



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
MAESTRÍA EN DOCENCIA PARA LA EDUCACIÓN MEDIA SUPERIOR
FACULTAD DE CIENCIAS
BIOLOGÍA

EL MÉTODO DE CASOS PARA ABORDAR EL SUBTEMA DE MUTACIÓN EN
LA ASIGNATURA DE BIOLOGÍA DEL NIVEL MEDIO SUPERIOR

TESIS

QUE PARA OPTAR POR EL GRADO DE:
MAESTRA EN DOCENCIA PARA LA EDUCACIÓN MEDIA SUPERIOR
PRESENTA:

BIÓL. ETZALLI ESQUIVEL PÉREZ

DIRECTORA DE TESIS: DRA. ANA ROSA BARAHONA ECHEVERRÍA
FACULTAD DE CIENCIAS, UNAM

CIUDAD DE MÉXICO, AGOSTO

2022



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

Agradecimientos académicos

El presente trabajo se realizó bajo la tutoría de la Dra. Ana Rosa Barahona Echeverría en el laboratorio de Estudios Sociales de la Ciencia y la Tecnología de la Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México.

Al proyecto IN403718 Redes de colaboración en el estudio de las ciencias de la vida en México durante la Guerra Fría. México 1968 del Programa de Apoyo a Proyectos de Investigación e Innovación Tecnológica (PAPIIT) y al proyecto Conacyt CB-2018/A1-S-8786, por el financiamiento y cuya responsable de ambos fue la Dra. Ana Rosa Barahona Echeverría.

A mi jurado calificador por su valiosa revisión y observaciones, la Dra. Martha Diana Bosco Hernández, la Dra. Luz Lazos Ramírez, la Dra. Arlette López Trujillo y la Dra. Erica Torrens Rojas. Asimismo, a la M. en C. Alicia Villela González, a la M. en D. Diana Margarita Reyes Armella y al Dr. Guillermo Callejas Buasi, por su indispensable orientación.

Índice tentativo

Introducción	4
Capítulo 1. <i>Caracterización del Problema de Conocimiento</i>	5
1.1. Las mutaciones en el currículum del Colegio de Ciencias y Humanidades	5
1.2. Marco Teórico Disciplinar	7
1.2.1. ¿Qué son las mutaciones?	7
1.2.1.1. Tipos de mutaciones	8
Capítulo 2. <i>Marco Teórico Psicopedagógico</i>	13
2.1. Sujeto de Interés	13
2.2. Constructivismo	15
2.2.1. Método de casos	18
Capítulo 3. <i>Fundamento Metodológico</i>	21
3.1 Construcción de la Estrategia Didáctica	21
3.2 Características del caso elegido	22
3.3 Planeación Didáctica	24
3.4 Desarrollo de sesiones	27
Capítulo 4. <i>Resultados</i>	49
4.1 Análisis y discusión de resultados	49
4.2 Reflexión sobre la intervención	57
4.2.1. Autoevaluación	57
4.2.2. Autodiagnóstico	62
4.2.3. Programa de Formación Docente Individualizado (PROFODI)	64
4.3 Conclusiones	65
Bibliografía	66
Anexo	70

Introducción

Dentro de la Educación Media Superior, la asignatura de Biología trata el tópico de mutaciones, siendo que representa una de las fuentes principales de variedad en la naturaleza. Resulta relevante rescatar a las mutaciones, dado que autores como Ríos-Ramírez (2009) reportan que es uno de los contenidos en donde se han detectado mayores dificultades y confusiones en el aprendizaje.

Con este trabajo se pretende que los alumnos adquieran una visión sobre las mutaciones que fomente concebirlas como fuente de variedad y no de error, por lo cual, fue abordado en función de un método de casos sobre los atletas olímpicos, ya que para los jóvenes son un marco de referencia.

La elección del método de casos como principal estrategia didáctica se realizó debido a que es una forma de dar a los estudiantes la oportunidad de relacionar los conocimientos teóricos con la aplicación práctica, ya que ante una situación planteada se debe proponer una solución fundamentada.

El análisis de resultados fue de tipo cuantitativo, esto a partir de la evaluación de cuestionarios mediante una rúbrica; construida a partir de criterios y cuatro categorías (excelente, bueno, regular y mejorable). En total se analizaron 10 cuestionarios pertenecientes a cinco equipos, con cinco preguntas de tipo abiertas para cada uno.

La implementación del trabajo mostró que los alumnos lograron generar un cambio conceptual sobre las mutaciones como fuente de variedad genética. Además, la estrategia didáctica resultó ser adecuada y atractiva para tratar el tópico de mutaciones.

Capítulo 1

Caracterización del Problema de Conocimiento

El presente capítulo parte del hecho de que la genética introdujo el concepto de mutación y enfatiza su importancia en la evolución como proceso generador de variantes nuevas en la naturaleza.

Después, se sitúa a las mutaciones dentro del Programa de Estudios de Biología III en el Colegio de Ciencias y Humanidades y se detecta como uno de los contenidos con mayores dificultades en el aprendizaje. Posteriormente se plantean las preguntas de investigación y los objetivos del trabajo. Por último, se aborda el concepto de mutación, los tipos de mutación y ejemplos representativos de cada uno de ellos.

1.2 Las mutaciones en el currículum del Colegio de Ciencias y Humanidades

Los siglos XX y XXI han sido testigos de la expansión de la genética como una de las disciplinas biológicas más relevantes, la cual estudia la variación y la herencia de los caracteres biológicos con lo cual se pueden entender los cambios y procesos evolutivos (Barahona y Cortés, 2008).

Uno de los conceptos introducidos por la genética fue el de mutación, cuya importancia radica en ser el proceso responsable de la generación de variantes nuevas (Barahona, 1994) y sobre las cuales actúa la selección natural, debido a esto es fundamental para la evolución.

En el currículum del Colegio de Ciencias y Humanidades de la UNAM, el contenido dedicado a mutación se imparte en quinto semestre en la asignatura de Biología III, en la Unidad II **¿Por qué se considera a la variación, la transmisión y expresión génica como la base molecular de los sistemas biológicos?**, y forma parte del tema **Variación genética y su importancia para la biodiversidad** como uno de sus tres subtemas: 1) mutación, 2) recombinación genética y 3) flujo génico.

Para este trabajo resulta relevante rescatar el subtema de mutación, dado que autores como Ríos-Ramírez (2009) reportan que es uno de los contenidos en donde se han detectado mayores dificultades y confusiones en el aprendizaje; siendo que, las experiencias personales y sociales de los alumnos posiblemente les han proporcionado concepciones erróneas entorno a las mutaciones, como: son dañinas y negativas (Cho, 1985; Ayuso y Banet, 2002); las mutaciones producen enfermedades y las personas sanas no poseen mutaciones (Abril y Muela, 2013); son enfermedades causadas por desechos químicos, es un fenómeno anormal en un ser humano, son defectos hereditarios, son malformación para el cuerpo y es algo raro que proviene de la madre o el padre (Castillo-Andrade y Amórtegui-Cedeño, 2014).

Se busca tratar el subtema de mutación a partir de una visión que fomente concebirla como fuente de variedad y no de error; por lo cual, será abordado en función de los atletas olímpicos, ya que para los jóvenes son un marco de referencia (Moscoso-Sánchez y Pérez-Flores, 2012), relacionándolos con el máximo grado de las habilidades humanas y de cuerpos hasta cierto punto ideales, capaces de ejecutar numerosos y complejos movimientos (Peña-Reyes, 2017).

Para ello es menester plantearse diversas preguntas que acompañen a este trabajo: ¿qué son las mutaciones?, ¿cuál es su importancia en términos evolutivos? y ¿el método de casos generará un cambio conceptual? Por consiguiente, se plantean los siguientes objetivos:

Objetivos

- **General**

Diseñar y aplicar una estrategia didáctica con base en el método de casos para abordar a las mutaciones a través de los atletas olímpicos.

- **Particular**

A través de la estrategia generar en los alumnos un cambio conceptual sobre las mutaciones como fuente de variedad genética.

1.3 Marco Teórico Disciplinar

Este trabajo, se orienta al referente de la Biología, “Autoperpetuación” dentro de “Variación” y “Cambio” (González, 1991), ya que las entidades biológicas modifican su potencial adaptativo y evolución a partir de las posibilidades de recombinación de su información genética. A través del subtema de mutación se busca que los alumnos conozcan a las mutaciones como fuente de diversidad biológica y así evitar que solo sean concebidas como algo “malo” o un “error” en la naturaleza.

1.3.1 ¿Qué son las mutaciones?

Ríos-Ramírez (2009) señala que la comprensión del subtema de mutaciones es fundamental para entender la genética, los procesos evolutivos y la biodiversidad; razón por la cual es necesario analizarlo.

El término de mutación fue introducido en 1901 por Hugo De Vries, uno de los redescubridores del trabajo de Mendel, y que veía a las mutaciones como causantes de la variación en la naturaleza.

Actualmente, es bien sabido que los seres humanos presentan un grado considerable de variabilidad genética, la cual puede observarse en rasgos como la estatura, la presión arterial, el color de la piel, entre otros (Cantú-Llanes, 2013). Algunas de estas variaciones genéticas se originan a partir del proceso de mutación, denominándose así a todo cambio en la información hereditaria, ya sea en la secuencia de bases del DNA, en un gen, en un cromosoma o bien en el juego de cromosomas característico de una especie (Audesirk, 2003).

Las mutaciones se originan de dos formas: de manera espontánea, la cual tiene lugar al momento de la replicación de la secuencia de bases nitrogenadas, durante el proceso de copia y replicación del DNA. Por otro lado, las mutaciones inducidas son aquellas en las que se altera la secuencia de genes, mediante la acción de agentes químicos o físicos, ya sea de manera natural o artificial (Márquez-López y Valencia-Mejía, 2016).

Pueden afectar a las células somáticas (células que conforman el crecimiento de los tejidos y órganos) y a las células germinales (células que producen los gametos); sin embargo, el presente trabajo se dirigirá a las mutaciones en las células germinales, ya que estas pueden transmitirse de una generación a la siguiente.

1.3.1.1 Tipos de mutaciones

Márquez-López y Valencia-Mejía (2016), señalan que las mutaciones se clasifican en mutaciones numéricas o cariotípicas, mutaciones puntuales o génicas y mutaciones cromosómicas o estructurales (Figura 1). En seguida, se describe cada uno de los tipos.

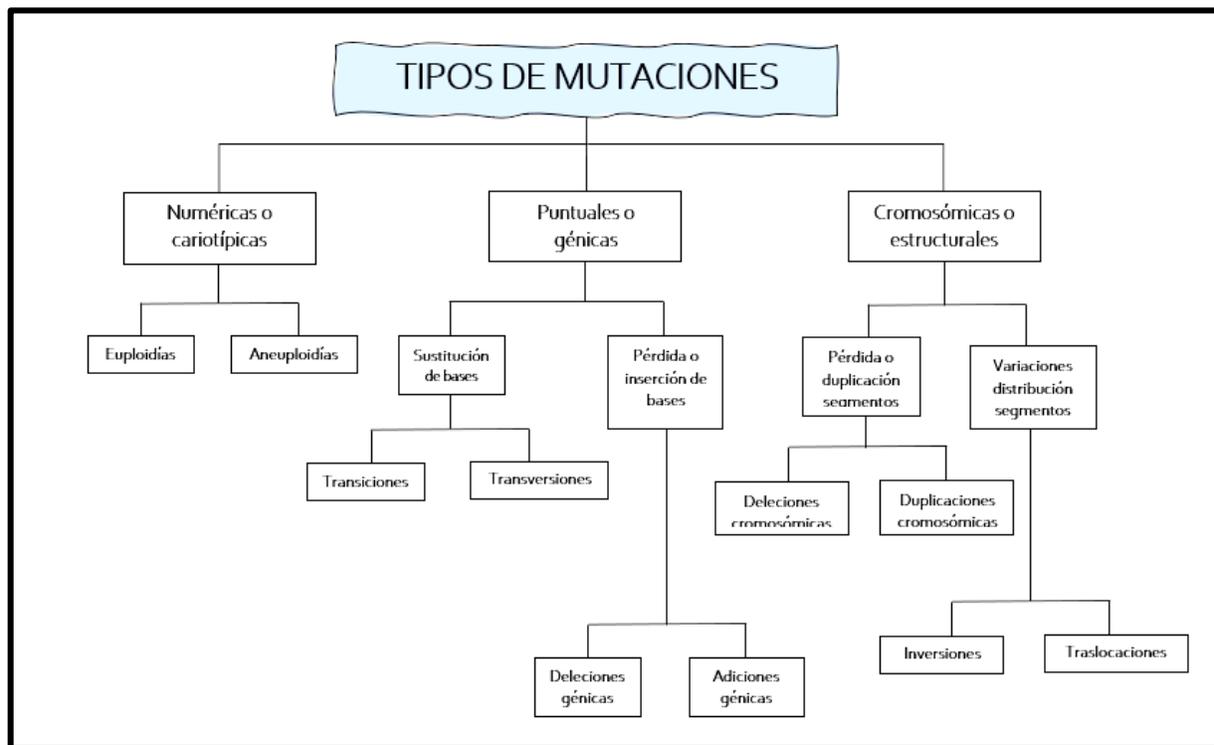


Figura 1. Tipos de Mutaciones

I. Numéricas o cariotípicas. Son alteraciones en el número de los cromosomas propios de la especie. Se clasifican en:

- a. *Euploidías.* Afectan al número de juegos completos de cromosomas con relación al número normal de cromosomas de la especie.
- b. *Aneuploidías.* Tienen lugar cuando está afectada sólo una parte del juego cromosómico y el cigoto presenta más o menos cromosomas.

II. Puntuales o génicas. Aquellas que producen alteraciones en la secuencia de bases de un gen. Estas a su vez se dividen en:

- a. *Sustitución* de pares de bases, pueden ser:
 - *Transiciones.* Cambio en un nucleótido de una base púrica por otra púrica o de una pirimidínica por otra pirimidínica.
 - *Transversiones.* El cambio de una base púrica por una pirimidínica o viceversa.
- b. *Pérdida o inserción de bases*, lo que induce a un corrimiento en el orden de lectura.
 - *Deleciones génicas.* Se deben a la pérdida de nucleótidos.
 - *Adiciones génicas.* Por la inserción de bases en la secuencia del gen.

III. Cromosómicas o estructurales. Aquellas que suponen:

- a. *Pérdida o duplicación de segmentos:*
 - *Deleciones cromosómicas.* Pérdida de una sección de cromosoma.
 - *Duplicaciones cromosómicas.* Repetición de un segmento de cromosoma.
- b. *Variaciones en la distribución de los segmentos* de los cromosomas:
 - *Inversiones.* Un segmento cromosómico se encuentra ubicado en posición invertida.
 - *Traslocaciones.* Un segmento de un cromosoma se encuentra situado en otro cromosoma.

Para facilitar la diferenciación entre los tres tipos de mutación, a continuación, se describe brevemente un ejemplo para cada uno.

- **Síndrome de Klinefelter**

Es una mutación numérica, es decir, hay un aumento en el número de cromosomas X, para este caso 47 cromosomas, XXY (Fejerman, 2007) (Figura 2); debido a esto, generalmente los varones que cuentan con este síndrome “se ven como mujeres”, presentan testículos pequeños, talla alta, crecimiento de ambas glándulas mamarias, menor producción de espermatozoides funcionales, entre otros.

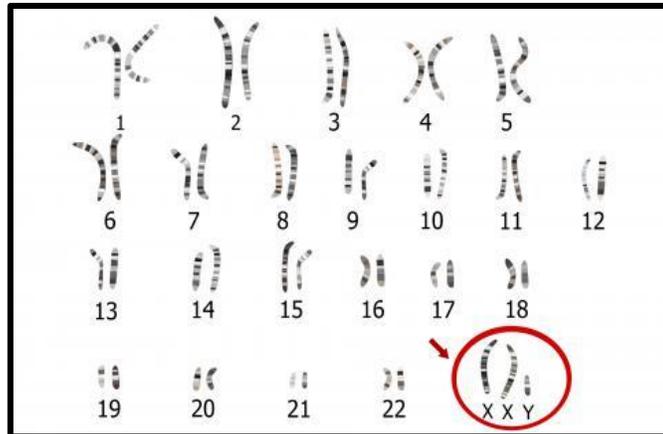


Figura 2. *Síndrome de Klinefelter, aumento de cromosomas X.* Obtenida el 18 de abril de 2021, de <https://www.webconsultas.com/salud-al-dia/sindrome-de-klinefelter/diagnostico-del-sindrome-de-klinefelter-7181>

- **Síndrome de Marfan**

La Secretaría de Salud (2015), señala que es producto de una modificación en el gen llamado fibrilina-1, el encargado de producir la proteína fibrilina que forma parte del tejido conectivo; esto es, una mutación puntual. Tanto hombres como mujeres pueden presentarlo y se caracteriza principalmente por un crecimiento excesivo, brazos y piernas largos, pie plano, paladar arqueado y cara larga y estrecha (Figura 3).



Figura 3. *Síndrome de Marfan, crecimiento excesivo.* Obtenida el 18 de abril de 2021, de https://sk-bucket.sgp1.cdn.digitaloceanspaces.com/2018/11/Marfan_Syndrom_Patient_Test.png

Según García-Avenidaño, Rodríguez, Eloy-Virla e Isturiz (2003), en algunos deportes (baloncesto, voleibol, natación, canotaje, entre otros), donde la estatura es selectiva y determinante para un buen rendimiento, los individuos con este síndrome tienen una alta probabilidad de ser seleccionados, ya que cumplen con estos parámetros.

- **Síndrome de Down por traslocación**

En la mayoría de los casos se caracteriza por tener un cromosoma extra en el par 21; sin embargo, existen distintas formas de este síndrome, una de ellas es el síndrome de Down por translocación. En este caso, existen tres cromosomas 21, pero uno de ellos está translocado al cromosoma 14 (Massachusetts General Hospital, 2019) (Figura 4), por consiguiente, se trata de una mutación cromosómica de tipo translocación (Guapi-Nauñay, De la Cruz-Jiménez y Mera Bastidas, 2017).

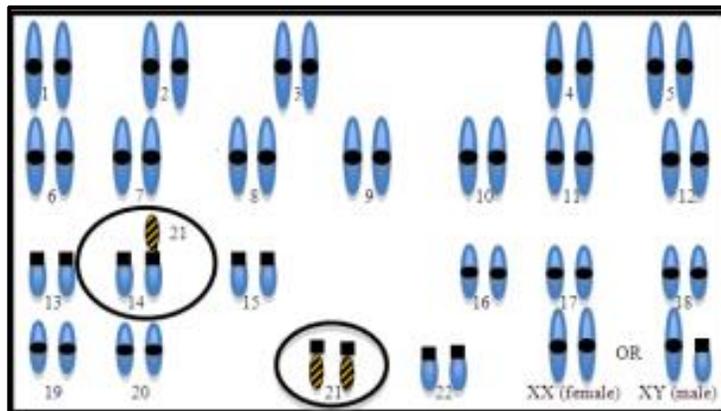


Figura 4. *Síndrome de Down por traslocación*. Obtenida el 18 de abril de 2021, de <https://www.massgeneral.org/assets/MGH/images/children/translocation-down-syndrome-304-171.png>

Las personas que cuentan con este tipo de síndrome presentan bajo tono muscular, boca relativamente pequeña, lengua grande, paladar alto y estrecho, entre otros (UC San Diego Health, 2015 y Fundación Iberoamericana Down 21, 2017).

El síndrome de Down por translocación puede heredarse de padres que no tiene características de síndrome de Down; por ello, cada vez que se encuentra una translocación en un paciente, se estudian los cromosomas de los padres para determinar de quién heredó el bebé la translocación (UC San Diego Health, 2015).

El subtema de mutación es esencial para que los alumnos puedan visualizar que es uno de los procesos más importantes de la evolución (Miramontes-Trejo, 2016), siendo que proporcionan la materia prima (variación) sobre la cual actúa la selección natural. El efecto histórico de esta singular interacción es la inmensa diversidad que hoy conocemos; es decir, que sin variación no hay diversidad, sin variación no hay evolución (Hernández-Marroquín y Noguera-Solano, 2009).

Para trabajar este subtema se propone que sea desde la construcción de una estrategia didáctica a fin de que los estudiantes del Colegio de Ciencias y Humanidades logren los objetivos propuestos en el Programa de Estudios.

La propuesta teórica desde la que se trabajará será la perspectiva teórica constructivista debido a que permite construir significados nuevos a partir de la modificación de esquemas de conocimiento iniciales introduciendo nuevos elementos y estableciendo nuevas relaciones (Coll, Palacios y Marchesi, 1990) y el estudio de casos que promueve las habilidades de aplicación e integración del conocimiento, juicio crítico, toma de decisiones y solución de problemas en los alumnos (Díaz-Barriga, 2003). Asimismo, se considera importante evaluar la estrategia didáctica con una rúbrica siendo un instrumento que se puede adaptar a distintos temas y contextos educativos, proporcionando evidencias sobre el logro o desempeño de los estudiantes en situaciones específicas.

Capítulo 2

Marco Teórico Psicopedagógico

En este capítulo se realiza una breve descripción de los alumnos del Colegio de Ciencias y Humanidades y de su desempeño académico en las asignaturas correspondientes a las Ciencias Experimentales. Por último, se hace referencia del modelo constructivista, del cual deriva el método de casos como estrategia didáctica.

2.1 Sujeto de Interés

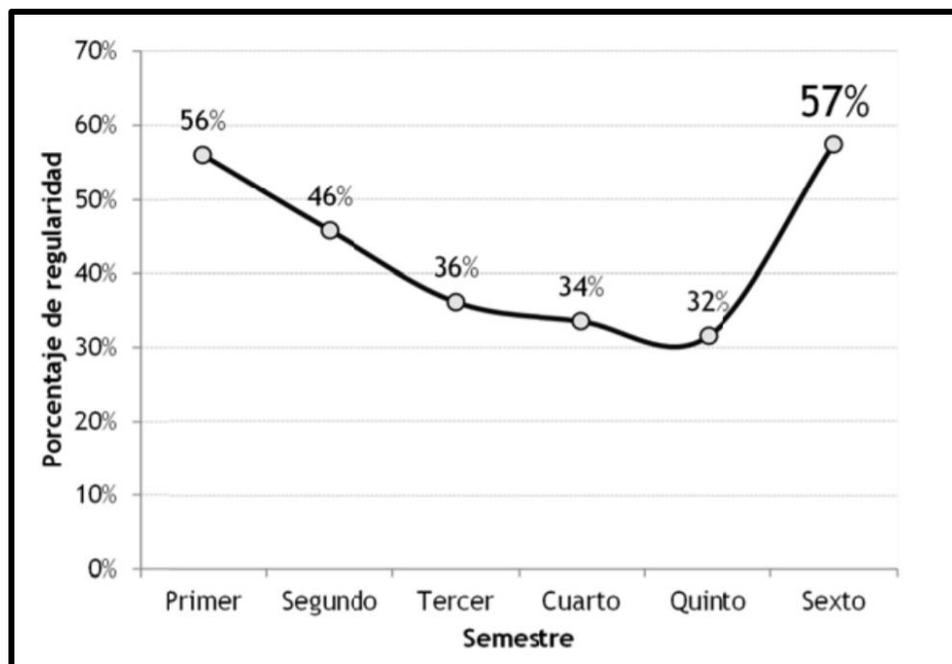
El sujeto de interés para el Colegio de Ciencias y Humanidades es el adolescente, quien vive una etapa de separación entre la infancia y la edad adulta, en la cual el individuo opera una transformación profunda. Para el adolescente es un momento de incertidumbre pues debe cumplirse simultáneamente con un trabajo de duelo, reordenamiento identificadorio y renacimiento.

Autores como Craig (2009) señalan que en esta etapa también se observa un aumento en la capacidad y el modo de pensar que ensancha la conciencia, la imaginación, el juicio y el discernimiento. Igualmente, un crecimiento de habilidades como la supervisión, autorregulación y la reflexión sobre sus propios pensamientos y los de otros.

Se genera además un aumento en la capacidad de manejo de información, una mayor amplitud de conocimientos en distintos dominios, habilidad para construir nuevas combinaciones de conocimientos, uso espontáneo de estrategias o procedimientos para aplicar y adquirir conocimientos, e identificar y ubicar un problema (Guzmán-Marín, 2017).

Durante este periodo es importante no perder de vista el rendimiento académico y el aprovechamiento escolar de los jóvenes, ya que este puede descender y ellos suelen desmotivarse por el estudio (Barrios-Gaxiola y Frías-Armenta, 2016). Por ello, es conveniente contextualizar a los estudiantes con los que se desarrollará la presente propuesta.

Según datos publicados por el Colegio de Ciencias y Humanidades (2012), el nivel que presenta una menor regularidad académica es el quinto semestre (Gráfica 1); dentro de las asignaturas que lo conforman el bloque correspondiente al área de Ciencias Experimentales (Química III, Física III y Biología III) cuenta con un promedio de calificaciones de 7.76, convirtiéndolo en el segundo lugar del porcentaje de acreditación más bajo después del bloque de Matemáticas (Tabla 1).



Gráfica 1. Distribución de la Regularidad Académica Correspondiente a la Generación 2009. CCH, 2012

Bloque	Asignatura	Generación 2009						Promedio
		Alumnos	Acreditación	Reprobados	NP			
1	Cálculo Diferencial e Integral I	4,527	2,960 65%	917 20%	650 14%	7.06	7.44	
	Estadística y Probabilidad I	11,721	8,391 72%	1,727 15%	1,603 14%	7.49		
	Cibernética y Computación I	5,136	3,635 71%	561 11%	940 18%	7.66		
2	Biología III	12,226	9,533 78%	1,173 10%	1,520 12%	7.86	7.76	
	Física III	4,650	3,403 73%	585 13%	662 14%	7.50		
	Química III	9,872	7,416 75%	1,106 11%	1,350 14%	7.75		
3	Filosofía I	16,045	12,735 79%	1,019 6%	2,291 14%	8.33	8.34	
	Temas Selectos de Filosofía I	476	360 76%	33 7%	83 17%	8.54		
4	Administración I	2,590	2,040 79%	222 9%	328 13%	8.16	8.25	
	Antropología I	1,493	1,125 75%	67 4%	301 20%	8.50		
	Ciencias de la Salud I	5,116	4,261 83%	373 7%	482 9%	8.33		
	Ciencias Políticas y Sociales I	3,254	2,480 76%	256 8%	518 16%	8.24		
	Derecho I	3,397	2,751 81%	267 8%	379 11%	8.08		
	Economía I	1,415	1,070 76%	130 9%	215 15%	8.11		
	Geografía I	1,287	951 74%	165 13%	171 13%	7.84		
	Psicología I	7,976	6,641 83%	553 7%	782 10%	8.34		
Teoría de la Historia I	631	462 73%	40 6%	129 20%	8.23			
5	Griego I	1,403	1,115 79%	88 6%	200 14%	8.26	8.29	
	Latín I	4,479	3,531 79%	392 9%	556 12%	8.05		
	Taller de Análisis de Textos Literarios I	2,306	1,673 73%	228 10%	405 18%	8.09		
	Taller de Comunicación I	5,693	4,601 81%	404 7%	688 12%	8.24		
	Taller de Diseño Ambiental I	2,363	1,840 78%	151 6%	372 16%	8.51		
	Taller de Expresión Gráfica I	4,260	3,320 78%	291 7%	649 15%	8.61		
Quinto semestre	112,316	86,294 77%	10,748 10%	15,274 14%	8.00			

Tabla 1. Acreditación de las Asignaturas del Quinto Semestre. CCH, 2012

Ríos-Ramírez (2009) reporta que, dentro de la asignatura de Biología III uno de los temas en donde se han detectado dificultades y confusiones en el aprendizaje es el de mutación. Para el estudiante la noción de un nuevo concepto, modelo, núcleo conceptual está determinado por la relación que establezca con la información ya adquirida; en la mayoría de los casos procedente del cine, la televisión u otros medios de comunicación, tratándose de información fragmentada y deformada.

La propuesta de este trabajo como ya fue mencionado es abordar a las mutaciones desde la perspectiva teórica del constructivismo.

2.2 Constructivismo

La influencia del constructivismo en la enseñanza va más allá de una teoría del aprendizaje, es un movimiento que ha logrado extenderse a distintas áreas de la investigación educativa y convertirse en una visión del mundo que brinda referentes de pensamiento y acciones.

Tomando en cuenta lo anterior y con la intención de tener un marco de referencia, Pérez-Gómez (1992) plantea distintos modelos explicativos del aprendizaje e incluye a las teorías mediacionales, en ellas destaca la importancia de la reorganización cognitiva, la actividad interna, conciben al aprendizaje como un proceso de conocimiento, de comprensión de relaciones y donde las condiciones externas actúan mediadas por las condiciones internas.

En esta teoría se pueden distinguir diferentes corrientes: aprendizaje social (condicionamiento por imitación de modelos) y constructivismo (teorías cognitivas). En particular, el constructivismo establece que el aprendizaje es una construcción personal que realiza el alumno de manera activa, con ayuda recibida de otras personas y a través de la cual atribuye significados a un determinado objeto de enseñanza (Zabala, 1999).

Esta corriente permite la interacción de tres elementos: el alumno, el contenido y el profesor; siendo este último quien adquiere el rol de facilitador, es decir, ayuda al alumno a detectar un conflicto entre lo que se sabe y lo que se requiere saber. Asimismo, posibilita la obtención de elementos valiosos para analizar y reflexionar sobre la pertinencia educativa de su práctica docente, y de ser el caso tomar decisiones fundamentadas para mejorarla.

Dentro de la perspectiva constructivista existen diversas corrientes, cada una con sus formas específicas de enseñar, de tal modo que estas formas han sido determinadas por los componentes ideológicos y en otros por la intervención que hacen del aprendizaje. A continuación, en la Tabla 2 se exponen de manera breve las corrientes que lo conforman.

Tabla 2. Corrientes del Constructivismo (Pérez-Gómez, 1992)		
Corriente	Principales exponentes	Postulados
Gestalt	Kofka, Köhler, Vhertheimer, Maslow	<ul style="list-style-type: none"> • Los elementos de la conducta tienen que ser comprendidos a partir de las relaciones de codeterminación que se establecen entre los mismos a la hora de formar una totalidad significativa • Considera al aprendizaje como un proceso de donación de sentido, de significado, a las situaciones en que se encuentra el individuo. Por ello, la reacción del individuo responde a la comprensión de las situaciones, al significado que confiere a los estímulos que configuran su campo vital en un momento concreto
Psicología genético-cognitiva	Piaget, Bruner, Ausubel, Inhelder	<ul style="list-style-type: none"> • El conocimiento y el comportamiento son el resultado de los procesos de construcción subjetiva en los intercambios cotidianos con el medio circundante • El conflicto cognitivo es de suma importancia, ya que provoca el cuestionamiento sus anteriores construcciones y el desarrollo de nuevas construcciones • La cooperación es fundamental para el desarrollo de las estructuras cognitivas • El aprendizaje hace referencia a conocimientos particulares, mientras que el pensamiento y la inteligencia son instrumentos generales de conocimiento, interpretación o intervención
Psicología genético-dialéctica	Vigotsky, Luria, Leontiev, Wallon	<ul style="list-style-type: none"> • El aprendizaje está en función de la comunicación y el desarrollo. Concede una importancia fundamental al desarrollo del lenguaje, puesto que la palabra es un instrumento más rico para transmitir

Para fundamentar el presente trabajo se plantea abordar la perspectiva desarrollada por el psicólogo Ausubel, quien reconoce la preexistencia de conocimientos en el alumno, generando así movilidad entre las ideas previas y la nueva información que se le presenta, favoreciendo el enriquecimiento y reorganización de su bagaje con cada nueva incorporación de información (Hernández-Rojas, 2006). También, permite que el alumno aprenda comprendiendo los contenidos requeridos, que encuentre la motivación para seguir aprendiendo y constate su utilidad para la construcción de nuevos aprendizajes, es decir, que logre adquirir un aprendizaje significativo.

De esta forma el aprendizaje significativo no solo modifica el modo de saber y comprender las cosas, sino que también transforma el sentido que éstas tienen en el individuo (Miras, 2001). Lo anterior, de la mano con la intervención de los aspectos motivacionales y afectivos, ya que son excelentes motores para crear una gran actividad cognitiva de asimilación e integración en el estudiante.

Conceptos como el de mutación, tal como los objetos o eventos particulares, pueden ser manipulados, comprendidos y transferidos con mayor facilidad (Ausubel, 1980). Estos se pueden adquirir a través del aprendizaje significativo, siendo que el alumno le atribuye una representación mental mediante imágenes o proposiciones verbales, o bien elabora una especie de teoría o modelo mental como marco explicativo de dicho conocimiento (Díaz-Barriga y Hernández-Rojas, 1999).

Desde el constructivismo, existen diversas estrategias didácticas para abordar y promover el aprendizaje significativo y auténtico de temas complejos como el de mutación, como pueden ser el aprendizaje basado en problemas, método de casos, narrativa, aprendizaje por descubrimiento, simuladores gráficos, modelos, entre otros. La estrategia didáctica que se consideró para desarrollar este trabajo es el método de casos.

2.2.1 Método de Casos

El método de casos fue desarrollado por Christopher Columbus Langdell, quien estudió en la Escuela de Leyes de la Universidad de Harvard entre 1851 y 1854. Más tarde en 1870, obtuvo autorización del director de la institución para introducir el método de casos como una estrategia de enseñanza y generar recursos y casos para proporcionarlos como libro de trabajo a sus estudiantes (Veleros-Valverde, 2015).

Wasserman (2006) define a los casos como instrumentos educativos que revisten la forma de narrativas interdisciplinarias y que pueden incluir información y datos: psicológicos, sociológicos, científicos, antropológicos, históricos y de observación. Es una forma de dar a los estudiantes la oportunidad de relacionar los conocimientos teóricos con la aplicación práctica, ya que ante una situación planteada se debe proponer una solución fundamentada.

Su uso es adecuado para desarrollar competencias, siendo que permite integrar contenidos conceptuales y procedimentales como actitudinales en un determinado contexto. También, para desarrollar habilidades del pensamiento crítico, desarrollar una competencia comunicativa que consiste en saber argumentar y contrastar, promover el aprendizaje colaborativo y la escucha respetuosa ante las opiniones de los demás, solucionar problemas y aplicar conocimientos de diversas áreas de conocimientos (Pimienta-Prieto, 2012). Las ventajas de implementar el método de caso en el aula son extensas, en seguida en la Tabla 3 se presentan algunas de ellas.

**Tabla 3. Ventajas del Método de Casos
(Wasserman, 2006)**

Alumnos	Maestros
<ul style="list-style-type: none"> • Son capaces de analizar problemas más complicados de un modo más crítico • Hay un cambio llamativo en su capacidad para tomar decisiones acertadas • Se vuelven más curiosos, su interés general en el aprendizaje aumenta • También, aumenta su respeto por las opiniones, actitudes y creencias diferentes • Están más motivados por leer materiales no presentados en clase • La discusión de los temas iniciada en clase continua durante el almuerzo o cena • Disfrutan más de las clases y encuentran la escuela más estimulante e interesante 	<ul style="list-style-type: none"> • Pueden comprobar que los estudiantes adquieren conocimientos • Realizan un análisis más inteligente de los datos • Pueden corroborar que los alumnos adquieren mayor tolerancia de la ambigüedad y comprenden mejor las complejidades de los conceptos y problemas • Pueden comprobar que la enseñanza basada en el método de casos se aplica con eficacia en casi todas las materias y en la mayoría de los niveles educativos

Su diseño se centra en una situación, evento o fenómeno específico, puede ser basado en acontecimientos reales o de historias ficticias, lo que la hace una herramienta óptima en problemas prácticos de evaluación del y para el aprendizaje. Díaz-Barriga (2005), considera que algunos de los criterios para seleccionar un caso son: la vinculación con el currículo representa un reto accesible para los alumnos, plantea asuntos reales, promueve la identificación y empatía, genera controversia e intensifica emociones.

La aplicación del estudio de casos consiste en una serie de pasos (Hernández-Gómez y Soto-Estrada, 2020):

1. Proporcionar una breve introducción sobre esta herramienta (qué es, los elementos que lo integran y cómo será evaluado).
2. Formar grupos de trabajo.
3. Presentar el caso a los grupos de trabajo.
4. Exposición de sus opiniones, sus juicios y las posibles soluciones para la problemática abordada.
5. Plantear una serie de preguntas que guíen la solución del caso.
6. Promover la discusión entre los miembros y del grupo de trabajo.
7. Seleccionar al azar una de las preguntas planteadas y solicitar a un representante de equipo para que la resuelva.

Su evaluación puede realizarse a partir del trabajo en equipos y utilizando instrumentos como la lista de cotejo o la rúbrica, ya que permiten observar las conceptualizaciones, fortalezas y debilidades que tiene el alumno sobre el tema. Es importante señalar que el profesor debe de destacar que lo más importante en el método de caso son los procesos de razonamiento y que existen varias formas de resolver el caso.

Capítulo 3

Fundamento Metodológico

A continuación, se plantea la instrumentación didáctica que incluye objetivos, selección de contenidos, construcción de la estrategia, planeación y recursos didácticos desde la perspectiva del constructivismo.

3.1 Construcción de la Estrategia Didáctica

La estrategia se diseñó para alumnos que cursan la asignatura de Biología III en el Colegio de Ciencias y Humanidades de la UNAM. Fue aplicada al grupo 0558 con la autorización de la profesora titular Diana Margarita Reyes Armella en el Plantel Vallejo. Inicialmente se pensó realizarla de manera presencial, pero dada la pandemia por COVID-19 fue necesario adaptarla y aplicarla a distancia a través de la plataforma *Microsoft Teams* y *Zoom*. Su estructura constó de tres sesiones con una duración total de cinco horas (Tabla 4).

Tabla 4. Estructura General de la Estrategia Didáctica			
Dirigido a:	Alumnos de la asignatura de Biología III, quinto semestre	Duración:	5 horas
Centro escolar:	Colegio de Ciencias y Humanidades	Enfoque:	Teórico-práctico
Subtema:	Mutación		
Contenidos Temáticos	<ul style="list-style-type: none"> • Concepto de mutación • Tipos de mutaciones • Ejemplos de los tipos de mutaciones 		
Organización	<p><i>Sesión 1. ¿Qué son las mutaciones?</i></p> <p><i>Sesión 2. ¿Cuáles son los tipos de mutación?</i></p> <p><i>Sesión 3. Reconstruyendo mutaciones</i></p>	<p>2 horas</p> <p>2 horas</p> <p>1 hora</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Reconocimiento de ideas previas, cuestionario diagnóstico • Concepto de mutación, lectura y mapa conceptual • Reanudar concepto de mutación, mapa conceptual y tarea sobre mutaciones en atletas olímpicos • Analizar tipos de mutaciones, método de caso • Discusión del caso • Rompecabezas sobre tipos de mutaciones • Reconocimiento del nuevo conocimiento, cuestionario final • Retroalimentación final

El desarrollo de la estrategia requirió de la conformación y el trabajo en equipos, ya que los grupos pequeños permiten promover una mayor tolerancia hacia las ideas de los demás, así como una mejor disposición a escuchar otras ideas y a expresar los puntos de vista propios (Díaz-Barriga, 2005), siendo necesaria la participación activa de todos los miembros.

Para evaluar el cambio conceptual sobre el tema de mutaciones se empleó una rúbrica, siendo que Díaz-Barriga (2005) señala que son un instrumento que establece niveles progresivos de dominio relativos al desempeño que una persona muestra respecto del campo del aprendizaje científico, en la evaluación de procesos y productos relacionados con arte, diseño e intervención profesional, entre otras.

3.2 Características del caso elegido

Con base en los criterios mencionados en el Capítulo 2, se decidió abordar el subtema de mutación a partir de la construcción de un caso dividido en cuatro partes y que incluyó tres historias reales sobre deportistas olímpicos con algún tipo de mutación. En la Tabla 5 se muestra al grupo de atletas seleccionados, junto con el tipo de mutación que poseían.

Tabla 5. Atletas Olímpicos con un Tipo de Mutación		
Atleta Olímpico	Nacionalidad	Mutación
Ewa Klobukowska (1946 - presente)	Polaca	Cariotípica o numérica
Michael Phelps (1985 - presente)	Estadounidense	Génica o puntual
Barbara Wetzell (2003 - presente)	Mexicana	Cromosómica estructural

Además, se incluyó una nota informativa sobre mutaciones en otros seres vivos para destacar su presencia en toda la naturaleza. Los alumnos también contestaron la hoja de resolución que abarcaba cuatro preguntas, puesto que autores como Díaz-Barriga (2005) reportan que realizar cuestionamientos sobre un caso permite que este sea analizado de manera profunda, y para el profesor constituyen el medio para meditar el encuentro del estudiante con el material de estudio. Finalmente, con afán de fomentar el intercambio de ideas, el pensamiento crítico y aclarar concepciones erróneas (Pimienta-Prieto, 2012) las respuestas fueron socializadas en un foro de discusión. A continuación, se muestra la planeación didáctica de cada una de las sesiones.

3.3 Planeación Didáctica



FORMATO DE PLANEACIÓN

Estrategia Didáctica SESIÓN 1 <i>¿Qué son las mutaciones?</i>			
Dirigido a:	Alumnos que actualmente cursan la asignatura de Biología III, Quinto semestre.	Duración:	120 minutos.
Centro escolar:	Colegio de Ciencias y Humanidades.	Enfoque:	Teórico-práctico
Subtema:	Mutación.		
Objetivo de la sesión. El alumno será capaz de reconocer que las mutaciones son cambios en el material genético que no tienen propósito ni dirección establecida.			
Contenidos Temáticos	Secuencia Didáctica	Materiales y medios	Instrumentos de Evaluación
<ul style="list-style-type: none"> Concepto de mutación Causas que originan una mutación 	<p>Inicio (25 minutos)</p> <ol style="list-style-type: none"> Presentación del profesor (5 minutos). El profesor formará equipos y pedirá se asigne a un encargado (10 minutos). Se efectuará una dinámica de reconocimiento grupal, mediante las preguntas: <i>¿Cómo te llamas?</i>, <i>¿Cuál es tu deporte favorito?</i> y <i>¿Eres fan de algún deportista?</i> (10 minutos). 	<ul style="list-style-type: none"> Computadora Internet Plataforma de Zoom 	
	<p>Desarrollo (65 minutos)</p> <p>En esta fase, el trabajo será por equipos (salas de Zoom) y al finalizar la sesión, el encargado deberá subir las actividades que se realicen a la plataforma de Microsoft Teams. A continuación, se desglosan las actividades.</p> <ol style="list-style-type: none"> El profesor indicará que deberán contestar el cuestionario <i>Mutaciones, ideas previas</i>, disponible en Microsoft Teams (15 minutos). Una vez finalizado, las respuestas serán socializadas con el grupo base (10 minutos). Después, leerán la lectura <i>Mutaciones</i>, disponible en Microsoft Teams (20 minutos). Con base en la lectura anterior, resolverán el mapa conceptual <i>Mutaciones</i>, disponible en Microsoft Teams (20 minutos). 	<ul style="list-style-type: none"> Computadora Cuestionario <i>Mutaciones, ideas previas</i> Internet Lectura <i>Mutaciones</i> Mapa conceptual <i>Mutaciones</i> Plataforma Microsoft Teams y Zoom 	<ul style="list-style-type: none"> Cuestionario <i>Mutaciones, ideas previas</i> Mapa conceptual <i>Mutaciones</i>
	<p>Cierre (30 minutos)</p> <ol style="list-style-type: none"> En el grupo base, se armará y discutirá el mapa conceptual. Para ello, el profesor coordinará y pedirá la participación de los equipos y se harán comentarios (20 minutos). El profesor indicará a los encargados de equipo subir su cuestionario y mapa conceptual a Microsoft Teams, y dejará de tarea realizar una búsqueda bibliográfica y un cuestionario sobre una mutación que pudiera resultar "beneficiosa" en algún deporte, el cuestionario se titula <i>Jugadores mutantes</i> y estará disponible en Microsoft Teams (10 minutos). 	<ul style="list-style-type: none"> Computadora Internet Mapa conceptual <i>Mutaciones</i> Plataforma Microsoft Teams y Zoom Tableta digitalizadora 	<ul style="list-style-type: none"> Mapa conceptual <i>Mutaciones</i> <p>*La respuesta deberá estar escrita con buena ortografía, letra legible y no contestada a medias, y el documento en buen estado.</p>
Bibliografía	<ol style="list-style-type: none"> García-Ortega, J. (2006). El agente secreto de la evolución. ¿Cómo ves?, no. 97. Consultada de, http://www.comoves.unam.mx/numeros/articulo/97/el-agente-secreto-de-la-evolucion, el 1 de diciembre de 2020. Pierce, B. (2009). Genética. Un Enfoque Conceptual. Editorial Panamericana. Madrid, España. 726 pp. 		



FORMATO DE PLANEACIÓN

Estrategia Didáctica
SESIÓN 2
¿Cuáles son los tipos de mutación?

Dirigido a:	Alumnos que actualmente cursan la asignatura de Biología III, Quinto semestre.	Duración:	120 minutos.
Centro escolar:	Colegio de Ciencias y Humanidades.	Enfoque:	Teórico-práctico
Subtema:	Mutación.		

Objetivo de la sesión. El alumno será capaz de distinguir a los tipos de mutaciones y su conexión con el fenotipo de los atletas olímpicos, mediante el caso *Las Mutaciones a través de los Atletas Olímpicos*.

Contenidos Temáticos	Secuencia Didáctica	Materiales y medios	Instrumentos de Evaluación
<ul style="list-style-type: none"> • Concepto de mutación • Tipos de mutación • Ejemplos de tipos de mutación 	<p>Inicio (20 minutos)</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Como actividad inicial, se retomará brevemente el mapa conceptual <i>Mutaciones</i> (5 minutos). 2. Después, los equipos compartirán pantalla para visualizar su Cuestionario <i>Jugadores mutantes</i> y expondrán sus respuestas (10 minutos en total, aprox. 2 minutos por equipo). 3. Se proyectará el video <i>All Sports Olympic Games All Disciplines Río de Janeiro 2016 Trailer</i>, y se les planteará una pregunta, <i>¿Cómo te imaginas que se vería reflejada la mutación que encontraste (búsqueda bibliográfica) en alguno de los nadadores olímpicos que salen en el video?</i> Los alumnos que quieran podrán compartir su respuesta (5 minutos). 	<ul style="list-style-type: none"> • Cuestionario <i>Jugadores mutantes</i> • Mapa conceptual <i>Mutaciones</i> • Video <i>All Sports Olympic Games All Disciplines Río de Janeiro 2016 Trailer</i> • Plataforma <i>Zoom</i> 	<ul style="list-style-type: none"> • Cuestionario <i>Jugadores mutantes</i>
	<p>Desarrollo (70 minutos)</p> <p>En esta fase, el trabajo será por equipos (salas de Zoom) y al finalizar la sesión, el encargado deberá subir las actividades que se realicen a la plataforma de <i>Microsoft Teams</i>. A continuación, se desglosan las actividades.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. El profesor dará una breve introducción sobre los tipos de mutaciones y para abordarlos, en equipos los alumnos revisarán el caso <i>Las Mutaciones a través de los Atletas Olímpicos</i>, disponible en <i>Microsoft Teams</i> (20 minutos). 2. Después, mediante la hoja de resolución analizarán el caso, disponible en <i>Microsoft Teams</i> (30 minutos). 3. En el grupo base, se discutirá la resolución del caso (20 minutos). 	<ul style="list-style-type: none"> • Caso <i>Las Mutaciones a través de los Atletas Olímpicos</i> • Computadora • Hoja de resolución del caso • Internet • Plataforma <i>Microsoft Teams</i> y <i>Zoom</i> 	<ul style="list-style-type: none"> • Hoja de resolución del caso <p>*La respuesta deberá estar escrita con buena ortografía, letra legible y no contestada a medias, y el documento en buen estado.</p>
	<p>Cierre (30 minutos)</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Se proyectará el video <i>Michael Phelps llegó a 22 medallas de oro</i> (5 minutos). 2. En el grupo base, se analizará y discutirá la fisionomía de nadadores olímpicos (incluyendo Michael Phelps) y se realizarán comentarios finales (20 minutos). 3. Finalmente, el profesor indicará a los encargados de equipo subir su cuestionario <i>Jugadores mutantes</i> y la hoja de resolución a <i>Microsoft Teams</i> (5 minutos). 	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Fisionomía Michael Phelps</i> • Plataforma <i>Microsoft Teams</i> y <i>Zoom</i> • Video <i>Michael Phelps llegó a 22 medallas de oro</i> 	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Fisionomía Michael Phelps</i>

Bibliografía	<ol style="list-style-type: none"> 1. Colegio de Ciencias y Humanidades. (2016). Mutaciones. Consultado de, https://portalacademico.cch.unam.mx/alumno/biologia1/unidad3/mutaciones, el 1 de diciembre de 2020. 2. Márquez-López, E. y Valencia-Mejía, M. (2016). Guía para Examen Extraordinario de Biología III. Colegio de Ciencias y Humanidades, Plantel Sur. Universidad Nacional Autónoma de México. 3. Unitips. (2018). Biología. Tipos de Mutaciones. Consultado de, https://blog.unitips.mx/contenido-de-examen-unam-tipos-de-mutaciones, el 24 de diciembre de 2020. 4. Rob McElroy. (2016). All Sports Olympic Games All Disciplines Río de Janeiro 2016 Trailer. Consultado de https://www.youtube.com/watch?v=9BcN6DuXy6&t=138s, el 10 de diciembre de 2020. 5. Claro. (2016). Michael Phelps llegó a 22 medallas de oro. Consultado de https://www.youtube.com/watch?v=VtC2YActZ00, el 10 de junio de 2020.
---------------------	--



FORMATO DE PLANEACIÓN

Estrategia Didáctica SESIÓN 3 Reconstruyendo mutaciones			
Dirigido a:	Alumnos que actualmente cursan la asignatura de Biología III, Quinto semestre.	Duración:	60 minutos.
Centro escolar:	Colegio de Ciencias y Humanidades.	Enfoque:	Teórico-práctico
Subtema:	Mutación.		
Objetivo de la sesión. El alumno será capaz de relacionar a los tipos de mutaciones con la diversidad biológica.			
Contenidos Temáticos	Secuencia Didáctica	Materiales y medios	Instrumentos de Evaluación
<ul style="list-style-type: none"> Tipos de mutación Ejemplos de tipos de mutación 	<p>Inicio (30 minutos)</p> <p>1. Para retomar la sesión 2 se realizarán preguntas dirigidas, como: ¿Cuáles son los tipos de mutación? y ¿Cuáles son sus características principales? (10 minutos).</p> <p>2. En equipos, los alumnos jugarán un rompecabezas <i>Reconstruyendo mutaciones</i>, disponible en <i>Microsoft Teams</i>. En internet buscarán información para completar el rompecabezas. (20 minutos).</p>	<ul style="list-style-type: none"> Computadora Internet Rompecabezas <i>Reconstruyendo mutaciones</i> 	<ul style="list-style-type: none"> Rompecabezas <i>Reconstruyendo mutaciones</i>
	<p>Desarrollo (10 minutos)</p> <p>1. Los equipos expondrán los resultados derivados del juego rompecabezas <i>Reconstruyendo mutaciones</i> (10 minutos en total, aprox. 2 minutos por equipo).</p>	<ul style="list-style-type: none"> Computadora Internet Rompecabezas <i>Reconstruyendo mutaciones</i> 	<ul style="list-style-type: none"> Exposición oral Rompecabezas <i>Reconstruyendo mutaciones</i>
	<p>Cierre (20 minutos)</p> <p>1. El profesor dará a los equipos el cuestionario <i>Mutaciones, ideas posteriores</i>, el cual resolverán nuevamente (10 minutos).</p> <p>2. Se hará una discusión grupal para rescatar aspectos que los alumnos hayan considerado relevantes durante la estrategia (10 minutos).</p> <p>3. El profesor indicará que el encargado de equipo deberá subir el rompecabezas y el cuestionario a <i>Microsoft Teams</i>.</p>	<ul style="list-style-type: none"> Cuestionario <i>Mutaciones, ideas posteriores</i> 	<ul style="list-style-type: none"> Cuestionario <i>Mutaciones, ideas posteriores</i>
Bibliografía	1. Márquez-López, E. y Valencia-Mejía, M. (2016). Guía para Examen Extraordinario de Biología III. Colegio de Ciencias y Humanidades, Plantel Sur. Universidad Nacional Autónoma de México.		

Después de haber mostrado la planeación didáctica de la estrategia, enseguida se desglosa cada una de las sesiones.

3.4 Desarrollo de sesiones

- **Sesión 1 *¿Qué son las mutaciones?***

Como apertura, se realizó una dinámica para reconocer los intereses de los alumnos mediante las preguntas: *¿cuál es tu deporte favorito?* y *¿eres fan de algún deportista?*, y también, se conformaron los equipos.

A manera de desarrollo, por equipos se formaron salas de *Zoom* para explorar las ideas previas sobre el tópico a partir de la aplicación del cuestionario *Mutaciones, ideas previas* (Figura 5) y la posterior socialización de las respuestas en el grupo base. Después, abordaron el concepto de mutación y las causas de su origen mediante la lectura *Mutaciones* (Figuras 6, 7 y 8) y la elaboración de su respectivo mapa conceptual *Mutaciones* (Figura 9).

En la fase de cierre, los alumnos junto con el acompañamiento del profesor armaron y discutieron el mapa conceptual, y realizaron conclusiones sobre las mutaciones. Asimismo, se dejó de tarea que subieran a *Microsoft Teams* las actividades ejecutadas en la sesión y la elaboración del cuestionario *Jugadores mutantes* (Figura 10), la cual consistió en que por equipos efectuaran una búsqueda bibliográfica sobre mutaciones que resultan “beneficiosas” en el desarrollo de algún deporte.



Integrantes de equipo:
Grupo:
Fecha:

CUESTIONARIO. MUTACIONES, IDEAS PREVIAS

Instrucciones. Por equipo, responder las siguientes preguntas:

1. ¿Qué es una mutación?

--

2. ¿Cuáles son los tipos de mutación?

--

3. Conocen algún caso de mutación en el humano, ¿Cuál es? y ¿Qué tipo de mutación es?

--

4. Las mutaciones ¿Son benéficas o perjudiciales? y ¿Por qué?

--

5. ¿Consideran que las mutaciones influyen en la diversidad biológica? y ¿Por qué?

--

Figura 5. Cuestionario *Mutaciones, ideas previas*

LECTURA MUTACIONES

Nuestras células contienen la información necesaria para realizar las funciones fisiológicas que nos mantienen vivos. Sin embargo, no todas las células realizan todas estas funciones, pues algunas se han especializado, por ejemplo, al producir pelo o grasa (las de la piel), otras para realizar intercambios de gases tóxicos por oxígeno (las de la sangre), y otras más para dar soporte a los músculos (las óseas, o de los huesos).

Las "instrucciones" para realizar éstas funciones están alojadas (en todas las células de nuestro cuerpo) en una molécula de ácido desoxirribonucleico, mejor conocido como ADN: una larga cadena de cuatro tipos de eslabones denominados nucleótidos (adenina, guanina, citosina y timina), que se unen por medio de enlaces químicos para hacer un código de información muy parecido a un lenguaje. A veces, las palabras en este lenguaje molecular sufren cambios que tienen consecuencias importantes en la evolución: las *mutaciones*.



Figura 6. Lectura *Mutaciones*, página 1. Modificado de García-Ortega, 2016

En el mundo natural ocurren mutaciones cada vez que nuestras células se multiplican; algunas se deben a cambios durante el proceso de replicación de la secuencia de bases nitrogenadas (cambiar una palabra como "gato" por "gota"), y otras por la acción del ambiente sobre el organismo, como en el caso de la radiación ultravioleta que altera el proceso de replicación. Así, en cada ciclo de replicación del ADN se modifican, a lo mucho, uno de cada millón de pares de nucleótidos.

Para darte una idea de cuán pocas mutaciones ocurren, imagínate que cada vez que contaras un millón de granos de frijol negro, te encontraras con que sólo uno de ellos tiene manchas claras. Al provocar este tipo de cambio, una mutación puede generar un nuevo *alelo* en el frijol. Un alelo es una de las versiones posibles de un *gen*. Un gen es una madeja de material genético (ADN o ARN) que contiene información relacionada con una o varias características de un organismo; en el ejemplo del frijol, para la coloración de la capa externa de la semilla.

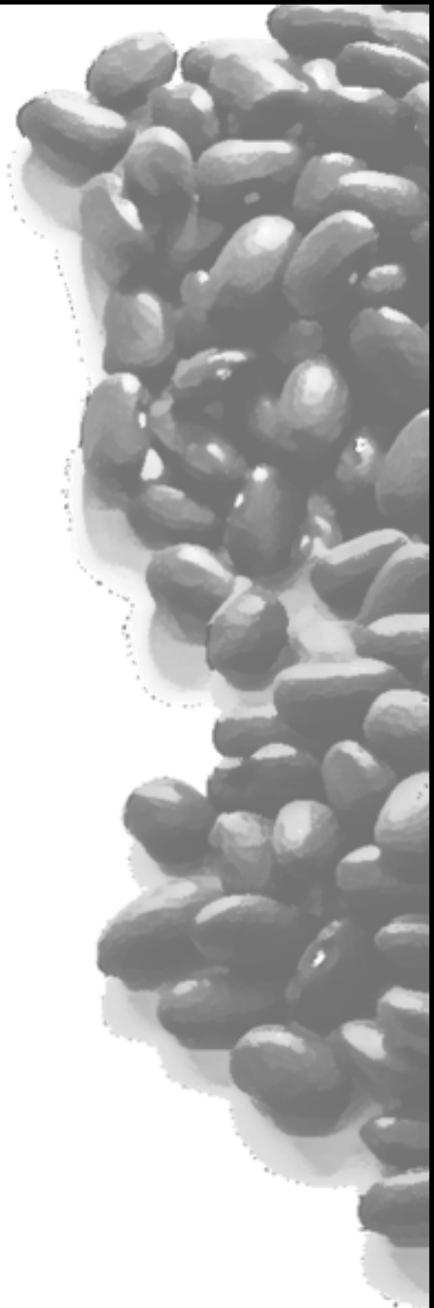


Figura 7. Lectura *Mutaciones*, página 2. Modificado de García-Ortega, 2016

En nuestra población imaginaria de frijol hay dos alelos para la coloración: uno que da frijoles negros, y uno que da frijoles con manchas claras. Así, las mutaciones generan variación en la naturaleza.

El surgimiento de variantes genéticas (nuevos alelos) no es bueno ni malo, es un proceso que ocurre al azar, es decir, no tiene propósito ni dirección establecida. Si tú te propusieras transformar una bola de plastilina sin forma en un perro, harías cambios para que tu material adquiriera la forma de un simpático canino, ¿verdad? Bueno, pues eso es un cambio dirigido, con un propósito muy claro. Pero la mutación (al igual que toda la evolución) es un proceso que no persigue ningún fin ni tampoco ocurre para mejorar o empeorar a un organismo o a una especie.

Texto modificado de:

García-Ortega, J. (2006). El agente secreto de la evolución. ¿Cómo ves?, no. 97. Consultada de <http://www.comoves.unam.mx/numeros/articulo/97/el-agente-secreto-de-la-evolucion>, el 4 de marzo del 2020.

Figura 8. Lectura *Mutaciones*, página 3. Modificado de García-Ortega, 2016

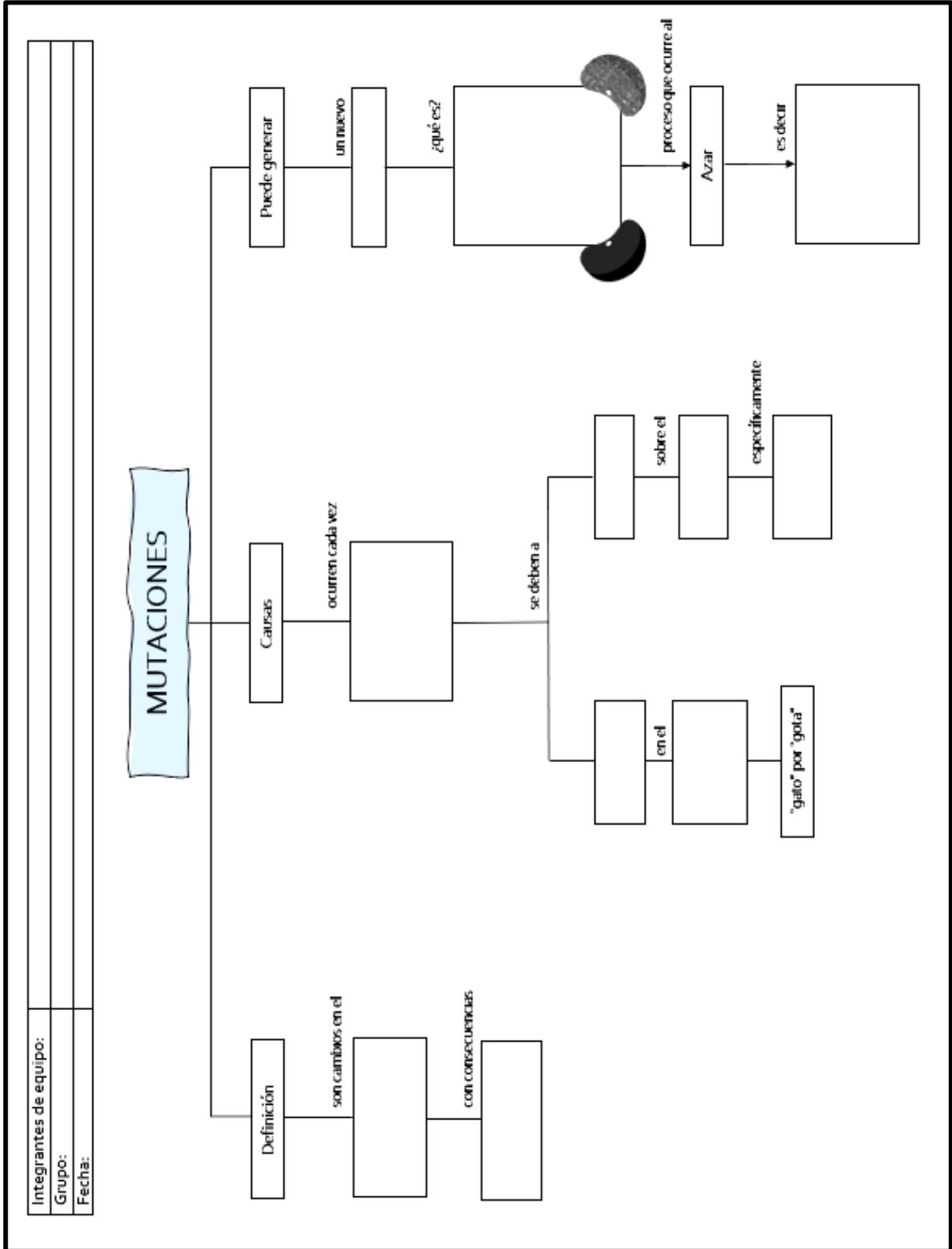


Figura 9. Mapa conceptual *Mutaciones*



Integrantes de equipo:

Grupo:

Fecha:

CUESTIONARIO. JUGADORES MUTANTES

Instrucciones. Por equipo, realizar una búsqueda bibliográfica de alguna mutación que podría resultar "beneficiosa" en algún deporte olímpico y contestar el siguiente cuestionario.

1. ¿Qué mutación elegí?

2. ¿En qué consiste?

Inserta una
imagen de la
mutación

3. ¿En qué deporte podría ser "beneficiosa"? ¿por qué?

Figura 10. Cuestionario *Jugadores mutantes*

- **Sesión 2. ¿Cuáles son los tipos de mutación?**

Inicialmente fue retomado el mapa conceptual realizado en la primera sesión y los alumnos compartieron su pantalla y expusieron el cuestionario *Jugadores mutantes*. Luego, se proyectó el video *All Sports Olympic Games All Disciplines Río de Janeiro 2016 Trailer*, y se les planteó la pregunta *¿cómo te imaginas que se vería reflejada la mutación que encontraste (búsqueda bibliográfica) en alguno de los nadadores olímpicos que salen en el video?* Con ello, los alumnos se tomaron unos minutos para reflexionar y compartir sus respuestas.

Más adelante, se dio una breve introducción sobre los tipos de mutaciones y las instrucciones para revisar en equipo el método de caso *Las Mutaciones a través de los Atletas Olímpicos*. La primera parte del caso (Figura 11) narró la historia de un periodista de la BBC interesado en documentar historias sobre deportistas que habían participado en los juegos olímpicos y que poseían algún tipo de mutación; en la segunda parte (Figura 12) se abordó el relato de Ewa Klobukowska, una velocista polaca diagnosticada con una mutación numérica; en la tercera parte se planteó la historia de Michael Phelps (Figura 13), nadador olímpico y evaluado con una mutación puntual; en la cuarta parte se hizo referencia de la historia de Barbara Wetzel (Figura 14), joven gimnasta diagnosticada con una mutación cromosómica; además, revisaron una nota informativa (Figura 15) para relacionar a las mutaciones con otras formas de vida y con la biodiversidad. Después, los alumnos analizaron el caso con la hoja de resolución (Figura 16) y en el grupo base se discutieron las respuestas.

Finalmente, se proyectó el video *Michael Phelps Llegó a 22 medallas de oro*, con base en él se discutió la diferencia de la fisonomía de Michael Phelps con la de otros nadadores olímpicos (Figura 17), se realizaron comentarios finales y se indicó subir los trabajos realizados a *Microsoft Teams*.

LAS MUTACIONES A TRAVÉS DE LOS ATLETAS OLÍMPICOS

PRIMERA PARTE

Lance Wyman

Como sabemos los próximos Juegos Olímpicos se celebrarán en Tokio 2021. Durante los últimos meses Lance Wyman, un reconocido reportero de la cadena Británica BBC, ha mostrado gran interés por documentar casos polémicos sobre deportistas de alto rendimiento que anteriormente ya han participado en los juegos olímpicos.

Después de un buen recibimiento de su trabajo, Wyman decidió orientar su investigación hacia aquellos deportistas que llamarón la atención del mundo por su condición física, resultando en tres historias en particular.



1

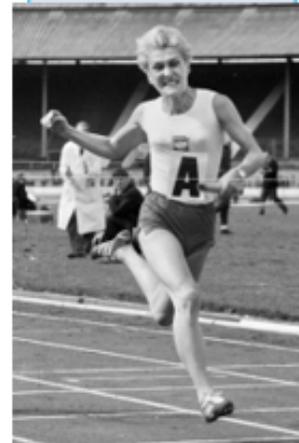
Figura 11. Primera Parte del Caso *Las Mutaciones a través de los Atletas Olímpicos*

SEGUNDA PARTE

Ewa Klobukowska
(1946 - presente)

La primera historia tras una larga investigación trata de la deportista Ewa Klobukowska, una velocista polaca que poseía tres *Records Guinness*, quien, tras competir en los Juegos Olímpicos de México 1968, accedió a realizarse una prueba antidoping (test para la detección de drogas, verificación de sexo mediante análisis cromosómico, entre otros). Para la sorpresa de todos y principalmente de la deportista Ewa, los resultados fueron negativos, lo cual significó que ante las pruebas ella no era mujer.

El Comité Olímpico Internacional encargado de evaluar las solicitudes, concluyó que Ewa no podía participar en los juegos, ya que tenía una mutación numérica, es decir, un aumento en el número de cromosomas X, para este caso en exclusivo 47 cromosomas (XXY). Debido a esta mutación, los individuos generalmente desarrollan senos, testículos y pene pequeños.



2

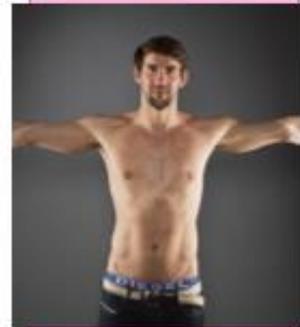
Figura 12. Segunda Parte del Caso *Las Mutaciones a través de los Atletas Olímpicos*

TERCERA PARTE

Michael Phelps
(1985 – presente)

Para la sorpresa de Wyman, también encontró casos muy recientes. Nos referimos al estadounidense Michael Phelps, quién en su infancia fue objeto de constantes burlas por las inusuales proporciones que su cuerpo presentaba: complexión delgada, estatura elevada, manos, brazos, tronco y piernas con gran longitud. Tras una visita al médico, este le sugirió que practicara natación para mejorar su desarrollo.

En una sesión de entrenamiento, Phelps sintió que su corazón se aceleraba a un ritmo alarmante; su entrenador le indicó que se practicara una serie de exámenes médicos para descartar cualquier padecimiento cardíaco. Los resultados arrojaron que Phelps tenía una modificación en el gen $FBN1$, es decir una mutación puntual; la causante de que presentara esas características fenotípicas.



3

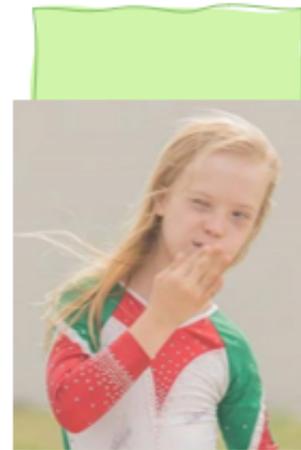
Figura 13. Tercera Parte del Caso *Las Mutaciones a través de los Atletas Olímpicos*

CUARTA PARTE

Barbara Wetzel
(2003 – presente)

El último caso que observó Wyman, relata la historia de la gimnasta mexicana Bárbara Wetzel o mejor conocida como Bibi. Quien participo a muy temprana edad en competencias regionales con tan solo cinco años contra niñas regulares. Posterior a esto, durante un año se preparó para el *Syndrome International Gymnastics Organization*, celebrado en Italia en noviembre de 2015. Su entrenamiento consistía en un total de siete horas de lunes a viernes y tres horas sábados y domingos. ¿Cuáles fueron los resultados del entrenamiento? tres medallas de oro y el título de campeona mundial en la categoría junior.

Después de una serie de estudios cromosómicos, los doctores le diagnosticaron una mutación cromosómica, la cual supone que uno de los cromosomas 21 se ubica en otro cromosoma; generando una debilitación en el tono muscular, por lo que durante muchos años Bibi llevó una intensa terapia física que le ayudo a desarrollar fuerza muscular y una mejor motricidad. Una vez que logró caminar, Bibi no quiso dejar la terapia y así aprendió a correr, saltar y dar vueltas por los aires. A partir de los tres años, Bibi empezó a tomar clases de ballet y gimnasia.



4

Figura 14. Cuarta Parte del Caso *Las Mutaciones a través de los Atletas Olímpicos*

¿Sabias? Qué?



Existen otros organismos que presentan mutaciones:



Numéricas

En plantas es un fenómeno común, algunos autores han estimado que aproximadamente el 45% de las plantas angiospermas presentan este tipo de mutación, como *Ophioglossum reticulatum* o helecho lengua de víbora.



Puntuales

Investigaciones recientes han confirmado que la bacteria *Escherichia coli* posee una mutación puntual en el gen *gyrA*, lo cual les confiere una mayor resistencia a ciertos antibióticos.



Cromosómicas

En *Drosophila melanogaster*, la mutación Bar es producto de una mutación pequeña en el cromosoma X, que se hereda como un rasgo dominante incompleto ligado al X: las moscas hembra heterocigóticas tienen ojos algo más pequeños.

Figura 15. Nota informativa *Las Mutaciones a través de los Atletas Olímpicos*



Integrantes de equipo:
 Grupo:
 Fecha:

HOJA DE RESOLUCIÓN. ATLETAS OLÍMPICOS

Instrucciones. La presente actividad será realizada en equipo. Con base en el método de caso, desarrollar las siguientes preguntas.

Pregunta	Ewa 	Michael 	Bibi 
1. ¿Qué características presentan las personas que tienen las diferentes mutaciones?			
2. ¿Cómo han influido estas características en el rendimiento deportivo de las y los atletas?			
3. De acuerdo con la norma, ¿es legal la participación de estos deportistas?			
4. Explica cómo estas personas adquirieron las mutaciones			

Figura 16. Hoja de resolución del Caso *Las Mutaciones a través de los Atletas Olímpicos*

Observa las imágenes...



A



B

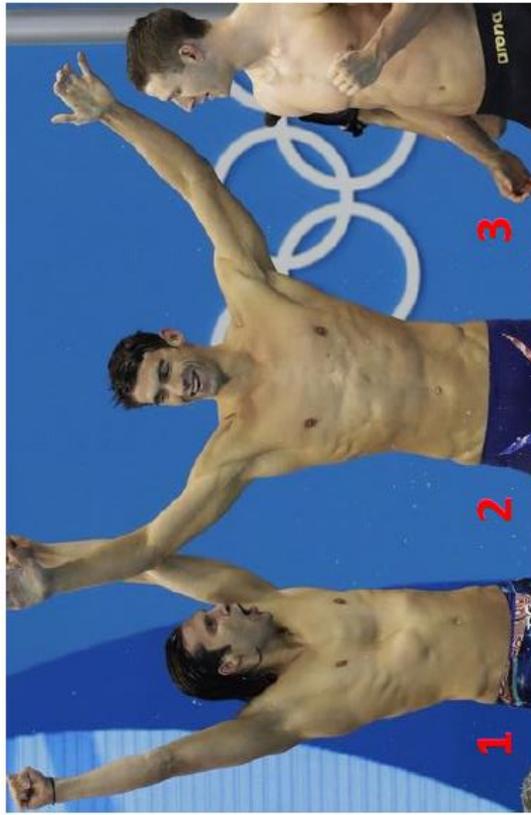


Figura 17. Fisionomía de Michael Phelps

- **Sesión 3. Reconstruyendo mutaciones**

Al principio se reanudó la sesión anterior mediante las preguntas *¿qué mutaciones abordamos?* y *¿cuáles eran las características de cada una?* Luego, los alumnos armaron el rompecabezas *Reconstruyendo mutaciones* (Figura 18, 19 y 20) para enlazar la definición de los tipos de mutaciones con su respectiva historia y la búsqueda bibliográfica de un nuevo ejemplo para cada tipo.

Durante la fase de desarrollo, los alumnos expusieron los resultados del rompecabezas y realizaron comentarios de la actividad.

Por último, en equipos respondieron el cuestionario *Mutaciones, ideas posteriores* (Figura 21) con la finalidad de comparar los conocimientos iniciales con los finales, las respuestas fueron discutidas de manera grupal, se emitieron conclusiones respecto del subtema mutaciones y se les solicitó subieran las actividades a la plataforma de *Microsoft Teams*. Además, a través de *Microsoft Forms* los alumnos realizaron una valoración de las sesiones (Figura 22).

Para realizar la evaluación, fueron tomados en consideración para cada equipo el cuestionario *Mutaciones, ideas previas* (aplicado al inicio) y el cuestionario *Mutaciones, ideas posteriores* (aplicado al final). Ambos contaron con su respectiva rúbrica (Figura 23), considerando la definición conceptual sobre mutación, la mención de los tipos de mutación, ejemplo sobre algún tipo de mutación en el humano, relación de las mutaciones con el fenómeno de la aleatoriedad, y la relación conceptual de las mutaciones y su influencia en la biodiversidad. Lo anterior, debido a que este instrumento permite evaluar el cambio conceptual de los estudiantes (Hernández-Torres, 2017).

Después de haber expuesto el diseño y desarrollo de la estrategia didáctica, en el siguiente capítulo se analizarán los resultados arrojados a partir de su implementación.



Integrantes de equipo:

Grupo:

Fecha:

ROMPECABEZAS. RECONSTRUYENDO MUTACIONES



Instrucciones:

1. En esta página podrás encontrar una serie de piezas que corresponden a los tipos de mutación. Dirígete a la página 2 y sigue las instrucciones.

A Mutación cromosómica	B Mutación puntual	C Mutación numérica
D Alteraciones en el número de los cromosomas propios de la especie.	E Alteraciones en la secuencia de bases de un gen.	F Alteraciones que suponen la pérdida, repetición o cambio de ubicación de un segmento de cromosoma.
G 	H 	I 

Figura 18. *Reconstruyendo mutaciones*, página1

2. A continuación, y tomando en cuenta lo anterior deberás ordenar las piezas según sea el caso (a cada recuadro le corresponden tres piezas).

TIPOS DE MUTACIONES		
Recuadro 1	Recuadro 2	Recuadro 3

Figura 19. *Reconstruyendo mutaciones*, página 2

3. Finalizado el punto anterior, buscarás un nuevo ejemplo para cada mutación y su respectiva descripción. Después, cada equipo expondrá los resultados obtenidos.

Mutación numérica

Ejemplo:	
Justificación:	

Mutación puntual

Ejemplo:	
Justificación:	

Mutación cromosómica

Ejemplo:	
Justificación:	

Figura 20. *Reconstruyendo mutaciones*, página 3



Integrantes de equipo:
Grupo:
Fecha:

CUESTIONARIO. MUTACIONES, IDEAS POSTERIORES

Instrucciones. Por equipo, responder las siguientes preguntas:

1. ¿Qué es una mutación?

--

2. ¿Cuáles son los tipos de mutación?

--

3. Conocen algún caso de mutación en el humano, ¿Cuál es? y ¿Qué tipo de mutación es?

--

4. Las mutaciones ¿Son benéficas o perjudiciales? y ¿Por qué?

--

5. ¿Consideran que las mutaciones influyen en la diversidad biológica? y ¿Por qué?

--

Figura 21. Cuestionario *Mutaciones, ideas posteriores*

Evaluación de las Sesiones "Mutaciones" (2021-1 Biología 3 558)

La finalidad del siguiente formulario es evaluar la práctica docente de la profesora durante las sesiones "Mutaciones". Tiene una valoración lineal ascendente por lo que 1 estrella es pésimo, 3 estrellas regular y 5 estrellas es excelente. Se te pide contestes de la manera más honesta posible. Gracias :)

Ho!a, ETZALLI al enviar este formulario, el propietario podrá ver su nombre y dirección de correo electrónico.

* Obligatorio

1. La presentación de las sesiones fue: *



2. Durante las sesiones mantuvo un ritmo correcto: *



3. Procura preguntarnos si existen dudas: *



4. Resuelve nuestras dudas con claridad: *



5. Manifiesta una actitud flexible y respetuosa: *



6. El contenido de los materiales de trabajo fue: *



7. Las sesiones me han ayudado a entender mejor el tema: *



8. ¿Existe algún comentario que me gustaría agregar? *

Escriba su respuesta

Figura 22. Valoración de las sesiones

RÚBRICA DE EVALUACIÓN				
<i>Mutaciones, ideas previas</i>				
EQUIPO 1 <ul style="list-style-type: none"> • Sebastián Martínez Urbano • Adrián López Zavala • América Andrea Trejo Corzo • Fernando Julián Rea Romero • Paola Tableros Padilla 				
CRITERIO	EXCELENTE	BUENO	REGULAR	MEJORABLE
Definición conceptual sobre mutación	Presenta una definición específica y concisa sobre mutación	Presenta una definición clara sobre mutación	Presenta una definición que no es clara sobre mutación	No define el concepto de mutación
Mención de los tipos de mutación	Menciona de manera específica y concisa los tipos de mutación	Menciona algunos de los tipos de mutación	Menciona de una manera que no es clara los tipos de mutación	No menciona los tipos de mutación
Ejemplo sobre algún tipo de mutación en el humano	El ejemplo es específico y se explica el tipo de mutación	El ejemplo es claro y da una visión general del tipo de mutación	El ejemplo es poco claro y no explica el tipo de mutación	No proporciona ejemplo
Relación de las mutaciones con el fenómeno de la aleatoriedad	La relación es clara, precisa y se profundiza el tema	La relación es clara sin profundizar el tema	La relación es poco clara y no profundiza en el tema	No presenta la relación
Relación conceptual de las mutaciones y su influencia en la diversidad biológica	La relación es clara, precisa y se profundiza el tema	La relación es clara sin profundizar el tema	La relación es poco clara y no profundiza en el tema	No presenta la relación

Figura 23. Rúbrica cuestionario *Mutaciones, ideas previas*. Modificado de Hernández-Torres, 2017

Capítulo 4

Resultados

En el presente capítulo se realiza un análisis y discusión sobre los resultados obtenidos a partir de la aplicación de la estrategia didáctica. Se describe el proceso de evaluación y análisis de los datos de manera cualitativa, y finalmente se presenta una reflexión sobre el papel y desempeño de la docente durante la intervención.

4.1 Análisis y discusión de resultados

Para identificar si por medio de la implementación de la estrategia existió un cambio conceptual sobre las mutaciones como fuente de variedad, los cuestionarios *Mutaciones, ideas previas* y *Mutaciones, ideas posteriores* fueron evaluados mediante una rúbrica; construida a partir de criterios (preguntas disponibles en ambos cuestionarios) y cuatro categorías (excelente, bueno, regular y mejorable). En total se analizaron 10 cuestionarios pertenecientes a cinco equipos, con cinco preguntas de tipo abiertas para cada uno.

A través del análisis del cuestionario *Mutaciones, ideas previas* se observó que los equipos 1 (Figura 24a, revisar anexo) y 5 (Figura 28a, revisar anexo) oscilaban entre las categorías regular y bueno, el equipo 2 (Figura 25a, revisar anexo) obtuvo en todos los criterios la categoría de regular, el equipo 3 (Figura 26a, revisar anexo) la categoría de bueno, y el equipo 4 (Figura 27a, revisar anexo) la categoría de bueno y excelente. A continuación, en la Tabla 6 se muestran las respuestas de los alumnos.

Tabla 6. Cuestionario *Mutaciones, ideas previas*

Pregunta	Respuestas
1. ¿Qué es una mutación?	<p>Equipo 1. Es el resultado del error en la copia del ADN que pasa durante la división celular.</p> <p>Equipo 2. Es una deformación genética que tienen las personas.</p> <p>Equipo 3. Es un cambio en la secuencia de ADN</p> <p>Equipo 4. Cambio al azar en la secuencia de nucleótidos o en la organización del DNA de un ser vivo.</p> <p>Equipo 5. Una mutación es un cambio en la sucesión del azar de los nucleótidos.</p>
2. ¿Cuáles son los tipos de mutación?	<p>Equipo 1. Genética y cromosómica.</p> <p>Equipo 2. Genética, aspectos físicos, aspectos mentales y aspectos de los órganos.</p> <p>Equipo 3. Genéticas y cromosómicas.</p> <p>Equipo 4. Genéticas y cromosómicas.</p> <p>Equipo 5. Genéticas y cromosómicas.</p>
3. Conocen algún caso de mutación en el humano, ¿Cuál es? y ¿Qué tipo de mutación es?	<p>Equipo 1. Sí, el síndrome de Waardenburg, la cuál es hereditaria.</p> <p>Equipo 2. Albinismo, tipo de despigmentación en la piel. El hombre elefante, síndrome Proteus, causa crecimiento en la piel. Hombre lobo, que tiene mucho cabello y bello corporal</p> <p>Equipo 3. El síndrome de Down es una mutación de tipo Trisomía.</p> <p>Equipo 4. Síndrome de Down, mutación cromosoma 21.</p> <p>Equipo 5. Los hoyuelos y las pecas son un ejemplo muy común, otro ejemplo son las personas albinas.</p>
4. Las mutaciones ¿Son benéficas o perjudiciales? y ¿Por qué?	<p>Equipo 1. Depende, puede haber mutaciones muy radicales que llegan a interrumpir con el correcto proceso vital de cada célula, otras lo potencian, o simplemente no afectan de manera severa.</p> <p>Equipo 2. Pueden ser de ambas, benéficas y perjudiciales.</p> <p>Equipo 3. Existen mutaciones mortales, aunque no todas son malignas, no todas te afectan, por ejemplo, el color de ojos es una mutación.</p> <p>Equipo 4. El hecho de que una mutación concreta suceda o no, no está relacionado con lo útil que sería.</p> <p>Equipo 5. Depende del tipo de mutación pues algunas sirven para que el ente se adapte al ecosistema en el que vive y otras son causadas por malformaciones a la hora de la gestación.</p>
5. ¿Consideran que las mutaciones influyen en la diversidad biológica? y ¿Por qué?	<p>Equipo 1. Sí, para la supervivencia de los seres vivos al adaptarse al entorno.</p> <p>Equipo 2. Sí, pueden afectar de buena o mala manera dependiendo de cierta evolución. No solo muestra un tipo de personas, es decir hay una variación genética en los individuos.</p> <p>Equipo 3. Sí influyen, porque las mutaciones son muy importantes en la diversidad, ya que son las responsables de la misma diversidad, si no hubieran existido las mutaciones no tendríamos diferentes tipos de cuerpos biológicos.</p> <p>Equipo 4. Sí, porque la diversidad biológica se debe fundamentalmente a las mutaciones que se dan en código genético de las especies. Las mutaciones beneficiosas son menos frecuentes.</p> <p>Equipo 5. Claro que sí, hay una teoría que dice que todos éramos el mismo tipo organismo, pero con las mutaciones y variaciones que fue sufriendo nacieron todas las especies de flora y fauna.</p>

En la pregunta *¿Qué son las mutaciones?* los equipos 3, 4 y 5 presentaron una definición adecuada al hablar de modificaciones en las secuencias de ADN o nucleótidos e incluyeron palabras como *cambio* y *azar*. En el caso de los equipos 1 y 2 incorporaron las palabras *error* y *deformación*, esto concuerda con lo reportado en la bibliografía en cuanto a que es uno de los contenidos en donde se han detectado confusiones en el aprendizaje, generando que los alumnos relacionen a las mutaciones con cuestiones dañinas, negativas o malformaciones en el cuerpo.

Para la segunda pregunta la mayoría de los alumnos mencionó dos de los tres tipos de mutación: genéticas y cromosómicas. Es importante señalar que el equipo 2 incluyó en tipos de mutación, lo siguiente: genética, aspectos físicos, aspectos mentales y aspectos de los órganos.

A la pregunta *¿Conocen algún caso de mutación en el humano?, ¿Cuál es? y ¿Qué tipo de mutación es?* los equipos 3 y 4 mencionaron un ejemplo y lograron relacionarlo con el tipo de mutación correspondiente. Por su parte, el equipo 2 incluyó como ejemplo al hombre lobo, mostrando que en efecto en el estudiante la noción de un nuevo concepto está determinado por la relación que establezca con la información obtenida en su mayoría del cine y la televisión.

En la pregunta *Las mutaciones ¿Son benéficas o perjudiciales? y ¿Por qué?* todas las respuestas apuntaron a que los alumnos consideraron que las mutaciones pueden ser en algunos casos benéficas y en otras perjudiciales.

Finalmente, en la pregunta *¿Consideran que las mutaciones influyen en la diversidad biológica? y ¿Por qué?* los equipos concuerdan en que las mutaciones influyen en la diversidad biológica al ser responsables de la misma diversidad. Sin embargo, esta última pregunta contrasta con la primera, ya que dos equipos relacionaron a las mutaciones con *error* y *deformación*.

El análisis del cuestionario *Mutaciones ideas posteriores* mostró que los equipos 1 (Figura 24b, revisar anexo) y 3 (Figura 26b, revisar anexo) obtuvieron las categorías de bueno y excelente, los equipos 4 (Figura 27b, revisar anexo) y 5 (Figura 28b, revisar anexo) la categoría de excelente, y el equipo 2 (Figura 25b, revisar anexo) osciló entre las categorías de regular, bueno y excelente. En seguida, en la Tabla 7 se presentan las respuestas.

Tabla 7. Cuestionario *Mutaciones, ideas posteriores*

Pregunta	Respuestas
1. ¿Qué es una mutación?	<p>Equipo 1. Es una variación en los genes y en los cromosomas.</p> <p>Equipo 2. Una alteración genética.</p> <p>Equipo 3. Es una alteración en el proceso de replicación de la información genética.</p> <p>Equipo 4. Es aquel cambio en el material genético. Puede darse por un cambio en la replicación del material genético.</p> <p>Equipo 5. Son cambios en el material genético que sucede cuando nuestras células se dividen y se deben al proceso de replicación del organismo.</p>
6. ¿Cuáles son los tipos de mutación?	<p>Equipo 1. Numérica, puntual y cromosómica.</p> <p>Equipo 2. Numérica, puntual y cromosómica.</p> <p>Equipo 3. Numérica, puntual y cromosómica.</p> <p>Equipo 4. Son tres: puntual, cromosómica y numérica.</p> <p>Equipo 5. Numérica, puntual y cromosómica.</p>
7. Conocen algún caso de mutación en el humano, ¿Cuál es? y ¿Qué tipo de mutación es?	<p>Equipo 1. Michael Phelps, tiene una mutación de tipo puntual.</p> <p>Equipo 2. Síndrome de Down y síndrome de elefante.</p> <p>Equipo 3. El síndrome de Down, puede ser una mutación numérica o cromosómica.</p> <p>Equipo 4. El síndrome de Down es una mutación de tipo numérica y/o cromosómica.</p> <p>Equipo 5. Síndrome de Down (de cierto tipo) y Turner son mutaciones numéricas. Síndrome de Klinefelter, mutación cromosómica.</p>
8. Las mutaciones ¿Son benéficas o perjudiciales? y ¿Por qué?	<p>Equipo 1. En algunos casos pueden ser beneficiosas, pero también puede afectar en otros aspectos.</p> <p>Equipo 2. Ambas, porque ayudan a la adaptación de las especies, en algunos deportistas estas mutaciones les ayudan en la fuerza (benéficas). Las mutaciones que restan a la capacidad (perjudiciales).</p> <p>Equipo 3. Dependiendo de la mutación y en el ámbito en el que se desarrolle.</p> <p>Equipo 4. Ni una ni otra, porque depende del ambiente y del genotipo (Genotipo + ambiente = fenotipo). Puede ser favorecedora, pero al mismo tiempo y dependiendo del contexto/ambiente, puede ser perjudicial.</p> <p>Equipo 5. Depende de la mutación, pues hay veces en que es mejor y propicia una mejora, pero en muchos casos las mutaciones tienen repercusiones negativas.</p>
9. ¿Consideran que las mutaciones influyen en la diversidad biológica? y ¿Por qué?	<p>Equipo 1. Pues sí, porque se generan diversidad en los genes, por lo cual hay muchas variaciones, esto también se dice que ayudó a la EVOLUCIÓN.</p> <p>Equipo 2. Sí, porque la mutación ayuda a controlar el número y la diversidad de especies.</p> <p>Equipo 3. Sí, porque forman parte de la evolución.</p> <p>Equipo 4. Sí, porque al ver cambios en el material genético de las especies éste se verá reflejado en la variedad de ellas. Lo que contribuye a la diversidad biológica y la evolución de las especies.</p> <p>Equipo 5. Sí, las mutaciones permiten que haya variedad biológica, esto debido a la variedad en los genes.</p>

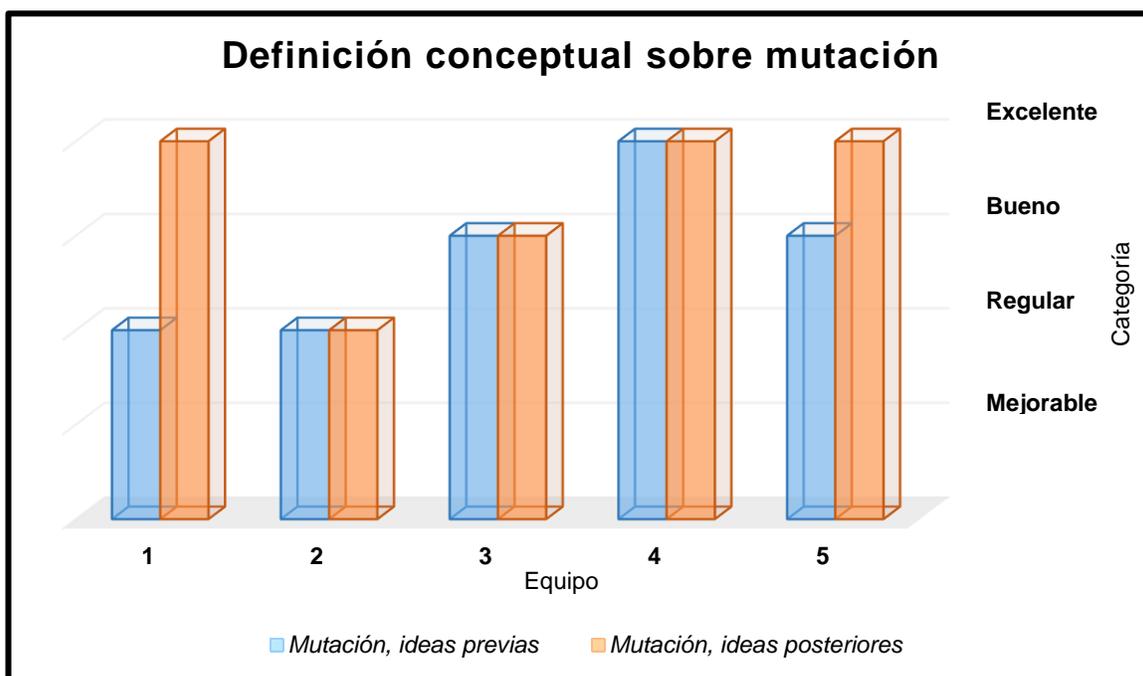
Para la primera pregunta *¿Qué son las mutaciones?* todos los equipos en mayor o menor profundidad lograron dar una respuesta adecuada e integraron palabras como *variación, cambio y alteración*. Asimismo, en la segunda pregunta *¿Cuáles son los tipos de mutación?* los equipos consiguieron mencionar los tres tipos de mutación.

En la pregunta *Conocen algún caso de mutación en el humano, ¿Cuál es? y ¿Qué tipo de mutación es?* todos los equipos presentaron al menos un ejemplo y la mayoría estableció el tipo de mutación correspondiente: el equipo 1 mencionó como ejemplo a Michael Phelps con una mutación de tipo puntal, esta información les fue proporcionada en el método de caso *Las Mutaciones a través de los Atletas Olímpicos*; los equipos 3 y 4 indicaron que el síndrome de Down podría ser de tipo numérica o cromosómica, dicho fue abordado con el rompecabezas *Reconstruyendo mutaciones* tratándose de un síndrome con distintos tipos y cada uno con características diferentes; el equipo 5 incluyó ejemplos para mutaciones de tipo numéricas y cromosómicas; el equipo 2 y en comparación con el cuestionario *Mutaciones, ideas previas*, eliminó de sus ejemplos al hombre lobo e incluyó al síndrome de Down.

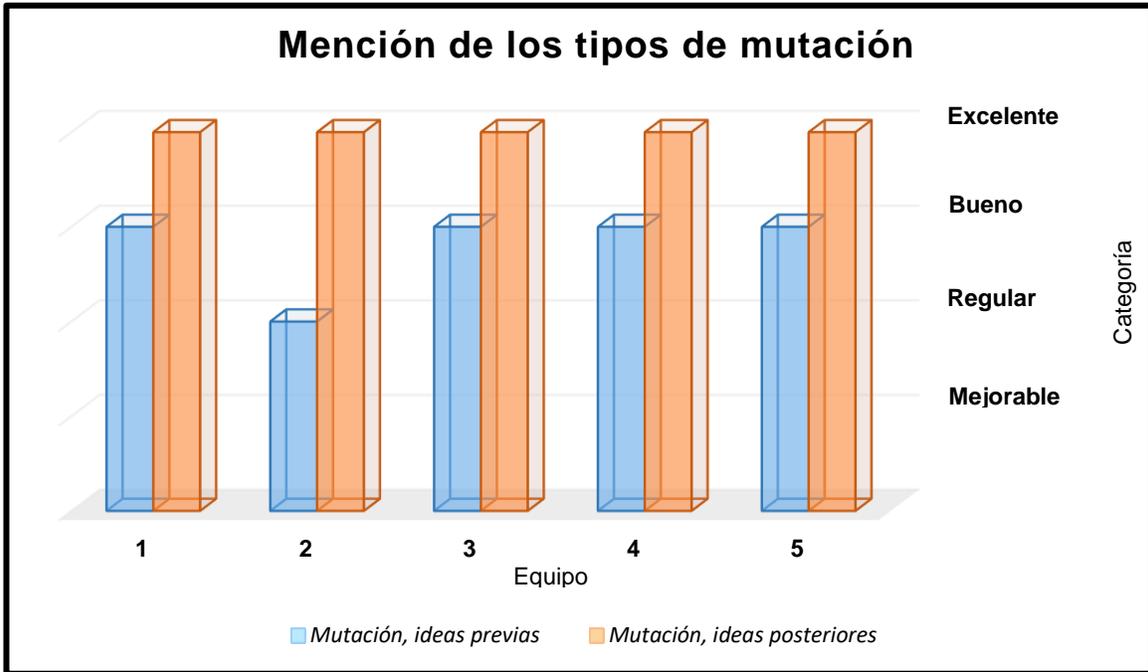
La pregunta *Las mutaciones ¿Son benéficas o perjudiciales? y ¿Por qué?* arrojó que los alumnos consideran que las mutaciones son aleatorias, es decir que su presencia no representa enteramente un beneficio o una circunstancia perjudicial. Aquí, es oportuno señalar que el equipo 4 complementó su respuesta al mencionar que el genotipo de un individuo se relaciona directamente con la interacción del genotipo y el ambiente, aplicando también al caso concreto de las mutaciones. Esta última información se abordó mediante el estudio de caso y el rompecabezas.

En la pregunta cinco *¿Consideran que las mutaciones influyen en la diversidad biológica? y ¿Por qué?* los equipos señalaron que existe una influencia, ya que en ocasiones los cambios en el material genético de las especies se ven reflejados en la variedad de ellas. También, para resolver la pregunta los equipos utilizaron las palabras *cambios, diversidad de especies, diversidad en los genes, evolución, variaciones, variedad biológica y variedad de genes*.

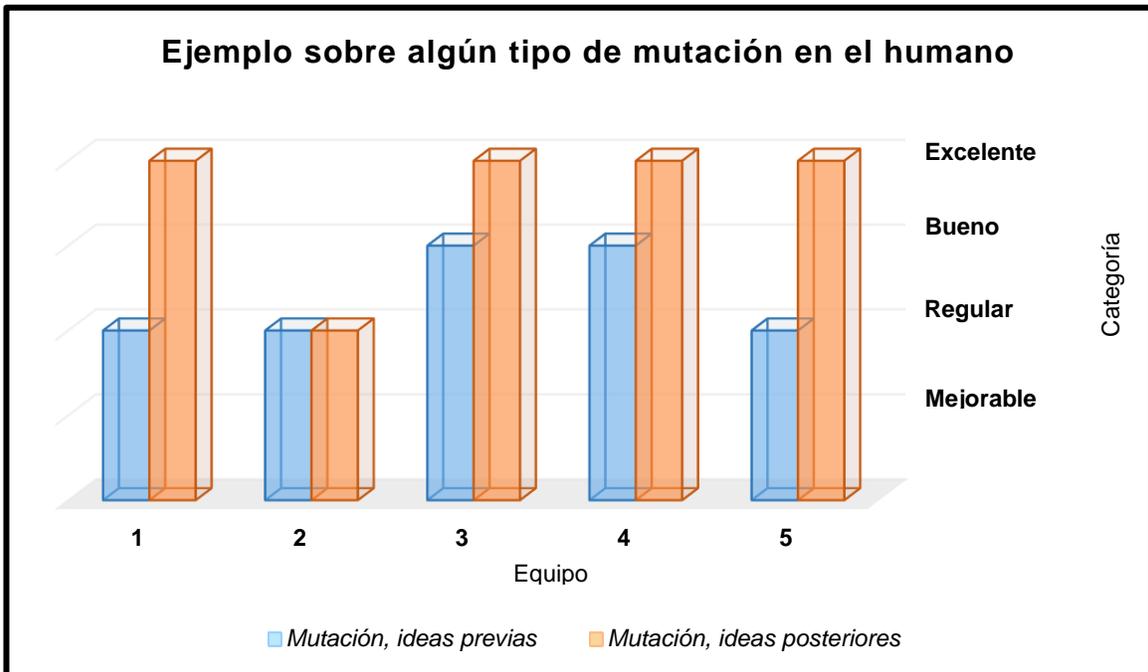
El análisis de los cuestionarios *Mutaciones ideas previas* y *Mutaciones, ideas posteriores* mostró que la aplicación de la estrategia generó en los alumnos un cambio conceptual sobre las mutaciones. Lo anterior, puede observarse en las Gráficas 2, 3, 4, 5 y 6, siendo que después de haber implementado la estrategia, en cada uno de los criterios los equipos escalaron de categoría o se mantuvieron, pero nunca bajaron su posición



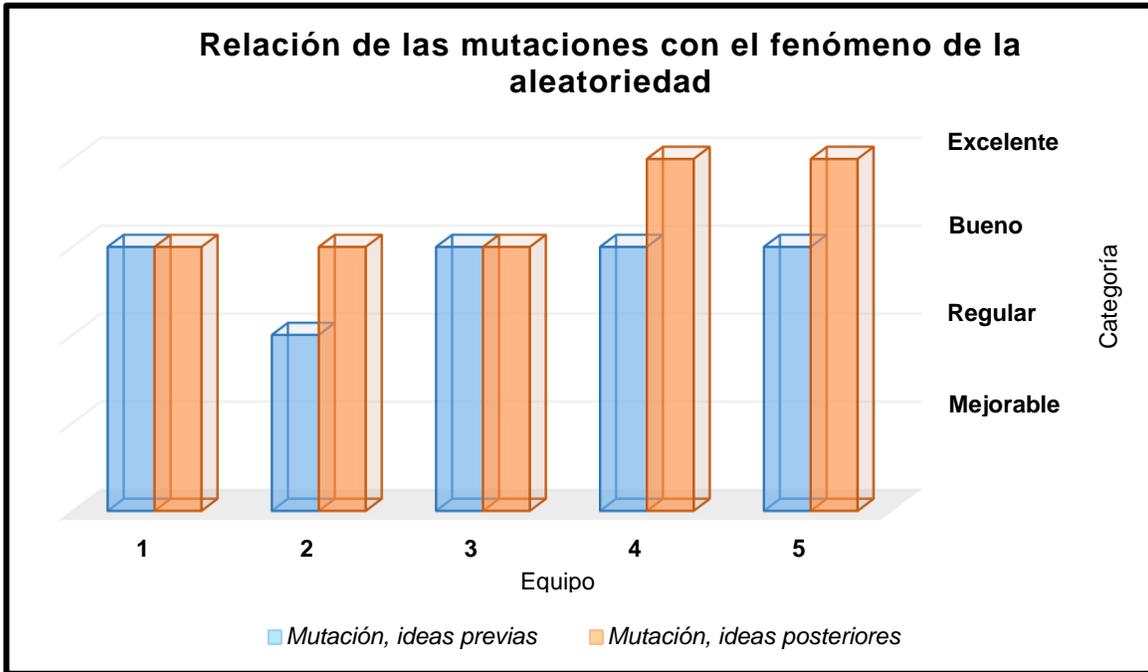
Gráfica 2. Criterio *Definición conceptual sobre mutación*.



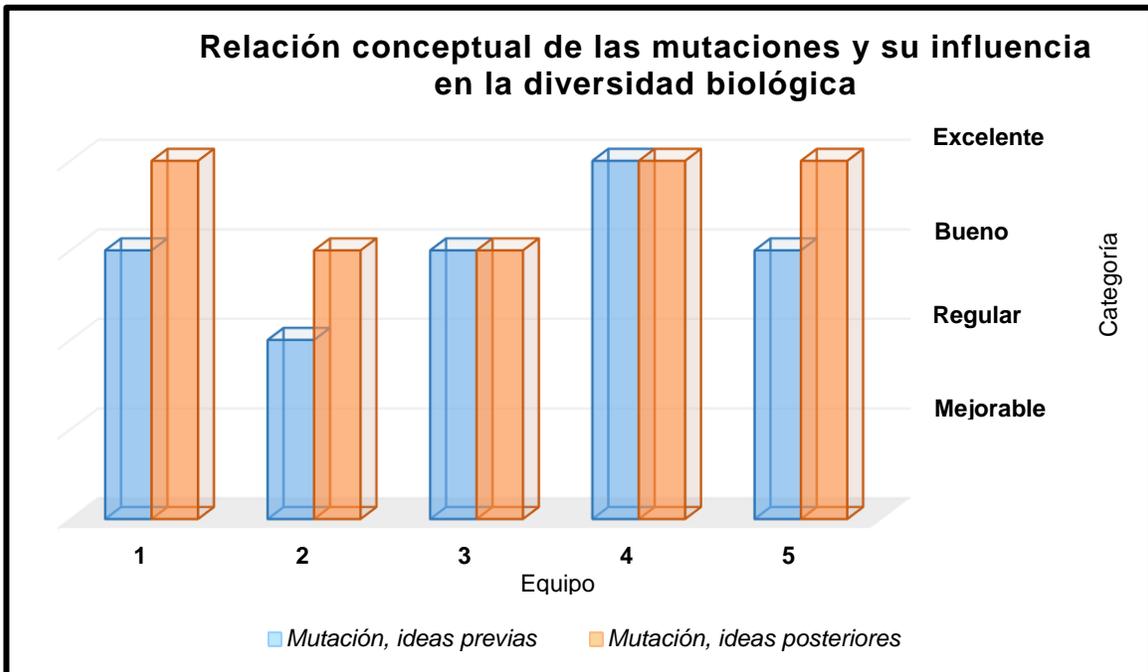
Gráfica 3. Criterio *Mención de los tipos de mutación.*



Gráfica 4. Criterio *Ejemplo sobre algún tipo de mutación en el humano.*



Gráfica 5. Criterio *Relación de las mutaciones con el fenómeno de la aleatoriedad*.



Gráfica 6. Criterio *Relación conceptual de las mutaciones y su influencia en la diversidad biológica*.

4.2 Reflexión sobre la intervención

Actualmente, ante un mundo en constante movimiento e interconexión, la educación se ha transformado en un proceso continuo y permanente. Por ello, es fundamental que el docente realice de manera constante una reflexión sobre su práctica docente, ya sea para mejorar el acompañamiento que brinda a los estudiantes, replantear los criterios de evaluación, favorecer la reflexión dentro del aula o para adaptar las estrategias y planeaciones didácticas a las necesidades de cada grupo. En los siguientes apartados se desarrollará una reflexión sobre el desempeño de la profesora durante las sesiones.

4.2.1 Autoevaluación

Desarrollar una estrategia didáctica entorno al subtema de mutación se debe a que dentro de la asignatura de Biología III es uno de los tópicos en donde se han detectado dificultades y confusiones en el aprendizaje, debido a que en el estudiante la noción de un nuevo concepto, modelo, núcleo conceptual está determinado por la relación que establezca con la información ya adquirida; en la mayoría de los casos procedente del cine, la televisión u otros medios de comunicación, posiblemente tratándose de información fragmentada y deformada.

Inicialmente la estrategia fue diseñada para realizarse de manera presencial, pero dada la pandemia por COVID-19 existió la necesidad de aplicarse a distancia a través de las plataformas *Microsoft Teams* y *Zoom*. Además, es importante señalar que su planteamiento permitió recapitular de manera breve el subtema de transmisión y expresión génica, siendo tratado en el Tema 2 Genética y biodiversidad del Programa de Biología III. Lo anterior, con la intención de que los estudiantes crearán un puente entre la información que ya conocían y el nuevo conocimiento. A continuación, con la intención de autoevaluar la planificación, implementación y los resultados, para cada sesión se desglosa lo siguiente: *¿Qué se planeó?*, *¿Qué sucedió?* y *¿Cómo se resolvió?*

Sesión 1

¿Qué son las mutaciones?

- Fecha: 3 de diciembre de 2020
- Duración: 120 minutos

¿Qué se planeó?	¿Qué sucedió?	¿Cómo se resolvió?
Inicio		
1. Presentación del profesor.	Para optimizar el tiempo, la presentación con el grupo se realizó una clase antes de aplicar la estrategia.	Se solicitó autorización a la profesora titular del grupo para efectuar el primer acercamiento.
2. El profesor formará equipos y pedirá se asigne a un encargado.	Debido a que el grupo ya contaba con la asignación de equipos este punto ya no fue realizado, pero sí se establecieron a los encargados.	La profesora titular amablemente me proporcionó su lista de equipos.
3. Se efectuará una dinámica de reconocimiento grupal, mediante las preguntas: <i>¿Cómo te llamas?</i> , <i>¿Cuál es tu deporte favorito?</i> y <i>¿Eres fan de algún deportista?</i>	Para economizar tiempo, las preguntas fueron realizadas solo a algunos estudiantes.	Las preguntas se aplicaron a manera de preguntas dirigidas.
Desarrollo		
1. El profesor indicará que deberán contestar el cuestionario <i>Mutaciones, ideas previas</i> , disponible en <i>Microsoft Teams</i> .	Se establecieron salas de <i>Zoom</i> y los equipos trabajaron de manera colaborativa y siguiendo las disposiciones al pie de la letra.	Se procuró dar las instrucciones con claridad y la profesora me brindó su ayuda para armar las salas en <i>Zoom</i> .
2. Una vez finalizado, las respuestas serán socializadas con el grupo base.	En primera instancia, el grupo se mostró un poco renuente al compartir sus respuestas por su propia iniciativa.	Por ello, se optó por preguntar de manera dirigida a los alumnos.
3. Después, leerán la lectura <i>Mutaciones</i> , disponible en <i>Microsoft Teams</i> .	Se establecieron salas de <i>Zoom</i> y los equipos trabajaron de manera colaborativa y siguiendo las disposiciones al pie de la letra.	Se procuró dar las instrucciones con claridad y la profesora amablemente me ayudo a armar las salas en <i>Zoom</i> .
4. Con base en la lectura anterior, resolverán el mapa conceptual <i>Mutaciones</i> , disponible en <i>Microsoft Teams</i> .	A través de las salas, los equipos hicieron con éxito sus respectivos mapas conceptuales.	Esto mediante la lectura, el seguimiento de las instrucciones y la aclaración de dudas emergentes.
Cierre		
1. En el grupo base, se armará y discutirá el mapa conceptual. Para ello, el profesor coordinará y pedirá la participación de los equipos y se harán comentarios.	Se realizó un mapa conceptual grupal a partir de la identificación de ideas clave por parte de los equipos. También, se concluyó que las mutaciones son fuente de variedad y que estas tienen una incidencia importante en la evolución.	Para ello, se hizo uso de preguntas dirigidas y de una tableta digitalizadora que permitió resolver el mapa conceptual en tiempo real.
2. El profesor indicará a los encargados de equipo subir su cuestionario y mapa conceptual a <i>Microsoft Teams</i> , y realizar de tarea una búsqueda bibliográfica y un cuestionario sobre una mutación que pudiera resultar "beneficiosa" en algún deporte, el cuestionario se titula <i>Jugadores mutantes</i> y estará disponible en <i>Microsoft Teams</i> .	Al finalizar la sesión, los encargados de equipo lograron subir las actividades realizadas a la plataforma de <i>Microsoft Teams</i> . Asimismo, se comentó la actividad de tarea para la sesión 2.	Los alumnos no presentaron problemas al subir sus trabajos, ya que estaban familiarizados con la plataforma. En cuanto a la actividad de tarea, se trató de dar las instrucciones con detenimiento.

Sesión 2

¿Cuáles son los tipos de mutación?

- Fecha: 8 de diciembre de 2020
- Duración: 120 minutos

¿Qué se planeó?	¿Qué sucedió?	¿Cómo se resolvió?
<p>Inicio</p> <p>1. Como actividad inicial, se retomará brevemente el mapa conceptual <i>Mutaciones</i>.</p>	<p>Se retomó brevemente el mapa conceptual mediante preguntas a alumnos específicos.</p>	<p>Se buscó que las preguntas fueran fáciles de entender y cuando las respuestas de los alumnos no fueron acertadas se les replanteo la pregunta.</p>
<p>2. Después, los equipos compartirán pantalla para visualizar su cuestionario <i>Jugadores mutantes</i> y expondrán sus respuestas.</p>	<p>Los alumnos contestaron, compartieron su pantalla y expusieron el cuestionario <i>Jugadores mutantes</i>. Durante la actividad mostraron interés y expresaron que en algunos casos no encontraron registro de deportistas con mutaciones, pero realizaron una buena analogía de los deportes que ellos consideraron podían resultar <i>ad hoc</i> al presentar una mutación específica.</p>	<p>Se les pidió que compartieran su pantalla para captar el interés de sus compañeros y además de las preguntas que conformaron la actividad se les cuestionó para indagar e ir construyendo un puente conductor con el video y el método de caso.</p>
<p>3. Se proyectará el video <i>All Sports Olympic Games All Disciplines Rio de Janeiro 2016 Trailer</i>, y se les planteara una pregunta, <i>¿Cómo te imaginas que se vería reflejada la mutación que encontraste (búsqueda bibliográfica) en alguno de los nadadores olímpicos que salen en el video?</i> Los alumnos que quieran podrán compartir su respuesta.</p>	<p>Se comentó que la mutación resultante del cuestionario <i>Jugadores mutantes</i> debía de abordarse en el contexto de los nadadores olímpicos del video. En este punto el gran inconveniente fue que el video se apreció lento y con el sonido desfasado, ya que lo proyecté desde mi computador y el internet que tengo cuenta pocos Mbps. Sin embargo, los alumnos realizaron buenas aportaciones.</p>	<p>Después de que los alumnos expresaran el inconveniente con el video y para remediar la situación brevemente les describí el video.</p>
<p>Desarrollo</p> <p>1. El profesor dará una breve introducción sobre los tipos de mutaciones y para abordarlos, en equipos los alumnos revisarán el caso <i>Las Mutaciones a través de los Jugadores Olímpicos</i>, disponible en <i>Microsoft Teams</i>.</p>	<p>Se establecieron salas de <i>Zoom</i> y los equipos trabajaron de manera colaborativa y siguiendo las instrucciones al pie de la letra.</p>	<p>La profesora Diana me brindó su ayuda para armar las salas en <i>Zoom</i>, se procuró dar las instrucciones con claridad y en caso de dudas se hicieron visitas a todas las salas.</p>
<p>2. Después, mediante la hoja de resolución analizarán el caso, disponible en <i>Microsoft Teams</i>.</p>		
<p>3. En el grupo base, se discutirá la resolución del caso.</p>	<p>En el foro de discusión los alumnos se mostraron muy participativos y realizaron algunos cuestionamientos referentes a los criterios que manejó Comité Olímpico para determinar si un deportista era aceptado o rechazado. También, lograron caracterizar a los tipos de mutaciones y concluir que el fenotipo de un individuo es la suma de su genotipo y el ambiente en el que está inmerso.</p>	<p>Se buscó que todos los equipos participaran y que compartieran su pantalla para mantener el hilo de la discusión. Después de su intervención se les realizaron preguntas extra para resaltar ideas principales específicas; en caso de que su respuesta no fuera la mejor se les replanteaba la pregunta. En este punto y tomando en cuenta la recomendación de la profesora, fue necesario el uso del pizarrón de la plataforma para ejemplificar visualmente y aclarar dudas.</p>

Sesión 2
¿Cuáles son los tipos de mutación?

- Fecha: 8 de diciembre de 2020
- Duración: 120 minutos

¿Qué se planeó?	¿Qué sucedió?	¿Cómo se resolvió?
<p>Cierre</p> <p>1. Se proyectará el video <i>Michael Phelps llegó a 22 medallas de oro</i>.</p> <p>2. En el grupo base, se analizará y discutirá la fisionomía de nadadores olímpicos (incluyendo Michael Phelps) y se realizarán comentarios finales.</p>	<p>Debido a que el tiempo de cierre fue limitado, se les explicó a los alumnos que estas dos actividades serían realizadas en la sesión 3. Sin embargo, para concretar el cierre de sesión, se enfatizó en el fenotipo (genotipo + ambiente) de Michael y Bibi.</p>	
<p>3. Finalmente, el profesor indicará a los encargados de equipo subir su cuestionario <i>Jugadores mutantes</i> y la hoja de resolución a <i>Microsoft Teams</i>.</p>	<p>Al finalizar la sesión, los encargados de equipo lograron subir las actividades realizadas a la plataforma de <i>Microsoft Teams</i>.</p>	<p>Los alumnos no presentaron problemas al subir sus trabajos, ya que estaban familiarizados con la plataforma.</p>

Sesión 3

Reconstruyendo mutaciones

- Fecha: 10 de diciembre de 2020
- Duración: 60 minutos

¿Qué se planeó?	¿Qué sucedió?	¿Cómo se resolvió?
<p>Inicio</p> <p>1. Para retomar la sesión 2 se realizarán preguntas dirigidas, como: <i>¿Cuáles son los tipos de mutación?</i> y <i>¿Cuáles son sus características principales?</i></p>	<p>Debido a que la última actividad de la reunión anterior no pudo ser realizada, al inicio de la sesión 3 se proyectó el video, se analizó la fisionomía de Michael Phelps y se ligó con las preguntas programadas. Los alumnos fueron capaces de comentar que la mutación puntual del nadador olímpico generó variedad en comparación con los demás deportistas.</p>	<p>Para cumplir con la primera actividad y no generar un retraso en las demás, el análisis de la fisionomía de Michael Phelps incluyó hablar de los demás tipos de mutaciones a partir de las preguntas <i>¿Cuáles son los tipos de mutación?</i> y <i>¿Cuáles son sus características principales?</i></p>
<p>2. En equipos, los alumnos jugarán un rompecabezas <i>Reconstruyendo mutaciones</i>, disponible en <i>Microsoft Teams</i>. En internet buscarán información para completar el rompecabezas.</p>	<p>Se establecieron salas de <i>Zoom</i> y los equipos trabajaron de manera colaborativa y siguiendo las instrucciones al pie de la letra.</p>	<p>Se procuró dar las instrucciones con claridad y en caso de dudas se hicieron visitas a todas las salas. También, el tiempo asignado tuvo que ser extendido un poco, ya que algunos equipos demoraron en desarrollar la búsqueda de información.</p>
<p>Desarrollo</p> <p>1. Los equipos expondrán los resultados derivados del juego rompecabezas <i>Reconstruyendo mutaciones</i>.</p>	<p>La exposición se llevó a cabo en tiempo y forma. En algún caso los resultados obtenidos no concordaron con el tipo de mutación.</p>	<p>En el caso mencionado, existió la necesidad de retomar las preguntas <i>¿Cuáles son los tipos de mutación?</i> y <i>¿Cuáles son sus características principales?</i> Una vez tratada la información, el equipo corrigió su respuesta.</p>
<p>Cierre</p> <p>1. El profesor dará a los equipos el cuestionario <i>Mutaciones, ideas posteriores</i>.</p>	<p>Se establecieron salas de <i>Zoom</i> y los equipos trabajaron de manera colaborativa para responder el cuestionario con los conocimientos adquiridos.</p>	<p>Se procuró dar las instrucciones con claridad, especificando que las respuestas debían de ser de su propia autoría.</p>
<p>2. Se hará una discusión grupal para rescatar aspectos que los alumnos hayan considerado relevantes durante la estrategia.</p>	<p>Durante la discusión los alumnos mostraron una buena participación y fueron capaces de rescatar algunos de los puntos más importantes del tópico, entre ellos el papel de las mutaciones como fuente de cambio genético.</p>	<p>Algunas de las intervenciones fueron guiadas mediante preguntas y cuando el</p>
<p>3. El profesor indicará que el encargado de equipo deberá subir el rompecabezas y el cuestionario a <i>Microsoft Teams</i>.</p>	<p>Al finalizar la sesión, los encargados de equipo lograron subir las actividades realizadas a la plataforma de <i>Microsoft Teams</i>.</p>	<p>Los alumnos no presentaron problemas al subir sus trabajos, ya que estaban familiarizados con la plataforma.</p>

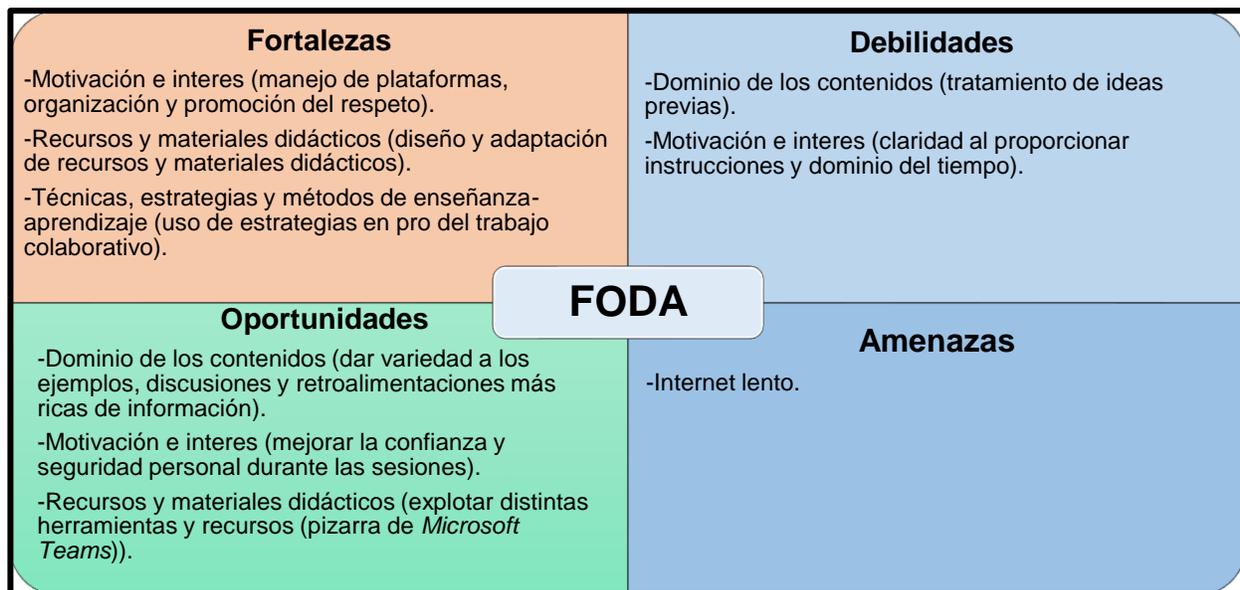
4.2.2 Autodiagnóstico

Durante el desarrollo de las sesiones se buscó fungir el papel de facilitador de la información, brindando de manera constante un acompañamiento a los alumnos en la construcción de su propio conocimiento. Esto incluyó realizar una previa planeación de las sesiones, resolver dudas, retroalimentar el trabajo de los alumnos, y en caso de localizar ideas incorrectas, realizar cuestionamientos y replanteamientos de preguntas con la intención de que ellos mismos fueran capaces de ubicarlas y corregirlas. En seguida, se desglosan los puntos que resultaron relevantes en la intervención como fortalezas o áreas de oportunidad:

- **Motivación e interés.** Para fomentar el interés y motivación en los alumnos se realizó una indagación previa sobre sus gustos y opiniones a través de las preguntas: *¿cuál es tu deporte favorito?* y *¿eres fan de algún deportista?* También, los protagonistas del caso fueron los jugadores olímpicos, ya que son figuras que llaman la atención de los jóvenes. Asimismo, para suscitar la motivación se procuró establecer un ambiente organizado y respetuoso. En términos de áreas de oportunidad se incluyen: mejorar el dominio del tiempo, claridad al proporcionar instrucciones y trabajar en la confianza y seguridad personal durante las sesiones.
- **Técnicas, estrategias y métodos de enseñanza-aprendizaje.** Se emplearon estrategias que promovieran el trabajo colaborativo, por ejemplo, las discusiones al finalizar las actividades o el método de caso.
- **Recursos y materiales didácticos.** Debido al cambio de modalidad surgió la necesidad de modificar los recursos didácticos, algunos de ellos pudieron adaptarse a *Microsoft Forms*, como los cuestionarios *Mutaciones, ideas previas* y *Mutaciones, ideas posteriores*; en el caso del cuestionario *Jugadores mutantes* y la hoja de resolución no se requirieron cambios, ya que la plataforma de *Microsoft Teams* permitió que trabajaran en tiempo real y en un mismo documento. Es importante mencionar que para futuras experiencias sería un buen ejercicio explotar distintas herramientas y recursos (pizarra de *Microsoft Teams*) para brindar a los alumnos una experiencia completa.

- **Técnicas y criterios de evaluación.** Los cuestionarios fueron evaluados mediante una rúbrica, siendo que esta herramienta permitió identificar lo que los alumnos pensaban antes y después de la intervención.
- **Dominio de los contenidos.** Para complementar la intervención asistí al curso *Genética en organismos acuáticos*; sin embargo, considero que aún debo de trabajar en ampliar mi abanico de ejemplos porque percibo que son limitados. Asimismo, dar un mayor tratamiento a las ideas previas de los alumnos y guiarlos para que tengan discusiones más ricas de información.

Lo anterior, desde la herramienta de Análisis de Fortalezas, Oportunidades, Debilidades y Amenazas (FODA), se observa de la siguiente forma:



4.2.3 Programa de Formación Docente Individualizado (PROFODI)

Con base en la identificación de las Fortalezas, Oportunidades, Debilidades y Amenazas, el Programa de Formación Docente Individualizado me permitirá mejorar en mi rol como docente a partir de las siguientes actividades:

Criterio	Actividad	Objetivo	Temporalidad
Motivación e interés	<ol style="list-style-type: none"> Entrar como oyente a la clase de la Dra. Martha Diana Bosco. Asistir virtualmente al <i>Ciclo de Conferencias Neurociencias, Educación y Desarrollo</i>, DGDC. 	<ol style="list-style-type: none"> Comprender y profundizar en el marco psicopedagógico. Conocer el desarrollo del sistema nervioso de los adolescentes, los circuitos neuronales y emocionales y la creatividad humana. 	<ol style="list-style-type: none"> 15 de febrero a 11 de junio de 2021. 10 de abril a 29 de mayo de 2021.
Técnicas, estrategias y métodos de enseñanza-aprendizaje	<ol style="list-style-type: none"> Entrar como oyente a la clase de la Dra. Martha Diana Bosco. Tomar el <i>Diplomado Internacional Innovación en la Docencia Universitaria</i>, ICAT. Asistir virtualmente al <i>Ciclo de Conferencias Neurociencias, Educación y Desarrollo</i>, DGDC. 	<ol style="list-style-type: none"> Contar con las herramientas suficientes para justificar el aspecto constructivista cognitivo de mi trabajo. Reflexionar sobre el diseño de estrategias educativas a través de la incorporación adecuada de TIC. Conocer sobre los mecanismos de aprendizaje, la memoria y la cognición. 	<ol style="list-style-type: none"> 15 de febrero a 11 de junio de 2021. 23 de abril a 26 de noviembre de 2021. 10 de abril a 29 de mayo de 2021.
Recursos y materiales didácticos	<ol style="list-style-type: none"> Entrar como oyente a la clase de la Dra. Martha Diana Bosco. Lectura del libro <i>Evaluación del para el aprendizaje: instrumentos y estrategias (2020)</i>. Tomar el <i>Diplomado Internacional Innovación en la Docencia Universitaria</i>, ICAT. Participar en el grupo de trabajo <i>Diseño de materiales didácticos interactivos para Biología I</i>, coordinado por la profesora Diana Margarita Reyes Armella. 	<ol style="list-style-type: none"> Mejorar mi práctica docente a partir de proponer, elaborar, analizar y evaluar materiales didácticos. Tener un acercamiento con recursos útiles en el proceso de evaluación, por ejemplo: <i>EasyLMS, Wundelist, Mahara</i>, entre otros. Conocer, implementar y compartir experiencias con otros profesores sobre el uso de TIC. Mejorar mi práctica docente a partir de proponer, elaborar, analizar y evaluar materiales didácticos interactivos para la asignatura de Biología I. 	<ol style="list-style-type: none"> 15 de febrero a 11 de junio de 2021. julio de 2021. 23 de abril a 26 de noviembre de 2021. agosto de 2020 a agosto de 2021.
Técnicas y criterios de evaluación	<ol style="list-style-type: none"> Tomar el curso <i>Evaluación para el aprendizaje: Enfoque cualitativo</i>, Coursera, UNAM. 	<ol style="list-style-type: none"> Profundizar en el papel de la evaluación cualitativa en el fomento del aprendizaje y las respectivas clasificaciones. 	<ol style="list-style-type: none"> Por definir.
Dominio de contenidos	<ol style="list-style-type: none"> Lectura del libro <i>Conceptos básicos de genética (2016)</i>. 	<ol style="list-style-type: none"> Actualizar la información sobre mutaciones y enriquecer los ejemplos. 	<ol style="list-style-type: none"> 2021.

En el proceso de formarme como docente la retroalimentación que pueda obtener por parte de mi comité tutor, profesores, compañeros y alumnos será de enorme valor. Asimismo, la oferta de cursos y diplomados que ofrece la UNAM y otras instituciones, representa una excelente oportunidad de actualización.

4.3 Conclusiones

No cabe duda de que los seres humanos presentan un grado considerable de variabilidad genética, la cual puede observarse en rasgos como la estatura, la presión arterial, el color de la piel, entre otros. Las variaciones genéticas pueden originarse a partir del proceso de mutación, denominándole así a todo cambio en la información hereditaria, ya sea en la secuencia de bases del DNA, en un gen, en un cromosoma o bien en el juego de cromosomas característico de una especie.

La comprensión del subtema de mutación es fundamental para entender la genética, los procesos evolutivos y la biodiversidad; razón por la cual, es necesario realizar un tratamiento adecuado para su enseñanza.

En este sentido y a través de los resultados obtenidos podemos concluir que el planteamiento e implementación de la estrategia didáctica mostró resultados positivos al posibilitar en los alumnos un cambio conceptual sobre las mutaciones como fuente de variedad genética. Por ello, una alternativa adecuada para abordar al tópico de las mutaciones es el estudio de caso, ya que tienen el potencial de beneficiar el entendimiento e interpretación de datos, pensamiento analítico y crítico, entendimiento y evaluación de las relaciones interpersonales, ejercitación y elaboración de juicios, comunicación de ideas, toma y defensa de decisiones, entre otras.

Bibliografía

1. Abril, A. y Muela, F. (2013). La Genética en el Cine y los Obstáculos para su Aprendizaje Formal. Consultado de https://ddd.uab.cat/pub/edlc/edlc_a2013nExtra/edlc_a2013nExtrap2441.pdf
2. Aguilar-Tamayo, M. (2006). El mapa conceptual: una herramienta para aprender y enseñar. Consultado de https://www.researchgate.net/publication/315090313_El_mapa_conceptual_una_herramienta_para_aprender_y_ensenar, el 13 de junio del 2020.
3. Arbesú-García, M. y Gutiérrez-Martínez, E. (2014). El portafolios formativo. Un recurso para la reflexión y auto-evaluación en la docencia. Consultado de <https://www.redalyc.org/pdf/132/13229888007.pdf>, el 12 de julio del 2020.
4. Audesirk, T. (2003). Biología: La vida en la Tierra. Editorial Pearson Educación. México D.F.
5. Ausubel, D. (1980). Psicología Educativa: un punto de vista cognoscitivo. Trillas. México D.F.
6. Ayuso, G. y Banet, E. (2002). Alternativas a la Enseñanza de la Genética en Educación Secundaria. Consultado de <https://core.ac.uk/download/pdf/38990692.pdf>, el 30 de mayo del 2020.
7. Barahona, A. (1994). Gen y Mutación: Una Visión Histórica. *Llull, vol. 17*.
8. Barahona, A. y Cortés, O. (2008). Valores y la enseñanza de la biología en secundaria. Ediciones Castillo, México. 212 pp.
9. Barrios-Gaxiola, M. y Frías-Armenta, M. (2016). Factores que Influyen en el Desarrollo y Rendimiento Escolar de los Jóvenes de Bachillerato. Consultado de <https://www.redalyc.org/jatsRepo/804/804444652005/html/index.html>, el 23 de abril del 2020.
10. Cadena-Mendoza, L. (2015). El Rompecabezas y su Relación con el Desarrollo de Conflictos Cognitivos en Niños y Niñas de Primer Año de la Escuela Fiscal Nicolás Aguilera Parroquia Conocoto Cantó Quito. Tesis Licenciatura. Universidad Técnica de Ambato.
1. Cantú-Llanes, L. (2013). Asociación del Polimorfismo de IL1B +3954 en Partos Pretermino y Productos de Bajo Peso al Nacer en Mujeres con Enfermedad Periodontal. Consultado el 03 junio de 2022, de <http://eprints.uanl.mx/11422/1/1080215573.pdf>
2. Careaga, A., Sica, R., Cirillo, A., Da Luz, S. (2006). Aportes para diseñar e implementar un taller. Consultado de http://www.medfamco.fmed.edu.uy/Archivos/pregrado/Ciclo_Introductorio/Materiales/Material%20EMCcolonia2007/fundamentaciontalleres.pdf, el 24 de mayo del 2020.
3. Casal-Enríquez. I. y Granda-Valdés, M. (2003). Una estrategia didáctica para la aplicación de los métodos participativos. Consultada de <https://www.redalyc.org/pdf/311/31100707.pdf>, el 13 de junio del 2020.

4. Castillo-Andrade, G. y Amórtégui-Cedeño, E. (2014). Aproximación a las Concepciones del Concepto Mutación en Estudiantes de Noveno Grado del Instituto Nacional de Educación Media Inem Julián Motta Salas. *Revista Tecné, Episteme y Didaxis: TED*, ISSN web: 2323-0126
5. CCH. (2012). Población Estudiantil del CCH: ingreso, tránsito y egreso. Consultado de <https://www.cch.unam.mx/sites/default/files/PoblacionEstudiantilDelCCH.pdf>, el 22 de diciembre del 2020.
6. Coll, C., Palacios, J. y Marchesi, A. (1990). Un Marco de Referencia Psicológico para la Educación Escolar la Concepción Constructivista del Aprendizaje y de la Enseñanza. Consultado de <https://es.calameo.com/books/000233168ea01df77a39e>, el 10 de julio de 2020.
7. Craig. (2009). Las Etapas del Desarrollo. Consultado de https://portalacademico.cch.unam.mx/repositorio-de-sitios/experimentales/psicologia2/pscll/MD1/MD1-L/etapas_desarrollo.pdf, el 29 de abril del 2020.
8. Cuéllar-López, Z. (2009). Las concepciones alternativas de los estudiantes sobre la naturaleza de la materia. Consultado de <https://rieoei.org/historico/deloslectores/2834Cuellar.pdf>, el 1 de junio del 2020.
9. Díaz-Barriga, A. y Hernández-Rojas, G. (1999). Constructivismo y aprendizaje significativo. Consultado de <http://metabase.uaem.mx/bitstream/handle/123456789/647/Constructivismo.pdf?sequence=1&isAllowed=y>, el 24 de mayo del 2020.
10. Díaz-Barriga, F. (2003). Cognición Situada y Estrategias para el Aprendizaje Significativo. *Revista Electrónica de Investigación Educativa*, vol. 5, no. 2.
11. Díaz-Barriga, F. (2005). *Enseñanza situada: Vínculo entre la escuela y la vida*. México. McGraw Hill.
12. Estrada-Cuzcano, A. y Alfaro-Mendives, K. (2015). El método de casos como alternativa pedagógica para la enseñanza de bibliotecología y las ciencias de la información. *Investigación Bibliotecológica*, vol. 29, núm. 65. Consultado el 15 de noviembre de 2019, de <http://www.scielo.org.mx/pdf/ib/v29n65/v29n65a9.pdf>.
13. González, J. (1991). Los procesos transformados y los procesos alterados: fundamentos para una teoría procesual del conocimiento biológico. *Uroboros*, 1(2): 45-90.
14. Guzmán-Marín, L. (2017). La Adolescencia Principales Características. Consultado de <https://www.cch.unam.mx/padres/sites/www.cch.unam.mx.padres/files/archivos/07-Adolescencia2.pdf>, el 25 de abril del 2020.
15. Hernández-Gómez, E. y Soto-Estrada, G. (2020). Evaluación del y para el aprendizaje: instrumentos y estrategias. Consultado de <https://www.codeic.unam.mx/index.php/libro-evaluacion-del-y-para-el-aprendizaje/>, el 20 de diciembre de 2020.
16. Hernández-Rojas, G. (2006). Miradas constructivistas en psicología de la educación. Consultado de <https://es.scribd.com/document/400299563/Miradas-constructivistas-en-psicologia-de-la-educacion-pdf>, el 30 de enero de 2021.

17. Hernández-Torres, J. (2017). *Propuesta de una Secuencia Didáctica para el Cambio Conceptual en la Enseñanza del Tema Niveles de Organización Ecológica en el Bachillerato*. Tesis de Maestría. Universidad Nacional Autónoma de México.
18. Márquez-López, E. y Valencia-Mejía, M. (2016). Guía para Examen Extraordinario de Biología III. Colegio de Ciencias y Humanidades, Plantel Sur. Universidad Nacional Autónoma de México.
19. Miramontes-Trejo, R. (2016). *Diseño y Aplicación del Método de Casos para la Enseñanza y el Aprendizaje de Tema Mutaciones en el Bachillerato*. Tesis de Maestría. Universidad Nacional Autónoma de México.
20. Miras, M. (2001). Afectos, emociones, atribuciones y expectativas: el sentido del aprendizaje escolar, en Coll, Palacios y Marchesi (comps.) *Desarrollo psicológico y educación. Psicología de la educación escolar*, Madrid: Alianza Editorial, pp. 309-329.
21. Monroy, S. (2009). El Estudio De Caso: ¿Método o Técnica de Investigación? Consultado de [http://www.ammci.org.mx/revista/pdf/Seccion%20metodologia%20de%20la%20ciencia%20\(1a%20parte\)/EstudiodeCasoMonroy.pdf](http://www.ammci.org.mx/revista/pdf/Seccion%20metodologia%20de%20la%20ciencia%20(1a%20parte)/EstudiodeCasoMonroy.pdf), el 1 de febrero de 2021.
22. Montoya-Magno, M. y Pérez-Díaz, A. (2020). Capítulo 9. Exposición oral. Consultado de https://www.codeic.unam.mx/wp-content/uploads/2020/01/Evaluacion_Capitulo_9.pdf, el 14 de noviembre del 2020.
23. Morales-Ramos, L. (2014). El vídeo como recurso didáctico para reforzar el conocimiento. Consultado de <http://www.udgvirtual.udg.mx/remedied/index.php/memorias/article/view/3>, el 10 de junio del 2020. <https://cucjonline.com/biblioteca/files/original/86ac7ac5dc9cd7757787b9aaad6cad57.pdf>, el 31 de enero de 2021.
24. Morris, C. y Maisto, A. (2005). *Introducción a la Psicología*. Consultado de
25. Moscoso-Sánchez, D. y Pérez-Flores, A. (2012). Los ídolos del deporte: de Coubertin a Beckham. Consultado de https://www.researchgate.net/publication/319203726_Los_idolos_del_deporte_de_Coubertin_a_Beckham, el 30 de mayo del 2020.
26. Ortiz-Granja, 2015. El constructivismo como teoría y método de enseñanza. Consultado de <https://www.redalyc.org/pdf/4418/441846096005.pdf>, el 24 de mayo del 2020.
27. Peña-Reyes, M. (2017). El estudio del deporte en antropología física. Del somatotipo al fenómeno social. Consultado de <http://www.scielo.org.mx/pdf/crca/v24n68/2448-8488-crca-24-68-59.pdf>, el 30 de mayo del 2020.
28. Pimienta-Prieto, J. (2012). Estrategias de enseñanza-aprendizaje. Consultado de http://prepajocotepec.sems.udg.mx/sites/default/files/estrategias_pimiento_0.pdf, el 15 de diciembre de 2020.
29. Ríos-Ramírez, B. (2009). *Diseño de Estrategias Didácticas Constructivistas para el Tema de Mutaciones Relacionadas con la Genética y la Evolución, del Plan de*

Estudios del Colegio de Ciencias y Humanidades. Tesis de Maestría. Universidad Nacional Autónoma de México.

30. Sistema de Educación Media Superior. (2011). Leer al 100. Consultado de http://www.joveneslectores.sems.gob.mx/extras/maestros/leer_al_100/assets/1.DOCUMENTO%20BASE/1_DOC%20BASE.pdf, el 11 de diciembre del 2020.
31. Solé, I. y Coll, C. (2007). Los Profesores y la Concepción Constructivista. En *El Constructivismo en el Aula*. (pp. 7-23). México: Ediciones GRAÓ.
32. Veleros-Valverde, M. (2015). Modelo Didáctico Basado en el Método de Casos para el Aprendizaje en Entornos Virtuales. El Caso de la Ética Profesional en Ciencias de la Comunicación. Tesis Doctoral. Universidad Nacional Autónoma de México.
33. Wasserman, S. (2006). El Estudio de Caso como Método de Enseñanza. Argentina, Buenos Aires: Amorrortu.
34. Zabala, A. (1999). La práctica educativa. Cómo enseñar. Barcelona: Graó.
35. Zabala, A. (2007). Los Enfoques Didácticos. En *El Constructivismo en el Aula*. (pp. 125-161). México: GRAÓ.
36. Zeledón-Ruiz, M. (2001). Lenguaje y Estudios Sociales en la Educación Infantil. Consultado de <https://books.google.com.mx/books?id=V5DpTJVJ5fYC&pg=PA298&dq=preguntas+generadoras&hl=es-419&sa=X&ved=0ahUKEwjJk9OG2fjpAhWPB80KHcuLBwsQ6AEILjAB#v=onepage&q=preguntas%20generadoras&f=false>, el 12 de noviembre del 2020.

Anexo

RUBRICA DE EVALUACIÓN				
<i>Mutaciones, ideas previas</i>				
EQUIPO 1				
<ul style="list-style-type: none"> • Sebastián Martínez Urbano • Adrián López Zavala • América Andrea Trejo Corzo • Fernando Julián Rea Romero • Paola Tableros Padilla 				
CRITERIO	EXCELENTE	BUENO	REGULAR	MEJORABLE
Definición conceptual sobre mutación	Presenta una definición específica y concisa sobre mutación	Presenta una definición clara sobre mutación	Presenta una definición que no es clara sobre mutación	No define el concepto de mutación
Mención de los tipos de mutación	Menciona de manera específica y concisa los tipos de mutación	Menciona algunos de los tipos de mutación	Menciona de una manera que no es clara los tipos de mutación	No menciona los tipos de mutación
Ejemplo sobre algún tipo de mutación en el humano	El ejemplo es específico y se explica el tipo de mutación	El ejemplo es claro y da una visión general del tipo de mutación	El ejemplo es poco claro y no explica el tipo de mutación	No proporciona ejemplo
Relación de las mutaciones con el fenómeno de la aleatoriedad	La relación es clara, precisa y se profundiza el tema	La relación es clara sin profundizar el tema	La relación es poco clara y no profundiza en el tema	No presenta la relación
Relación conceptual de las mutaciones y su influencia en la diversidad biológica	La relación es clara, precisa y se profundiza el tema	La relación es clara sin profundizar el tema	La relación es poco clara y no profundiza en el tema	No presenta la relación

Figura 24a. Rúbrica cuestionario *Mutaciones, ideas previas*, equipo 1

RÚBRICA DE EVALUACIÓN				
<i>Mutaciones, ideas posteriores</i>				
EQUIPO 1				
<ul style="list-style-type: none"> • Sebastián Martínez Urbano • Adrián López Zavala • América Andrea Trejo Corzo • Fernando Julián Rea Romero • Paola Tableros Padilla 				
CRITERIO	EXCELENTE	BUENO	REGULAR	MEJORABLE
Definición conceptual sobre mutación	Presenta una definición específica y concisa sobre mutación	Presenta una definición clara sobre mutación	Presenta una definición que no es clara sobre mutación	No define el concepto de mutación
Mención de los tipos de mutación	Menciona de manera específica y concisa los tipos de mutación	Menciona algunos de los tipos de mutación	Menciona de una manera que no es clara los tipos de mutación	No menciona los tipos de mutación
Ejemplo sobre algún tipo de mutación en el humano	El ejemplo es específico y se explica el tipo de mutación	El ejemplo es claro y da una visión general del tipo de mutación	El ejemplo es poco claro y no explica el tipo de mutación	No proporciona ejemplo
Relación de las mutaciones con el fenómeno de la aleatoriedad	La relación es clara, precisa y se profundiza el tema	La relación es clara sin profundizar el tema	La relación es poco clara y no profundiza en el tema	No presenta la relación
Relación conceptual de las mutaciones y su influencia en la diversidad biológica	La relación es clara, precisa y se profundiza el tema	La relación es clara sin profundizar el tema	La relación es poco clara y no profundiza en el tema	No presenta la relación

Figura 24b. Rúbrica cuestionario *Mutaciones, ideas posteriores*, equipo 1

RÚBRICA DE EVALUACIÓN				
<i>Mutaciones, ideas previas</i>				
EQUIPO 2				
<ul style="list-style-type: none"> • Johana Sherline Luna Torres • Oscar Adrián Morales Contreras • Eduardo Arturo Bello Sandoval • Ángel Miguel Mendoza • Kelly Toscano Rangel 				
CRITERIO	EXCELENTE	BUENO	REGULAR	MEJORABLE
Definición conceptual sobre mutación	Presenta una definición específica y concisa sobre mutación	Presenta una definición clara sobre mutación	Presenta una definición que no es clara sobre mutación	No define el concepto de mutación
Mención de los tipos de mutación	Menciona de manera específica y concisa los tipos de mutación	Menciona algunos de los tipos de mutación	Menciona de una manera que no es clara los tipos de mutación	No menciona los tipos de mutación
Ejemplo sobre algún tipo de mutación en el humano	El ejemplo es específico y se explica el tipo de mutación	El ejemplo es claro y da una visión general del tipo de mutación	El ejemplo es poco claro y no explica el tipo de mutación	No proporciona ejemplo
Relación de las mutaciones con el fenómeno de la aleatoriedad	La relación es clara, precisa y se profundiza el tema	La relación es clara sin profundizar el tema	La relación es poco clara y no profundiza en el tema	No presenta la relación
Relación conceptual de las mutaciones y su influencia en la diversidad biológica	La relación es clara, precisa y se profundiza el tema	La relación es clara sin profundizar el tema	La relación es poco clara y no profundiza en el tema	No presenta la relación

Figura 25a. Rúbrica cuestionario *Mutaciones, ideas previas*, equipo 2

RÚBRICA DE EVALUACIÓN <i>Mutaciones, ideas posteriores</i>				
EQUIPO 2 <ul style="list-style-type: none"> • Johana Sherline Luna Torres • Oscar Adrián Morales Contreras • Eduardo Arturo Bello Sandoval • Ángel Miguel Mendoza • Kelly Toscano Rangel 				
CRITERIO	EXCELENTE	BUENO	REGULAR	MEJORABLE
Definición conceptual sobre mutación	Presenta una definición específica y concisa sobre mutación	Presenta una definición clara sobre mutación	Presenta una definición que no es clara sobre mutación	No define el concepto de mutación
Mención de los tipos de mutación	Menciona de manera específica y concisa los tipos de mutación	Menciona algunos de los tipos de mutación	Menciona de una manera que no es clara los tipos de mutación	No menciona los tipos de mutación
Ejemplo sobre algún tipo de mutación en el humano	El ejemplo es específico y se explica el tipo de mutación	El ejemplo es claro y da una visión general del tipo de mutación	El ejemplo es poco claro y no explica el tipo de mutación	No proporciona ejemplo
Relación de las mutaciones con el fenómeno de la aleatoriedad	La relación es clara, precisa y se profundiza el tema	La relación es clara sin profundizar el tema	La relación es poco clara y no profundiza en el tema	No presenta la relación
Relación conceptual de las mutaciones y su influencia en la diversidad biológica	La relación es clara, precisa y se profundiza el tema	La relación es clara sin profundizar el tema	La relación es poco clara y no profundiza en el tema	No presenta la relación

Figura 25b. Rúbrica cuestionario *Mutaciones, ideas posteriores*, equipo 2

RÚBRICA DE EVALUACIÓN				
<i>Mutaciones, ideas previas</i>				
EQUIPO 3				
<ul style="list-style-type: none"> • Paola Rodríguez Zaras • Ingrid Citlali Colín García • Fátima Daniela Ruíz López • Dana Paulina Cid del Prado • Aylin Yinel Valeriano Ramírez 				
CRITERIO	EXCELENTE	BUENO	REGULAR	MEJORABLE
Definición conceptual sobre mutación	Presenta una definición específica y concisa sobre mutación	Presenta una definición clara sobre mutación	Presenta una definición que no es clara sobre mutación	No define el concepto de mutación
Mención de los tipos de mutación	Menciona de manera específica y concisa los tipos de mutación	Menciona algunos de los tipos de mutación	Menciona de una manera que no es clara los tipos de mutación	No menciona los tipos de mutación
Ejemplo sobre algún tipo de mutación en el humano	El ejemplo es específico y se explica el tipo de mutación	El ejemplo es claro y da una visión general del tipo de mutación	El ejemplo es poco claro y no explica el tipo de mutación	No proporciona ejemplo
Relación de las mutaciones con el fenómeno de la aleatoriedad	La relación es clara, precisa y se profundiza el tema	La relación es clara sin profundizar el tema	La relación es poco clara y no profundiza en el tema	No presenta la relación
Relación conceptual de las mutaciones y su influencia en la diversidad biológica	La relación es clara, precisa y se profundiza el tema	La relación es clara sin profundizar el tema	La relación es poco clara y no profundiza en el tema	No presenta la relación

Figura 26a. Rúbrica cuestionario *Mutaciones, ideas previas*, equipo 3

RÚBRICA DE EVALUACIÓN				
<i>Mutaciones, ideas posteriores</i>				
EQUIPO 3				
<ul style="list-style-type: none"> • Paola Rodríguez Zaras • Ingrid Citlali Colín García • Fátima Daniela Ruíz López • Dana Paulina Cid del Prado • Aylin Yinel Valeriano Ramírez 				
CRITERIO	EXCELENTE	BUENO	REGULAR	MEJORABLE
Definición conceptual sobre mutación	Presenta una definición específica y concisa sobre mutación	Presenta una definición clara sobre mutación	Presenta una definición que no es clara sobre mutación	No define el concepto de mutación
Mención de los tipos de mutación	Menciona de manera específica y concisa los tipos de mutación	Menciona algunos de los tipos de mutación	Menciona de una manera que no es clara los tipos de mutación	No menciona los tipos de mutación
Ejemplo sobre algún tipo de mutación en el humano	El ejemplo es específico y se explica el tipo de mutación	El ejemplo es claro y da una visión general del tipo de mutación	El ejemplo es poco claro y no explica el tipo de mutación	No proporciona ejemplo
Relación de las mutaciones con el fenómeno de la aleatoriedad	La relación es clara, precisa y se profundiza el tema	La relación es clara sin profundizar el tema	La relación es poco clara y no profundiza en el tema	No presenta la relación
Relación conceptual de las mutaciones y su influencia en la diversidad biológica	La relación es clara, precisa y se profundiza el tema	La relación es clara sin profundizar el tema	La relación es poco clara y no profundiza en el tema	No presenta la relación

Figura 26b. Rúbrica cuestionario *Mutaciones, ideas posteriores*, equipo 3

RÚBRICA DE EVALUACIÓN				
<i>Mutaciones, ideas previas</i>				
EQUIPO 4				
<ul style="list-style-type: none"> • Fernanda Marile Espinoza Hernández • Brenda Iraiz Cisneros Caballero • Kevin Daniel Carrera Cruz • Vladimir Rivera Mercellez • Noemí Polito Gaspar 				
CRITERIO	EXCELENTE	BUENO	REGULAR	MEJORABLE
Definición conceptual sobre mutación	Presenta una definición específica y concisa sobre mutación	Presenta una definición clara sobre mutación	Presenta una definición que no es clara sobre mutación	No define el concepto de mutación
Mención de los tipos de mutación	Menciona de manera específica y concisa los tipos de mutación	Menciona algunos de los tipos de mutación	Menciona de una manera que no es clara los tipos de mutación	No menciona los tipos de mutación
Ejemplo sobre algún tipo de mutación en el humano	El ejemplo es específico y se explica el tipo de mutación	El ejemplo es claro y da una visión general del tipo de mutación	El ejemplo es poco claro y no explica el tipo de mutación	No proporciona ejemplo
Relación de las mutaciones con el fenómeno de la aleatoriedad	La relación es clara, precisa y se profundiza el tema	La relación es clara sin profundizar el tema	La relación es poco clara y no profundiza en el tema	No presenta la relación
Relación conceptual de las mutaciones y su influencia en la diversidad biológica	La relación es clara, precisa y se profundiza el tema	La relación es clara sin profundizar el tema	La relación es poco clara y no profundiza en el tema	No presenta la relación

Figura 27a. Rúbrica cuestionario *Mutaciones, ideas previas*, equipo 4

RÚBRICA DE EVALUACIÓN				
<i>Mutaciones, ideas posteriores</i>				
EQUIPO 4				
<ul style="list-style-type: none"> • Fernanda Marile Espinoza Hernández • Brenda Iraiz Cisneros Caballero • Kevin Daniel Carrera Cruz • Vladimir Rivera Mercellez • Noemí Polito Gaspar 				
CRITERIO	EXCELENTE	BUENO	REGULAR	MEJORABLE
Definición conceptual sobre mutación	Presenta una definición específica y concisa sobre mutación	Presenta una definición clara sobre mutación	Presenta una definición que no es clara sobre mutación	No define el concepto de mutación
Mención de los tipos de mutación	Menciona de manera específica y concisa los tipos de mutación	Menciona algunos de los tipos de mutación	Menciona de una manera que no es clara los tipos de mutación	No menciona los tipos de mutación
Ejemplo sobre algún tipo de mutación en el humano	El ejemplo es específico y se explica el tipo de mutación	El ejemplo es claro y da una visión general del tipo de mutación	El ejemplo es poco claro y no explica el tipo de mutación	No proporciona ejemplo
Relación de las mutaciones con el fenómeno de la aleatoriedad	La relación es clara, precisa y se profundiza el tema	La relación es clara sin profundizar el tema	La relación es poco clara y no profundiza en el tema	No presenta la relación
Relación conceptual de las mutaciones y su influencia en la diversidad biológica	La relación es clara, precisa y se profundiza el tema	La relación es clara sin profundizar el tema	La relación es poco clara y no profundiza en el tema	No presenta la relación

Figura 27b. Rúbrica cuestionario *Mutaciones, ideas posteriores*, equipo 4

RÚBRICA DE EVALUACIÓN				
<i>Mutaciones, ideas previas</i>				
EQUIPO 5 <ul style="list-style-type: none"> • Leonardo Alarcón Luevano • Diego Ponce Vergara • Linda Pérez Vázquez • José Alfredo Romero Trejo • José Rodríguez Ocón 				
CRITERIO	EXCELENTE	BUENO	REGULAR	MEJORABLE
Definición conceptual sobre mutación	Presenta una definición específica y concisa sobre mutación	Presenta una definición clara sobre mutación	Presenta una definición que no es clara sobre mutación	No define el concepto de mutación
Mención de los tipos de mutación	Menciona de manera específica y concisa los tipos de mutación	Menciona algunos de los tipos de mutación	Menciona de una manera que no es clara los tipos de mutación	No menciona los tipos de mutación
Ejemplo sobre algún tipo de mutación en el humano	El ejemplo es específico y se explica el tipo de mutación	El ejemplo es claro y da una visión general del tipo de mutación	El ejemplo es poco claro y no explica el tipo de mutación	No proporciona ejemplo
Relación de las mutaciones con el fenómeno de la aleatoriedad	La relación es clara, precisa y se profundiza el tema	La relación es clara sin profundizar el tema	La relación es poco clara y no profundiza en el tema	No presenta la relación
Relación conceptual de las mutaciones y su influencia en la diversidad biológica	La relación es clara, precisa y se profundiza el tema	La relación es clara sin profundizar el tema	La relación es poco clara y no profundiza en el tema	No presenta la relación

Figura 28a. Rúbrica cuestionario *Mutaciones, ideas previas*, equipo 5

RÚBRICA DE EVALUACIÓN				
<i>Mutaciones, ideas posteriores</i>				
EQUIPO 5				
<ul style="list-style-type: none"> • Leonardo Alarcón Luevano • Diego Ponce Vergara • Linda Pérez Vázquez • José Alfredo Romero Trejo • José Rodríguez Ocón 				
CRITERIO	EXCELENTE	BUENO	REGULAR	MEJORABLE
Definición conceptual sobre mutación	Presenta una definición específica y concisa sobre mutación	Presenta una definición clara sobre mutación	Presenta una definición que no es clara sobre mutación	No define el concepto de mutación
Mención de los tipos de mutación	Menciona de manera específica y concisa los tipos de mutación	Menciona algunos de los tipos de mutación	Menciona de una manera que no es clara los tipos de mutación	No menciona los tipos de mutación
Ejemplo sobre algún tipo de mutación en el humano	El ejemplo es específico y se explica el tipo de mutación	El ejemplo es claro y da una visión general del tipo de mutación	El ejemplo es poco claro y no explica el tipo de mutación	No proporciona ejemplo
Relación de las mutaciones con el fenómeno de la aleatoriedad	La relación es clara, precisa y se profundiza el tema	La relación es clara sin profundizar el tema	La relación es poco clara y no profundiza en el tema	No presenta la relación
Relación conceptual de las mutaciones y su influencia en la diversidad biológica	La relación es clara, precisa y se profundiza el tema	La relación es clara sin profundizar el tema	La relación es poco clara y no profundiza en el tema	No presenta la relación

Figura 28b. Rúbrica cuestionario *Mutaciones, ideas posteriores*, equipo 5