetivo de elevar la calidad en la educación, generar mayor bienestar e igualdad de oportunidades.

## ANEXOS

### C. diagnóstico / Pretest:

#### Biología IV

#### Escuela Nacional Preparatoria "José Vasconcelos"

Nombre: \_\_\_\_\_ Sexo: \_\_\_\_\_ Fecha: \_\_\_\_\_

Semestre: \_\_\_\_\_ Turno: \_\_\_\_\_ ¿Ya cursaste evolución? \_\_\_\_\_

**INSTRUCCIONES GENERALES** – Estimado alumno, éste es solo un ejercicio para obtener referencias de tus conocimientos sobre el tema; no tiene una calificación escolar, por lo cual se te solicita respuestas a las siguientes preguntas:

1. ¿Qué es evolución? \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

2. ¿Cuáles son los mecanismos de la evolución? \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

3. ¿Quién evoluciona? \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

4. ¿Quiénes son los naturalistas que participaron en la Teoría de la evolución?

\_\_\_\_\_

*Tomado de Rosas, 2012 y modificado de acuerdo con los intereses del estudio.*

## Biología IV

### Escuela Nacional Preparatoria #5 "José Vasconcelos"

Nombre: \_\_\_\_\_ Sexo: F \_\_\_ M \_\_\_ Fecha: \_\_\_\_\_

Semestre: \_\_\_\_\_ Turno: \_\_\_\_\_ Edad: \_\_\_\_\_ Grupo: \_\_\_\_\_

**INSTRUCCIONES GENERALES** – Estimado alumno, éste es solo un ejercicio para obtener referencias de los conocimientos adquiridos sobre el tema; no tiene una calificación escolar. Lee cuidadosamente cada ejercicio.

I. Resuelve las siguientes preguntas:

1. ¿A qué se le llama evolución? \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

2. Menciona 2 evidencias del proceso de la evolución \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

3. ¿Quiénes participaron en el desarrollo de la Teoría de la evolución? \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

4. ¿Cuál de los dos modelos representa mejor la evolución de las especies?, ¿por qué?

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_



5. Indica por lo menos 3 caracteres que se utilizan para estudiar la evolución del hombre:

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

II. Selecciona la respuesta correcta:

6. Mecanismo que no favorece la evolución de las especies:

- a) Mutación      b) Migración      c) Selección natural      d) Selección artificial

7. Observa la imagen, ¿crees que las mariposas pertenecen a una misma especie?:

a) Sí, ya que en una población pueden existir variaciones, por ejemplo la coloración.

b) No, porque si fueran de la misma especie serían exactamente iguales.

c) Otra respuesta:

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_



8. Un gran número de poblaciones de mosquitos son actualmente resistentes a insecticidas como el D. D. T., sin embargo, cuando se empezó a usar el químico casi todos los mosquitos morían. Actualmente muchas poblaciones de mosquitos resisten el D.D.T. porque:

- a) Los mosquitos fueron desarrollando poco a poco resistencia al D.D.T., heredándosela a sus hijos.
- b) La naturaleza formó mosquitos resistentes al D.D.T.
- c) Algunos mosquitos aprendieron a adaptarse al D.D.T.

9. La diferencia en los picos, y tamaño de las siguientes aves, ¿qué tipo de información te proporcionan?

- a) Como han evolucionado a través del tiempo.
- b) El tipo de alimentación y probable distribución geográfica o ecosistema.
- c) Ninguna de las anteriores
- d) Otra respuesta:



10. Son características que favorecen la diversidad de seres vivos:

- a) Variabilidad genética
- b) Selección natural
- c) Nuevas especies (especiación)
- d) Todas las anteriores

*Tomado de Sánchez, 2000; Rosas, 2012, Bernedo y Tizón, 2011. modificado de acuerdo con los intereses del estudio.*



**ANEXO**  
**RÚBRICA DE EVALUACIÓN**

<b>ESCUELA:</b>	Escuela Nacional Preparatoria No 5 "José Vasconcelos"
<b>SEMESTRE:</b>	Cuarto
<b>ASIGNATURA:</b>	Biología IV
<b>UNIDAD 2:</b>	Pérdida de la biodiversidad, una problemática en México y el mundo.
<b>ACTIVIDAD:</b>	Práctica de Laboratorio – Fuerzas evolutivas "Resistencia bacteriana"

CRITERIO 8	INDICADORES				CALIFICACIÓN
	EXCELENTE (25 PUNTOS)	MUY BIEN (20 PUNTOS)	BIEN (15 PUNTOS)	NECESITA MEJORAR (10 PUNTOS)	PUNTAJE
<b>Menciona las características generales de las bacterias, y lo relaciona con el proceso de la evolución.</b>	Relaciona las características generales de las bacterias con el proceso de mutación, mostrando un amplio conocimiento del tema.	Explica las características de las bacterias con el proceso de la evolución, demostrando conocimiento del tema.	La descripción de las características de las bacterias es somera y no existe una conexión con el proceso de la evolución o viceversa.	Su descripción sobre las características de las bacterias y sobre la evolución, no es clara.	
<b>PUNTAJE</b>	<b>25 PUNTO 8</b>	<b>20 PUNTO 8</b>	<b>15 PUNTO 8</b>	<b>10 PUNTO 8</b>	
<b>Relaciona la resistencia bacteriana a antibióticos como un problema social.</b>	Contextualiza el problema de resistencia bacteriana y lo argumenta como un problema regional, nacional o global.	Considera algunas causas del problema de la resistencia bacteriana a antibióticos, argumentando su respuesta.	Responde a algunas causas del problema de la resistencia bacteriana a antibióticos, sin profundizar.	Es nula la relación de la resistencia bacteriana como problema social.	
<b>PUNTAJE</b>	<b>25 PUNTO 8</b>	<b>20 PUNTO 8</b>	<b>15 PUNTO 8</b>	<b>10 PUNTO 8</b>	
<b>Argumenta el trabajo a través de la investigación y los aprendizajes adquiridos.</b>	Argumenta y justifica sus propuestas con diferentes fuentes de información.	Argumenta y analiza sus propuestas, pero no incluye fundamentos teóricos.	Argumenta o justifica sus propuestas sin fundamentos teóricos.	Expresa su punto de vista de manera básica y sin fundamentos teóricos.	
<b>PUNTAJE</b>	<b>25 PUNTO 8</b>	<b>20 PUNTO 8</b>	<b>15 PUNTO 8</b>	<b>10 PUNTO 8</b>	
<b>Presenta un ensayo científico (contiene además tablas, referencias APA, evidencias de trabajo, etc.)</b>	El documento cumple con todas las especificaciones solicitadas.	El trabajo cumple con la mayoría de las especificaciones solicitadas.	Al documento le hace falta de 2 a más apartados solicitados.	El documento que entrega no corresponde con lo solicitado.	
<b>PUNTAJE</b>	<b>25 PUNTO 8</b>	<b>20 PUNTO 8</b>	<b>15 PUNTO 8</b>	<b>10 PUNTO 8</b>	
<b>Calificación = Puntaje total / 100</b>				<b>Puntaje total</b>	

CALIFICACIÓN	INDICADORES DE LOGRO
100 %	EXCELENTE
99 A 90	MUY BIEN
89 A 80	BIEN
79 A 70	REGULAR
69 A 60	NECESITA MEJORAR

## ANEXO RÚBRICA DE EVALUACIÓN

ESCUELA:	Escuela Nacional Preparatoria No 5 "José Vasconcelos"
SEMESTRE:	Cuarto
ASIGNATURA:	Biología IV
UNIDAD:	Pérdida de la biodiversidad, una problemática en México y el mundo.
ACTIVIDAD:	Práctica de Laboratorio – Fuerzas evolutivas "Deriva genética"

CRITERIO 8	INDICADORES				CALIFICACIÓN
	EXCELENTE (25 PUNTOS)	MUY BIEN (20 PUNTOS)	BIEN (15 PUNTOS)	NECESITA MEJORAR (10 PUNTOS)	PUNTAJE
Describe las características de la Deriva génica	Describe de manera clara la deriva genética como proceso de evolución, mostrando un amplio conocimiento del tema.	Explica la deriva genética como proceso de la evolución, demostrando conocimiento del tema.	Describe la deriva genética de manera simple y no lo relaciona como un proceso evolutivo.	Es confuso o muy simple la descripción de la deriva genética.	
<b>PUNTAJE</b>	<b>25 PUNTO 8</b>	<b>20 PUNTO 8</b>	<b>15 PUNTO 8</b>	<b>10 PUNTO 8</b>	
Identifica el proceso de la deriva genética de manera experimental y argumenta sus resultados.	Identifica la deriva genética de manera experimental y argumenta sus resultados con fundamento teórico.	Identifica la deriva genética, pero argumenta sus resultados de manera sencilla.	Identifica la deriva genética, pero no argumenta sus resultados.	Muestra sus resultados <u>inconclusivos</u> pero no identifica el proceso de manera adecuada.	
<b>PUNTAJE</b>	<b>25 PUNTO 8</b>	<b>20 PUNTO 8</b>	<b>15 PUNTO 8</b>	<b>10 PUNTO 8</b>	
Argumenta el trabajo a través de la investigación y los aprendizajes adquiridos.	Argumenta y justifica sus propuestas con diferentes fuentes de información.	Argumenta y analiza sus propuestas, pero no incluye fundamentos teóricos.	Argumenta o justifica sus propuestas sin fundamentos teóricos.	Expresa su punto de vista de manera básica y sin fundamentos teóricos.	
<b>PUNTAJE</b>	<b>25 PUNTO 8</b>	<b>20 PUNTO 8</b>	<b>15 PUNTO 8</b>	<b>10 PUNTO 8</b>	
Presenta un ensayo científico (contiene además tablas, referencias APA, evidencias de trabajo, etc.)	El documento cumple con todas las especificaciones solicitadas.	El trabajo cumple con la mayoría de las especificaciones solicitadas.	Al documento le hace falta de 2 a más apartados solicitados.	El documento que entrega no corresponde con lo solicitado.	
<b>PUNTAJE</b>	<b>25 PUNTO 8</b>	<b>20 PUNTO 8</b>	<b>15 PUNTO 8</b>	<b>10 PUNTO 8</b>	
<b>Calificación = Puntaje total / 100</b>				<b>Puntaje total</b>	



CALIFICACIÓN	INDICADORES DE LOGRO
100 %	EXCELENTE
99 A 90	MUY BIEN
89 A 80	BIEN
79 A 70	REGULAR
69 A 60	NECESITA MEJORAR

## BIBLIOGRAFÍA

Acevedo, D., Montero, P. M., y Marrugo Ligardo, Y. A. (2022). Socioformación como estrategia pedagógica para el aprendizaje por competencias: Socio-Training as a Pedagogical Strategy for Skills Learning. *Revista De Filosofía*, 39(100), 320-332. Revisado en: <https://www.produccioncientificaluz.org/index.php/filosofia/article/view/37638>

Acosta, R. M. (2014). Evidencias de la Evolución biológica: aprendiendo evolución desde la metodología científica. Tesis para obtener el título de Biólogo. Facultad de Ciencias. UNAM. Revisado en: <http://132.248.9.195/ptd2014/septiembre/0719468/Index.html>

Acosta, S. y Boscan, A. (2012). Estrategias cognoscitivas para la promoción del aprendizaje significativo de la Biología, en la Escuela de Educación. *Revista Telos*. 14(2). 175-193. Revisado en: <https://www.redalyc.org/pdf/993/99323311002.pdf>

Alucema, M. A. (1996). Estructuración cognoscitiva de estudiantes de la carrera de biología referida al concepto de evolución. Tesis para obtener el grado de Maestro en Ciencias, Facultad de Ciencias, UNAM. Revisado en: <http://132.248.9.195/ppt1997/0237199/Index.html>

Alvarado, C. (2014). La enseñanza y el aprendizaje de las ciencias experimentales en la educación media superior de México. *IMEA-UNILA*, 2(2), 60-75, Revisado en: <https://revistas.unila.edu.br/index.php/IMEA-UNILA/article/view/343>

Álvarez, A. C., Beuchot, M. H. y Álvarez, V. (2018). Reflexiones y aplicaciones de la hermenéutica analógica en la educación. *UPN. Horizontes educativos*. Revisado en: <http://bgtq.ajusco.upn.mx:8080/jspui/bitstream/123456789/1250/3/Reflexiones%20y%20aplicac%20de%20la%20hermen.pdf#page=92>

Álvarez, E. (2017). Enseñas en el camino de aprendizaje de Biología Evolutiva: Fundamentos, propuesta y resultados. X Congreso Internacional sobre Investigación en Didáctica de las Ciencias. No extraordinario: 1717-1722. Revisado en: [https://www.academia.edu/35643801/ENSE%C3%91AS\\_EN\\_EL\\_CAMINO\\_DE\\_APRENDIZAJE\\_DE\\_BIOLOG%3%8DA\\_EVOLUTIVA\\_FUNDAMENTOS\\_PROPUESTA\\_Y\\_RESULTADOS?email\\_work\\_card=title](https://www.academia.edu/35643801/ENSE%C3%91AS_EN_EL_CAMINO_DE_APRENDIZAJE_DE_BIOLOG%3%8DA_EVOLUTIVA_FUNDAMENTOS_PROPUESTA_Y_RESULTADOS?email_work_card=title)

Álvarez, J. A. (2010). Evaluación del software educativo Evolución, origen de la biodiversidad, como recurso didáctico. Tesis para obtener el grado de Maestría en Docencia para la Educación Media Superior, FES Iztacala, UNAM. Revisado en: <http://132.248.9.195/ptb2011/febrero/0666269/Index.html>

Aquino, E. (2019). El uso de la historieta como estrategia en la enseñanza del tema “evolución Biológica” a nivel medio superior. Tesis para obtener el grado de Maestría en Docencia para la Educación Media Superior, FES Iztacala, UNAM. Revisado en: <http://132.248.9.195/ptd2019/julio/0791720/Index.html>

Arcà, M., Guidoni P. y Mazzoli, P. (1990). Enseñar ciencia. Como empezar: reflexiones para una educación científica de base, Barcelona: Paidós.

Ayala, G. D. (2017). La actividad experimental como estrategia didáctica para el aprendizaje del tema Metabolismo Celular, en el programa de Biología del Nivel Medio Superior. Tesis para obtener el grado de Maestría. UNAM <http://132.248.9.195/ptd2020/octubre/0804231/Index.html>

Barahona, A. y Bonilla, E. (2009). Teaching evolution: challenges for Mexican primary school. *Harvard Review of Latin America* 3(3):16-17.

Barahona, A. y Cortés O. (2008). Valores y la enseñanza de la biología en secundaria. Ediciones Castillo. México. 211 pag.

Barahona, A. y Piñero, D. (1994). Genética: La continuidad de la vida. FCE.

Bautista Sánchez, M. G.; Martínez Moreno, A. R.; Hiracheta Torres, R. (2014). El uso de material didáctico y las tecnologías de información y comunicación (TIC) para mejorar el alcance académico. *Ciencia y Tecnología*, 14, 183-194. Obtenido de: [https://www.palermo.edu/ingenieria/pdf2014/14/CyT\\_14\\_11.pdf](https://www.palermo.edu/ingenieria/pdf2014/14/CyT_14_11.pdf)

Bermúdez, G. y De Longhi, A. L. (2014). Análisis de la transposición didáctica del concepto de biodiversidad. Orientaciones para su enseñanza. Algunas aproximaciones a la investigación en educación en enseñanza de las Ciencias Naturales en América Latina. 115-153. Universidad Distrital Francisco José de Caldas. Revisado en: [https://die.udistrital.edu.co/sites/default/files/doctorado\\_ud/publicaciones/analisis\\_transposicion\\_didactica\\_del\\_concepto\\_biodiversidad.orientaciones\\_para\\_su\\_ensenanza.pdf](https://die.udistrital.edu.co/sites/default/files/doctorado_ud/publicaciones/analisis_transposicion_didactica_del_concepto_biodiversidad.orientaciones_para_su_ensenanza.pdf)

Bernedo, V. y Tizón, M. C. (2011). Concepciones alternativas sobre Evolución en 1º de ESO. Consultado en: [http://www.enciga.org/files/boletins/73/IN\\_Bernedo\\_Chao\\_Vanessa\\_CC\\_Concepciones\\_alternativas\\_sobre\\_evolucion.pdf](http://www.enciga.org/files/boletins/73/IN_Bernedo_Chao_Vanessa_CC_Concepciones_alternativas_sobre_evolucion.pdf)

Barreto, I., Velandia, A. y Rincón, J. M. (2011). Estrategias metodológicas para el análisis de datos textuales: aplicaciones en psicología del consumidor. *Suma Psicológica*, 18(2), 7-15. Revisado en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=134222985001>

Bravo, T. y Valenzuela, S. (s/f). Cuadernillo técnico de evaluación educativa. Desarrollo de instrumentos de evaluación: cuestionarios. INEE. Revisado en: <https://www.inee.edu.mx/wp-content/uploads/2019/08/P2A355.pdf>

Bravo, M. T. y Macías, A. P. (2023). Análisis de tesis relacionadas con la Educación ambiental de la Maestría en Docencia para la Educación Media Superior de la Universidad Nacional Autónoma de México. *Cadernos CIMEAC*. 13. 27-53 Revisado en: [https://www.researchgate.net/publication/373712149\\_ANALISIS\\_DE\\_TESIS\\_RELACIONADAS\\_CON\\_LA\\_EDUCACION\\_AMBIENTAL\\_DE\\_LA\\_MAESTRIA\\_EN\\_DOCENCIA\\_PARA\\_LA\\_EDUCACION\\_MEDIA\\_SUPERIOR\\_DE\\_LA\\_UNIVERSIDAD\\_NACIONAL\\_AUTONOMA\\_DE\\_MEXICO](https://www.researchgate.net/publication/373712149_ANALISIS_DE_TESIS_RELACIONADAS_CON_LA_EDUCACION_AMBIENTAL_DE_LA_MAESTRIA_EN_DOCENCIA_PARA_LA_EDUCACION_MEDIA_SUPERIOR_DE_LA_UNIVERSIDAD_NACIONAL_AUTONOMA_DE_MEXICO)

Camilloni, A. (2007). Justificación de la didáctica. En *El saber didáctico*. 19-22. Paidós. Revisado en <https://es.scribd.com/doc/74381464/Camilloni-El-Saber-Didactico>

Campos, Y. (2000). Estrategias didácticas apoyadas en tecnología. DGENAMDF. México. Revisado en: <http://www.camposc.net/0repositorio/libros/estrategias/libroEstrategias.html>

Candela, A. (2005). Aportes de la Investigación Educativa y Retos Actuales de la Enseñanza de la Física. *Sinéctica, Revista Electrónica de Educación*, (27), 1-12. Revisado en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=99815895017>

Castillo, M. (2009). Utilidad de los métodos de pretest para la evaluación de los cuestionarios en la Investigación mediante Encuesta. Tesis doctoral, Universidad de Granada.

176 pag. Revisado en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/tesis?codigo=63516>

Chamizo, J. A. y Pérez, Y. (2017). Sobre la enseñanza de las ciencias naturales. Revista Iberoamericana De Educación, 74(1), 23-40. <https://doi.org/10.35362/rie741624>

Chevallard, Y. (1985). La transposición didáctica. Del saber sabido al Saber enseñado. 1 Ed. Buenos Aires, Aique. Revisado en: [https://www.terras.edu.ar/biblioteca/11/11DID\\_Chevallard\\_Unidad\\_3.pdf](https://www.terras.edu.ar/biblioteca/11/11DID_Chevallard_Unidad_3.pdf)

Colina, F. (2015). Planificación docente e investigación. Agentes articuladores de la gestión del conocimiento. Revisado en [https://www.fundacionkoinonia.com.ve/publicaciones/planificacion\\_docente\\_investigacion.pdf](https://www.fundacionkoinonia.com.ve/publicaciones/planificacion_docente_investigacion.pdf)

Coll, C. y Martin, E. (2006). “Vigencia del debate curricular. Aprendizajes básicos, competencias y estándares”, El currículo a debate. Revista PRELAC, Santiago: UNESCO. Revisado en: <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000151698>

Comisión Iberoamericana de Calidad Educativa. 2013. Manual de Estrategias didácticas. Revisado en: [http://148.202.167.116:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/3510/Manual\\_estrategias\\_didacticas.pdf?sequence=3&isAllowed=y](http://148.202.167.116:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/3510/Manual_estrategias_didacticas.pdf?sequence=3&isAllowed=y)

Cossío, E. F. y Hernández, G. (2016). Las teorías implícitas de enseñanza y aprendizaje de profesores de primaria y sus prácticas docentes / The Implicit Theories of Teaching and Learning among Elementary School Teachers and in their Practice Teaching. Revista mexicana de investigación educativa, n. 71, p. 1135. Revisado en: <http://pbidi.unam.mx:8080/login?url=http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=edssci&AN=edssci.S1405.66662016000401135&lang=es&site=eds-live>>

Cuevas, A., Hernández, R., Leal, B. E. y Mendoza, C. P. (2016). Enseñanza-aprendizaje de ciencia e investigación en educación básica en México. Revista Electrónica de Investigación Educativa, 18(3), 187-200. Revisado en: <http://redie.uabc.mx/redie/article/view/1116>

Díaz, T. (2003). La Interpretación Histórico-Cultural de la Transposición Didáctica como Puente de Emancipación del Aprendizaje y de la Enseñanza. Revista Praxis, 3:37-56, Revisado en: [https://utp.edu.co/cms-utp/data/bin/UTP/web/uploads/media/comunicaciones/documentos/antiguos/11333diaz\\_praxis\\_3.pdf](https://utp.edu.co/cms-utp/data/bin/UTP/web/uploads/media/comunicaciones/documentos/antiguos/11333diaz_praxis_3.pdf)

Díaz, M., et al. (2007). Pisa 2006 en México. México: INEE. Revisado en: <http://www.sev.gob.mx/upece/evaluacion/wp-content/uploads/sites/3/2020/10/PISA-2006.pdf>

Duschl, R. A. (1997). Renovar la enseñanza de las Ciencias: Importancia de las teorías y su desarrollo. Madrid: Narcea.

ENP (1997). Plan de estudios 1996. Iniciación Universitaria. Revisado en [http://enp.unam.mx/assets/pdf/planesdeestudio/PE\\_1996\\_IU.pdf](http://enp.unam.mx/assets/pdf/planesdeestudio/PE_1996_IU.pdf)



Fernández, N. (2014). Algo más que locos experimentos para la escuela: el uso del laboratorio en la enseñanza de las ciencias. Buenos Aires: Centro de publicaciones Educativas y Material Didáctico. Revisado en: [https://www.researchgate.net/publication/258463467\\_Algo\\_mas\\_que\\_locos\\_experimentos\\_para\\_hacer\\_en\\_clases](https://www.researchgate.net/publication/258463467_Algo_mas_que_locos_experimentos_para_hacer_en_clases)

Flores, J., Ávila, J., Rojas, C., Sáez, F., Acosta, R. y Díaz, C. (2017). Estrategias didácticas para el aprendizaje significativo en contextos universitarios. Revisado en: [https://www.researchgate.net/publication/345959045\\_Estrategias\\_didacticas\\_para\\_el\\_aprendizaje\\_significativo\\_en\\_contextos\\_universitarios](https://www.researchgate.net/publication/345959045_Estrategias_didacticas_para_el_aprendizaje_significativo_en_contextos_universitarios)

Gagliardi, R. (1986). Los conceptos estructurales en el aprendizaje por investigación. En: Enseñanza de las Ciencias, 4 (1), 30-35. Revisado en: <https://raco.cat/index.php/Ensenanza/article/view/50857>

García, J. y Cañal de León, P. (1995). ¿Cómo enseñar? Hacia una definición de las estrategias de enseñanza por investigación. Revista Investigación en la Escuela. No.25. 5-16. Revisado en: <https://idus.us.es/bitstream/handle/11441/59627/C%3bmo%20ense%3blar%20Hacia%20una%20definici%3bn%20de%20las%20estrategias%20de%20ense%3blanza%20por%20investigaci%3bn.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

García, P. L. y Lacleta, M. L. (2007), Moodle: difusión y funcionalidades. Obtenido de: [http://unizar.es/ees/innovacion06/COMUNIC\\_PUBLI/BLOQUE\\_III/CAP\\_III\\_10.pdf](http://unizar.es/ees/innovacion06/COMUNIC_PUBLI/BLOQUE_III/CAP_III_10.pdf)

Gilbert, J. K. (2006). On the Nature of Context in Chemical Education, *International Journal of Science Education*, 28(9), 957-976 <https://doi.org/10.1080/09500690600702470>

**Gil, C. A. C.** (2015). Concepciones alternativas sobre evolución en estudiantes de secundaria. Actas IV Jornadas de Enseñanza e Investigación Educativa en el campo de las Ciencias Exactas y naturales Facultad de Humanidades y Ciencias de la Educación. Universidad Nacional de la Plata. Revisado en: [https://www.memoria.fahce.unlp.edu.ar/trab\\_eventos/ev.8090/ev.8090.pdf](https://www.memoria.fahce.unlp.edu.ar/trab_eventos/ev.8090/ev.8090.pdf)

**Gil, F. J.** (2014). Metodologías didácticas empleadas en las clases de ciencias y su contribución a la explicación del rendimiento. *Revista de Educación*, 366, 190-214. Revisado en: <https://idus.us.es/bitstream/handle/11441/67775/metologias%20didacticas.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Gisbert, L. M. (2014). Propuestas didácticas para tratar el origen y evolución de los seres vivos usando recursos TICs y desde una visión constructivista del conocimiento. Congreso Iberoamericano de Ciencia, Tecnología, Innovación y Educación. Buenos Aires, Argentina. Pag. 1-7. Revisado en: [https://www.researchgate.net/publication/311577918\\_Propuestas\\_didacticas\\_para\\_tratar\\_el\\_origen\\_y\\_evolucion\\_de\\_los\\_serres\\_vivos\\_usando\\_recursos\\_Tics\\_y\\_desde\\_una\\_vision\\_constructivista\\_del\\_conocimiento](https://www.researchgate.net/publication/311577918_Propuestas_didacticas_para_tratar_el_origen_y_evolucion_de_los_serres_vivos_usando_recursos_Tics_y_desde_una_vision_constructivista_del_conocimiento)

Guerra, M. T. (2012). El currículo oficial de ciencias para la educación básica y sus reformas recientes: retórica y vicisitudes. En Flores, F. (Ed.) La enseñanza de la ciencia en la educación básica en México. 79-92 pp. INEE Revisado en: <https://www.inee.edu.mx/wp-content/uploads/2019/01/P1C227.pdf>

Guillén, F. C. (1994). El nuevo enfoque en la enseñanza de la Biología en secundaria. *Ciencia* 45:247-262

Guzmán, J. (2013). Evolución biológica y biología evolutiva; epistemología y didáctica. Tesis para obtener el título de Biólogo, Facultad de Ciencias, UNAM. Revisado en: <http://132.248.9.195/ptd2013/diciembre/0706676/Index.html>

Hernández, M. E. (1994). El papel del conocimiento previo y la legibilidad del libro de texto en el aprendizaje de la Teoría Sintética de la evolución en la escuela secundaria. Tesis para obtener el grado de Maestría en Ciencias. Facultad de Ciencias, UNAM. <http://132.248.9.195/pmig2016/0207744/Index.html>

Hernández, A. (2012). Evaluación del aprendizaje significativo en el tema: la evolución como proceso que explica la diversidad de los seres vivos en la asignatura de Biología II del Colegio de Ciencias y Humanidades. Tesis para obtener el grado de Maestría en Docencia para la Educación Media Superior (Biología). FES Iztacala, UNAM. Revisado en: <http://132.248.9.195/ptd2012/septiembre/0684356/Index.html>

Hernández, R. y Fernández, C. (2004). Baptista Lucio. Metodología de la investigación 3ª México: McGraw-Hill interamericana

INEE. (2017). Estudio comparativo de la propuesta curricular de ciencias en la educación obligatoria en México y otros países. Revisado en: <https://www.inee.edu.mx/wp-content/uploads/2019/01/P1F211.pdf>

INEGI, “Censo de Población y Vivienda 2020”. México, INEGI, 2021. Revisado [https://www.inegi.org.mx/contenidos/programas/ccpv/2020/doc/Censo2020\\_Principales\\_resultados\\_EUM.pdf](https://www.inegi.org.mx/contenidos/programas/ccpv/2020/doc/Censo2020_Principales_resultados_EUM.pdf)

Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey (2018). Un modelo centrado en el aprendizaje. Revisado en: [https://sitios.itesm.mx/va/dide/modelo/libro/capitulos\\_espanol/pdf/cap\\_2.pdf](https://sitios.itesm.mx/va/dide/modelo/libro/capitulos_espanol/pdf/cap_2.pdf)

Jorba, J. y Sanmartí, N. (1996). Enseñar, aprender y evaluar, un proceso de regulación continua: propuestas didácticas para las áreas de Ciencias de la Naturaleza y Matemáticas. Revisado en: <http://www.redined.mec.es/oai/indexg.php?registro=008199720076>

León, E. (2019). Estrategias de enseñanza utilizadas en clases de evolución biológica. Revista Telos, 21(1) 141-162. Revisado en: <https://www.redalyc.org/journal/993/99357718028/html/>

León, A. (2003). El currículo como estructura: una visión retrospectiva, en A. D. López (Coord.) Saberes Científicos, Humanísticos y Tecnológicos: procesos de enseñanza y aprendizaje. México: COMIE-CESU-SEP.

López, V. H. (2019). Enseñanza- aprendizaje de la teoría evolutiva a través de las tecnologías de la información y comunicación en el bachillerato. Tesis para obtener el grado de

Maestro en docencia para la educación media superior, en el campo de conocimiento de la biología, FES Iztacala, UNAM. <http://132.248.9.195/ptd2019/junio/0790325/Index.html>

Marín, N. (2003). Visión constructivista dinámica para la enseñanza de las ciencias. Enseñanza de las ciencias. Número extra, 43-45. Revisado en: [https://www.academia.edu/18871602/Visi%C3%B3n\\_constructivista\\_din%C3%A1mica\\_para\\_la\\_ense%C3%B1anza\\_de\\_las\\_ciencias](https://www.academia.edu/18871602/Visi%C3%B3n_constructivista_din%C3%A1mica_para_la_ense%C3%B1anza_de_las_ciencias)

Manassero, M. A. y Vázquez, A. (2001). Instrumentos y métodos para la evaluación de las actitudes relacionadas con la ciencia, la tecnología y la sociedad. Red de Información Educativa, 20(1), 15-27. Revisado en: <https://www.raco.cat/index.php/Ensenanza/article/view/21779>

Mariano, G., Gómez, A. A., y González, L. (2017). Enseñanza de la evolución: fundamentos para el diseño de una propuesta didáctica basada en la modelización y la metacognición sobre los obstáculos epistemológicos. Revista Eureka. 15(2). Revisado en: <https://www.redalyc.org/journal/920/92053848005/html/>

Mendoza, M. L. y Rodríguez, M. (2020). Aprendizaje centrado en el estudiante desde la planificación en investigación. Cienciamatria. 6(10) Revisado en: <http://portal.amelica.org/ameli/journal/362/3621539032/3621539032.pdf>

Molina, E. (1996). El creacionismo “científico” en la Unión Europea. Cuadernos Interdisciplinarios 6:243-261.

Moreno, G. (2005). Potenciar la educación. Un currículum transversal de formación para la investigación. *Revista Electrónica Iberoamericana sobre Calidad, Eficacia y Cambio en Educación*, 3(1). Revisado en: <https://www.redalyc.org/pdf/551/55130152.pdf>

Nakhleh, M. B., Polles, J. y Malina, E. (2002). Learning chemistry in a laboratory environment, en J. Gilbert (ed.) *Chemical education: Towards Research-based Practice*, Dordrecht: Kluwer, pp. 69-94. Revisado en: [https://link.springer.com/chapter/10.1007/0-306-47977-X\\_4](https://link.springer.com/chapter/10.1007/0-306-47977-X_4)

Ochoa, C. y Barahona, A. (2019). La revolución No-Darwiniana: ¿es Darwiniana la extensión de la Síntesis Moderna? En Muñoz, J. (Eds.), *La biología evolutiva contemporánea: ¿una revolución más en la ciencia?*, (pp. 73-96). UNAM.

OECD. (2014). *Panorama de la educación 2014: Indicadores OCDE*. Revisado en: <http://www.oecd.org/education/Mexico-EAG2014-Country-Note-spanish.pdf>

OECD. (2023). *Programme for International Student Assessment*. Revisado en: <https://www.oecd.org/pisa/test/>

Piaget, J. (1996). *Estudios de psicología genética*. Edit. Editores. Argentina.

Pimienta, J. H. (2012). *Estrategias de enseñanza-aprendizaje, docencia universitaria basada en competencias*. PEARSON. Revisado en: [http://prepajocotepec.sems.udg.mx/sites/default/files/estrategias\\_pimiento\\_0.pdf](http://prepajocotepec.sems.udg.mx/sites/default/files/estrategias_pimiento_0.pdf)

Pérez, G. M., Gómez, A. A. y González, L. (2018). *Enseñanza de la evolución: fundamentos para el diseño de una propuesta didáctica basada en la modelización y la*

metacognición sobre los obstáculos epistemológicos. Revista Eureka Sobre Enseñanza y Divulgación de Las Ciencias, (2).

<https://doi.org/10.25267/RevEurekaensendivulgcienc.2018.v15.i2.2102>

Planea (2023). Plan Nacional para la Evaluación de los Aprendizajes. Revisado en:

<http://planea.sep.gob.mx/>

Posner, G. (2005). Análisis del currículo, México: MacGraw Hill.

Reyes, L. E. (2013). Textos de uso frecuente en la secundaria que propician concepciones alternativas de conceptos de la evolución biológica. Tesis para la obtención de título Biólogo, Facultad de Ciencias, UNAM. Revisado en:

<http://132.248.9.195/ptd2013/agosto/0699751/Index.html>

Rosas, B. A. (2012). Análisis de los conceptos erróneos en la enseñanza de la teoría de la evolución a nivel de enseñanza media superior. Tesis para obtener el grado de Maestría en Docencia en Educación Media Superior (Biología). FES Iztacala, UNAM. Revisada en:

<http://132.248.9.195/ptd2013/julio/0696940/Index.html>

Ruiz, R., Álvarez, E., Noguera, R. y Esparza, M.S. (2012). Enseñar y aprender biología evolutiva en el siglo XXI. Escritos sobre la Biología y su Enseñanza 5(9), 80-88.

<https://doi.org/10.17227/20271034.vol.5num.9bio-grafia80.88>

Salgado, L. y Arcucci, A. (2016). Teorías de la evolución: Notas desde el sur. UNRN.

Revisado en: <http://rid.unrn.edu.ar/handle/20.500.12049/5781>

Sánchez, M. (2018). La evaluación del aprendizaje de los estudiantes: ¿es realmente tan complicada? Revista Digital Universitaria. 19(6). Revisado en: [https://www.ses.unam.mx/integrantes/uploadfile/msanchez/SanchezMendiola2018\\_LaEvaluacionDelAprendizajeDeLosEstudiantes.pdf](https://www.ses.unam.mx/integrantes/uploadfile/msanchez/SanchezMendiola2018_LaEvaluacionDelAprendizajeDeLosEstudiantes.pdf)

Sánchez, M. C. (2000). La enseñanza de la teoría de la evolución a partir de las concepciones alternativas de los estudiantes. Tesis para obtener el grado de doctor. UNAM. 237 pag. Revisado en: [https://ru.dgb.unam.mx/handle/DGB\\_UNAM/TES01000272952](https://ru.dgb.unam.mx/handle/DGB_UNAM/TES01000272952)

Secretaría de Educación Pública (2011). Plan de estudios 2011: Educación básica. México: Dirección General de Desarrollo Curricular. [https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/20177/Plan\\_de\\_Estudios\\_2011\\_f.pdf](https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/20177/Plan_de_Estudios_2011_f.pdf)

Secretaría de Educación Pública (2023). Rediseño del Marco Curricular Común de la Educación Media Superior 2019-2022. SEP Revisado en: <https://dgb.sep.gob.mx/storage/recursos/marco-curricular-comun/XFVjVjC2r1-Documento-base-MCCEMS.pdf>

Solomon, J. (1994). The laboratory comes of age, in Ralph Levinson (ed), Teaching Science, London: The Open University Press-Routledge, pp. 1-21.

Tapia, F. y Arteaga, Y. (2009). Estrategias para la enseñanza de la célula aplicadas por docentes de educación básica. Revista Educare. Vol.13, No. 1, 97-120. Revisado en: <https://revistas.investigacion-upelipb.com/index.php/educare/article/view/265>



Tapia, M. (2019). Aprendizaje significativo del concepto de evolución biológica con base en el modelo de cambio conceptual. Tesis para la obtención de grado de Maestría en Docencia para la Educación Media Superior (Biología), Facultad de Ciencias, UNAM. Revisado en: <http://132.248.9.195/ptd2019/julio/0792057/Index.html>

Tobón, S. (2010). Proyectos Formativos: Metodología para el Desarrollo y evaluación de las Competencias. Editorial Book Mart, S.A. México., p. 42.

Totorikaguena, L. (2013). Los errores conceptuales y las ideas previas del alumnado de ciencias en el ámbito de la enseñanza de la biología celular. Propuestas alternativas para el cambio conceptual. Trabajo de grado, Universidad del País Vasco.

Torrens, E. y Barahona, A. (2017). La evolución biológica en los libros de texto mexicanos. Centro de estudios Filosóficos, Políticos y Sociales, Vicente Lombardo Toledano. 192 pag.

Trujillo, N. R. (2011). Uso educativo de los blogs. Revista cognición. Fundación Latinoamericana para la educación a distancia. 7 (32) Mendoza-Argentina.

UNESCO (2016). Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura. Revisado en: [https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000248073\\_spa/PDF/248073spa.pdf.multi](https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000248073_spa/PDF/248073spa.pdf.multi)

Valle, M. D. (2022). Informe de Gestión 2018-2022. Escuela Nacional Preparatoria. UNAM. Revisado en: [http://enp.unam.mx/assets/pdf/planDesarrollo/informeGestion\\_2018\\_2022.pdf](http://enp.unam.mx/assets/pdf/planDesarrollo/informeGestion_2018_2022.pdf)

Vera, K. B., Noguera, R., y Galindo, N. E. (2022). La evolución y los aprendizajes esperados: el paso de la secundaria al nivel medio superior en México. *Bio-grafía*, 15(28).

<https://doi.org/10.17227/bio-grafia.vol.15.num28-16197>

Vera, A. y Vera, L. (2011). Estrategias utilizadas por los docentes para promover el aprendizaje de la biología a nivel universitario. *Revista Telos*. 13, (3). Septiembre-diciembre. 397-411. Revisado en:

<https://www.redalyc.org/pdf/993/99320590008.pdf>

Vigotsky, L. (1978). *El desarrollo de los procesos psicológicos superiores*, (1a ed.).

Barcelona: Crítica. Recuperado de:

[http://www.terras.edu.ar/biblioteca/6/TA\\_Vygotsky\\_Unidad\\_1.pdf](http://www.terras.edu.ar/biblioteca/6/TA_Vygotsky_Unidad_1.pdf)

Zuzovsky, R. (1994). Conceptualizing a teaching experience in the development of the idea of evolution: an epistemological approach to the education of science teachers. *J. Res. Sci. Teach.* 31(5): 557-574.