



## UNIVERSIDAD NACIONAL DE EDUCACIÓN

### Carrera de

Educación En Ciencias Experimentales

### **Desarrollo de material Didáctico biomimético para el aprendizaje de Genética en Segundo de Bachillerato A y Técnico en la Unidad Educativa Juan Bautista Vásquez.**

Trabajo de Integración Curricular previo a la obtención del título de Licenciado/a en Educación en Ciencias Experimentales

#### **Autor:**

Rosario Dalila Palacios Abad

CI:0350165338

#### **Autor:**

Orlando Miguel Gutama Llivisaca

CI:0107177966

#### **Tutor**

Cristian Javier Urbina Velasco. Mgtr.

CI: 1003506159

#### **Cotutor:**

Felipe Javier Carlosama Morejón. Mgtr.

CI: 1803430071

**Azogues – Ecuador**

Marzo, 2024

## **Agradecimiento de Rosario Dalila Palacios Abad**

Quisiera expresar mi más sincero agradecimiento a mis padres, Marco Palacios y Blanca Abad, cuyo amor, apoyo y sacrificio han sido fundamentales en cada paso de mi vida y en la realización de este proyecto, su constante aliento y ejemplo de perseverancia han sido una fuente inagotable de inspiración para mí.

También quiero agradecer a mis queridas hermanas, Jessica y Eliana, por su cariño incondicional, comprensión y motivación constante, su presencia ha sido un pilar valioso en mi camino, y estoy profundamente agradecida por su apoyo incondicional.

Asimismo, deseo expresar mi gratitud a mi madrina, Fanny Palacios, por su guía, consejos y palabras de aliento a lo largo de los años, su presencia ha sido una luz en los momentos difíciles y un motivo de alegría en los momentos de celebración.

A mi hija Ellie, quien ha sido y es el motor en mi vida para cumplir con mis metas y mis sueños, es su amor y su dulzura la que me permite seguir esforzándome cada día, de la misma forma agradezco todas estas personas que han contribuido en mi vida, les debo un profundo agradecimiento sin su amor, apoyo y comprensión, este proyecto no habría sido posible.

Estoy infinitamente agradecida por su presencia en mi vida y por todo lo que han hecho por mí. ¡Gracias de todo corazón!

## Agradecimientos de Orlando Miguel Gutama Llivisaca

Es con gran emoción y gratitud que llego al final de este camino académico, me gustaría expresar mi más sincero agradecimiento a todas las personas que han contribuido de alguna manera a la realización de este trabajo.

En primer lugar, quiero agradecer a mis padres, Orlando Gutama y Verónica Llivisaca, por su amor incondicional, apoyo constante y sacrificios innumerables a lo largo de mi educación. Su aliento y ejemplo han sido mi mayor inspiración.

A mis queridos hermanos, Bryam Gutama, Erika Gutama y Viviana Llivisaca, les agradezco por estar siempre presentes, por escucharme, comprenderme y brindarme ese apoyo fraternal que me impulsó en los momentos difíciles.

A mi familia extendida, amigos y colegas, gracias por sus palabras de aliento, por sus consejos sabios y por compartir su sabiduría y experiencia conmigo. Su presencia ha hecho este viaje mucho más significativo y enriquecedor.

A mi pareja de tesis, Dalila Palacios, quiero expresar mi más sincero agradecimiento por su colaboración, compromiso y dedicación en este proyecto compartido. Su apoyo, ideas y esfuerzo conjunto fueron fundamentales para alcanzar nuestros objetivos académicos.

A todos quienes me apoyaron en mis estudios académicos, mi más sincero agradecimiento. Este trabajo no habría sido posible sin su apoyo y aliento. Mi gratitud infinita.

## Resumen

El estudio investiga el impacto de la biomimética en la enseñanza de la genética en la Unidad Educativa Juan Bautista Vásquez, proponiendo fortalecer la comprensión de la genética mediante enfoques biomiméticos, fundamentales para el desarrollo intelectual y científico de los estudiantes. Además, este estudio examina la implementación de estas estrategias en el aula y su influencia en el proceso de aprendizaje, juntamente con el desarrollo de herramientas educativas innovadoras, como el ajedrez genético y cuentos inspirados en la naturaleza, con el fin de mejorar la comprensión de la genética.

Se realizó un estudio con 62 estudiantes divididos en dos grupos, experimental y de control, utilizando cuestionarios y evaluaciones estandarizadas para medir su progreso. Los resultados preliminares indican una mejora significativa en la comprensión de la genética en el grupo experimental, así como un aumento en el interés y la curiosidad de los alumnos, destacando la conexión entre ciencia y naturaleza.

Para seguir con el avance de este estudio se sugiere realizar más investigaciones sobre la aplicación de la biomímesis en la enseñanza de la genética, enfocándose en su potencial para mejorar el aprendizaje y fomentar el respeto por la ciencia y el medio ambiente, considerando que el tamaño de la muestra y el tiempo de estudio puede considerarse como una limitación.

**Palabras clave:** aprendizaje, biomimética, material didáctico,

### Abstract

The study is focused in the impact of biomimicry on the teaching of Genetics at the Juan Bautista Vásquez High School, aiming to strengthen the understanding of genetics through biomimetic approaches, which are fundamental for the intellectual and scientific development of students. Additionally, this study examines the implementation of these strategies in the classroom and their influence on the learning process, along with the development of innovative educational tools, such as genetic chess and nature-inspired stories, to enhance the understanding of genetics. A study was conducted with 62 students divided into two groups, experimental group, and control group, using questionnaires and standardized assessments to measure their progress. Preliminary results indicate a significant improvement in the understanding of genetics in the experimental group, as well as an increase in the students' interest and curiosity about this topic, highlighting the connection between science and nature.

To further advance this study, it is suggested to conduct more research on the application of biomimicry in genetics education, focusing on its potential to improve learning and foster respect for science and the environment, considering that sample size and study duration may be considered as limitations

**Keywords:** learning, biomimetics, teaching material.

## Índice de Contenido

Introducción.....	10
Planteamiento del Problema .....	12
Delimitación:.....	14
Objetivo general:.....	14
Objetivos específicos.....	14
Justificación:.....	15
Factibilidad:.....	17
Limitaciones: .....	17
Marco teórico.....	18
2.1. Antecedentes .....	18
2.3. Biomimética .....	20
2.3.1. Fundamentos científicos de la Biomimética .....	21
2.3.2. Aportes de la Biomimética en el aprendizaje .....	23
2.3.1. Punto de unión entre la Genética y la Biomimética.....	25
2.4. Material Didáctico.....	26
2.4.1. Material Didáctico inspirado en la Biomimética .....	26
Marco metodológico.....	28
3.1. Operacionalización de la variable .....	28
3.2. Tipo de investigación.....	29
3.3. Paradigma y enfoque .....	30
3.4. Población y Muestra.....	31
Observación participante.....	31
Encuesta .....	32
Entrevista .....	32
Pre-Test y Pos-Test.....	32
3.5. Análisis y discusión de resultados del diagnóstico.....	33
Resultados de la observación Participante .....	33
Resultados clave de la entrevista con un estudiante de intercambio de segundo año de bachillerato: .....	35

Resultados de la encuesta dirigida a los estudiantes del segundo de bachillerato A y segundo de bachillerato Técnico .....	35
Principales resultados del Pre-test.....	42
Propuesta .....	45
4.1. Descripción general de la propuesta:.....	45
4.2. Plan de Trabajo.....	47
4.3. Descripción detallada de cada actividad:.....	50
5.4. Análisis y discusión de resultados de la implementación de la propuesta .....	55
Resultados de la implementación del proyecto Biomimético: .....	56
Equipo 1 .....	59
Equipo 2 .....	60
Equipo 3 .....	61
Equipo 4. ....	62
Equipo 5. ....	63
Resultados del post-test del segundo A .....	65
Triangulación de Datos.....	70
Conclusiones .....	72
Recomendaciones: .....	75
Referencias.....	77
Anexos.....	81
Anexo I Cuento Inspirado en la Naturaleza sobre la genética.....	81
Anexo II Trabajo de campo con geranios de color rosa.....	82
Anexo III Trabajo de campo con Geranios Tomates .....	83
Anexo IV Trabajo de campo con los geranios de color rojo .....	84
Anexo V Juego de Ajedrez genético .....	85
Anexo VI Piezas del ajedrez genético .....	86
Anexo VII Mapa genético personal .....	87
Anexo VIII Búsqueda de un problema cualesquiera relacionado a la Biomimética.....	88
Anexo IX Idea completa de proyectos.....	89
Anexo X Retroalimentación a cada grupo de trabajo.....	90
Anexo XI Proyecto biomimético etapa 2 del grupo 1.....	91
Anexo XII Proyecto biomimético del grupo 2 primera etapa .....	92



Anexo XIII Proyecto biomimético grupo 2 etapa 2.....	93
Anexo XIV Material didáctico Biomimética Grupo 3 etapa 1.....	94
Anexo XV Proyecto biomimético grupo 3 etapa 2 .....	95
Anexo XVI Grupo 4 etapa 1 .....	96
Anexo XVII Material didáctico biomimético grupo 4 etapa 2 .....	97
Anexo XVIII Grupo 5 etapa 1 .....	98
Anexo XIX Proyecto biomimético grupo 5 etapa 2.....	99
Anexo XX Diario de campo primera página.....	100
Anexo XXI Diario de campo segunda hoja .....	101
Anexo XXII Modelo de pre-test .....	102
Anexo XIII Post-test Hoja 1 .....	103
Anexo XIV Post-test hoja 2 .....	104
Anexo XV Acta de consentimiento del representante de los estudiantes .....	105
Anexo XVI Carta de autorización para publicar imágenes .....	106

## Índice de Figuras

<b>Figura 1</b> Estrategias usadas en clase (Segundo A).....	36
<b>Figura 2</b> Estrategias usadas en clase (Segundo Técnico) .....	36
<b>Figura 3</b> Recursos educativos de aprendizaje .....	39
<b>Figura 4</b> Nivel de Satisfacción de Objetivos Generales .....	41
<b>Figura 5</b> Resultados del Pre-test del 2do A.....	43
<b>Figura 6</b> Resultados del Pre- test del 2do Técnico.....	43
<b>Figura 7</b> Comparación entre paralelos en porcentajes .....	43
<b>Figura 8</b> Ideación del proyecto Biomimético .....	54
<b>Figura 9</b> Escala de evaluación de proyectos .....	57
<b>Figura 10</b> Resultados del concurso de proyectos Biomiméticos .....	58
<b>Figura 11</b> Resultados del pre-test y post-test del segundo A. ....	65
<b>Figura 12</b> Resultados del pre-test y post-test del segundo Técnico .....	67
<b>Figura 13</b> Encuesta de Percepción de los estudiantes.....	69

## Índice de tablas

<b>Tabla 1</b> Antecedentes de investigación .....	19
<b>Tabla 2</b> Operacionalización de la Variable .....	28
<b>Tabla 3</b> Recursos Educativos de aprendizaje .....	38
<b>Tabla 4</b> Nivel de satisfacción de Objetivos Generales .....	40
<b>Tabla 5</b> Cronograma de actividades .....	49
<b>Tabla 6</b> Escala de satisfacción .....	69

## Introducción

El increíble poder del aprendizaje se revela cuando las personas buscan descubrir los misterios de la naturaleza y permiten que sus secretos inspiren la forma de aprender. En la encrucijada de la ciencia y la educación, se alza una prometedora sinergia: la Biomimética; que, juntamente con en el aprendizaje de la genética forman una combinación revolucionaria que busca transformar el proceso de asimilación de conocimientos, mismo que se encuentra obstruido por la complejidad de sus conceptos.

A nivel global se ha evidenciado problemas de la pérdida de biodiversidad, al mismo tiempo que la educación enfrenta desafíos constantes en su misión de transmitir el conocimiento de manera efectiva, uno de los campos fundamentales de estudio es el tema de la genética, donde los conceptos complejos pueden abrumar a los estudiantes, afectando a su rendimiento académico y forzándose a aprender temporalmente a través de la memorización, por lo que la comprensión profunda de este tema es fundamental en vías del correcto aprendizaje de los demás temas dentro de la Biología.

Por consiguiente, la presente investigación se enfoca en usar los principios de la Biomimética para mejorar el aprendizaje de genética, en donde se busca implementar material didáctico biomimético para el aprendizaje basadas en la manera de asimilar conocimientos representando un paso significativo en la educación y sobre todo alineada con las necesidades y desafíos del siglo XXI.

La investigación propuesta es altamente factible, ya que se busca desarrollar material didáctico y la institución cuenta con un laboratorio capacitado para ello, además cabe mencionar que la institución cuenta con diversas plantas que sirven como base de inspiración y estudio en el

tema genético, proporcionando un recurso valioso y tangible para la enseñanza. La disponibilidad de estas plantas no solo enriquece la experiencia de aprendizaje, sino que también brinda oportunidades para experimentar y explorar la Biomimética de manera más inmersiva.

Para fomentar una participación y colaborativa, los estudiantes deben involucrarse de manera comprometida en su proceso de aprendizaje, contribuyendo así a un ambiente de enseñanza dinámico y cooperativo. Se trabajó con una población de 120 estudiantes de segundo año de bachillerato. De este grupo, se seleccionó una muestra representativa de 62 educandos, pertenecientes a las secciones A y Técnico del mismo nivel educativo.

Es por ello que se busca implementar un recurso educativo innovador inspirado en la Biomimética, y así pueda mejorar en la mejora del aprendizaje de la genética.

Asimismo, para dar cumplimiento con los objetivos propuestos se analizará referentes teóricos para el diseño del estudio y su aplicación, se discutirán las implicaciones y desafíos de implementar este tipo de materiales en el contexto educativo mencionado.

El estudio tiene un diseño cuasi experimental y utiliza un enfoque mixto que combina métodos cualitativos y cuantitativos obteniendo así una mejor comprensión de la investigación empleando así instrumentos como diarios de campo, encuestas, entrevistas y pruebas de conocimiento para una comprensión completa.

Finalmente, el propósito fundamental de esta investigación es brindar a educadores y estudiantes nuevas perspectivas y herramientas para enriquecer el proceso de enseñanza y aprendizaje en el ámbito de la genética, fomentando un mayor interés y comprensión en este campo esencial para la ciencia.

## Planteamiento del Problema

En la actualidad, la enseñanza de la genética en la educación secundaria sigue afrontando desafíos significativos que persisten hasta la actualidad, debido a la complejidad de los contenidos genéticos y las estrategias pedagógicas utilizadas. Este problema representa un obstáculo importante en el aprendizaje significativo de los estudiantes para comprender conceptos fundamentales como gen, alelo, cromosoma, entre otros.

Tomando en consideración investigaciones realizadas anteriormente, como el estudio llevado a cabo por Porras (2005), se evidencia que tanto estudiantes de educación secundaria, como universitaria, identifican a la Genética como uno de los temas con alto grado de comprensión.

La literatura académica de décadas pasadas documenta numerosos errores conceptuales, lo que es grave en el aprendizaje de la genética; la confusión entre términos como cromosoma, cromátida, gen, alelo, dominancia, recesividad, entre otros; aún son comunes y reflejan una falta de claridad conceptual entre los estudiantes en la actualidad.

A pesar de los avances en la educación y la tecnología, la problemática en la enseñanza de la genética persiste a nivel mundial y no se limita a una región o país específico. Los estudiantes de todo el mundo continúan afrontando dificultades para comprender estos conceptos fundamentales. La falta de comprensión adecuada de la genética no solo afecta el progreso académico de los estudiantes, sino que también tiene implicaciones más amplias en la educación científica y en la formación de una ciudadanía informada sobre cuestiones genéticas y biológicas (Soto y Llancaqueo,2023).

De la misma forma en Ecuador, la enseñanza de las ciencias enfrenta desafíos y importantes, especialmente en términos de promover un aprendizaje activo y significativo, permitiendo a los estudiantes desarrollar habilidades científicas y resolver problemas reales en su entorno. La falta de práctica en la reconstrucción de teorías y la formulación de hipótesis puede limitar la capacidad de los estudiantes para comprender conceptos científicos fundamentales, la dificultad en el diseño de experimentos y la argumentación afectan la capacidad de los estudiantes para entender conceptos científicos de la genética (Bueno, 2023).

Álvarez (2023), a través de su tesis de maestría hace referencia que, en Azogues, se identifica que, el aprendizaje de la genética en las clases de Biología está predominantemente centrado hacia un enfoque tradicional, donde se sigue el contenido proporcionado por el Ministerio de Educación y las explicaciones tradicionales de los docentes.

Según una encuesta de motivación realizada a los estudiantes, se evidencia que esta metodología no logra captar completamente su atención ni motivar su participación en el proceso de aprendizaje. Los educandos expresaron la necesidad de implementar herramientas digitales y actividades didácticas que puedan mejorar significativamente su rendimiento académico y su interés en la materia.

En particular, en el Colegio Juan Bautista Vázquez se ha observado la falta de comprensión en los conceptos relacionados con la genética, siendo limitados por la falta de vinculación teórica con la práctica y la carencia de herramientas didácticas efectivas. Esta situación resalta la necesidad de investigar enfoques innovadores para mejorar la comprensión y el aprendizaje de la genética en el contexto de la educación secundaria.

### **Delimitación:**

La presente investigación está delimitada a los 62 estudiantes del segundo de Bachillerato General Unificado paralelo A y Segundo Año de Bachillerato Técnico de la Unidad Educativa Juan Bautista Vásquez de la ciudad de Azogues, Provincia del Cañar.

Pregunta de investigación

¿Cómo mejorar el aprendizaje de Genética en los estudiantes de segundo año de Bachillerato General Unificado paralelo A y Segundo de Bachillerato Técnico de la Unidad Educativa JBV?

Para responder a esta pregunta, la investigación se plantea los siguientes objetivos:

### **Objetivo general:**

Elaborar material didáctico biomimético para mejorar el aprendizaje de Genética en el segundo año de bachillerato general unificado paralelo A y Segundo de Bachillerato Técnico de la Unidad Educativa JBV.

### **Objetivos específicos**

1. Organizar referentes teóricos e históricos sobre la Biomimética en la educación.
2. Examinar la influencia del material didáctico biomimético para mejorar el aprendizaje de Genética.
3. Elaborar material didáctico biomimético para mejorar aprendizaje de Genética de los estudiantes del segundo de bachillerato paralelo A y Técnico.

4. Implementar el material didáctico biomimético para mejorar el aprendizaje de Genética en los estudiantes del segundo de bachillerato paralelo A y Técnico.
5. Evaluar la aplicación del material didáctico biomimético en el aprendizaje de Genética en segundo de bachillerato A y segundo de bachillerato Técnico.

### **Justificación:**

La educación es uno de los pilares fundamentales del desarrollo humano, demanda un enfoque innovador y de gran relevancia en el área de Biología. En este sentido se identifica una problemática en la Unidad educativa Juan Bautista Vázquez, en donde los alumnos del segundo de bachillerato paralelo A y segundo de bachillerato Técnico muestran una preocupante falta de interés en el tema genética, además se ha denotado una falta de conexión de la teoría con la práctica, es por ello por lo que éste trabajo de Titulación busca posicionarse como una herramienta estratégica para la transformación y la mejora educativa, alineándose con las políticas educativas y la practicas ambientales de la actualidad.

Según el artículo 71 de la Constitución de Ecuador de 2008 reconoce que “La naturaleza o Pachamama, donde se reproduce o realiza la vida, tiene derecho a que se respete integralmente su existencia y mantenimiento y regeneración de sus ciclos vitales, estructura, funciones y procesos evolutivos”. En la práctica, esto significa que toda política, proyecto o iniciativa que pueda afectar al medio ambiente debe someterse a evaluación y regulación para garantizar la conservación y renovación de la naturaleza para las generaciones actuales y futuras.

La Biomimética es una disciplina que busca inspirarse en la naturaleza para crear soluciones eficientes y sostenibles de los problemas que se generan en la sociedad, es por ello por lo que, Pérez y García (2018), mencionan que la Biomimética no solo puede enriquecer la

comprensión de procesos biológicos, si no también ofrece soluciones eficaces a desafíos de la conservación de las especies.

De tal manera que la Biomimética ofrece una oportunidad única para mejorar la calidad de la educación en el área de biología en segundo año de bachillerato paralelo A y segundo de bachillerato Técnico siendo necesario investigar cómo se puede implementar esta disciplina para abarcar el tema de Genética y ayudar a su comprensión conceptual mediante la práctica.

Por otra parte, La Ley Orgánica de Educación Intercultural (LOEI) de Ecuador 2021, examina la importancia de la motivación en el proceso de aprendizaje de los estudiantes; en particular, la LOEI establece que el sistema educativo debe promover un ambiente de aprendizaje que fomente la motivación y el compromiso de los estudiantes con su propia educación.

Así pues, es importante que los estudiantes aprendan mediante la manipulación de objetos como es el material Biomimética innovadora y relevante, que promuevan la participación y el compromiso de los estudiantes con su propio aprendizaje.

Además, Según los objetivos de aprendizaje de Ciencias Naturales del currículo escolar de Ecuador, uno de los objetivos principales de segundo de bachillerato recalca la importancia de desarrollar habilidades de pensamiento científico a fin de lograr flexibilidad intelectual, espíritu indagador y pensamiento crítico, demostrar curiosidad por explorar el medio que nos rodea y valorar la naturaleza como resultado de la comprensión de las interacciones entre los seres vivos y el ambiente físico.

Por lo tanto, la presente investigación busca justificar la necesidad de integrar un material didáctico biomimético para mejorar el aprendizaje de Genética en el segundo año de bachillerato paralelo A y segundo de bachillerato Técnico en la Unidad Educativa Juan Bautista Vásquez.

**Factibilidad:**

Esta investigación se respalda en la colaboración por parte de las autoridades de la institución educativa Juan Bautista Vázquez, así como también la cooperación de la docente para el presente estudio, además la accesibilidad de disponibilidad de recursos fortalece su viabilidad y efectividad ya que la institución cuenta con diversas plantas que ayudaran a ejemplificar la Biomimética y laboratorios en donde se puede jugar y experimentar distintos procesos.

**Limitaciones:**

Es importante mencionar las limitaciones de este estudio, siendo el tamaño de la muestra pequeño con un total de 63 estudiantes divididos en dos grupos, además de la duración limitada de la intervención en la unidad educativa, por lo que influye en la magnitud de los efectos observados.

Además, existen otros factores diversos externos no controlados que influyen en el estudio, como es el entorno familiar de los estudiantes, experiencias previas al aprendizaje, aspectos que no son controlados por los investigadores teniendo en cuenta el diseño de la investigación.

## Marco teórico

### 2.1. Antecedentes

La Biomimética es una disciplina vanguardista que ha tenido mucha aceptación en varias disciplinas de la ciencia como lo es la educación, la aplicación en esta última área ha generado nuevas aplicaciones, donde se ha destacado como un estímulo para la fomentación de la creatividad, resolución de problemas a través de la naturaleza, pues varios enfoques educativos se inspiran en la naturaleza, así como también en los principios de diseño de los organismos vivos; siendo un principal estímulo para fomentar la creatividad, la resolución de problemas y el aprendizaje significativo. En lo particular, la aplicación de la Biomimética en el aprendizaje de genética puede promover una comprensión más profunda y sobre todo conectada con el mundo natural.

Existen nacionales e investigaciones que han explorado el potencial de la Biomimética y en el contexto educativo, algunos de estos trabajos han examinado cómo el diseño de actividades y recursos educativos inspirados en la naturaleza puede mejorar el aprendizaje de ciencias, Ruano (2017) respalda la idea de que la naturaleza es una fuente inagotable de recursos que nos enseña a vivir con lo necesario, por lo que puede ser de gran importancia a la hora de buscar soluciones prácticas en cualquier ámbito de la vida, incluyendo a la Genética. Investigaciones previas han respaldado la idea de la incorporación de la Biomimética en la educación puede tener un impacto positivo en la adquisición y comprensión de los conceptos. A continuación, en la tabla 1 se presentan varios autores que estudiaron la Biomimética en el aprendizaje de los estudiantes de secundaria.

**Tabla 1**

*Antecedentes de investigación*

<b>Autor/autores</b>	<b>Título y año</b>	<b>Principales Resultados</b>
<b>Singh y Senapati (2016).</b>	Biomimicry: A novel approach for education  Center for Biomimetics and Bioinspired Engineering.	Mejora el pensamiento crítico, la creatividad y la concepción de conceptos científicos.  Destaca la capacidad de conectar el ámbito científico con la naturaleza y el diseño.
<b>Istrate (2017)</b>	"Biomimicry as a Tool for Learning: A Case Study in Primary School"	Los autores utilizaron un enfoque práctico mediante actividades y proyectos relacionados con la Biomimética, donde los estudiantes analizan comprenden los mecanismos de la naturaleza para luego aplicarlos en las distintas áreas de estudio.
<b>Barczak, G., Lassk, F., &amp; Mulder, M. (2016).</b>	Learning biomimicry from nature	En este artículo implementaron la Biomimética para el aprendizaje de la ingeniería, motivando a los estudiantes a ser más creativos y ayudándoles a entender los procesos de la naturaleza
<b>Istrate, (2017).</b>	"Biomimicry as a Tool for Learning: A Case Study in Primary School"	Los estudiantes pueden estudiar y comprender los mecanismos de la naturaleza para luego aplicarlos en diferentes áreas de estudio.
<b>Murillo Vega, Z. I. (2022).</b>	La influencia biomimética en la producción de agua dulce en un invernadero de agua marina	Uso la Biomimética para la producción de agua dulce en un invernadero de agua marina. Su investigación no solo demuestra cómo la Biomimética puede inspirar soluciones creativas y sostenibles en la ingeniería civil, sino que también ofrece una metodología detallada para abordar problemas ambientales mediante el análisis funcional y la imitación de procesos naturales. Este enfoque pionero

---

contribuye al avance del conocimiento en el campo de la construcción civil sustentable y destaca la importancia de buscar inspiración en la naturaleza para resolver desafíos contemporáneos.

---

Como se muestra en la tabla 1 los estudios son una base sólida para el desarrollo de material didáctico basado en los principios de la Biomimética. Singh y Sepati (2016) destacan cómo mejora el pensamiento crítico y la conexión práctica con el diseño natural, mientras que Istrate (2017) resalta su aplicación en proyectos concretos. Por otro lado, Barczak et al. (2016) se enfocaron en el aprendizaje de ingeniería, obteniendo resultados positivos.

Considerando estos antecedentes de investigación surge la oportunidad de desarrollar material didáctico innovador basado en los principios de la Biomimética para mejorar el aprendizaje de la Genética en el segundo de bachillerato A en la Unidad Educativa Juan Bautista Vázquez

### **2.3. Biomimética**

La Biomimética es una disciplina que utiliza a la naturaleza como fuente de inspiración para la creación de nuevos modelos innovadores de tecnologías y soluciones en los distintos campos de la ciencia, el arte o la cultura, para cumplir las distintas necesidades humanas.

El significado de Biomimética hablando etimológicamente proviene de “BIOS” que significa vida y “MIMESIS” que refiere a imitar, por lo tanto, la Biomimesis denota “imitar la vida”, entendiéndose que se imita la vida desde sus estados más simples y puros, con el fin de comprender de mejor manera el funcionamiento de todo lo que nos rodea, y poder mejorar la

calidad de vida, el principio de la Biomímesis es una base sólida para entender el funcionamiento de la vida en sus distintos niveles.

Entonces, el objetivo de la Biomimética es de imitar sus conductas referentes a la misma naturaleza y reformar sistemas para que sean útiles para el desarrollo sostenible con el medio ambiente. La sustentabilidad es un camino dinámico que ayuda a que las personas desarrollen su potencial evolutivo, mediante la forma de llevar su vida y a su vez colaborando con el sistema terrestre, cuidándolo para que las nuevas generaciones no sean afectadas (Muñiz, 2017).

### ***2.3.1. Fundamentos científicos de la Biomimética***

Janine M. Benyus, es la primera persona en investigar más al fondo a la Biomimética, ella explica los principios básicos en su libro Biomimicy, al ser la primera persona en explicar estos principios Ruano (2017) explica cada uno de estos, detallados a continuación.

La naturaleza cabalga sobre la luz solar

Todos los organismos vivos usan la energía solar, por ejemplo, las plantas realizan su proceso fotosintético, mediante el proceso de descomposición bioquímica en la cual la energía del sol se convierte en nutrientes (Collado,2017).

La naturaleza gasta solamente la energía necesaria

Mediante distintos procesos la naturaleza conoce el funcionamiento de todo su sistema, por lo tanto, obtiene energía a través de distintas conexiones eco sistemáticas. (Collado,2017).

La naturaleza se ajusta a la forma a la función

A través del tiempo los seres vivos evolucionan en la misma naturaleza, por lo que se adaptan a cambios nuevos haciendo que cada una de las estructuras puedan hacer varias funciones en el mismo entorno (Collado,2017).

La naturaleza todo lo recicla

Todos los consumidores, descomponedores y productores circulan sustancias diferentes mediante la cadena trófica, esto impide la pérdida de recursos, es así como todo residuo sirve de alimento para otro organismo “todo el mundo se reencarna en otro cuerpo” (Collado,2017).

La naturaleza premia la cooperación:

Para que exista un progreso evolutivo amplio se necesita que haya simbiosis entre dos especies, esto quiere decir que un organismo es una combinación de organismos unicelulares juntos forman un organismo pluricelular (Collado,2017).

La naturaleza cuenta con una gran diversidad

A lo largo de los años se ha ido desarrollando una gran cantidad de animales y plantas, las cuales varían en colores, formas texturas, tamaños y sobre todo comportamientos, cada individuo y cada ser es diferente del otro. (Collado,2017).

La naturaleza demanda tecnología local

En los diferentes ecosistemas existe bastante biodiversidad, en donde las especies evolucionan en conjunto para poder tener adaptación a los diferentes cambios a lo largo de su vida. La naturaleza cuenta con diversidad: existe gran variedad de animales y plantas que se han desarrollado a lo largo de miles de millones de años (Collado-Ruano, 2017).

La naturaleza tiene la capacidad de frenar los excesos desde adentro

El conjunto de seres vivos terrestres funciona como un sistema completamente cerrado, es decir no deja que ingresen o salgan algún material fuera de lo necesario, es de esa manera que logran que la vida se mantenga en condiciones óptimas necesarias para autorregularse (Collado,2017).

La naturaleza saca partido de las limitaciones:

Los seres de la naturaleza han podido vivir con los recursos necesarios, evitando consumir recursos en exceso, por lo que, existen mecanismos de optimización en el uso de recursos de su entorno que los rodea (Collado,2017).

### ***2.3.2. Aportes de la Biomimética en el aprendizaje***

En el campo de la educación las formas de aprendizaje son diferentes en cada individuo, pues los docentes aplican sus conocimientos de distinta manera, por lo que la Biomimética es una opción para que el aprendizaje sea duradero, mediante la creación de experiencias inspiradas en la naturaleza, teniendo como fin la innovación en alguna rama científica.

López (2021) menciona que la Biomimética tiene importancia en varios campos del saber, entre ellos la medicina, ingeniería, óptica, nanotecnología, es decir con el pasar del tiempo aumenta el número de científicos en busca de materiales nuevos intentando descubrir diferentes procedimientos, ellos lo hacen a través de estructuras naturales, herramientas, mecanismos o procesos de carácter amigable con la naturaleza.

Afandador y Wilches (2019) menciona que la Biomimética puede colaborar haciendo que los estudiantes sean más responsables, con la sociedad y la naturaleza a través del desarrollo de

ideas y proyectos sostenibles, por lo que la Biomimética es una oportunidad de hacer que los alumnos desarrollen su creatividad, innovando en cualquiera de las ciencias.

Es importante introducir a los estudiantes al entendimiento de la Biomimesis para que ellos mismos se inspiren y ejemplifiquen el desarrollo de organismos vivos y los acoplen a sus proyectos y a sus materias de estudio (Nagel y Stone, 2011). Haciendo que tengan numerosas ventajas en su largo proceso de aprendizaje, pues a parte de aprender las composiciones y funciones de tal organismo vivo, ellos tienen la oportunidad de innovar en sus ideas creando estructuras parecidas que pueden tener diversos usos.

Además, cabe mencionar que muchas de las personas están acostumbradas a ver un objeto con una sola finalidad, la Biomimética puede aportar al cambio de este paradigma, haciendo entender que cualquier objeto encontrado en la naturaleza o planta puede tener varios usos fuera de la costumbre que ya se tiene.

Por otro lado, la Biomimética aporta al proceso de enseñanza en la vinculación de la realidad con la teoría, permite al estudiantado practicar la teoría y llevar a cabo la teorización de la práctica, al ser alumnos prácticos ellos se convierten en estudiantes autocríticos y exigentes con ellos mismos, capaces de ver más allá de lo que vemos a simple vista, sobre todo la Biomimética va a permitir estudiar organismos vivos de manera profunda.

Es esencial que los estudiantes comprendan que la naturaleza está constantemente experimentando y demostrando una variedad de conceptos, como la física, la química y la mecánica. Además, revela la esencia de la materia prima y los procesos metabólicos, así como el desarrollo de sensores para la investigación ambiental. Estos aspectos, junto con otros talentos

reconocidos por los seres humanos, son similares a las ciencias básicas y la ingeniería, lo que resalta la interconexión entre la naturaleza y el conocimiento científico.

### ***2.3.1. Punto de unión entre la Genética y la Biomimética***

Aprendizaje de principios Biológicos

La genética proporciona el conocimiento sobre cómo se transmiten las características biológicas de generación en generación, mientras que la Biomimética usa esos conceptos para aplicar esos principios biológicos en el diseño y la resolución de problemas, es así como el aprendizaje de Genética puede inspirar una comprensión de conceptos más profunda de los procesos biológicos que luego sirven de base sólida para soluciones innovadoras.

Pensamiento crítico

La genética denota un amplio conocimiento sobre cómo se transmite la herencia de generación a generación, de tal modo que en la historia de la naturaleza se observa la variabilidad de distintas especies, a pesar de haber heredado rasgos de sus progenitores, son esas diferencias las que permiten a los seres vivos ser diferentes formando una amplia variedad genética.

De la misma forma los alelos dominados y recesivos ayudan a entender el funcionamiento del cuerpo y a comprender la fisionomía de la persona y de su familia, datos que son importantes mencionar a la hora de abordar este tema.

Por lo que, la genética es un tema de conversación amplio donde los estudiantes perciben sus realidades y comentan a cerca de los nuevos avances de la genética abriéndose paso a ser más críticos en sus opiniones.

## 2.4. Material Didáctico

El material didáctico se refiere a cualquier recurso o herramienta utilizado en el proceso de aprendizaje cuyo objetivo es facilitar la comprensión de conceptos difíciles, fomentar la participación de los estudiantes y, en general, mejorar la adquisición de conocimientos.

El material didáctico hace referencia a cualquiera de los recursos o herramientas utilizadas en el proceso de aprendizaje, cuyo objetivo radica en hacer más fácil la comprensión de conceptos de difícil comprensión, estimular la participación de los alumnos y sobre todo mejorar la adquisición de conocimientos.

El uso de recursos didácticos en el contexto educativo contribuye al desarrollo de habilidades cruciales en los niños, como la expresión creativa, estableciendo conexiones entre objetos y generando nuevas ideas, al mismo tiempo que fomentan el pensamiento lógico, el cual beneficia la organización mental y la comprensión del entorno (Fréré y Saltos, 2013).

Por lo tanto, la efectividad de este material radica en su capacidad para adaptarse a distintas maneras de aprender, ya que por medio del tacto y la observación se puede analizar y practicar fomentando la interacción de los estudiantes y contenidos educativos

### *2.4.1. Material Didáctico inspirado en la Biomimética*

El material didáctico basado en la Biomimética fomenta el proceso de aprendizaje y estimula la participación de los estudiantes. La efectividad de este material radica en su capacidad para adaptarse a diferentes formas de aprendizaje, ya que se puede analizar y practicar fomentando la interacción entre los estudiantes y los contenidos educativos por medio del tacto y la observación.

Es por lo que, el material didáctico biomimético se presenta como una herramienta pedagógica innovadora que combina la enseñanza de conceptos genéticos con la inspiración derivada de la naturaleza. Su aplicación efectiva no solo mejora la comprensión de la genética, sino que también cultiva una apreciación más amplia de la biodiversidad y la sostenibilidad. Este enfoque se alinea con las tendencias educativas contemporáneas que buscan involucrar a los estudiantes a través de métodos creativos y contextualizados, preparándolos para comprender y abordar los desafíos del mundo real.

## Marco metodológico

### 3.1. Operacionalización de la variable

Tabla 2

*Operacionalización de la Variable*

Variable	Definición conceptual	Dimensiones	Subdimensiones	Indicadores	Escala de medición	Técnicas e instrumentos
<b>Aprendizaje de genética</b>	Enfoque pedagógico que utiliza principios y estrategias inspiradas en la naturaleza para mejorar el aprendizaje de genética.	Comprensión conceptual de genética	Conocimiento sobre herencia	Nivel de comprensión conceptual.	1-10	Pre-test
			Conocimientos teóricos sobre Alelo, Gen, Genoma y Cromosoma			Post-test
		Aplicación de conocimientos	Resolución de problemas prácticos	Desempeño en situaciones y problemas prácticos	1-5	Trabajo de campo
			Aplicación de conceptos genéticos en situación del mundo real		1-5	Trabajo de casa (Mapa genético)
<b>Material Didáctico Biomimético</b>	Conjunto de materiales didácticos que incorpora principios y conceptos inspirados en la naturaleza	Implementación y efectividad del material didáctico Biomimético	Participación.	Pensamiento libre	1-5	Juego mental de Ajedrez genético
			Desempeño académico	Número de actividades con fines de exploración, observación y	1-10	Matriz de evaluación

para mejorar  
el  
aprendizaje  
de genética.

resolución de  
problemas

Aplicación práctica de conceptos	Aprendizaje basado en los errores y realizar ajustes en su proceso de aprendizaje.	1-5	Concurso de modelado de proyectos
Percepción del estudiante	Retención y transferencia de información.	Del 1 al 5	Encuesta de satisfacción (autoevaluación , coevaluación, heteroevaluación)

### 3.2. Tipo de investigación

La presente investigación es cuasiexperimental, ya que los sujetos no son asignados aleatoriamente a grupos, sino que estos grupos ya están preestablecidos antes del experimento. Según Fernández y colaboradores, este enfoque permite poner a prueba hipótesis causales al manipular al menos una variable independiente. Además, el estudio adopta un enfoque mixto de alcance descriptivo exploratorio secuencial (DEXPLOS), según la clasificación de Hernández, Fernández y Baptista (2018). También se emplea la metodología de investigación acción participativa, como se describe en Colmenares (2008), para comprender y transformar la realidad educativa.

Para la recolección de datos, se emplearon técnicas como la observación participativa, el análisis documental y la entrevista. La observación participante se definió como un método interactivo que implica que los participantes colaboren en eventos estudiados, según la definición de Rekalde (2014). Los instrumentos usados fueron los diarios de campo, los cuales registran

cada experiencia vivida durante las semanas de práctica, por lo que Holgado (2013), destaca la importancia del diario de campo para la comprensión del proceso inmersivo social y sobre todo la interacción de valores profesionales y personales que afectan al proceso.

En la vertiente cuantitativa, se empleó la técnica del cuestionario. Según Kuznik y otros (2010), los cuestionarios son instrumentos valiosos a la hora de recolectar datos, según Alvarado (2005, p.539), es un instrumento estructurado que mide variables en un nivel ordinal a través de un conjunto organizado de ítems.

### **3.3. Paradigma y enfoque**

Este estudio se fundamenta principalmente en el paradigma sociocrítico, el cual se basa en la interacción entre aspectos sociales y críticos, buscando de este modo transformarlas desigualdades y las injusticias y transformándola socialmente. Santos et al. (2013) expone que un paradigma sociocrítico puede combinar teoría y práctica, principalmente con énfasis en el conocimiento, la acción y el valor.

“El paradigma sociocrítico se convertirá en un medio mediante el cual los sujetos podrán analizar la realidad, comprender su situación e integrar sus dinámicas en los valores y la evolución social” (Albert, M.2006, p.39).

El enfoque que comprende este trabajo integrado es cuasiexperimental el cual tiene características de un diseño experimental y no experimental. Se puede utilizar cuando no es posible asignar aleatoriamente a los participantes, la cual es de gran utilidad para validar la implementación el material didáctico biomimético en el aprendizaje de Genética en los estudiantes de segundo año de secundaria A y Técnico.

### **3.4. Población y Muestra**

La población objetivo de esta investigación está formada por estudiantes de la ciudad de Azogues Provincia del Cañar del segundo año de bachillerato general unificado de la Unidad educativa Juan Bautista Vázquez sección diurna.

La muestra de este estudio fueron los paralelos A y Técnico del segundo de bachillerato con 32 y 30 estudiantes consecutivamente, las edades de los estudiantes rondan entre 13 y 15 años respectivamente, cabe mencionar que el paralelo ya estaba previamente formado, es decir los investigadores no seleccionaron ni decidieron que estudiantes colocar en cierto paralelo.

### **3.5. Métodos, técnicas e instrumentos de investigación.**

Como investigadores, al emplear una metodología que combina enfoques, se recurre a diversas técnicas e instrumentos para recopilar datos relevantes sobre la población estudiada. En este contexto, se utilizaron las siguientes técnicas e instrumentos para respaldar la investigación:

#### ***Observación participante***

Mediante esta técnica cualitativa, se puede identificar la problemática presente en el aula a través de la observación directa. Como complemento de esta metodología, se sugiere el uso del diario de campo, ya que permite un análisis detallado de la situación problemática observada en el aula.

Los diarios de campo representan el primer recurso empleado en la recopilación de datos para la investigación. En ellos se registran las actividades diarias, así como cualquier evento extracurricular relevante que ocurra en la institución educativa donde se ejecutan las prácticas preprofesionales.

### ***Encuesta***

Es una técnica comúnmente empleada en el enfoque cuantitativo, ya que permite la tabulación de la información recopilada a partir de las respuestas de los encuestados. De acuerdo con Arias (2020), esta herramienta consiste en un cuestionario diseñado para obtener información específica de uno o varios individuos, incluyendo sus opiniones, percepciones y comportamientos. Es decir, a través de preguntas de opción múltiple, los encuestados seleccionan sus respuestas, lo que facilita el análisis cuantitativo por parte de los investigadores.

### ***Entrevista***

“Las entrevistas son un método muy útil para recabar datos y gracias a ciertas cualidades especiales todavía se usan muchísimo. La flexibilidad es uno de sus aspectos más sobresalientes” (Mejía, 2005, p. 56). por lo que en la investigación se desarrolla para conocer la perspectiva de la docente que imparte la asignatura.

### ***Pre-Test y Pos-Test***

Para esto, se inicia con la aplicación de un pre-test como punto de partida antes de que los estudiantes se familiaricen con el material a ambos paralelos segundo de bachillerato A y Técnico. Posteriormente, se administra un pos-test para evaluar el impacto después de la implementación del mismo. Ambos Tests, formulados como cuestionarios de desarrollo, son concebidos y validados por los investigadores para evaluar los efectos del material en el aprendizaje de la genética, aprovechando enfoques biomiméticos como herramienta pedagógica.

### 3.5. Análisis y discusión de resultados del diagnóstico

#### *Resultados de la observación Participante*

A continuación, se presenta los principales hallazgos a través de la observación participativa en clases, entrevistas con estudiantes de Biología de segundo año de Bachillerato, paralelos "A y C," en la Unidad Educativa Juan Bautista Vásquez.

Durante la observación participante en clases de Biología, se notó una baja participación de los estudiantes durante las actividades llevadas a cabo en horas de clase, los estudiantes no participaban pese a que la docente ofrece puntos extras para recuperar las bajas calificaciones.

De la misma forma se conversó a los estudiantes sobre sus perspectivas hacia la materia, los cuales expresaron su descontento con la metodología impartida por la docente, indicando que ellos querían aumentar sus deberes y disminuir sus lecciones, ya que al no entender bien la materia estaban obligados a aprenderse memorísticamente.

Así mismo, los resultados de la entrevista realizada a los estudiantes, al preguntarles sobre su interés en la Biología, aproximadamente el 70% manifestó no sentirse atraído o interesado en la materia ya que no le ven útil para su vida diaria.

Asimismo, se indagó si les gustaría que se incorporen actividades prácticas en la clase de Biología, a lo que el 92% respondió positivamente. Argumentaron que necesitan practicar la teoría y encontrar nuevas formas de obtener mejores calificaciones, siendo esta su principal preocupación académica.

Desafíos frecuentes al estudiar Biología:

Los estudiantes mencionan el carácter estricto de la docente, que afecta su sentido de autonomía y confianza en sí mismos. Consideran que estas características son importantes para su crecimiento intelectual, pero subrayan la importancia de la libertad de expresión y el establecimiento de un diálogo constructivo con la docente.

Relación de la biología con el día a día:

Se puede relacionar mediante el avance en la cura de enfermedades, lo cual inspira a los estudiantes a vincular lo teórico con lo práctico, encontrando en la naturaleza una fuente de conocimiento y soluciones.

Conocimiento sobre Biomimética:

Los estudiantes admiten desconocer el término "Biomimética", pero reconocen su aplicación en la vida diaria al vincular los conceptos naturales con soluciones creativas e inspiradoras.

Vinculación entre teoría y práctica:

Las entrevistas revelan una falta de conexión entre la teoría y la práctica en las clases de biología. Los contenidos son predominantemente teóricos y las exposiciones de los estudiantes son limitadas. Algunos estudiantes desean actividades prácticas que sean relevantes para su vida cotidiana, buscando un equilibrio entre lo teórico y lo práctico.

***Resultados clave de la entrevista con un estudiante de intercambio de segundo año de bachillerato:***

El estudiante seleccionado para la entrevista proviene de otra institución, con el objetivo de conocer su perspectiva sobre el área de Biología y cómo percibe su experiencia en esta nueva escuela.

La entrevista fue de tipo semiestructurada, permitiendo al estudiante expresarse de forma natural. En sus respuestas, mencionó que solía disfrutar la Biología en su escuela anterior y que se destacaba en la materia. Sin embargo, desde su llegada a esta nueva institución, no le agrada la metodología de enseñanza.

El estudiante también destacó que la docente de Biología tiene un carácter fuerte, lo que genera temor y recelo entre los estudiantes al expresar sus opiniones. Como resultado, enfrenta dificultades en el aprendizaje de la materia.

Es esencial tener una comunicación sincera entre docentes y estudiantes para brindarles herramientas de aprendizaje óptimas y fomentar su desarrollo académico.

***Resultados de la encuesta dirigida a los estudiantes del segundo de bachillerato A y segundo de bachillerato Técnico***

¿Cuál de las siguientes estrategias es utilizada en su clase de Biología?

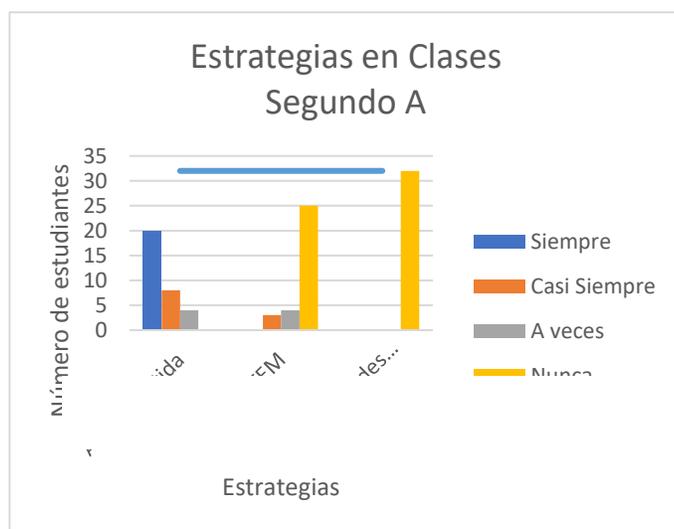
Para la primera pregunta, los investigadores buscan obtener respuestas para conocer cuál es la frecuencia con la que la docente implementa estrategias como el aula invertida, STEM y también actividades Biomiméticas para ayudar a fortalecer el aprendizaje de la genética, mostrándose el resultado en la figura 1, diseñada con cuatro ítems de frecuencia que son:

- Siempre: Esta categoría refiere a que la docente siempre usa la estrategia en todas sus clases
- Casi siempre: Se refiere a la segunda frecuencia indicando que casi siempre se usa esa estrategia en clase, es decir la mayoría de las veces, indicando que no es la única estrategia por usar en clase.
- A veces: Se refiere a la tercera frecuencia, indicando que solamente a veces y no de manera constante y regular se usa dicha estrategia.
- Nunca: Se refiere a la última estrategia usada en clase de Biología, es decir es no se conoce la técnica o simplemente no se la usa en el aula de clase.

De la misma forma existe un total de 62 estudiantes los cuales 32 de ellos pertenecen al segundo de bachillerato A y 30 de ellos forman parte del segundo de bachillerato Técnico.

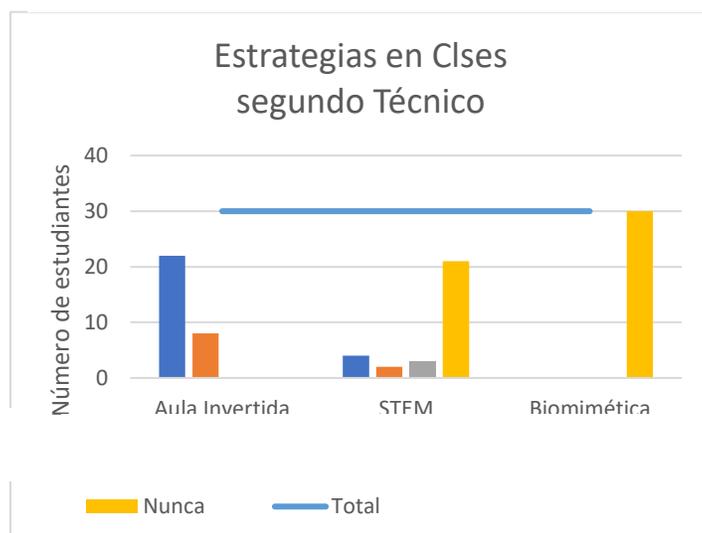
**Figura 2**

*Estrategias usadas en clase (Segundo Técnico)*



**Figura 1**

*Estrategias usadas en clase (Segundo A)*



La figura 1 y 2 consecutivamente, muestran la frecuencia con la que se utilizan diferentes estrategias en las clases de Biología. Es evidente que la estrategia más utilizada es el aula invertida, con un total de 20 respuestas del segundo de bachillerato A y 22 respuestas del segundo de bachillerato Técnico, que indican que se utiliza siempre. Esto sugiere que la docente implemente activamente esta metodología en su enseñanza de Biología.

Por otro lado, se observa que tanto los proyectos STEM como las actividades Biomiméticas son poco utilizados en comparación con el aula invertida. Solo 5 respuestas (3 del segundo A y 2 del segundo Técnico) indican que se utilizan casi siempre proyectos STEM, mientras que ninguna respuesta indica que se utilicen siempre. Esto sugiere que hay una menor integración de proyectos STEM en las clases de biología.

Además, ninguna respuesta indica que se utilicen siempre actividades biomiméticas, lo que sugiere que esta estrategia es raramente empleada en las clases de Biología. Esto podría deberse a una variedad de razones, como falta de recursos, tiempo o conocimiento sobre cómo implementar eficazmente estas actividades.

Es por ello que los resultados sugieren que la docente favorece el uso del Aula invertida como estrategia principal en sus clases de Biología, posiblemente debido a que no se conoce de otra estrategia o metodología o actividades distintas a esta.

¿Cuáles de los siguientes recursos educativos se aplican dentro de clases para el aprendizaje de Genética?

Para la segunda pregunta los investigadores buscan analizar qué tipo de recursos educativos se emplean en el aula de clase con el fin de conocer si los estudiantes aprenden

memorísticamente, a través de la práctica o mediante recursos convencionales que se han venido manejando desde años atrás.

De igual forma para conocer estos recursos, se emplea que tan frecuente son en una escala de cuatro frecuencias entre las que están: siempre, casi siempre, a veces y nunca.

En la tabla 3 se puede observar las respuestas mediante porcentajes de los dos paralelos, cabe mencionar que se decide agrupar los datos debido a la similitud en respuestas entre los dos paralelos, es decir el cuadro muestra una totalidad de 62 estudiantes de los dos paralelos.

**Tabla 3**

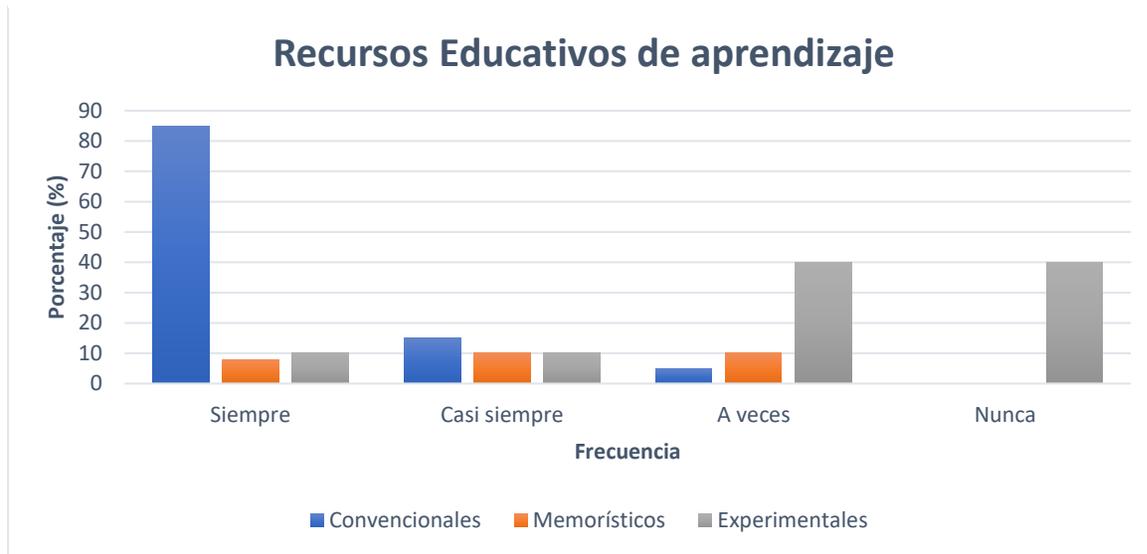
*Recursos Educativos de aprendizaje*

<b>Recursos</b>	<b>Siempre (%)</b>	<b>Casi siempre (%)</b>	<b>A veces (%)</b>	<b>Nunca (%)</b>	<b>Total (%)</b>
<b>Convencionales</b>	85	15	5	0	100
<b>Memorísticos</b>	80	10	10	0	100
<b>Exprímales</b>	10	10	40	40	100

Nota: el 85% corresponde a 53 estudiantes.

**Figura 3**

*Recursos educativos de aprendizaje*



La figura 3 indica que el 85% de los estudiantes refieren que los recursos convencionales son los mayormente usados en las aulas de clase, de la misma forma el 80% de ellos (50 estudiantes) menciona que los recursos a usarse en su mayoría son memorísticos y tan solo el 10% son experimentales, indicando que en su mayoría los recursos de aprendizaje empleados en clase son convencionales y memorísticos.

Es por ello que, la falta de recursos experimentales puede limitar el aprendizaje de los estudiantes, ya que los enfoques convencionales y memorísticos, pueden ser menos efectivos para alcanzar una comprensión profunda de conceptos científicos y sobre todo en su aplicación en situaciones reales.

- **¿Cuál ha sido el alcance de los siguientes objetivos y destrezas vinculadas a la asignatura de Biología?**

- A continuación, se muestran los significados de las Siglas:
  - a. Satisfactorio (S)
  - b. Algo satisfactorio (A.S)
  - c. Nada Satisfactorio (N.S)

OG.CN.1. Desarrollar habilidades de pensamiento científico con el fin de lograr flexibilidad intelectual, espíritu indagador y pensamiento crítico; demostrar curiosidad por explorar el medio que les rodea y valorar la naturaleza como

OG.CN.2. Comprender el punto de vista de la ciencia sobre la naturaleza de los seres vivos, su diversidad, interrelaciones y evolución; sobre la Tierra, sus cambios y su lugar en el Universo, y sobre los procesos, físicos y químicos, que se producen en la materia.

OG.CN.3. Integrar los conceptos de las ciencias biológicas, químicas, físicas, geológicas y astronómicas, para comprender la ciencia, la tecnología y la sociedad, ligadas a la capacidad de inventar, innovar y dar soluciones a la crisis socioambiental

**Tabla 4**

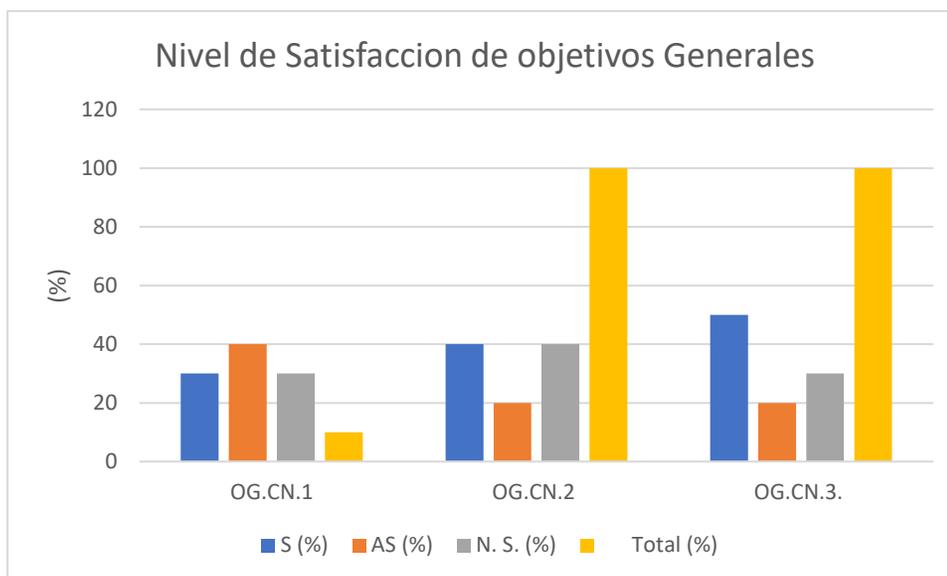
*Nivel de satisfacción de Objetivos Generales*

Indicadores	S (%)	AS	N.	
	(%)	S. (%)	Total (%)	
OG.CN.1	30	40	30	10
OG.CN.2	40	20	40	100

OG.CN.3. 50 20 30 100

**Figura 4**

*Nivel de Satisfacción de Objetivos Generales*



Como se muestra en la figura 4, los resultados del segundo de bachillerato del área de Biología con respecto al primer objetivo general reflejan una tendencia negativa del 30% del nivel satisfactorio, en tanto que en el segundo objetivo general se refleja el 40% de estudiantes satisfactorios, mientras que en el tercer objetivo general el 50% de los estudiantes mencionan estar satisfechos con dicho objetivo, es decir se interpreta que no están satisfechos con los aprendizajes obtenidos en la clase, es decir hace falta que desarrollen habilidades de pensamiento científico con el fin de lograr flexibilidad intelectual, espíritu indagador y pensamiento crítico; demostrar curiosidad por explorar el medio que les rodea y valorar la naturaleza como resultado de la comprensión de las interacciones entre los seres vivos y el ambiente físico.

Así también en el segundo objetivo general el 40% no se sientes satisfechos es decir no pudieron comprender el punto de vista de la ciencia sobre la naturaleza de los seres vivos, su diversidad, interrelaciones y evolución; sobre la Tierra, sus cambios y su lugar en el Universo, y sobre los procesos, físicos y químicos, que se producen en la materia.

Finalmente, el 30% de los estudiantes no lograron Integrar los conceptos de las ciencias biológicas, químicas, físicas, geológicas y astronómicas, para comprender la ciencia, la tecnología y la sociedad, ligadas a la capacidad de inventar, innovar y dar soluciones a la crisis socioambiental.

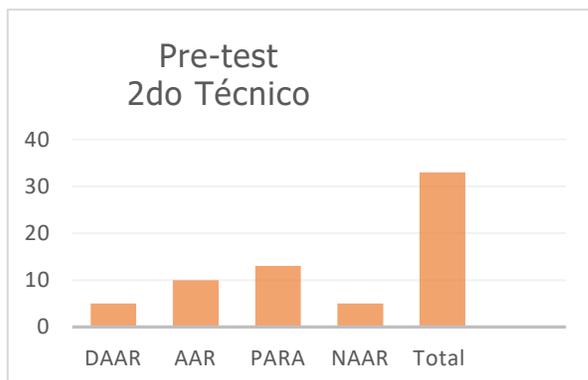
### ***Principales resultados del Pre-test***

Los contenidos del Pre-Test tienen amplia relación con los conceptos básicos de la genética, como el gen, genoma, locus, cromosoma, entre otros, dichas preguntas fueron planteadas por los investigadores tomando en cuenta los contenidos previamente vistos en clases, las preguntas fueron tomadas a los segundos de bachillerato A y segundo de bachillerato Técnico consecutivamente con el fin de conocer los conocimientos adquiridos durante la clase tradicional.

En la figura 5 y 6, se muestran los resultados del pre-test realizado a los 30 y 32 estudiantes del segundo de bachillerato Técnico y segundo de bachillerato A consecutivamente, en la cual se hace la comparación para la elección del grupo experimental y grupo control.

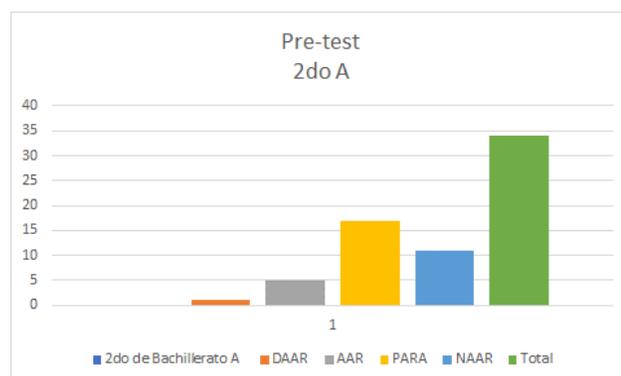
**Figura 5**

*Resultados del Pre-test del 2do A*



**Figura 6**

*Resultados del Pre- test del 2do Técnico*

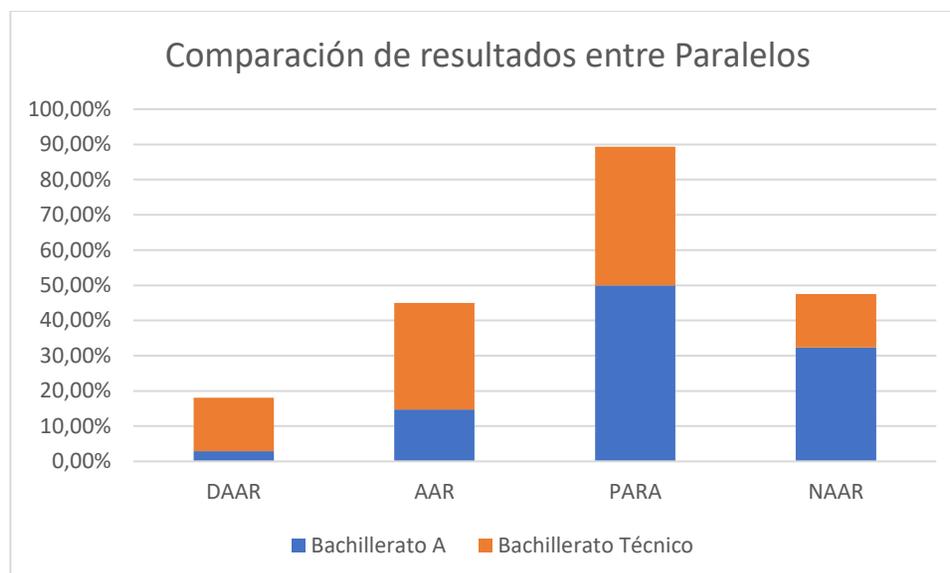


En primera instancia el segundo técnico tiene más estudiantes que dominan los aprendizajes requeridos en comparación con el segundo de bachillerato A, los cuales tienen dificultad para adquirir conocimientos teóricos y relacionarlos entre sí.

En la ilustración 6, se visualiza la diferencia porcentual entre ambos paralelos en la cual el análisis demuestra una diferencia significativa entre el segundo Técnico y A, especialmente al considerar el porcentaje de los estudiantes en cada evaluación.

**Figura 7**

*Comparación entre paralelos en porcentajes.*



DAAR (Domina los Aprendizajes Requeridos):

En Bachillerato A, aproximadamente el 3% de los estudiantes domina los aprendizajes requeridos, mientras que en Bachillerato Técnico este porcentaje se eleva significativamente a alrededor del 15%. Esto indica una superioridad en el dominio de los contenidos por parte de los estudiantes del Bachillerato Técnico.

AAR (Alcanza los Aprendizajes Requeridos):

Bachillerato A presenta un 15% de estudiantes que alcanzan los aprendizajes requeridos, en comparación con el 32% en Bachillerato Técnico. Esto resalta una vez más el mejor desempeño del grupo técnico en la consecución de los objetivos de aprendizaje.

PARA (Próximo a Alcanzar los Aprendizajes Requeridos):

En términos de estudiantes próximos a alcanzar los aprendizajes requeridos, Bachillerato A muestra un 50%, superando al 40% en Bachillerato Técnico. Esto indica que, aunque el

Bachillerato A tiene más estudiantes en esta categoría, la proporción en relación con el total es más alta en el Bachillerato Técnico.

NAAR (No Alcanza los Aprendizajes Requeridos):

La categoría de "No Alcanza los Aprendizajes Requeridos" revela que aproximadamente el 32% de los estudiantes en Bachillerato A se encuentra en esta situación, mientras que en Bachillerato Técnico esta cifra se reduce a alrededor del 16%. Este dato sugiere un mejor rendimiento en el grupo técnico en términos de estudiantes que no alcanzan los objetivos de aprendizaje.

El análisis porcentual destaca que, aunque el Bachillerato A tiene una proporción mayor de estudiantes próximos a alcanzar los aprendizajes requeridos, el Bachillerato Técnico lidera en las categorías de dominio y alcance de los objetivos de aprendizaje, proporcionando una visión más detallada del desempeño relativo de ambos grupos.

## **Propuesta**

### **4.1. Descripción general de la propuesta:**

La presente propuesta tiene como objetivo implementar el material didáctico biomimético para mejorar el aprendizaje de Genética en el segundo de bachillerato A y Técnico en la unidad educativa "JBV"

Como bien se sabe el aprendizaje de conceptos básicos de genética son primordiales para conocer el funcionamiento de nuestro cuerpo, los cuales se estudian en la unidad dos del libro de Biología del segundo año de bachillerato, no obstante se ha observado que en la institución educativa los estudiantes tienen dificultades para afrontar la asignatura y adquirir conocimientos

sobre la Genética, por lo cual esta propuesta busca implementar el material didáctico basada en la inspiración de la Biomimética usando la sabiduría de la naturaleza para el diseño material didáctico biomimético que permita fortalecer los conceptos genéticos más importantes.

Mediante el diseño de una estructura y la investigación se buscarán ejemplos claros de la Biomimética, para identificar procesos asociados a genética y mediante estos ejemplos se busca impartir conocimiento, al mismo tiempo esperando que los estudiantes se faciliten y comprendan de mejor manera la genética y sus principios básicos.

Algunos de los recursos que se va a utilizar son el material didáctico realizado por los mismos estudiantes aplicando los conocimientos genéticos en estructuras inspiradas en la naturaleza.

Así también otro recurso a utilizar es el tablero inspirado en el ajedrez, pero de carácter cromosómico genético para aplicar conceptos vistos en clase mediante el juego, cabe mencionar que cada pieza fue diseñada cuidadosamente cuidando y combinando las estructuras del ajedrez con las estructuras ya sea del gen o del cromosoma.

Además, se pretende utilizar el cuento inspirado en la naturaleza donde se aplican conceptos de genética en forma de cuento.

Para enseñar los nuevos avances y la importancia de la genética en la actualidad se observa una película denominada Jurassic Park, la cual trata sobre distintos experimentos genéticos, se utiliza esta película para debatir sobre la ingeniería genética.

Cabe mencionar que para complementar las actividades se manda a hacer el árbol genealógico personal el cuál los estudiantes deben identificar dos rasgos de sus familias durante las generaciones posibles.

Para llevar a cabo la propuesta se plantea los siguientes objetivos:

Objetivo general: implementar el Biomimetismo para mejorar la comprensión de Genética en el 2do de bachillerato del colegio “JBV”.

#### **4.2. Plan de Trabajo**

El plan de trabajo contempla la presentación de un cronograma de actividades que se valdrá de la Biomimética y otras herramientas, todas orientadas a mejorar la comprensión de los temas de genética.

La integración del método biomimético en la creación de recursos educativos para la enseñanza de la genética emplea conocimientos y principios extraídos de la naturaleza para establecer una experiencia educativa distintiva y eficaz, promoviendo un aprendizaje dinámico y significativo en el que los estudiantes participan activamente en actividades prácticas inspiradas en el mundo natural.

Este enfoque estimula la creatividad al exponer a los estudiantes a buscar soluciones innovadoras y eficaces observadas en la naturaleza, despertando así su curiosidad y animándolos a explorar cómo los organismos vivos enfrentan retos similares a los estudiados en genética.

Además, fomenta un enfoque educativo multidisciplinario, mejorando la comprensión de los conceptos genéticos mediante la integración del desarrollo de material didáctico biomimético.

Para una comprensión más detallada del desarrollo de la propuesta, esta se ha estructurado en un periodo de 6 semanas, durante las cuales se lleva a cabo una etapa específica por semana, siguiendo el siguiente esquema:

Etapa 1: Introducción a la genética. Durante esta fase, los estudiantes se adentran en los conceptos fundamentales de la genética mediante el uso de recursos audiovisuales, debates e investigaciones sobre su propio árbol genealógico.

Etapa 2: Introducción a la Biomimética. Se presenta la Biomimética de manera accesible, utilizando terminología sencilla para facilitar la comprensión de los estudiantes. Se apoya en contenido audiovisual y ejemplos físicos para explorar este campo de estudio.

Etapa 3: Exploración y Creación. En esta etapa, los estudiantes se organizan en grupos y comienzan a generar ideas para la creación de material didáctico inspirado en la biomimética, con un enfoque en temas genéticos. Además, realizan una exploración del entorno escolar para identificar ejemplos de genética en la vida cotidiana.

Etapa 4: Desarrollo. Durante esta fase, los estudiantes se enfocan en la elaboración del material didáctico biomimético. Se llevan a cabo las primeras revisiones y observaciones, y se continúa con la implementación de actividades diseñadas para profundizar en el estudio de la genética.

Etapa 5: Presentación y Evaluación. En esta etapa final, cada grupo presenta su material didáctico biomimético, destacando cómo aplicaron los conceptos de genética en su elaboración. Finalmente, se lleva a cabo un pos-test para evaluar el aprendizaje adquirido durante el proceso.

Las etapas distribuidas a lo largo de las semanas, se encuentran detalladas en la **Tabla 5**

**Tabla 5***Cronograma de actividades*

<b>Tiempo</b>	<b>Actividades para realizar</b>
<b>Semana 1</b>	<p>Actividad 1: Debate ético sobre la película Jurassic Park (1993): donde se relacionan conceptos genéticos con el avance de la tecnología.</p> <p>Actividad 2: Investigación previa sobre las adaptaciones genéticas.</p> <p>Actividad 3: Conversatorio sobre tipos de herencia para enviar como tarea a los estudiantes realizar un mapa Genético Personal con las características de sus antecesores desde la mayor generación posible hasta llegar a la más reciente de su familia.</p>
<b>Semana 2</b>	<p>Actividad 1: Introducción a la Biomimética impartida por los autores del proyecto.</p> <p>Actividad 2: Conversatorio sobre Aplicación de la Biomimética en la vida cotidiana. Asociación de primeras ideas en búsqueda de un problema de carácter biológico.</p>
<b>Semana 3</b>	<p>Actividad 3: Generación de grupos de trabajo para el proyecto de desarrollo de material didáctico Biomimética.</p> <p>Actividad 1: Video interactivo sobre la Biomimética.</p> <p>Actividad 2: Cuento Genético inspirado en la naturaleza.</p> <p>Actividad 3: Ideas generales para el modelado de proyectos de Biomimética usando la genética (realizada por los estudiantes).</p> <p>Actividad 4: trabajo de campo, en donde los estudiantes observan los tipos de geranios en la institución y predicen el tipo de herencia.</p>
<b>Semana 4</b>	<p>Actividad 1: Juego mental usando el tablero Genético inspirado en el cromosoma y gen con modelado tipo Ajedrez</p> <p>Actividad 2: Primera revisión y retroalimentación del diseño del proyecto Biomimética genético.</p> <p>Actividad 3: Primera revisión sobre el avance de los proyectos de desarrollo de material Biomimética.</p>
<b>Semana 5 y 6</b>	<p>Parte final del proyecto</p> <p>Actividad final 1: Concurso de mejor proyecto de material reciclado.</p>

---

Actividad final 2: Evaluación de proyectos de material didáctico  
Biomimética finales.

Actividad final 3: Pos-test: Prueba de conocimiento.

---

#### 4.3. Descripción detallada de cada actividad:

Debates Éticos:

Los estudiantes observan previamente la película Jurassic Park, la cual trata sobre acontecimientos importantes y manipulación de genomas.

Después de observar la película discuten en clase y debaten sobre la manipulación genética y sobre los nuevos avances de genética acompañado de la teoría impartida por el libro sobre ingeniería genética abriendo paso al pensamiento crítico y asociando conceptos a la genética. Siendo importante esta actividad para que los estudiantes tengan criterio propio y observen desde una película las posibilidades de mejorar genéticamente un organismo.

Clase de inducción sobre el biomimetismo

En esta clase se aborda temas muy importantes sobre la Biomimética, a través de ejemplos y videos, los cuales sirven para que los estudiantes asocien la Biomimética a problemáticas actuales, en primera instancia se les da a conocer el tema para que luego ellos vayan a sus casas y aborden a profundidad, conozcan sobre la inspiración de la naturaleza para crear nuevas soluciones a problemas cotidianos y lo relacionen con la genética.

Lectura de un cuento inspirado en la naturaleza

En este cuento se explica terminología genética como: gen, genoma, autosómico, homocigoto, heterocigoto, dotación cromosómica y alelo, el cuento fue realizado por los

investigadores inspirado en la misma naturaleza para captar y llamar la atención de los estudiantes vinculándose la teoría con la fantasía en modo de captar su atención, el cuento se puede ver en el anexo 1.

#### Ejemplos en la Naturaleza:

Los estudiantes observan las plantas de geranios de la institución educativa con el fin de Relaciona conceptos genéticos con ejemplos en la naturaleza. De esta manera se explorar cómo las plantas han desarrollado estrategias genéticas para adaptarse a diferentes entornos, de la misma forma ellos predicen el color de los geranios haciendo posibles combinaciones entre sus colores para determinar la probabilidad de cada color, los colores con los que se trabajaron fueron el tomate, blanco, rojo y rosado, de tal forma que con la actividad se buscó relacionar términos de herencia dominante, codominante e intermedia, cuyas observaciones se muestran en el anexo 2, 3 y 4.

#### Juego mental del Ajedrez Genético:

Con ayuda de la inteligencia artificial y mediante el mismo ajedrez tradicional los investigadores se propusieron imprimir el modelo de ajedrez en forma de genes, para usarlo en el aula de clase, el juego está diseñado para hacer posibles combinaciones genéticas entre peones, reina y rey, arfil y torres, como se muestran en los anexos 5 y 6, de tal forma que se combina los conceptos de genética con principios Biomimética ya que ambos implican usar estrategias y diseño basadas en la observación e imitación de la misma naturaleza.

Para entenderlo de mejor manera, en el ajedrez los jugadores deben anticipar sus movimientos siendo estratégicos, es decir planificar sus movimientos en función de patrones,

posiciones y movimientos previos, de manera similar la Biomimética busca adquirir conocimiento mediante la observación de la naturaleza para diseñar estructuras más fuertes, o sistemas de transportes más eficientes o simplemente material innovador.

Además, los ajedrecistas desarrollan habilidades para observar y reconocer patrones y sobre todo adaptarse a distintas situaciones del tablero de manera analógica, los Biomiméticos observan como la naturaleza a resuelto problemas similares a los que enfrentan las personas y adaptan esas situaciones a aplicaciones humanas.

#### Mapa Genético Personal:

En esta actividad los investigadores buscan relacionar y vincular la teoría con la práctica mediante el conocimiento de alelos dominantes y recesivos en cada familia del estudiante, por lo tanto, la actividad es 100% individual, para ello se propuso a los estudiantes a crear un mapa genético personal como se observa en el anexo 7, en la cual pueden hacer sus investigaciones y describir los rasgos físicos y genéticos que heredaron de sus padres, abuelos y bisabuelos y el caso de tenerlos.

Para ello en actividad los estudiantes demostraron emociones de felicidad y entusiasmo, resultando ser exitosa y provocando debate en la próxima clase, ya que algunos de ellos no entendían por qué algunos rasgos físicos de sus padres no eran igual al de ellos, siendo la genética el punto de explicación para este tema, además con ayuda de este mapa se pudo explicar las tres leyes de Mendel y los estudiantes pudieron percibir las razones de sus características.

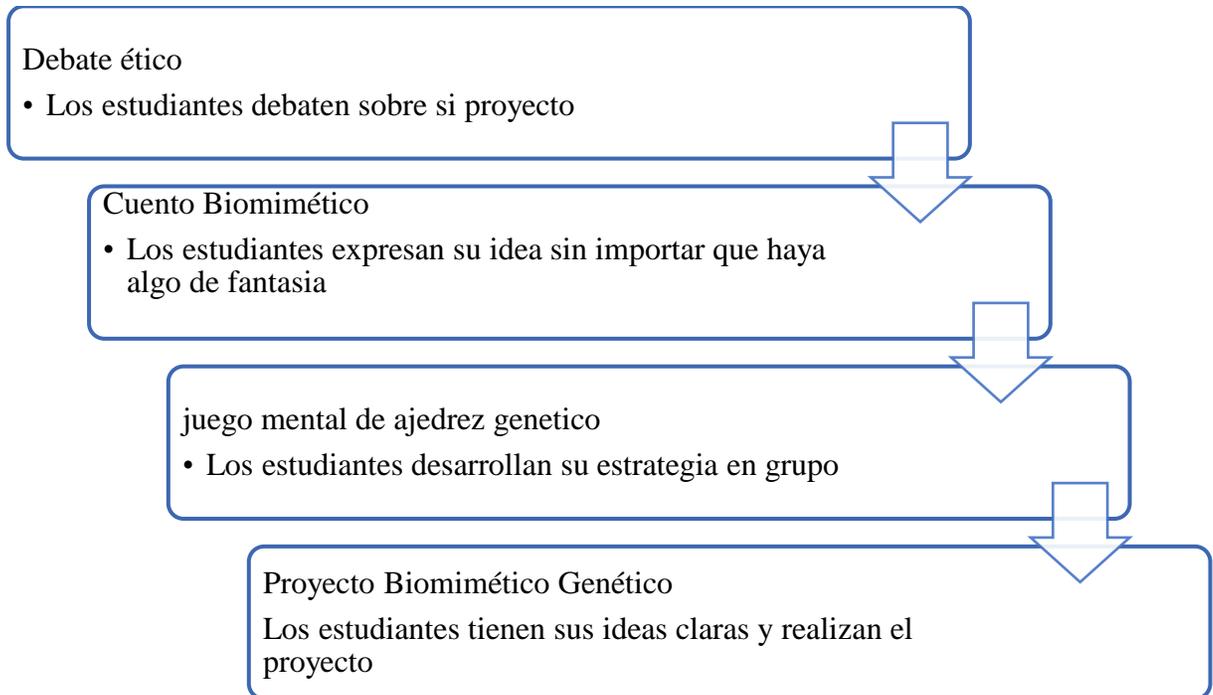
#### Proyectos de Diseño Biomimética:

Este proyecto de diseño biomimético es la actividad principal en esta implementación, ya que refleja todo lo aprendido anteriormente, los conceptos de genética como gen, genoma, herencia, alelo, recesividad, tipos de herencia, entre otros, es decir mediante este proyecto ellos se inspiran en la naturaleza para aplicar soluciones eficientes a un proyecto usando los conceptos aprendidos en clase, de tal forma que usan todos los recursos vistos anteriormente en clase todo el material didáctico y lo vuelven un solo material, en donde ellos puedan explicar cualquier tema relacionado con la genética mediante el proyecto biomimético como se observa en la figura

4

**Figura 8**

*Ideación del proyecto Biomimético*



Etapa 1

En la primera etapa los estudiantes pensaron en un problema cualesquiera de su entorno y lo escribieron en un trozo de cartulina como se observa en anexo 8, para luego pensar en una solución a ese problema usando los conceptos de genética, en esta etapa se les puso de ejemplo el cuento para que ellos desarrollen sus propias ideas sin importar que fantasiosas fueran, es un espacio donde no existen ideas malas, todas las ideas son aceptadas sin excepción, además de ser un espacio para usar la imaginación e inspirarse pensar en cualquier idea, o simplemente inspirarse en la naturaleza ofreciendo una solución a cualesquier problema que a ellos se les viene a la mente, cabe mencionar que estas ideas también fueron puestas en una cartulina pequeña como se muestra en el anexo 9.

Para el siguiente paso en esta misma etapa 1, tercera parte los estudiantes se reunieron en grupo para trabajar en sus proyectos Biomiméticos genéticos, los investigadores pasaron por cada grupo revisando la actividad y realizando la retroalimentación correspondiente a cada grupo.

Finalmente para terminar con esta primera etapa en las siguientes clases los estudiantes presentaron sus primeros avances, cada grupo tenía que traer la explicación para sus maquetas y tener avanzado algo de sus trabajos como se muestra en el anexo 10, en esta etapa los investigadores se dieron el trabajo de dar la retroalimentación a todos los grupos de trabajo dependiendo de que tan avanzado están los trabajos, cabe mencionar que la mayoría de grupos tenía la maqueta avanzada sin embargo un grupo de jóvenes tenía solamente la idea del proyecto pero no tenía la maqueta para defenderse.

## Etapa 2.

En la segunda etapa los estudiantes expusieron sus proyectos Biomimética completos, cabe mencionar que todos los estudiantes explicaron sus maquetas explicando el tema de genética, en esta actividad se pudo visualizar los conocimientos adquiridos durante la implementación de los investigadores.

### **5.4. Análisis y discusión de resultados de la implementación de la propuesta**

El estudio se llevó a cabo en el segundo de bachillerato A y Técnico con el propósito de investigar el impacto del material didáctico biomimético para la comprensión de la genética, tras la aplicación del post-test, es esencial reflexionar sobre el progreso de los estudiantes y comparar los resultados obtenidos con los obtenidos en el pre-test, para ello se dividió a un total de 62 estudiantes, los cuales 30 corresponden al grupo control y 32 pertenecientes al grupo

experimental, mediante el post-test se pretende medir el dominio de contenidos de genética, después de haber implementado el material didáctico Biomimético, así como su progreso en su capacidad de entender conceptos que anteriormente se les hacía demasiado difíciles.

Para ello es necesario analizar la implementación del material didáctico implementado el cual es de suma importancia ya que para realizar este proyecto se toman en cuenta todas las actividades trabajadas y los dominios de los contenidos.

### ***Resultados de la implementación del proyecto Biomimético:***

En la unidad educativa Juan Bautista Vázquez de la ciudad de azogues se realizaron un conjunto de actividades de material didáctico Biomimética para mejorar la comprensión de la genética, este material didáctico fue implementado en el segundo de bachillerato paralelo A, el cual se calificó tomando en cuenta el dominio de los contenidos y la profundidad del tema, usando la rúbrica de evaluación de proyectos, tomado del ministerio de educación con el fin de calificar su trabajo grupal de manera justa.

Los estudiantes se dividieron en cinco grupos de trabajo por sorteo, para ello fueron pensando sus ideas y compartiendo entre el grupo para saber que idea van a proyectar, la figura 5 muestra la rúbrica de evaluación de este proyecto.

**Figura 9**

*Escala de evaluación de proyectos*

Escala	Da cuenta de
Muy superior (10)	El desempeño del estudiante demuestra apropiación y desarrollo de los temas estudiados en relación con el indicador de evaluación de manera muy superior a lo esperado.
Superior (9-7)	El desempeño del estudiante demuestra apropiación y desarrollo de los temas de estudio en su totalidad en relación con el indicador de evaluación.
Medio (6-4)	El desempeño del estudiante demuestra una apropiación y desarrollo aceptable, aunque se evidencian algunas falencias en los temas de estudio con relación al indicador de evaluación.
Bajo (3-1)	El desempeño del estudiante demuestra falencias y vacíos en la apropiación y desarrollo de las temáticas estudiadas en relación con el indicador de evaluación.
No realiza (0)	El estudiante no realizó el proyecto

Como se muestra en la figura 9, para la rúbrica se toma en cuenta el desempeño total del estudiante de acuerdo con los indicadores de nuestro proyecto que son:

Nivel de comprensión del estudiante, es decir si el estudiante demuestra los contenidos aprendidos en clase y los aplica a su proyecto, además es capaz de fundamentar sólidamente los conceptos de la genética.

Desempeño en situaciones y problemas prácticos: el estudiante es capaz de resolver un cierto problema a través de su maqueta usando la genética.

Pensamiento libre: El estudiante es capaz de fortalecer su imaginación sin importar que tan descabellada suene su idea, ya que en este punto no existen ideas malas, solo ideas mejorables.

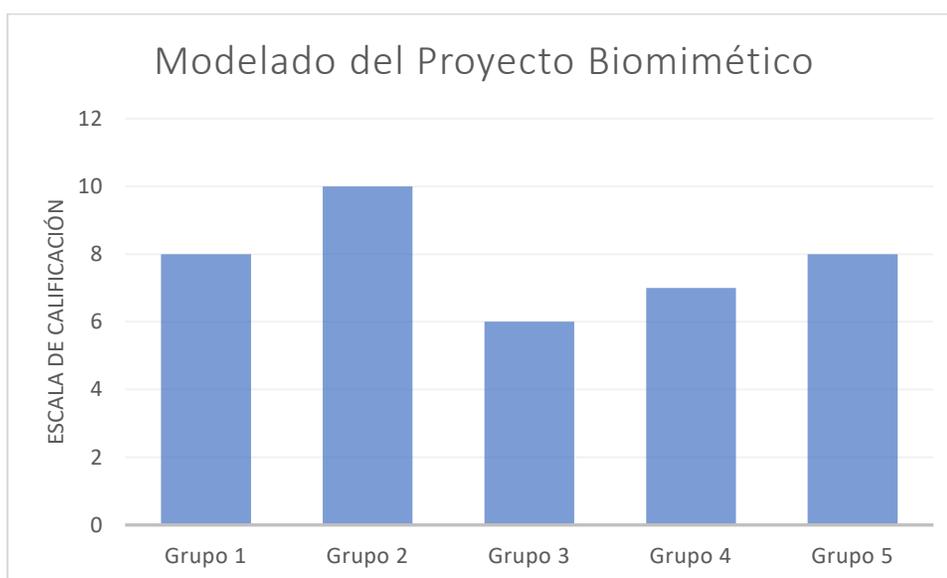
Aprendizaje basado en errores y realizar ajustes en el proceso de aprendizaje: el estudiante mejoro sus ideas de acuerdo con la retroalimentación de los investigadores, es decir en su primer avance mostro resultados y en la etapa dos los mejoro, teniendo claridad y coherencia a la hora de explicar sus ideas.

Retención y transferencia de información por parte de los estudiantes: los estudiantes manejan la información aprendida y la ponen en práctica, saben explicar que es su trabajo, porque lo eligieron y sobre todo pueden enseñar un tema de la genética mediante su proyecto de modelado Biomimético.

En la figura 10 se muestra el resultado de la implementación del proyecto biomimético de los 5 grupos.

### Figura 10

*Resultados del concurso de proyectos Biomimeticos*



### *Equipo 1*

Para el grupo 1 se muestra una calificación de 8 puntos, esto demuestra que este grupo de estudiantes se apropiaron del conocimiento de genética, sin embargo, ellos tenían la idea en la primera etapa, pero no la maqueta, solo pudieron recibir retroalimentación de las ideas generadas para la maqueta como se muestra en el anexo 11 para la etapa 2.

En su proyecto ellos explican la herencia dominante, indicando que usan los alelos dominantes asociados a características deseadas para la producción de porcinos, como por ejemplo el crecimiento rápido o la resistencia en enfermedades, este proyecto solucionaría la eficiencia en producción de carne, la resistencia en enfermedades y sobre todo mejora la calidad en la carne.

Además, en su marco teórico explican claramente que, si se introduce un alelo dominante para el crecimiento rápido de los cerdos, estos tienden a mostrar mayor crecimiento muscular y óseo, lo que resulta obtener cerdos más grandes en un menor lapso, esto sería bastante beneficioso para la industria porcina al acelerar el proceso de producción de carne.

No obstante, ellos también explican la posibilidad de introducir un alelo recesivo para la resistencia a una enfermedad particular en los cerdos, solo aquellos cerdos que hereden dos copias del alelo recesivo mostrarán resistencia a esa enfermedad. Esto permite una selección más precisa de los cerdos con la característica deseada.

Finalmente, mediante los indicadores se puede visualizar la explicación de conceptos genéticos en este grupo mediante los alelos dominantes y recesivos por ende obtuvieron su calificación equivalente a 8 puntos.

## *Equipo 2*

El grupo número dos obtuvo la calificación máxima de 10 puntos ya que ellos superaron las expectativas del material didáctico es decir supieron explicar conceptos genéticos de manera coherente, aplicaron una solución a un problema cotidiano y sobre todo mostraron dominio de los contenidos, en su proyecto data del desarrollo de un edificio en forma de ADN replicando el proyecto de un investigador **TAO ZHU YIN TUAN**, el cual absorbe grandes cantidades de dióxido de carbono al año en Taiwán, este aspecto proporciona una conexión interesante en el campo de la genética como se observa en el anexo 12 etapa 1.

Los estudiantes mencionan que la mejor forma de aprender es dividiendo su proyecto por partes, es así que cada elemento induce a un concepto genético, primeramente explicando que las estructuras de ADN, según el libro del ministerio de educación de Biología (2018) van a estar formadas por una cadena de doble hélice es decir, se van a encontrar estructuras más pequeñas como amina, timina, guanina y citocina, y uracilo los cuales se emparejan para formar sus cadenas tal y como se observa en el anexo 13 etapa 2, en la que los estudiantes unieron adenina con timina, citocina con guanina y timina con amina para armar la estructura de su edificio, luego de ello en la parte interna de la estructura representaron la cadena de doble hélice datando que son los caminos por donde se van a movilizar todos los integrantes de esa vivienda.

Además, los estudiantes dan a conocer que los genes están localizados en el cromosoma en el núcleo de la célula, por lo que sus estructuras internas son espacios donde albergan cromosomas conectando a todas las partes del edificio, este concepto lo inducen tomando en cuenta que al conectar a un toma corriente su proyecto este se enciende y conecta todas las partes

del edificio dando luz a toda la construcción, por ende se simboliza la esencia del ADN, donde la información genética se almacena y se transmite, al igual que los cromosomas, contienen genes que van a determinar las características específicas de cada parte de tal forma que convergen todas las funciones y características, sin dejar de lado que al incorporar elementos de diseño reflejan la organización y la estructura del ADN, como patrones buscando crear experiencias de aprendizaje y garantizando la belleza genética.

Por lo tanto, este grupo simbolizo y explico los conceptos genéticos de manera clara y sencilla, explicando cada parte del trabajo asociada a cada concepto de ADN, sin dejar atrás la investigación de proyectos que se han realizado en otros Países, además cumplió satisfactoriamente con la etapa 1 y dos, es decir en la etapa 1 recibió retroalimentación y mejoro su proyecto tomando en cuenta los concejos de los investigadores.

### ***Equipo 3***

De la misma forma el grupo 3 obtuvo una calificación de 6 puntos, siendo el grupo con menor calificación, según la rúbrica de evaluación en este grupo existen falencias en los indicadores de evaluación, es decir aplican la solución al problema planteado, pero sin embargo no demuestra un dominio total de contenido, les falta la apropiación de conocimientos genéticos, el proyecto de ellos se trata de un hotel inspirado en los caracoles, con caminos y pasillos en forma de sillones de cromosomas y células, ofrece una oportunidad única para profundizar en el concepto de mutación genética.

Utilizando el diseño arquitectónico, el equipo pudo ilustrar la estabilidad y flexibilidad del ADN frente a las mutaciones, lo que permitió discutir cómo las mutaciones afectan a los organismos.

Al mapear elementos arquitectónicos que simbolizan la estabilidad del ADN (como la estructura fuerte y unificada de un edificio) y contrastarlos con áreas que representan mutaciones (como partes modificadas o alteradas), el equipo puede resaltar cómo las mutaciones genéticas producen beneficios y daños. Resultados y cambios en los organismos. Esta representación visual proporciona una forma concreta de estudiar cómo las mutaciones afectan la forma y función de los organismos y cómo estas variaciones genéticas afectan la evolución y adaptación de las especies.

Por ende, el diseño del hotel con forma de caracol proporciona una plataforma única para discutir las mutaciones genéticas y mostrar cómo afectan la diversidad y complejidad de la vida. Este enfoque creativo no sólo profundiza la comprensión de la genética, sino que también resalta la conexión entre la biología y la arquitectura en la comprensión de los procesos fundamentales de la naturaleza.

Sin Embargo, los estudiantes no tenían claro algunos de los conceptos, en la etapa 1 recibieron retroalimentación, pero no la supieron concretar presentando dos veces el mismo proyecto en la etapa 1 y 2 como se muestra en el anexo 14 y 15 sucesivamente.

#### ***Equipo 4.***

El grupo numero 4 obtuvo una calificación de 7 puntos, ya que demuestra haber aprendido y maneja los conceptos vistos en clase su proyecto se trata de un parque temático, Blood Slide, ofrece una emocionante representación de conceptos genéticos relacionados con los tipos de sangre y la herencia como se visualiza en el anexo16 y 17 consecutivamente para las dos etapas.

Utilizando portaobjetos que requerían glóbulos blancos o rojos para deslizarse, el equipo creó una analogía visual para comprender cómo los diferentes tipos de células sanguíneas afectan la circulación y la salud, ellos mencionan que originalmente estaba pensado en hacer muchísimas estructuras con flores sanguíneas para expresar la diversidad en los tipos de sangre, explican que este límite de tiempo agrega un elemento de anticipación, ya que los visitantes pueden esperar que el parque se expanda para incluir una gama más amplia de toboganes, lo que refleja cómo la genética determina una amplia gama de rasgos en los organismos. Además, la parte inferior del parque está formada por flores tradicionales en el medio, y las decoraciones en forma de cromosomas en ambos lados añaden profundidad al concepto. Las flores de herencia intermedia sugieren la idea de herencia intermedia, donde ciertos rasgos se expresan como una combinación de alelos heredados de los padres. Esta representación puede aprender cómo interactúan los genes y se expresan en fenotipos complejos.

Las decoraciones en forma de cromosomas a ambos lados del parque también brindan una conexión visual con la genética y el patrimonio. Al demostrar la importancia de los cromosomas en la transmisión de información genética, el equipo destacó cómo la estructura del ADN en el núcleo de la célula afecta a nuestro cuerpo y a nuestras características biológicas.

Finalmente, el equipo cumplió con el trabajo final pero no lo concreto completamente, es por ello que obtuvo una calificación de 7 puntos lo que induce que necesita una segunda retroalimentación para fortalecer más sus conceptos.

### ***Equipo 5.***

El grupo 5, recibió una calificación de 8ptos, ya que recibieron comentarios de la etapa 1 y mejoraron la etapa 2, explicaron en su proyecto que el edificio fue construido en forma de

ADN, inspirándose en la fascinante estructura de doble hélice del ADN, el equipo desarrolló un diseño arquitectónico único que pretende ser no sólo una obra impresionante, sino también una poderosa herramienta educativa para explicar los conceptos básicos de la genética y la biología molecular.

El edificio está diseñado para imitar la forma helicoidal del ADN, con dos columnas principales entrelazadas que representan hebras complementarias de nucleótidos, las columnas pueden revestirse con materiales translúcidos o transparentes para evocar la naturaleza invisible pero vital del ADN, creando una experiencia educativa visualmente impactante.

El edificio alberga exposiciones interactivas, salas de conferencias y laboratorios dedicados a la investigación en genética y biología molecular, estas instalaciones educativas permitirán a los visitantes aprender sobre temas como la replicación del ADN, la transcripción y traducción de genes y las aplicaciones prácticas de la ingeniería genética.

Además de sus funciones educativas, el edificio con forma de ADN también servirá como centro de investigación genética, en donde investigadores, profesores y estudiantes podrán colaborar en proyectos innovadores y promover el conocimiento científico en este campo, su plan es combinar instalaciones de biotecnología y genómica para avanzar en el estudio y la aplicación de la genética en campos que van desde la medicina hasta la agricultura.

El equipo 5 comento sobre su proyecto teniendo dominio de contenidos, ya que se les pregunto sobre conceptos genéticos y lo supieron explicar bastante bien, su nota es de 8 ptos, ya que ellos no concretaron su proyecto como lo tenían pensado en la etapa 1, como se visualiza en el anexo 18 y 19 consecutivamente.

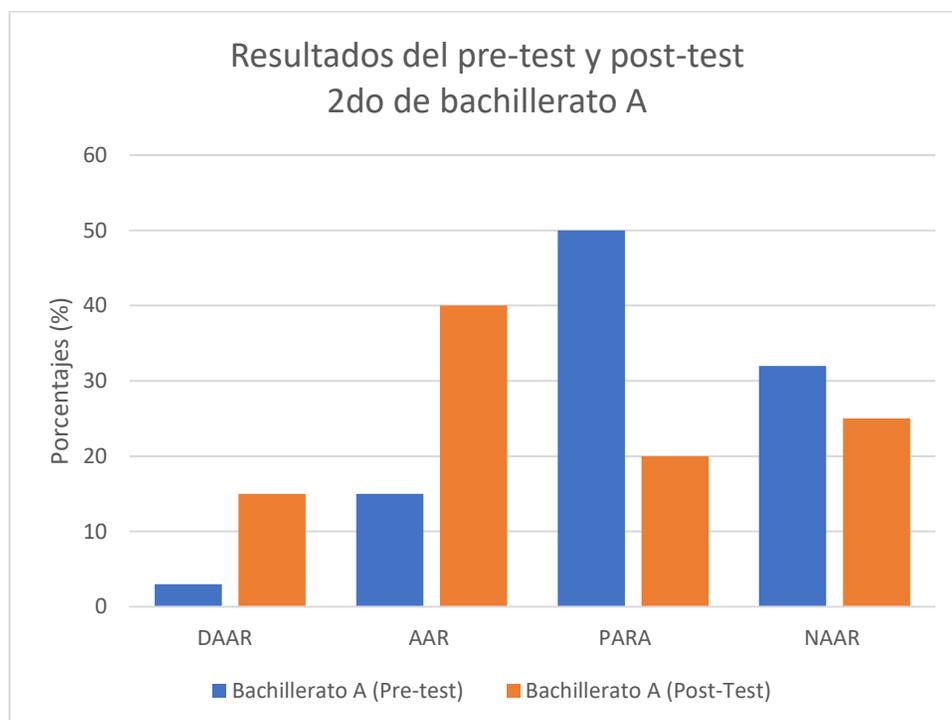
### *Resultados del post-test del segundo A*

Luego de analizar a profundidad el modelado de proyectos Biomiméticos se realiza un post-test para conocer los resultados de aprendizaje de los estudiantes de los dos paralelos, del segundo de bachillerato A y del segundo de bachillerato Técnico, tomando en cuenta que en el bachillerato técnico no se implementó material didáctico para reforzar conocimientos a cerca de genética.

En la Figura se muestra los resultados del pre-test y Post-test del 2do año de bachillerato A, teniendo en el eje Y los porcentajes de estudiantes y en el eje X los estudiantes que alcanzan los aprendizajes requeridos.

### **Figura 11**

*Resultados del pre-test y post-test del segundo A.*



Como se observa en la figura 4, los estudiantes aumentaron su nivel de comprensión en conceptos relacionados con el tema de genética, sobre todo se observa un aumento sustancial en los alumnos que dominan los aprendizajes requeridos, pasando del 3% de estudiantes al 15% de estudiantes es decir su aumento fue de 12 puntos.

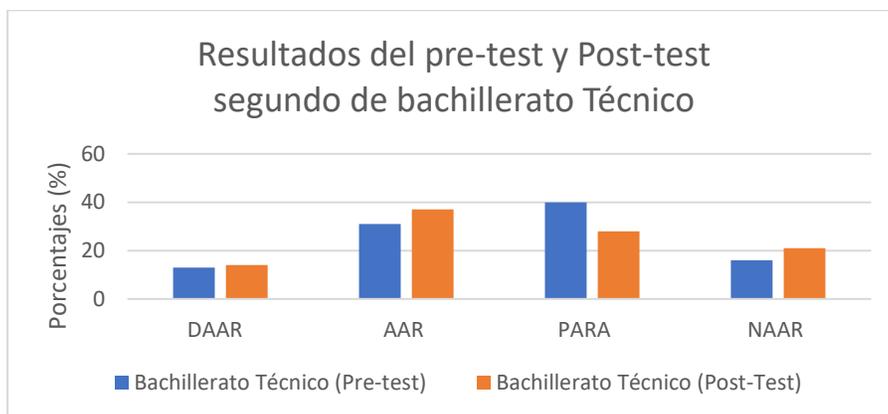
De la misma forma los estudiantes que alcanzan los aprendizajes requeridos aumentaron del 15% al 40% existiendo un alcance de 25 puntos en mejoría, así también el número de estudiantes que están próximos alcanzar los aprendizajes requeridos disminuyó del 50% al 20% existiendo 30 puntos de diferencia, en cuanto a los estudiantes que no alcanzaron los aprendizajes requeridos tubo una minoría mínima en sus resultados pasando del 32% al 25% de los estudiantes que no alcanzan los aprendizajes requeridos, es decir disminuyeron en 7%.

En general los resultados muestran un aumento general en el nivel de comprensión de los estudiantes en conceptos relacionados con la genética, con mejoras significativas en los grupos que dominan y alcanzan los aprendizajes requeridos. Sin embargo, también se observa una reducción en el grupo de estudiantes próximos a alcanzar los aprendizajes requeridos, lo que sugiere una redistribución del progreso hacia niveles más avanzados de comprensión.

De la misma forma en la figura 5 se muestran los resultados de segundo de bachillerato Técnico.

**Figura 12**

*Resultados del pre-test y post-test del segundo Técnico*



Como se observa en la figura 5, hubo un ligero aumento del 1% en el porcentaje de estudiantes que dominan los aprendizajes requeridos después del periodo de estudio, también se observa un aumento del 6% en el porcentaje de estudiantes que alcanzan los aprendizajes requeridos, sin embargo, hubo una disminución del 12% en el porcentaje de estudiantes que están próximos a alcanzar los aprendizajes requeridos, finalmente, se registró un aumento del 5% en el porcentaje de estudiantes que no alcanzan los aprendizajes requeridos.

Estos resultados podrían indicar que, aunque hubo mejoras en las categorías de DAAR y AAR, hubo un retroceso en la categoría de PARA y un aumento en la categoría de NAAAR. Esto se debe a que el programa de intervención no fue el mismo para los dos paralelos, ya que en el segundo de bachillerato Técnico no se realizaron actividades para reforzar lo aprendido en clases, únicamente se toda la clase que siempre se venía trabajando.

Comparación de resultados entre *paralelos*.

Al contrastar los resultados del pre-test y post-test entre ambos grupos, es decir en el segundo de bachillerato A (donde se implementaron actividades como el juego de ajedrez genético y el proyecto Biomimético) y el segundo de bachillerato Técnico (que recibió clases tradicionales), se evidencia una mejora significativa en el aprendizaje de genética en el grupo del segundo de bachillerato A, ya que este grupo aumento sustancial en el dominio de los aprendizajes.

Estos resultados sugieren que las actividades Biomiméticas implementadas fueron efectivas en mejorar la comprensión y dominio de los conceptos genéticos por parte de los estudiantes.

El análisis comparativo entre el pre-test y post-test destaca la efectividad de las actividades Biomiméticas implementadas en el grupo de Bachillerato A para mejorar significativamente el aprendizaje de genética, en contraste con el progreso más limitado observado en el grupo de Bachillerato Técnico, que recibió instrucción tradicional.

Resultados de la encuesta de percepción de los estudiantes:

Para dar cumplimiento al último indicador (percepción del estudiante), los investigadores pretenden conocer el nivel de satisfacción de los estudiantes mediante la autoevaluación, coevaluación y heteroevaluación, proceso mediante el cual los estudiantes se califican a ellos mismos sobre su proceso de aprendizaje y evolución a lo largo del proyecto, en segunda instancia califican a sus compañeros para finalmente ser calificados por los investigadores, en la figura 9 se muestran las medidas de tendencia central de este proceso evaluativo.

En la tabla 6 se muestra el nivel de satisfacción correspondiente a cada número.

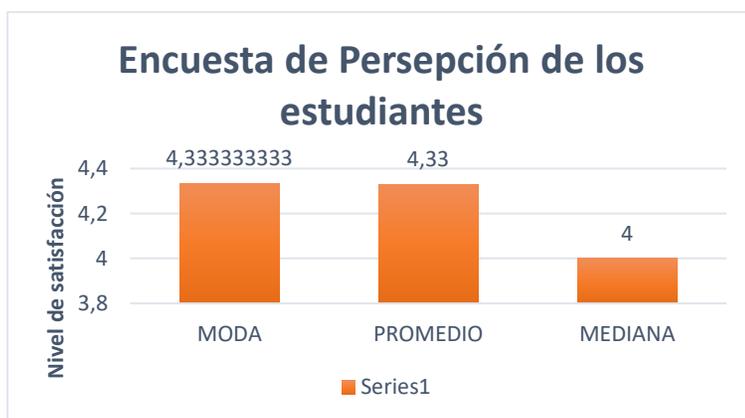
**Tabla 6**

*Escala de satisfacción*

Número	Satisfacción
1	Totalmente insatisfecho
2	Insatisfecho
3	Algo satisfecho
4	Satisfecho
5	Totalmente satisfecho

**Figura 13**

*Encuesta de Percepción de los estudiantes*



***Análisis y Discusión de los resultados de la Encuesta de percepción de los estudiantes***

Como se observa en la figura 9 la Moda es de (4.33): lo que significa que la categoría de satisfacción más común entre los encuestados es "Satisfecho". Sin embargo, dado que el valor máximo posible en la escala es 5 y la moda está más cerca de este valor que del mínimo (3), podemos inferir que la mayoría de los encuestados están inclinados hacia el extremo superior de la escala de satisfacción.

Promedio (4.33): El promedio sigue siendo 4.33, lo que indica que, en promedio, los encuestados tienden a estar satisfechos en la escala de satisfacción. Dado que el valor máximo es 5 y el promedio está cerca de este valor, confirma la tendencia hacia niveles más altos de satisfacción en la muestra.

Mediana (4): La mediana sigue siendo 4, lo que significa que el 50% de las respuestas están por encima de 4 y el 50% están por debajo de 4 en la escala de satisfacción. Dado que el valor máximo posible es 5 y la mediana está cerca de este valor, sugiere que la mayoría de los encuestados se encuentran en los niveles más altos de satisfacción en la muestra.

De la misma forma se observa que el mínimo es 3 y el máximo siendo 5, y con la moda, el promedio y la mediana indicando una tendencia hacia valores más altos en la escala de satisfacción, se puede deducir que la mayoría de los encuestados reportaron niveles de satisfacción bastante altos, cercanos al extremo superior de la escala. Esto sugiere que el tema evaluado fue generalmente bien recibido y satisfactorio para la muestra.

### **Triangulación de Datos**

Implementación del Proyecto Biomimético:

Se llevó a cabo en el segundo de bachillerato paralelo A de la unidad educativa Juan Bautista Vázquez en Azogues.

Los estudiantes se dividieron en cinco grupos de trabajo y se evaluaron utilizando una rúbrica que consideraba varios indicadores, como el nivel de comprensión, desempeño en situaciones prácticas, pensamiento libre, aprendizaje basado en errores y la retención y transferencia de información.

Los resultados mostraron una variación en la calificación de los grupos, con el grupo 1 obteniendo 8 puntos, el grupo 3 obteniendo 6 puntos y el grupo 2 obteniendo la calificación máxima de 10 puntos.

#### Resultados del Post-test:

Después de la implementación del proyecto Biomimético, se realizó un post-test para evaluar el nivel de comprensión de los estudiantes en conceptos relacionados con la genética.

Se observó un aumento significativo en el nivel de comprensión en los grupos que dominaban y alcanzaban los aprendizajes requeridos. Sin embargo, también se observó una reducción en el grupo de estudiantes próximos a alcanzar los aprendizajes requeridos.

Después de la implementación del proyecto Biomimético, los estudiantes en el segundo de bachillerato paralelo A mostraron un aumento considerable en su nivel de comprensión en comparación con los resultados del pre-test. Esta mejora sugiere que las actividades implementadas fueron efectivas para fortalecer su comprensión de los conceptos genéticos.

#### Encuesta de Percepción de los Estudiantes:

La encuesta mostró que la mayoría de los encuestados reportaron niveles de satisfacción bastante altos con el proyecto Biomimético.

La moda, el promedio y la mediana de la escala de satisfacción indicaron una tendencia hacia valores más altos en la satisfacción de los estudiantes.

#### Resultados de la Triangulación:

La implementación del proyecto biomimético en el segundo de bachillerato paralelo A demostró ser efectiva en mejorar significativamente el nivel de comprensión de los estudiantes en genética.

La ausencia de actividades adicionales en el bachillerato técnico resaltó la importancia de tales intervenciones, ya que los resultados no mostraron un progreso sustancial en la comprensión de los conceptos genéticos.

Estos hallazgos sugieren que las estrategias didácticas innovadoras, como el proyecto Biomimético, pueden tener un impacto positivo en el aprendizaje de los estudiantes y que la falta de estas actividades puede limitar su progreso académico en áreas específicas del conocimiento.

### **Conclusiones**

Los hallazgos de este estudio proporcionan una comprensión más profunda sobre el material didáctico biomimético para el aprendizaje de Genética, cuyo objetivo principal radica en Elaborar material didáctico biomimético para mejorar el aprendizaje de Genética en el segundo año de bachillerato general unificado paralelo A y Segundo de Bachillerato Técnico de la Unidad Educativa JBV, para dar cumplimiento con este objetivo, se plantearon tres objetivos específicos detallados a continuación:

Primeramente los investigadores organizaron los referentes teóricos a cerca del material didáctico Biomimético, combinando primeramente la Biomimética al material didáctico, Istrate (2017) menciona que los estudiantes pueden estudiar y comprender los mecanismos de la naturaleza para luego aplicarlos en cierta área de estudio, es decir, el autor expone la necesidad de estudiar mediante la inspiración de la naturaleza para abrir paso hacia la inspiración, de la misma forma Lopez (2021) indica que la Biomimética aporta hacia la enseñanza de alguna

disciplina, él explica que una de las áreas de mayor ayuda es la Medicina, Ingeniería, y la óptica, sin embargo se puede aplicar a el área de la educación con el fin de vincular conocimientos teóricos con la práctica.

Así mismo Freire y Saltos (2013) Aportan que los recursos didácticos ayudan a los estudiantes a desarrollar habilidades cruciales en los estudiantes, ya que fomentan el aprendizaje práctico, fortalece el pensamiento lógico y por ende es una gran herramienta para aprender cualquier tema de clases.

Basándonos en los autores se puede concluir que existe una base sólida que sugiere que aplicar el material didáctico y aplicar el biomimetismo en la enseñanza es una forma interactiva y diferente de aprender ciertos conceptos con un nivel alto de complejidad, por lo tanto, el examinar la influencia del material didáctico biomimético y sobre todo en base a la implementación se concluye que, dicho material es innovador y una gran herramienta a la hora de aprender, siendo muy positivo en el aprendizaje de la genética.

De la misma forma el segundo objetivo de la investigación fue examinar la influencia del material didáctico biomimético para mejorar el aprendizaje de Genética, el cual revela un potencial para mejorar el aprendizaje de genética y la retención de conceptos genéticos, es decir el material realizado en clases facilito la comprensión de los temas a tratar, de la misma forma que se vio visualizada la participación de los estudiantes y relacionar conceptos abstractos con fenómenos contratos o familiares.

Además, este análisis resalta la importancia de diseñar y desarrollar materiales didácticos Biomimeticos que sean accesibles, relevantes y culturalmente sensibles para los estudiantes. Al adaptar los recursos educativos a las necesidades y preferencias de los estudiantes, se pudo

maximizar su efectividad en el aula y garantizar que todos los alumnos tengan la oportunidad de beneficiarse de este enfoque innovador, por lo tanto, el material didáctico biomimético en el aprendizaje de la genética sugiere que este enfoque tiene el potencial de transformar la forma en que se enseña al proporcionar una experiencia de aprendizaje más interactiva, relevante y significativa, el material didáctico biomimético ayudó a los estudiantes a desarrollar una comprensión más profunda y duradera de los principios genéticos, preparándolos mejor para enfrentar los desafíos del mundo moderno.

Para dar cumplimiento con el objetivo 3 de estudio se elaboró varias actividades para al final resumirla en un solo proyecto Biomimético, el cual permitió adaptar los recursos educativos a las necesidades específicas de los estudiantes, así mismo se integró los principios Biomiméticos con la genética de manera creativa, al usar metáforas basadas en la naturaleza el material proporciona una experiencia de aprendizaje más atractiva para los estudiantes, en conclusión cada material didáctico proporciono una base sólida en los distintos conceptos vistos en clase, entre los diseños de los materiales estuvieron el cuento bioinspirado en la naturaleza el cual sirvió para entretener e inducir temas de genética mediante la imaginación, de la misma forma el ajedrez genético fue diseñado con el fin de que el estudiante pueda resolver un problema y vincular la teoría a la hora de analizar un problema, además con el fin de armar estrategias de movimiento, así también el debate se dio con el fin de discutir sobre cierto hecho y explorar la opinión propia del estudiante, la última actividad que se desarrollo fue el proyecto biomimético el cual ya es el resultado de todas las demás actividades realizadas.

Para el cuarto objetivo se implementó el proyecto biomimético inspirado en la naturaleza para explicar algún temade genética de preferencia de los mismos estudiantes, la aplicación de

este proyecto fue exitosa, mostrándose los resultados mayores a 6 y como nota máxima 10, es decir el proyecto demostró tener potencial para aplicar los contenidos vistos en clase en una maqueta.

Finalmente se evaluó el conjunto de actividades junto al proyecto destacándose que fue exitosa su implementación, pues en la escala de satisfacción se puede visualizar la moda y el promedio igual a 4,33/5 lo que indica que los estudiantes se sienten satisfechos con su aprendizaje, de la misma forma se observan los resultados del post- test, los cuales indican que hubo una mejoría bastante grande en el segundo de bachillerato A, ya que en el segundo de bachillerato Técnico no se implementaron actividades, por lo tanto su mejoría fue mínima en comparación con el segundo de Bachillerato A, por lo tanto los objetivos planteados en la investigación fueron alcanzados de manera satisfactoria, demostrando que el desarrollo y aplicación de material didáctico Biomimética puede ser una estrategia efectiva para mejorar el aprendizaje de genética en contextos educativos específicos como el colegio Juan Bautista Vásquez. Estos hallazgos contribuyen al avance del conocimiento en el campo de la pedagogía y ofrecen recomendaciones prácticas para futuras intervenciones educativas.

### **Recomendaciones:**

Se recomienda continuar explorando el enfoque biomimético: Se sugiere que futuras investigaciones continúen explorando y desarrollando el enfoque biomimético en la enseñanza de la genética y otras disciplinas. Esto podría implicar la creación de nuevos materiales didácticos biomiméticos y la evaluación de su impacto en diferentes contextos educativos.

Diversificar los enfoques de diseño de materiales: Se recomienda explorar una variedad de enfoques de diseño de materiales didácticos biomiméticos para adaptarse a las necesidades y

preferencias de los estudiantes. Esto podría incluir el desarrollo de recursos educativos interactivos, como juegos de mesa, simulaciones virtuales y actividades prácticas en el aula.

Incorporar la retroalimentación de los estudiantes: Es importante recopilar y considerar la retroalimentación de los estudiantes sobre el material didáctico biomimético diseñado e implementado. Esto podría realizarse a través de encuestas, entrevistas o grupos focales para identificar áreas de mejora y adaptar los recursos educativos en consecuencia.

Capacitar a los docentes en el uso del enfoque biomimético: Se sugiere proporcionar capacitación y apoyo a los docentes para que puedan integrar de manera efectiva el enfoque biomimético en su práctica pedagógica. Esto podría incluir talleres de desarrollo profesional, recursos educativos y oportunidades de colaboración con otros educadores.

Evaluar el impacto a largo plazo: Se recomienda realizar estudios longitudinales para evaluar el impacto a largo plazo del uso del material didáctico biomimético en el aprendizaje de los estudiantes. Esto podría implicar seguimientos periódicos para medir la retención de conocimientos y las habilidades adquiridas a lo largo del tiempo.

Promover la colaboración interdisciplinaria: Se alienta a fomentar la colaboración entre educadores, científicos, diseñadores y otros profesionales para desarrollar y aplicar material didáctico biomimético de manera efectiva. Esto podría llevar a una integración más de la Biomimética en el currículo escolar y una mayor innovación en la enseñanza y el aprendizaje.

Al implementar estas recomendaciones, se puede maximizar el potencial del enfoque biomimético en la educación y proporcionar a los estudiantes experiencias de aprendizaje más significativas y enriquecedoras.

## Referencias

- Arias, J. (2020). Técnicas e instrumentos de investigación científica. *Biblioteca Nacional del Perú*.  
[https://repositorio.concytec.gob.pe/bitstream/20.500.12390/2238/1/AriasGonzales\\_TecnicasEInstrumentosDeInvestigacion\\_libro.pdf](https://repositorio.concytec.gob.pe/bitstream/20.500.12390/2238/1/AriasGonzales_TecnicasEInstrumentosDeInvestigacion_libro.pdf)
- Asamblea Constituyente de Ecuador. (2008). Constitución de la República del Ecuador.
- Asamblea Nacional del Ecuador. (2021). Ley Orgánica de Educación Intercultural (LOEI). Registro Oficial Suplemento 564. Quito, Ecuador.
- Bueno Pimienta, K. A. (2023). Argumentar sobre la herencia genética: un estudio de caso sobre sus transformaciones en un aula invertida con estudiantes de grado noveno de la Institución Educativa Distrital Familia de Nazaret. (Tesis de maestría, Universidad Tecnológica de Pereira).
- Capurro, L., (2001). Desafíos ambientales en el siglo XXI. *Revista del Centro de Investigación. Universidad La Salle*, 4(16), 77-85.
- Chamorro (2020). Curiosidad e interés por aprender en los estudiantes en el aula de clase. Maestría Profesional en Innovación en Educación. Universidad Andina Simón Bolívar.
- Cocom-Herrera, J. L., & González-Cetz, M. M. (2015). Diseño Biomimético: experiencia desde el Programa de Arquitectura de la Universidad Autónoma de Yucatán (UADY), México. *Revista Legado de Arquitectura y Diseño*, (18), 69-75.

- Collado, J. (2017). Biomímesis: un abordaje transdisciplinar a la educación para la ciudadanía mundial. *RIDAS, Revista Iberoamericana de Aprendizaje Servicio*, 3, 35-54.  
DOI10.1344/RIDAS2017.3.4
- Corredor Montagut, M., Pérez Angulo, M. Arbeláez López, R. (2009). Estrategias de enseñanza y aprendizaje. ed. Bucaramanga: Ediciones UIS. 243 p. Disponible en: <https://elibro-net.proxy.unae.edu.ec/es/ereader/bibliounae/111872?page=107>
- Freré Franco, F. L., & Saltos Solís, M. M. (2013). Materiales Didácticos Innovadores: Estrategia Lúdica en el Aprendizaje. *Revista Ciencia Unemi*, 6(10), 25-34. Universidad Estatal de Milagro. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=582663862005>
- Hattie, J., & Clarke, S. (2019). *Visible learning feedback*. Routledge.
- Íñiguez Porras, F. J. (2005). La enseñanza de la genética: una propuesta didáctica para la educación secundaria obligatoria: perspectiva constructivista desde una. (Tesis doctoral, Universidad de Barcelona).
- Klimavicius, S., (2007). La curiosidad de los alumnos en las clases de ciencias biológicas. *Cuadernos de Investigación Educativa*, 2(14), 51-69.  
<https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=443643887003>
- Leiva Soto, K., & Llancaqueo Henríquez, A. (2023). Enseñanza de la herencia genética contextualizada en el origen indígena en Chile. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 22(3), 386-404.
- Lugo (2019). La Neuroeducación en el rol docente y su importancia en el proceso para el mejoramiento de la enseñanza-aprendizaje. *ANUARIO ACADÉMICO*. Disponible en:

<file:///C:/Users/LENOVO%20RYZEN%20S4000/Downloads/110-Texto%20del%20art%C3%ADculo-166-2-10-20220323.pdf>

Ministerio de Educación del Ecuador. (2013). Propuesta de Currículo Nacional de Educación. Quito, Ecuador.

Ministerio de Educación del Ecuador. (2018). Biología Segundo De Bachillerato Quito, Ecuador.

Martínez-Pérez, C. A., & Márquez-García, M. (2018). Biomimética: Una nueva forma de enseñar biología. *Revista Electrónica de Investigación Educativa*, 20(3), 1-12.

Mejía, E. (2005). Técnicas e instrumentos de investigación, UNMSM. Lima.

<http://online.aliat.edu.mx/adistancia/InvCuantitativa/LecturasU6/tecnicas.pdf>

Paniagua G, María Nela. (2013).: Una Nueva Forma De Hacer Educación. *Fides et Ratio - Revista de Difusión cultural y científica de la Universidad La Salle en Bolivia*, 6(6), 72-77. Recuperado en 22 de mayo de 2023, de [http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2071-081X2013000100009&lng=es&tlng=es](http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2071-081X2013000100009&lng=es&tlng=es).

Pherez, Gustavo, Vargas, Sonia, & Jerez, Jessica. (2018). Neuroaprendizaje, una propuesta educativa: herramientas para mejorar la praxis del docente. *Civilizar Ciencias Sociales y Humanas*, 18(34), 149-166. <https://doi.org/10.22518/usergioa/jour/ccsh/2018.1/a10>

Rev. Tekhné. Vol. 20, Núm 2 (2017):023-038 23 BIOMIMÉTICA HERRAMIENTAS DE DISEÑO INSPIRADAS EN LA NATURALEZA Rafael Muñíz [rmuniz53@gmail.com](mailto:rmuniz53@gmail.com) Centro de Investigación y Desarrollo de Ingeniería (C I DI). Universidad Católica Andrés Bello. Caracas, Venezuela. Historia del Artículo Recibido 15 de septiembre de 2017

Aceptado 15 de septiembre de 2017 Disponible online: 19 de septiembre de 2017

<https://revistasenlinea.saber.ucab.edu.ve/index.php/tekhne/article/view/3450/2979>

Vargas, Esteban. (2012). Tiempo y evolución. *Atenea (Concepción)*, (505), 121-

138. <https://dx.doi.org/10.4067/S0718-04622012000100006>

## Anexos

### Anexo I Cuento Inspirado en la Naturaleza sobre la genética

#### 1. Breve historia a cerca de los genes en forma de cuento.

Había una vez, en el reino microscópico de la célula, un lugar lleno de información codificada en una serie de instrucciones muy especiales llamadas genes. Cada gen era como una pequeña pista en la gran orquesta de la vida. Estas pistas, que se encontraban en los cromosomas, los cuales dictaban cómo debían crecer, desarrollarse y funcionar los seres vivos, es decir estos seres imprescindibles en la célula que conformaban varios departamentos, en donde cada uno de ellos era el encargado de una función específica por ejemplo la formación de el color de cabello de un nuevo individuo por nacer.

En este reino, cada célula llevaba consigo una copia completa de estas instrucciones, conocida como dotación cromosómica. Era como tener un libro mágico que contenía todas las historias sobre cómo ser un ser vivo único y especial.

En el corazón de esta historia estaba un par de cromosomas llamados "X" e "Y". Estos cromosomas eran los guardianes del secreto que decidía si una nueva vida sería una maravillosa princesa "XX" o un valiente príncipe "XY". Cuando llegaba el momento adecuado, los cromosomas sexuales se unían, y así comenzaba una nueva aventura.

En las células del cuerpo, llamadas células somáticas, se encontraban los 22 pares de cromosomas autosómicos, cada uno con su propia historia que contar. Estos cromosomas llevaban genes que influían en cosas como el color del cabello, la forma de la nariz o la capacidad para enrollar la lengua.

Las células sexuales, los espermatozoides y los óvulos, eran un poco especiales. Cada uno llevaba solo la mitad de la dotación cromosómica, como si fueran mitades de un rompecabezas esperando unirse. Cuando se encontraban, se mezclaban sus historias genéticas, y nacía un nuevo ser, único y fascinante.

La dotación cromosómica, como una partitura mágica, guiaba el desarrollo de ese nuevo ser. Algunos genes le daban el color de ojos, otros la habilidad para saborear ciertos alimentos, y así su historia genética se desplegaba en cada etapa de la vida.

Y así, en este reino microscópico, la dotación cromosómica y los genes orquestaban el milagro de la vida, tejiendo una narrativa genética única para cada ser vivo en el vasto tapiz de la existencia. ¡Y vivieron felices para siempre, a nivel genético y más allá!

## Anexo II Trabajo de campo con geranios de color rosa



### Anexo III Trabajo de campo con Geranios Tomates



#### Anexo IV Trabajo de campo con los geranios de color rojo



## Anexo V Juego de Ajedrez genético



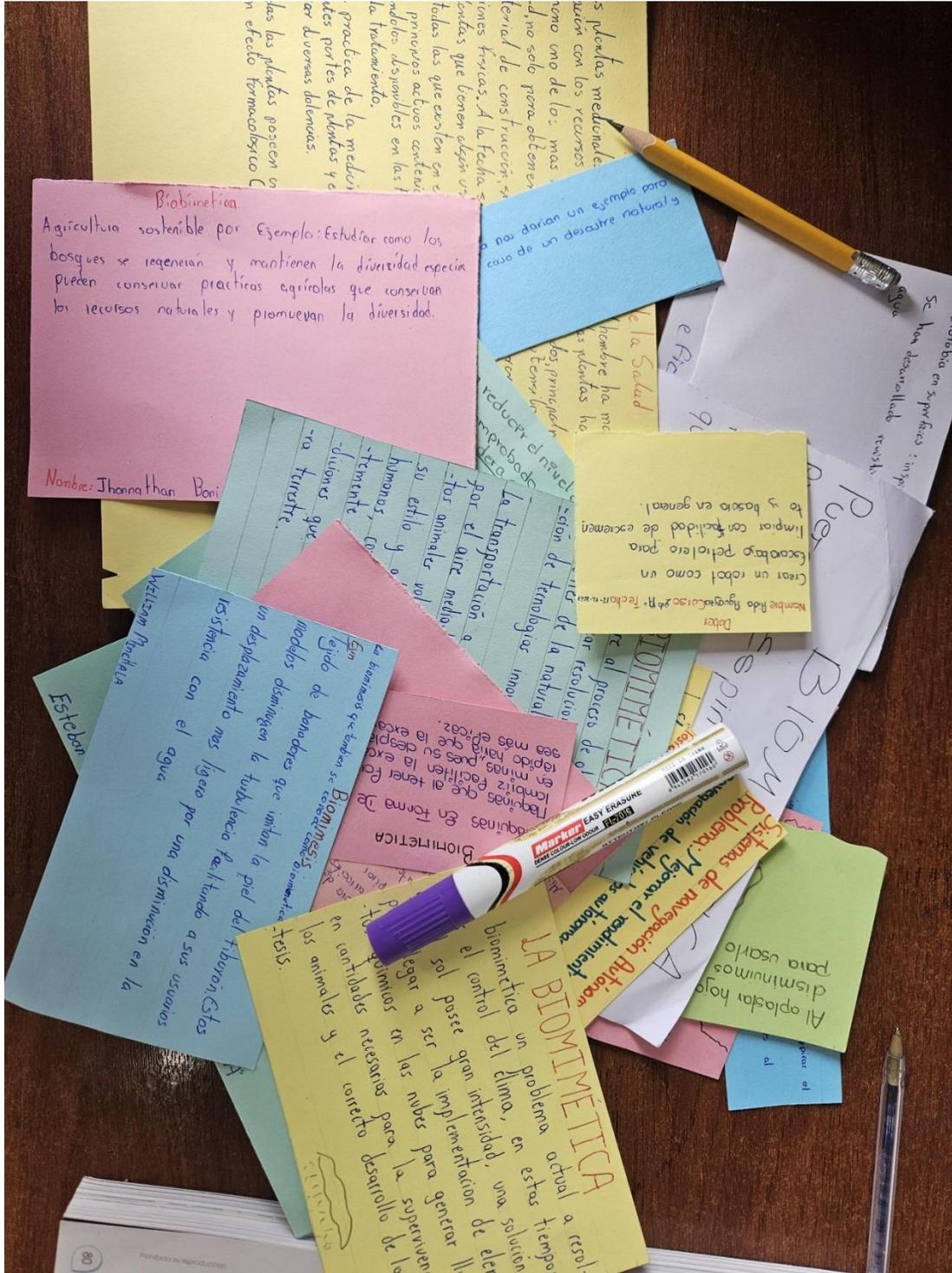
## Anexo VI Piezas del ajedrez genético



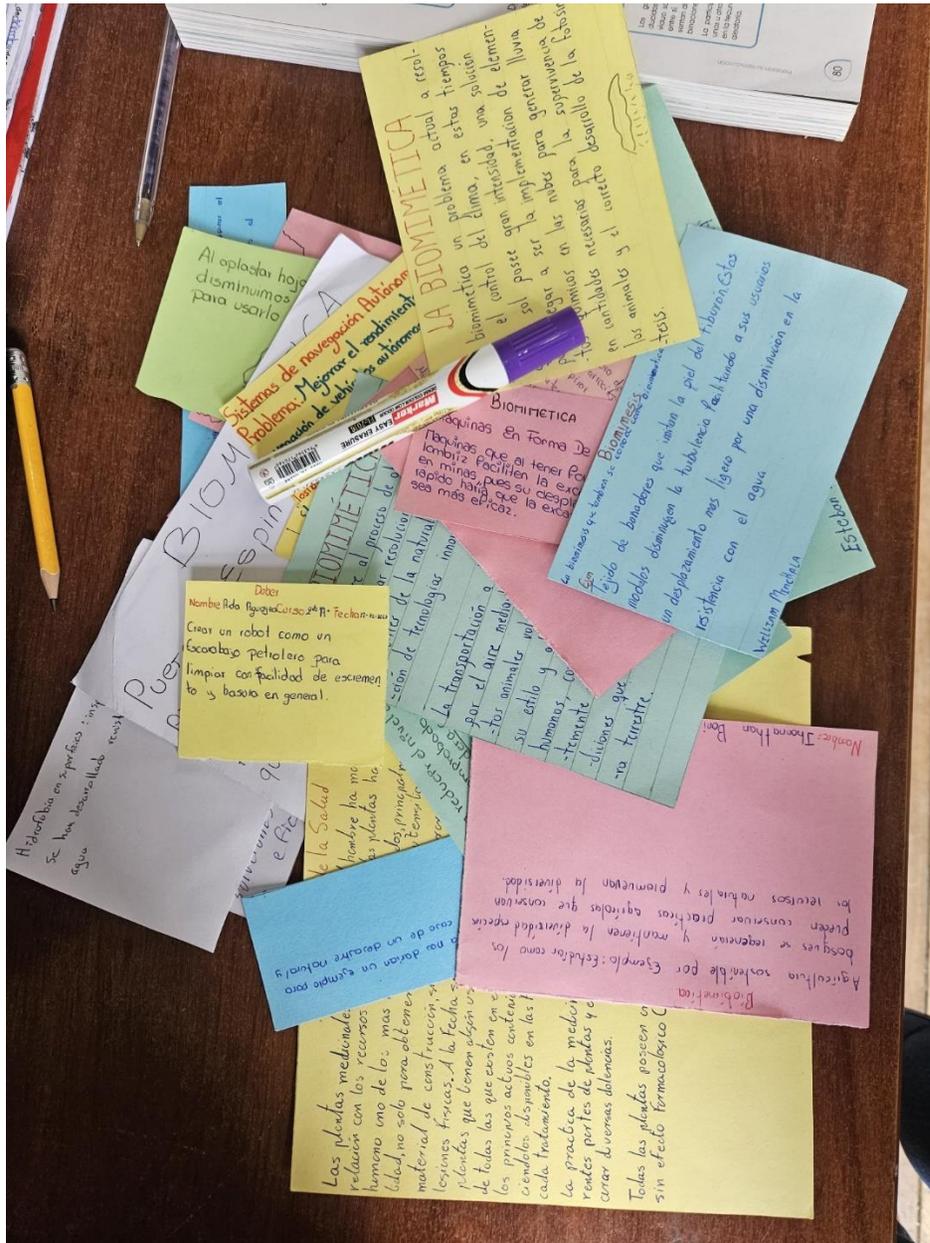
## Anexo VII Mapa genético personal



### Anexo VIII Búsqueda de un problema cualesquiera relacionado a la Biomimética



## Anexo IX Idea completa de proyectos



## Anexo X Retroalimentación a cada grupo de trabajo



### Anexo XI Proyecto biomimético etapa 2 del grupo 1



### Anexo XII Proyecto biomimético del grupo 2 primera etapa



### Anexo XIII Proyecto biomimético grupo 2 etapa 2



Anexo XIV Material didáctico Biomimética Grupo 3 etapa 1



**Anexo XV Proyecto biomimético grupo 3 etapa 2**



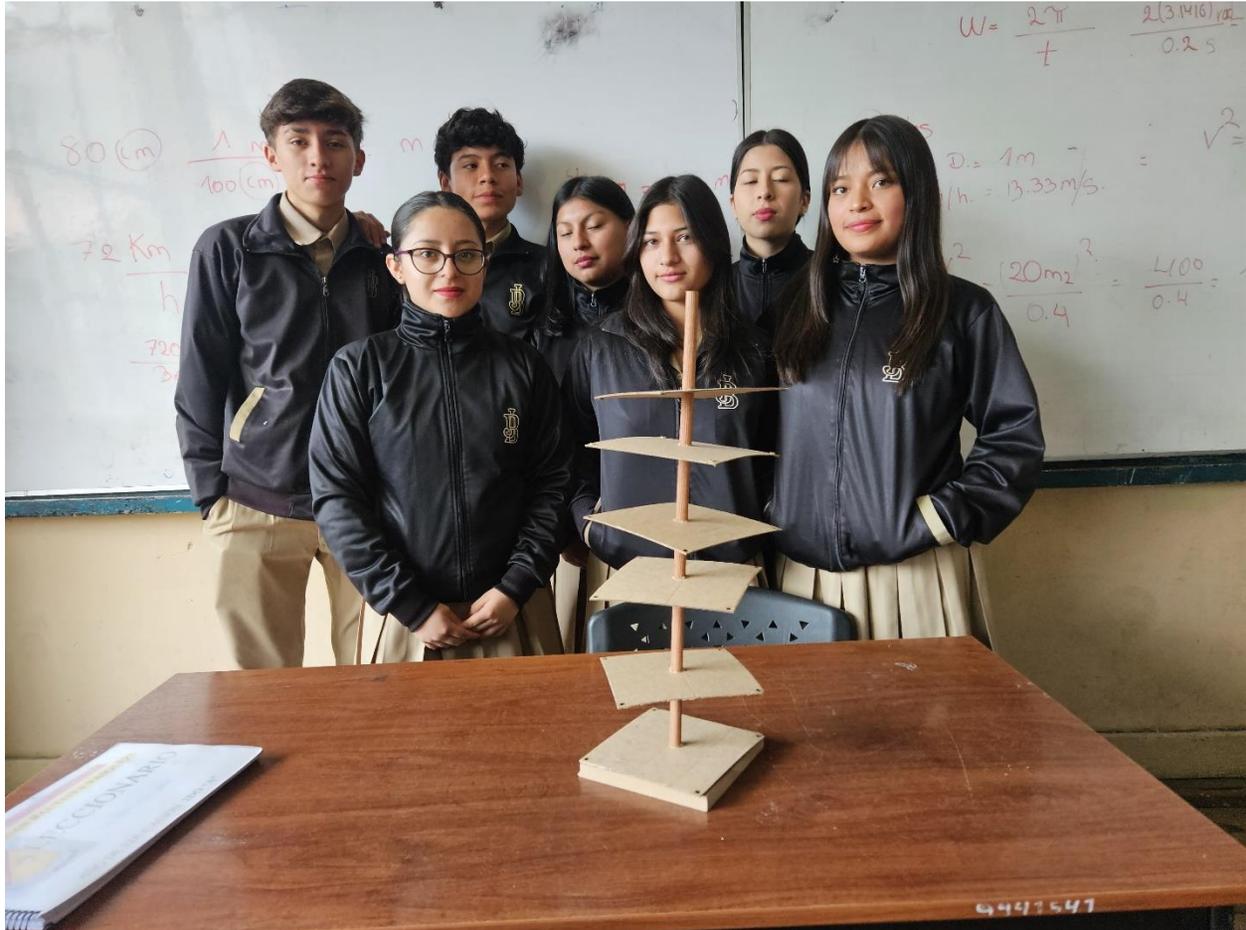
Anexo XVI Grupo 4 etapa 1



**Anexo XVII Material didáctico biomimético grupo 4 etapa 2**



Anexo XVIII Grupo 5 etapa 1



## Anexo XIX Proyecto biomimético grupo 5 etapa 2





## Anexo XX Diario de campo primera página



### DIARIO DE CAMPO

**Colegio:** UNIDAD EDUCATIVA Juan Bautista Vásquez  
**Nivel/Subnivel:** Bachillerato: 2do y Tercero de Bachillerato  
**Pareja Pedagógica:** #9

**Lugar:** Azogues

**Hora de inicio:** 7:00pm      **Hora final:** 12:00pm      **Fecha de práctica:** 10/04/2022      **Nro. de práctica:** 1  
**Tutor académico:** PhD. Arellys García Chávez      **Tutor profesional:** Lic. Carol Sarmiento

**Núcleo problémico:** ¿Qué valores, funciones y perfil del Docente?

**Eje integrador:** Investigación, y Diseño como estrategias de enseñanza y aprendizaje de las Ciencias de la Vida en el Bachillerato.

**Día 1**

10/04/2022

Relatoría de las actividades desarrolladas.

En primera instancia la jornada empezó a las 8 de la mañana en la que recibimos indicaciones generales por parte de la docente de cátedra integradora de sistemas educativos XVIII, seguidamente, nos dieron la inducción y bienvenida por parte del vicerrector de la unidad educativa, con principal énfasis en las reglas a seguir.

Seguidamente recibimos una corta Capacitación sobre la violencia y tipos de violencia, indicándonos la importancia en la institución educativa, luego de ello se firmó un acta de compromiso otorgada por parte del DECE, A continuación, nos presentaron a los docentes de la unidad educativa, cuyo espacio sirvió para la designación del profesor tutor, igualmente cabe mencionar que nos dieron futuras indicaciones a seguir en la materia electa.

Finalmente conocimos algunas aulas donde estaremos trabajando, en la cual la docente tutora nos presentó ante sus estudiantes de una manera muy cordial, al igual que los estudiantes nos recibieron bastante bien, manteniéndose el respeto mutuo en las aulas.



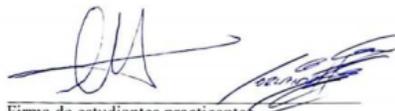
## Anexo XXI Diario de campo segunda hoja



### DIARIO DE CAMPO

Viernes	7:00 – 12:00	Se ingreso a la institución a las 7 am, en donde se procedió a redactar el diario de campo, Luego de ello se terminó el marco teórico, además se procedió hacer revisión literaria para buscar la manera correcta de escribir el marco metodología.
---------	--------------	---

  
Firma de tutor profesional  
Lic. Carol Sarmiento

  
Firma de estudiantes practicantes  
Rosario Dalila Palacios, Orlando Miguel Gutama



### Anexo XXII Modelo de pre-test

#### PRE-TEST

Objetivo: Medir la comprensión de los conceptos de Genética en los segundos de Bachillerato A

Edad \_\_\_\_\_

Fecha \_\_\_\_\_

1. Defina ¿Qué es un gen?

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

2. Complete ¿A qué se refiere la siguiente definición?

La zona del cromosoma donde se localiza un gen se llama \_\_\_\_\_, en plural \_\_\_\_\_

3. Cada una de las formas alternativas que puede tener un mismo gen y que se puede manifestar en modificaciones concretas de la función de éste, se refiere a:
- a. Gen
  - b. Loci
  - c. Alelo
  - d. Variabilidad Genética

4. ¿Cuántas parejas de cromosomas tiene el ser humano?

- a. 46
- b. 48
- c. 23
- d. 12

5. Una con líneas lo correcto

- |                           |  |
|---------------------------|--|
| a. Cromosomas Autosómicos | 1. Tienen el mismo aspecto tanto en hombres como en mujeres, son cromosomas numerados desde el 1 al 22 |
| b. Cromosomas sexuales    | 2. Tipo de cromosoma involucrado en la determinación del sexo  |
| c. Cariotipo              | 3. Células encargadas de transmitir la información genética a los descendientes                        |

a. Gametos

4. Conjunto completo de los cromosomas de un individuo.

6. Escriba si las siguientes afirmaciones son verdaderas o falsas.

- Llamamos genotipo a la combinación de alelos de un organismo para un determinado carácter, puede ser homocigoto o heterocigoto.
  - a. Verdadero
  - b. Falso
- El fenotipo es la información que se expresa de un determinado carácter, por ejemplo, el color de la semilla.
  - a. Verdadero
  - b. Falso
- La herencia dominante se da cuando la información de un alelo, domina sobre la información del otro.
  - a. Verdadero
  - b. Falso
- 7. "Imagina que tienes un hermano o hermana gemelo idéntico. Aunque compartan el mismo material genético, ¿pueden tener algunas diferencias físicas o de personalidad? Explica por qué podría ser así desde una perspectiva genética."

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

Anexo XIII Post-test Hoja 1



POS-TEST



Objetivo: Medir la comprensión de conocimientos sobre la Genética, después de implementar la estrategia de aprendizaje.

Paralelo: 2<sup>da</sup> A

Edad: 16

Fecha: 30/07/2023

1. Defina los siguientes términos:

¿Qué es un Gen?

1 Es un fragmento de ADN que ~~está~~ ubicada en el cromosoma

¿Qué es un cromosoma?

1 Contiene la información genética y ~~está~~ ubicada en el núcleo de la célula y es en donde el ADN está encapsulado.

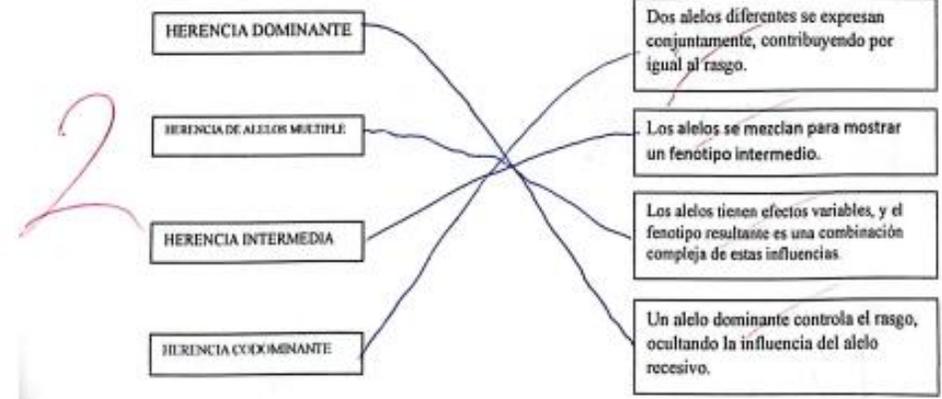
2. Complete la siguiente definición.

0,5 Las parejas que van de la 1 a la 22 son cromosomas ~~autosómicos~~, y la última pareja de cromosomas son ~~sexuales~~.

3. Escriba: ¿Cuántos pares de cromosomas tiene el ser humano?

0,5 23 ~~pares~~ de cromosomas

4. Unir con una línea el termino con su respectiva definición.



Escaneado con CamScanner

Anexo XIV Post-test hoja 2



5. Escribe las 3 leyes de Mendel.

1. ley de la uniformidad  
2. ley de la segregación  
3. ley de la independencia de los alelos

1.5

6. Señale si es verdadero o falso según el enunciado.

- Llamamos genotipo a la combinación de alelos de un organismo para un determinado carácter, puede ser homocigoto o heterocigoto.

a. Verdadero  
b. Falso

- El fenotipo es la información que se expresa de un determinado carácter, por ejemplo, el color de la semilla.

a. Verdadero  
b. Falso

- La herencia dominante se da cuando la información de un alelo, domina sobre la información del otro.

a. Verdadero  
b. Falso

1.5

7. Defina:

¿Qué significa ADN?

Acido Desoxirribonucleico

¿Qué significa ARN?

Acido Ribonucleico

2

8. ¿Qué es la biomimética?

Es cuando las personas sepan cosas para solucionar problemas teniendo como referencia cosas de la naturaleza, por ejemplo: hacer la parte de adelante de un tren puntigrada, como el pico de un ave para que valga mas espich.

1

## Anexo XV Acta de consentimiento del representante de los estudiantes



### Acta de consentimiento

Estimado representante del alumno,

Extendiéndole un afectuoso saludo, somos Orlando Gutama y Dalila Palacios, estudiantes de noveno ciclo la Universidad Nacional de Educación (UNAE), estamos llevando a cabo un pretest como parte de un proyecto académico (Proyecto de Integración Curricular – Tesis), y nos gustaría solicitar su autorización para realizarla entre los estudiantes de la Unidad Educativa Juan Bautista Vázquez, específicamente en el segundo de BGU, paralelo "A".

Los datos obtenidos serán utilizados únicamente con fines académicos y se mantendrán en estricta confidencialidad. El pretest se realizará de manera anónima y los resultados se presentarán de forma agregada, sin identificar a ningún individuo en particular.

Su autorización como representante del alumno es importante para asegurar que se respeten los derechos de privacidad y confidencialidad de los estudiantes que participen en la encuesta. Si está de acuerdo, complete y firme el formulario adjunto para otorgar su consentimiento.

Agradecemos de antemano su cooperación y apoyo en este proyecto.

Atentamente,

Orlando Gutama y Dalila Palacios (estudiantes de noveno ciclo/UNAE)

### AUTORIZACIÓN PARA REALIZAR PRETEST

Yo, Ada Carmelina Velasco Landin, con número de cédula: 0302129168 en calidad de representante legal de Ada Elizabeth Aguyza Velasco, con número de cédula: 0360033290 doy mi consentimiento para que mi representado realice un pretest entre los estudiantes de tercero BGU paralelo "E" de la Unidad Educativa Juan Bautista Vázquez. Entiendo que la encuesta se llevará a cabo con fines académicos y que los datos serán tratados de manera confidencial y anónima.

Firma: 

Fecha: 24/10/2023

Nota: Por favor, complete y firme este formulario y envíelo en persona a su representado hasta el día 25/10/2023.

Nota: este modelo fue aplicado para todos los estudiantes de segundo de bachillerato A y segundo de bachillerato Técnico

## Anexo XVI Carta de autorización para publicar imágenes



UNIVERSIDAD  
NACIONAL DE  
EDUCACIÓN

### CARTA DE AUTORIZACIÓN PARA PUBLICACIÓN DE ARCHIVOS QUE INCLUYAN TRABAJOS O IMÁGENES DE NIÑOS

Yo Zaira Rodríguez Calle con cédula de identidad Nro. 0302411053 por medio de la presente AUTORIZO de forma libre y voluntaria a UNIVERSIDAD NACIONAL DE EDUCACIÓN - UNAE, para que los estudiantes de la UNAE que realizan prácticas preprofesionales, usen archivos visuales (fotos y videos) que incluyan la imagen y trabajos didácticos realizados por mi representado/a Deniza Pérez Rodríguez con cédula de identidad Nro. 0302411053; archivos que podrán ser obtenidos dentro del aula, así como también durante las actividades escolares.

La presente autorización es únicamente con fines educativos y de investigación y se enmarcará en los siguientes términos:

Con el presente consentimiento estoy de acuerdo con lo siguiente:

1. La UNAE podrá publicar en diversos formatos las fotografías, videos, muestras del trabajo que haya realizado mi representado/a.
2. Las publicaciones podrían ser: boletines (en línea y forma impresa), Internet, sitios web intranet, revistas y periódicos locales.
3. La reproducción de imágenes podrá ser a color o en blanco y negro.
4. La UNAE no usará los videos o fotografías para ningún otro fin que no sea la educación de los estudiantes de la UNAE que realizan prácticas preprofesionales o la promoción general de la educación pública o de la UNAE, en los trabajos realizados en las prácticas preprofesionales y de investigación.
5. Todas las fotografías tomadas se conservarán sólo por el tiempo que sea necesario para los fines señalados en este documento y serán guardadas y desechadas en forma segura.
6. La presente autorización no tiene fin lucrativo, es decir, la UNAE con el uso de la presente autorización no contrae ningún tipo de obligación económica respecto del autorizante ni con su representado.
7. La UNAE puede publicar videos o fotografías de mi representado/a y muestras de su trabajo tantas veces como sea necesario, siempre que lo realice en los términos antes señalados.
8. La presente autorización estará vigente hasta que expresamente se comunique lo contrario.

Con el uso de la presente autorización la Universidad Nacional de Educación asume las siguientes obligaciones:

- a) La UNAE no lo utilizará imágenes de mi representado/a con fines comerciales y publicitarios. En caso de hacerlo esta autorización quedará sin efecto.
- b) La UNAE garantizará la protección de la identidad de mi representado/a.

La presente autorización la realizo con sustento en el inciso final del articulado 52 del Código de la Niñez y Adolescencia, estoy de acuerdo y me sujeto a las condiciones establecidas en el presente instrumento.

Finalmente, declaro que soy capaz ante la Ley para otorgar la presente autorización y que actualmente no existe impedimento legal, de ninguna naturaleza, para realizarla.

Ciudad Azogues, a los 17 días de Noviembre de 2023.

Atentamente,

Nombre: Zaira Rodríguez Calle

Cédula: 0302411053

Firma: 

Nota: Este modelo de carta fue implementado para todos los estudiantes de segundo de bachillerato A y segundo de bachillerato Técnico.



**UNIVERSIDAD  
NACIONAL DE  
EDUCACIÓN**

**DECLARATORIA DE PROPIEDAD INTELECTUAL Y CESIÓN DE DERECHOS DE PUBLICACIÓN  
PARA EL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR  
DIRECCIONES DE CARRERAS DE GRADO PRESENCIALES - DIRECCIÓN DE BIBLIOTECA**

---

Yo, Orlando Miguel Gutama Llivisaca, portador de la cedula de ciudadanía nro.0107177966, estudiante de la carrera de Educación en Ciencias Experimentales, en el marco establecido en el artículo 13, literal b) del Reglamento de Titulación de las Carreras de Grado de la Universidad Nacional de Educación, declaro:

Que, todas las ideas, opiniones y contenidos expuestos en el trabajo de Integración curricular denominada Desarrollo de material Didáctico biomimético para el aprendizaje de Genética en Segundo de Bachillerato A y Técnico en la Unidad Educativa Juan Bautista Vásquez son de exclusiva responsabilidad del suscriptor de la presente declaración, de conformidad con el artículo 114 del Código Orgánico de la Economía Social de los Conocimientos, Creatividad e Innovación, por lo que otorgo y reconozco a favor de la Universidad Nacional de Educación - UNAE una licencia gratuita, intransferible y no exclusiva para el uso no comercial de la obra con fines académicos, además declaro que en el desarrollo de mi Trabajo de Integración Curricular se han realizado citas, referencias, y extractos de otros autores, mismos que no me tribuyo su autoría.

Asimismo, autorizo a la Universidad Nacional de Educación - UNAE, la utilización de los datos e información que forme parte del contenido del Trabajo de Integración Curricular que se encuentren disponibles en base de datos o repositorios y otras formas de almacenamiento, en el marco establecido en el artículo 141 Código Orgánico de la Economía Social de los Conocimientos, Creatividad e Innovación.

De igual manera, concedo a la Universidad Nacional de Educación - UNAE, la autorización para la publicación de Trabajo de Integración Curricular denominado Desarrollo de material Didáctico biomimético para el aprendizaje de Genética en Segundo de Bachillerato A y Técnico en la Unidad Educativa Juan Bautista Vásquez en el repositorio institucional y la entrega de este al Sistema Nacional de Información de la Educación Superior del Ecuador para su difusión pública respetando los derechos de autor, como lo establece el artículo 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior.

Ratifico con mi suscripción la presente declaración, en todo su contenido.

Azogues, 10 de junio de 2024

  
Orlando Miguel Gutama Llivisaca  
C.I.: 0107177966



**DECLARATORIA DE PROPIEDAD INTELECTUAL Y CESIÓN DE DERECHOS DE PUBLICACIÓN  
PARA EL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR  
DIRECCIONES DE CARRERAS DE GRADO PRESENCIALES - DIRECCIÓN DE BIBLIOTECA**

---

Yo, Rosario Dalila Palacios Abad, portador de la cedula de ciudadanía nro. 0350165338, estudiante de Educación En Ciencias Experimentales en el marco establecido en el artículo 13, literal b) del Reglamento de Titulación de las Carreras de Grado de la Universidad Nacional de Educación, declaro:

Que, todas las ideas, opiniones y contenidos expuestos en el trabajo de Integración curricular denominada Desarrollo de material Didáctico biomimético para el aprendizaje de Genética en Segundo de Bachillerato A y Técnico en la Unidad Educativa Juan Bautista Vásquez son de exclusiva responsabilidad del suscribiente de la presente declaración, de conformidad con el artículo 114 del Código Orgánico de la Economía Social de los Conocimientos, Creatividad e Innovación, por lo que otorgo y reconozco a favor de la Universidad Nacional de Educación - UNAE una licencia gratuita, intransferible y no exclusiva para el uso no comercial de la obra con fines académicos, además declaro que en el desarrollo de mi Trabajo de Integración Curricular se han realizado citas, referencias, y extractos de otros autores, mismos que no me tribuyo su autoría.

Asimismo, autorizo a la Universidad Nacional de Educación - UNAE, la utilización de los datos e información que forme parte del contenido del Trabajo de Integración Curricular que se encuentren disponibles en base de datos o repositorios y otras formas de almacenamiento, en el marco establecido en el artículo 141 Código Orgánico de la Economía Social de los Conocimientos, Creatividad e Innovación.

De igual manera, concedo a la Universidad Nacional de Educación - UNAE, la autorización para la publicación de Trabajo de Integración Curricular denominado Desarrollo de material Didáctico biomimético para el aprendizaje de Genética en Segundo de Bachillerato A y Técnico en la Unidad Educativa Juan Bautista Vásquez en el repositorio institucional y la entrega de este al Sistema Nacional de Información de la Educación Superior del Ecuador para su difusión pública respetando los derechos de autor, como lo establece el artículo 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior.

Ratifico con mi suscripción la presente declaración, en todo su contenido.

Azogues, 10 de junio de 2024

---

Rosario Dalila Palacios Abad  
C.I.: 0350165338



UNIVERSIDAD  
NACIONAL DE  
EDUCACIÓN

**CERTIFICACIÓN DEL TUTOR Y COTUTOR PARA  
TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR  
DIRECCIONES DE CARRERAS DE GRADO PRESENCIALES**

---

Carrera de: Educación En Ciencias Experimentales

Mgtr. Cristian Javier Urbina Velasco., tutor y Mgtr. Felipe Javier Carlosama Morejón, cotutor del Trabajo de Integración Curricular denominado “Desarrollo de material Didáctico biomimético para el aprendizaje de Genética en Segundo de Bachillerato A y Técnico en la Unidad Educativa Juan Bautista Vásquez.” perteneciente a los estudiantes: Rosario Dalila Palacios Abad con C.I. 0350165338, Orlando Miguel Gutama Llivisaca con C.I. 0107177966. damos fe de haber guiado y aprobado el Trabajo de Integración Curricular. También informamos que el trabajo fue revisado con la herramienta de prevención de plagio donde reportó el 7 % de coincidencia en fuentes de internet, apegándose a la normativa académica vigente de la Universidad Nacional de Educación.

Azogues, 10 de junio del 2024

Docente Tutor/a  
Cristian Javier Urbina Velasco. Mgtr.  
C.I: 1003506159

Docente Cotutor/a  
Felipe Javier Carlosama Morejón Mgtr.  
C.I: 1803430071