

# UNIVERSIDAD NACIONAL DE EDUCACIÓN

**Carrera de:**

Educación en Ciencias Experimentales

**Modelo didáctico basado en la Biomimética aplicado en el proceso de enseñanza-aprendizaje de las funciones cuadráticas, en el área de matemática de 1º de bachillerato de la U.E Luis Cordero**

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

Autor:

Juan Sebastian Santander Santander

CI: 0302334784

Tutor:

Mgs. Cristian Javier Urbina Velasco

CI: 1003506159

Cotutor:

Dr. Klever Hernán García Gallegos

CI: 0201088986

**Azogues - Ecuador**

**Marzo, 2024**

## **Agradecimiento**

Mi agradecimiento a Dios por ser quien me guía e ilumina durante todo este camino. A mis padres por ser los principales pilares de mi vida. A mis tutores de tesis y docentes de cátedra por su guía y orientación para culminar con esta meta profesional.

## **Dedicatoria**

Este trabajo investigativo lo dedico a mis padres y hermanos, por ser ellos mi inspiración y fortaleza para culminar con este trabajo y hoy ser un profesional.

**A todos ustedes que Dios les pague.**

**Resumen:**

La investigación tiene como objetivo, el plantear un modelo didáctico basado en la Biomimética, para mejorar el proceso de enseñanza aprendizaje de las funciones cuadráticas, en los estudiantes de 1° de Bachillerato de la unidad educativa Luis Cordero. Siendo la Biomimética un modelo didáctico actual e innovador, que propone el desarrollo del pensamiento y la creatividad en los estudiantes, mediante la relación de la naturaleza como objeto de estudio y del conocimiento teórico que debe de ser comprendido. (Villarroel, 2019). La metodología aplicada tuvo un paradigma socio-crítico, con carácter autorreflexivo y un enfoque mixto en donde se aplica el pretest que corresponde al diagnóstico para identificar la problemática en el aula de clases tomada como una muestra intencional, las técnicas usadas para la recolección de los datos son: la encuesta, la entrevista y la observación. De los resultados se pudo definir la propuesta de la Biomimética como estrategia de aprendizaje para la instrucción de las funciones cuadráticas, la cual se aplicó en 4 sesiones de clases, para finalmente aplicar el Pos test que permitió validar la propuesta, ya que se obtuvo la mejora de rendimiento académico de los estudiantes, así como el desarrollo de las destrezas planteadas. La propuesta hecha es maleable, por lo que puede adaptarse a otras ciencias experimentales para ser aplicada y valorada.

**Palabras claves:** aprendizaje, biomimética, funciones cuadráticas, proceso de enseñanza-aprendizaje.

**Abstract:**

The objective of the research is to propose a didactic model based on Biomimetics, to improve the teaching-learning process of quadratic functions, in 1st year Baccalaureate students of the Luis Cordero educational unit. Biomimetics is a current and innovative teaching model, which proposes the development of thinking and creativity in students, through the relationship between nature as an object of study and the theoretical knowledge that must be understood. (Villarroel, 2019). The applied methodology had a socio-critical paradigm, with a self-reflective nature and a mixed approach where the pretest that corresponds to the diagnosis is applied to identify the problem in the classroom taken as an intentional sample, the techniques used to collect the data are: the survey, the interview and the observation. From the results, it was possible to define the proposal of Biomimetics as a learning strategy for the instruction of quadratic functions, which was applied in 4 class sessions, to finally apply the Post test that allowed the proposal to be validated, since the improvement of students' academic performance, as well as the development of the proposed skills. The proposal made is malleable, so it can be adapted to other experimental sciences to be applied and valued.

**Keywords:** learning, biomimetics, quadratic functions, Teaching-learning process

## Índice del Trabajo

# Contenido

Introducción .....	1
Planteamiento del problema y definición del problema científico de la investigación .....	2
Objetivo General.....	6
Objetivos específicos .....	6
Justificación.....	7
Capítulo 1: Marco Teórico .....	11
1.1 Antecedentes de la investigación.....	11
1.2 Bases teóricas o conceptuales.....	12
1.2.1 Enseñanza aprendizaje.....	13
1.2.2 Proceso de enseñanza aprendizaje .....	13
1.2.3 Procesos de enseñanza aprendizaje de las funciones cuadráticas.....	14
1.2.4 Dificultades en el aprendizaje de las funciones cuadráticas .....	16
1.2.5 Biomimética .....	17
1.2.6 Beneficios de la Biomimética .....	19
1.2.7 La Biomimética y su relación con la educación .....	20
1.2.8 Modelo Didáctico .....	22
1.3 Bases legales.....	22
Capítulo 2: Marco Metodológico .....	24
2.1 Paradigma y enfoque.....	24
2.2 Tipo de investigación .....	25
2.3 Estructura de la Investigación .....	25
2.4 Población y muestra.....	27
2.5 Operacionalización del objeto de estudio o categorías de análisis .....	27
2.5 Métodos, técnicas e instrumentos de investigación.....	30

2.5.1 Métodos de análisis bibliográfico.....	30
2.5.2 Método Cuantitativo .....	30
2.5.3 Método Cualitativo .....	30
2.6. Análisis y discusión de los resultados del diagnóstico .....	31
2.6.1 Pretest.....	31
2.6.2 Encuestas.....	35
2.6.3 Entrevista al docente .....	38
2.6.4 Observación participante .....	39
2.7 Principales regularidades del diagnóstico .....	40
2.7.1 Triangulación de los datos obtenidos .....	40
Capítulo 3: Modelo Didáctico de Biomimética .....	44
3.1 Diseño de la propuesta.....	46
3.1.1 Cronograma de actividades.....	48
3.2 Implementación de la propuesta.....	49
3.3. Resultados obtenidos mediante la implementación.....	50
3.3.1. Post Test .....	50
3.3.2. Resultados del mediante el Post test .....	52
3.3.3 Análisis del pretest y post test.....	53
Conclusiones.....	55
Recomendaciones.....	56
Referencias.....	58
Anexos .....	64

## Índice de tablas

<b>Tabla 1</b> Operacionalización del objeto de estudio .....	28
<b>Tabla 2</b> Instrumentos utilizados para la recolección de la información. ....	31
<b>Tabla 3</b> Diseño de propuesta .....	47
<b>Tabla 4</b> Cronograma.....	48
<b>Tabla 5</b> Análisis del pretest y el post test. ....	53

## Índice de Ilustraciones

<b>Ilustración 1</b> .....	32
<b>Ilustración 2</b> .....	33
<b>Ilustración 3</b> .....	33
<b>Ilustración 4</b> .....	34
<b>Ilustración 5</b> .....	35
<b>Ilustración 6</b> .....	35
<b>Ilustración 7</b> .....	36
<b>Ilustración 8</b> .....	37
<b>Ilustración 9</b> .....	44
<b>Ilustración 10</b> .....	45
<b>Ilustración 11</b> .....	50
<b>Ilustración 12</b> .....	50
<b>Ilustración 13</b> .....	51
<b>Ilustración 14</b> .....	52
<b>Ilustración 15</b> .....	52
<b>Ilustración 16</b> .....	54

## Introducción

La educación ecuatoriana ha ido cambiando con base a lo que va demandando la sociedad actual, pues se van implementado políticas, acciones y decisiones de acuerdo a las necesidades de los estudiantes, en donde el fin principal es garantizar una educación de calidad y calidez.

Para ello es preciso que se empleen enseñanzas de aprendizaje activas e innovadoras, en donde los docentes sean capaces de desarrollar un aprendizaje significativo en los estudiantes, lo cual se conseguirá cuando se usen herramientas renovadoras, se impartan clases activas y sobre todo se contextualice la educación de acuerdo a la necesidad de los estudiantes.

Todo ello se consigue cuando se desarrollan procesos de aprendizajes innovadores, que permiten el uso de herramientas innovadoras, para lo cual se plantea la investigación de analizar el modelo didáctico de la Biomimética, para optimar el proceso de enseñanza aprendizaje de las funciones cuadráticas en los estudiantes de 1º de bachillerato de la U.E Luis Cordero.

Para lo cual se plantea como primer capítulo el analizar la información bibliográfica relacionada con el modelo didáctico, siendo necesario la indagación en distintas literaturas de trabajos investigativos, sean estos artículos, tesis investigativas, textos, etc., de los diferentes repositorios universitarios a través del internet, que permiten estructurar el marco teórico de la investigación.

En la parte metodológica se plantea un se aplica el paradigma socio-crítico que, según Loza et al. (2020), en su trabajo investigativo señala que el paradigma es “la representación de la responsabilidad de los miembros de una colectividad científica con una forma de practicar u orientar la práctica científica”. (p.30). Es decir que se establece la responsabilidad del

investigador por conocer la causa de la problemática y así buscar las soluciones, mismas que mediante la reflexión y el análisis, se dará solución a la problemática planteada.

Se aplica también un enfoque mixto en donde se emplean herramientas de recolección de datos cuantitativos, ya que se pretende aplicar un pretest y pos test a los alumnos, una entrevista a la docente y en cuanto a la parte cualitativa se emplea una ficha de observación sobre el estilo de enseñanza del docente y de la forma de aprendizaje de los estudiantes durante la hora de matemática.

Se identificaron fortalezas y oportunidades en el uso del modelo didáctico de la Biomimética, como su capacidad para brindar representaciones visuales y dinámicas de las funciones cuadráticas, así como su enfoque práctico y experimental, manipulando de manera participativa y observando directamente como a través del entorno se puede graficar las funciones cuadráticas. Por lo que se muestra como una herramienta prometedora para fomentar una comprensión más profunda y significativa de las funciones cuadráticas, preparando a los estudiantes para aplicar estos conocimientos de manera efectiva.

Finalmente se concluye que la Biomimética como modelo didáctico permite mejorar el proceso de enseñanza de aprendizaje de los estudiantes en cuanto a las funciones cuadráticas lo cual se pudo determinar mediante los resultados obtenidos del pos test aplicado a los estudiantes, en donde se tuvo excelentes resultados y la mejora del aprendizaje de los docentes.

### **Planteamiento del problema y definición del problema científico de la investigación**

Dentro de la malla curricular de bachillerato está la asignatura de matemática, que es el área, que más problemas presentan los estudiantes durante el desarrollo del proceso de enseñanza aprendizaje, esto debido a que no se cuentan con el desarrollo correcto del razonamiento lógico y análisis e interpretación de datos, entre otras destrezas, que son limitantes para que el docente del área pueda avanzar en su programa curricular.

Ante tal situación se analizan los distintos trabajos investigativos desarrollados a nivel internacional, en donde se dan a conocer los problemas comunes que tienen los estudiantes en esta asignatura. Siendo el caso el trabajo de Castillo (2020), quien en su investigación realizada en la ciudad de Murcia, en relación a los procesos de enseñanza aprendizaje, menciona que uno de los problemas que presentan los estudiantes en cuando a su formación en la asignatura de matemática, es la falta de un adecuado proceso de aprendizaje innovador por parte de los docentes, lo que conlleva a que los alumnos no pueden desarrollar destrezas de comprensión de conceptos, solución de problemas y cálculo matemáticos.

Mientras que para Arias-Rueda et al. (2020), los problemas que presentan los estudiantes de bachillerato en el país de Venezuela para aprender las funciones cuadráticas, están relacionados a que tienen desarrollado un aprendizaje mecánico y memorístico, es decir carecen de proceso de reflexión, en donde ellos puedan formular acciones que los lleve a solucionar problemas matemáticos relacionados con las funciones cuadráticas.

En lo que respecta al Ecuador se han realizado varias investigaciones en relación a la enseñanza de la matemática, en donde los estudiantes vienen presentando dificultades de aprendizaje para la ejecución de procesos de diferentes temáticas, en el caso de la investigación planteada se analiza los trabajos que tienen relación con las funciones cuadráticas, en donde se determina que uno de los principales problemas presentes en los estudiantes ecuatorianos es el de comprender conceptos matemáticos, el progreso de las destrezas primordiales de cálculo, la falta de reflexión analítica y de resolución de problemas, que son obstáculos que afectan a lo largo del aprendizaje dentro de los niveles educativos tanto de general básica como de bachillerato.

Es así que se analiza el trabajo de Ruiz et al. (2019), quienes en su investigación sobre las funciones cuadráticas en una institución de Quito, mencionan que los problemas que los

estudiantes presentan son; la dificultad para graficar las funciones y despejar las fórmulas, lo cual impide que se puede desarrollar un aprendizaje significativo. En su caso se puede observar que dichos problemas son el resultado de la falta de destrezas como son la de solución de problemas, aplicación de procesos y análisis de datos, o que el docente no esté usando una correcta metodología para poder llegar al estudiante.

De acuerdo a Peñafiel y Endara (2021), en su investigación ejecutada en la ciudad de Cuenca, mencionan que los problemas que presentan los estudiantes de bachillerato, en cuanto al aprendizaje de las funciones cuadráticas, radica en la metodología que el docente aplica al momento de dar la clase, pues la misma genera en los estudiantes la falta de motivación, la carencia de interés y la atención al momento de recibir clases y en algunos casos el rechazo a la asignatura. Siendo este una de las causas que también se presentan en la investigación que se viene desarrollando la falta de aplicar una metodología activa e innovadora.

Según Vargas (2020), en su investigación desarrollada en la ciudad de Azogues, en una institución fiscal, determina que los problemas que afrontan los estudiantes para comprender las funciones cuadráticas, está en la comprensión de nociones y el progreso de habilidades para la solución de problemas, los cuales son dificultades que impiden un correcto aprendizaje de los estudiantes.

Otro de los trabajos citados es el de Muñoz (2023), quien en su investigación menciona que los problemas presentes en los estudiantes del décimo de EGB, de la Universidad Católica de Cuenca de la ciudad de Azogues, esta que los alumnos presentan un déficit de aprendizaje en las matemáticas en la temática de las funciones cuadráticas, esto debido a la falta de comprensión de conceptos básicos y la solución de problemas.

Endara et al. (2022), en su investigación sobre las funciones cuadráticas y las estrategias metodológicas, indican que la principal dificultad que presentan los estudiantes para desarrollar

las destrezas relacionadas a las funciones cuadráticas, están relacionadas a la falta de una metodología innovadora y participativa, pues los alumnos no tienen desarrollado habilidades y procesos de razonamiento lógico que los oriente a conseguir un aprendizaje significativo y superar sus falencias.

Por tal motivo se desarrolla la investigación en la Unidad Educativa “Luis Cordero”, de la ciudad de Azogues, en donde luego de realizada las respectivas observaciones en el área de Matemática, se pudo definir la problemática que afecta el correcto desempeño de aprendizaje de los estudiantes de 1º de bachillerato, siendo: la falta de motivación, atención y comprensión de la temática, específicamente al momento de aprender sobre las funciones cuadráticas.

Tema que se vuelve muy abstracto para los estudiantes, cuando no se usa un proceso de aprendizaje innovador y práctico, pues se deduce que los docentes del área aún aplican una metodología tradicional en donde la clase expositiva es el único proceso de aprendizaje y el uso de recursos tradicionalistas como los textos, la pizarra un marcador son los simples recursos que los docentes usan para las clases diarias.

Otra dificultad detectada es la carencia del uso de recursos tecnológicas innovadoras por parte de los maestros, pese a que la institución cuenta con herramientas Tic, son los docentes que no cuentan con destrezas digitales que les permitan elaborar y aplicar herramientas innovadoras para la enseñanza aprendizaje de sus estudiantes, y más aún si es el área de matemática es en donde el estudiante tiene que desarrollar la parte del razonamiento lógico para poder comprender un tema.

Otra de las causas y la más importante es que los estudiantes tienen problemas para desarrollar los procesos de solución de problemas, pues los mismos no cuentan con procesos de aprendizajes significativos, en donde el estudiante sea quien mediante las contantes prácticas cree su aprendizaje y no este como un simple receptor de contenidos. Para ello Arias-Rueda et al.

(2020), en su investigación sobre la enseñanza de las funciones cuadráticas, indican que las dificultades de aprendizaje de los estudiantes en esta temática es la falta de proceso de aprendizaje y la enseñanza memorística planteada por los docentes.

### **Interrogante de Investigación**

¿Cómo contribuirá el modelo didáctico de la Biomimética, para mejorar el proceso de enseñanza aprendizaje de las funciones cuadráticas en el área de matemáticas de los estudiantes de 1º de bachillerato de la Unidad Educativa Luis Cordero?

### **Objetivo General**

- Proponer la implementación de un modelo didáctico basado en la Biomimética, para optimizar el proceso de enseñanza aprendizaje de las funciones cuadráticas de los estudiantes de 1º de Bachillerato de la Unidad Educativa Luis Cordero.

### **Objetivos específicos**

- Revisar la información bibliográfica sobre un modelo didáctico, para el proceso de enseñanza aprendizaje de las matemáticas en el bachillerato.
- Diagnosticar el proceso de enseñanza aprendizaje de las funciones cuadráticas de los estudiantes de 1º de bachillerato.
- Diseñar un modelo didáctico de Biomimética, para el proceso de enseñanza aprendizaje de las matemáticas en el tema de funciones cuadráticas.
- Implementar un modelo didáctico para la enseñanza aprendizaje de funciones cuadráticas mediante el modelo de Biomimética en el área de matemáticas de 1º de la Unidad Educativa Luis Cordero.

- Valorar los resultados del aprendizaje a partir del modelo de Biomimética en el proceso de enseñanza aprendizaje de funciones cuadráticas en los estudiantes de 1º de bachillerato de la Unidad Educativa Luis Cordero.

### **Justificación**

El uso de las herramientas innovadoras es parte del nuevo modelo pedagógico planteado por el Ministerio de Educación, en donde se define el incorporar a las Tics, en los procesos de enseñanza aprendizaje de los alumnos en todos los niveles educativos. Dentro de la LOEI en el Art. 137, literal 8 en donde se destaca la importancia de: Anexar las herramientas innovadoras y comunicación en el proceso educativo y propiciar el enlace de la enseñanza con las actividades productivas o sociales. En concordancia al artículo mencionado, es de importancia la incorporación de las tecnologías innovadoras en el aula de clases, dado que ayuda al estudiante a relacionar su aprendizaje con actividades que realiza en la vida cotidiana.

Así también al plantearse el modelo didáctico de la Biomimética dentro de los procesos de aprendizaje que permite la innovación educativa, se está sustentando en lo que menciona el Plan Nacional del Buen Vivir 2017 – 2021, en donde se establece 3 ejes de los cuales se reconoce el eje 1 sobre Derechos para toda la vida en el objetivo 3 en donde se determina que se Garantiza los derechos de la naturaleza para actuales y futuras generaciones, de donde se define la sostenibilidad del desarrollo del Buen Vivir, que involucra el volver a estructurar la economía basada en la extracción de recursos naturales, que permita una economía sustentable basada en el bioconocimiento y el aprovechamiento de los recursos biológicos que genere una bioeconomía.

También se considera lo que menciona la Constitución Política del Ecuador (2008) en la parte de Título II de Derechos, en la Sección segunda de los Derechos del Buen Vivir, en el Capítulo séptimo de los Derechos de la naturaleza se definen los artículo del 71 al 74, en donde se enmarca el respeto y la preservación de la naturaleza por parte del estado ecuatoriano y de todos

quienes viven en él. Se plantean acciones que permiten el uso adecuado de los recursos naturales y de su valor como un objeto de derechos.

En sí, la educación actual pretende estar a la par con las exigencias de la sociedad, que día a día cambia y evoluciona de forma gigantesca, pasando de una educación tradicional o constructivista a una educación participativa y transformadora, en donde el alumno/a es quien construye su aprendizaje a través de la orientación del maestro, es así que dentro del currículo nacional se plantean los perfiles de salida de los estudiantes, los cuales deben de cumplirse al concluir con la finalización del nivel de bachillerato, pues son requisitos para poder ingresar a una educación superior.

De allí la necesidad imperiosa de mejorar el proceso de aprendizaje de los estudiantes en el área de matemática, pues se requieren que ellos contengan los mínimos obligatorios curriculares que se plantean en cada nivel de aprendizaje, en donde se enmarcan las destrezas relacionadas a las funciones cuadráticas, que requieren que los alumnos para poder avanzar con el programa curricular establecido para cada año de bachillerato.

Por tal razón los estudiantes de bachillerato tienen que tener desarrolladas las competencias y habilidades de comprensión de conceptos, solución de problemas y análisis crítico, que los ayudará a mejorar su proceso de aprendizaje de las funciones cuadráticas, dicho proceso se conseguirá cuando los docentes apliquen el uso de herramientas innovadoras en las clases, lo que permitirá que los alumnos estén en capacidad de comprender y adquirir el aprendizaje significativo.

En cuanto a la parte pedagógica se analizó la Propuesta Pedagógica institucional, en donde se plantea el incorporar las Tics, dentro de los procesos de instrucción de los alumnos, para lo cual se proponen la meta de capacitar a los docentes en el uso de herramientas

innovadoras y las Tics, para que puedan dar uso a los implementos tecnológicos existentes en la institución y por ende desarrollar procesos de enseñanzas innovadores.

Por lo que cabe destacar que las herramientas innovadoras, permiten la implementación de una educación innovadora y activa, en donde el estudiante mediante el uso de plataformas, herramientas y la Tic, podrá construir su aprendizaje de forma significativa. De allí la importancia de aplicar dentro de los procesos de aprendizaje las herramientas innovadoras como recursos educativos, por lo que se analiza los trabajos de investigación en donde se valora el uso de la Biomimética en la enseñanza aprendizaje.

Urdinola (2018), menciona que la Biomimética es una herramienta innovadora importante en los procesos de aprendizaje, aplicado en la enseñanza en las áreas de ciencias experimentales, como física, matemática y química, dicha recurso permite facilitar el proceso de comprensión de los estudiantes en temas como funciones cuadráticas entre otros, permitiendo con ello que se implementen proyectos educativos innovadores que pueden valorar las formas de la naturaleza para la comprensión de conceptos básicos, y graficación de funciones cuadráticas.

Pérez-Vera y Fuentes (2018), destacan que la aplicación de la Biomimética en la instrucción de las matemáticas, permite a los alumnos/as comprender de forma concreta y rápida, usando las gráficas de las formas de la naturaleza ayuda que los dicentes, puedan analizar la realidad sobre lo que se está estudiando. Es por tal situación que el uso de esta herramienta es efectivo cuando se enseña ciertos temas de la matemática.

Mientras que para Reyes et al. (2023), mencionan que el uso de los recursos innovadoras en la de enseñanza de las funciones cuadráticas, promueve la mejora de los procesos de aprendizaje en los alumnos, por lo que es importante que se plantee un Modelo didáctico de la Biomimética en la enseñanza de los estudiantes de 1º de bachillerato de la Unidad Educativa Luis Cordero, pues son ellos los beneficiarios de esta investigación y de quienes se quiere

mejorar su proceso de aprendizaje, a fin de que puede tener desarrolladas las habilidades y destrezas básicas para comprender, calcular y graficas funciones cuadráticas.

Para ello también se plantea la necesidad de que los docentes del área de matemática, pueden desarrollar habilidades y destrezas en el uso de herramientas innovadoras, en este caso en el uso de la Biomimética, para mejorar los procesos de aprendizaje de los estudiantes de esta institución, pues al ir incorporando de forma paulatina las herramientas innovadoras, se podrá generar aprendizaje significativo en las horas clases.

De este modo se establece que la Biomimética es una herramienta viable para esta investigación, ya que a través de la misma el estudiante puede generar graficas de funciones, figuras geométricas y modificar objetos, de manera fácil. A más de ello esta herramienta permite reconocer la importancia de la naturaleza para el aprendizaje y para la comunidad en sí.

Siendo así los principales beneficiarios de este proyecto los estudiantes de 1° de bachillerato de la Unidad Educativa Luis Cordero, quienes conocerán y aplicarán este modelo didáctico innovador y de forma indirecta la docente de la asignatura quien evaluará dicho modelo y establecerá la mejora del proceso de aprendizaje de los estudiantes.

Se puede mencionar que como es una investigación directa y de campo se tuvo de evidenciar el trabajo desarrollado con los estudiantes, mediante fotografías que a pesar de que no estar claras, no se intentó vulnerar el derecho a la privacidad de imagen de los dicentes, así como la recolección de datos en los diferentes cuestionarios que lo hicieron de forma anónima, con lo que estaría claro el respeto a la imagen y opinión ajena.

## Capítulo 1: Marco Teórico

### 1.1 Antecedentes de la investigación

Se analizan las investigaciones realizadas por algunos autores a nivel internacional y nacional, teniendo como base la relación entre la Biomimética y el proceso de enseñanza aprendizaje, en este análisis se tiene como antecedente las dificultades que los estudiantes presentan al momento de aprender a trazar gráficas cuadráticas, y con la misma matemática, de dichas investigaciones de resaltar los aportes y las conclusiones de cada investigación.

#### 1.1.1 Internacional

Villarroel (2019) en su investigación desarrollada en Chile, sobre la Biomimética y su relación con el campo de la educación en las áreas científicas, indica que la misma es un modelo didáctico actual e innovador, que propone el desarrollo del pensamiento y la creatividad en los estudiantes, mediante la relación de la naturaleza como objeto de estudio y del conocimiento teórico que debe de ser comprendido.

Para lo cual propone el estudio en estudiantes de colegio a quienes se les presenta este modelo didáctico para la enseñanza de funciones y formas geométricas, en las cuales tienen problemas de aprendizaje, se les enseña el uso y aplicación de esta herramienta y se puede definir un avance y mejora en su aprendizaje significativo, pues los estudiantes desarrollaron su interés por aprender de la naturaleza y relacionarla con los contenidos.

#### 1.1.2 Nacional

Santamaría (2020), en su investigación titulada Digitalización de las formas de la naturaleza como recurso morfológico, plantea su trabajo como una relación en el aprendizaje de la matemática en la parte de las formas y graficas de figuras y líneas, ya que establece que este modelo didáctico es un recurso innovador y funcional, que ayuda al estudiante a aprender de

forma innovadora, mostrándole el contenido digital en 3D, en donde el alumno, podrá destacar características básicas de las formas y aplicarlas a sus conceptos básicos.

Se analiza el trabajo implementado por Perez-Vera y Fuentes (2018), en donde se concluye que el uso de la Biomimética en el aprendizaje de las matemáticas, permite a los alumnos comprender las mismas de forma concreta y rápida, pues el hecho de usar las gráficas de las formas ayuda que los docentes, puedan palpar la realidad sobre lo que se está estudiando. Es por tal situación que el uso de esta herramienta es efectivo cuando se enseña ciertos temas de la matemática.

También se consideran los trabajos realizados por Collado (2017), en relación a la biomimética como una asignatura transdisciplinar, que relaciona la educación para la ciudadanía Mundial con los Objetivos de Desarrollo Sostenidos (ODS), planteados por las Naciones Unidas, en donde se menciona que lo importantes es reforzar los lazos entre la educación y la sostenibilidad, con el fin de generar una educación transnacional y transcultural, en armonía con el medio ambiente y que sean las nuevas generaciones que valoren la naturaleza como la casa común que se debe de valorar.

De tal manera se propone elaborar un modelo didáctico de la Biomimética para el aprendizaje de las funciones cuadráticas, en donde los estudiantes pueden aprender de forma innovadora los contenidos científicos y prácticos, respetando y valorando la naturaleza como la casa común en la que viven y de la cual puede aprender.

## **1.2 Bases teóricas o conceptuales**

En este aspecto se expone y analiza las bases teóricas que permiten comprender las categorías de análisis y a su vez permitirá dar solución a la problemática a través de una propuesta innovadora.

### ***1.2.1 Enseñanza aprendizaje***

Para analizar este apartado cabe destacar lo que es en enseñanza y aprendizaje por separado, siendo la enseñanza el acto que se desarrolla mediante estrategias, actividades y el uso de recursos para llegar al aprendizaje. Mientras que el aprendizaje es el mismo acto de asimilar los conocimientos o adquirirlo para aplicarlos en la vida diaria.

Es así que para Ochoa (2022), la enseñanza aprendizaje va de la mano, pues es el acto educativo, en donde el docente desarrolla dicho proceso de enseñanza a través de estrategias metodológicas que conllevan a que el alumno creara su aprendizaje significativo. Es por eso importante que se apliquen procesos de aprendizaje innovadores en donde se permita el uso de herramientas digitales.

Baque-Reyes y Portilla- Faican (2021), señalan que la enseñanza es la parte inicial de un proceso de aprendizaje, pues recalcan que es un proceso de formación para el estudiantado y el aprendizaje es la parte de asimilar o adquirir los conocimientos para ponerlos en práctica, llegando a ser un aprendizaje significativo

Con lo que se concluye que la enseñanza aprendizaje es la parte esencial del desarrollo del hecho educativo, ya que es en donde el estudiante con el apoyo del docente consigue desarrollar un aprendizaje significativo, de allí la necesidad de implementar una enseñanza aprendizaje innovador.

### ***1.2.2 Proceso de enseñanza aprendizaje***

El proceso de enseñanza aprendizaje es el conjunto de acciones que realiza el docente para conseguir el aprendizaje de los estudiantes (Molina y García, 2021). Los autores mencionan que el docente planifica la enseñanza con el propósito de generar ambientes que estimulen y

generen aprendizajes, mientras que el aprendizaje es el enlace de actividades realizadas por los estudiantes con la finalidad de obtener cambios de conducta intelectual, afectivo-volitiva, adquisición de competencias, habilidades, entre otros.

Como lo indica el autor es el mismo hecho educativo, lo cual es importante que el docente sea una pieza clave para desarrollar dicho proceso, pues mediante una correcta planificación, un uso de recursos tecnológicos e innovadores y sobre todo definiendo la temática según las características del estudiantado, se permite que se desarrolló un aprendizaje creado por el mismo estudiante quien asimila dicho conocimiento y lo aplica en su diario vivir.

Ochoa (2022), menciona que es el arte o acción de transmitir conocimientos a los alumnos de una manera que los comprendan y asimilen, para que los apliquen en sus actividades diarias o como recursos de solución de problemas.

### ***1.2.3 Procesos de enseñanza aprendizaje de las funciones cuadráticas***

De acuerdo a Mosquera (2016), en su tesis documental indica que las funciones cuadráticas son una “función de segundo grado con una incógnita es una igualdad algebraica que se puede expresar en la forma:  $f(x) = ax^2 + bx + c$ , siendo a, b y c números reales y  $a \neq 0$ ”. (p.38). Las cuales pueden ser ecuaciones que tiene como resultado la graficación de la función. Las cuales pueden ser usadas en el campo de la medicina, arquitectura, diseño gráfico, geometría, mecánica cuántica, etc., pues al ser una función matemática permite dar solución a un problema.

En la enseñanza de las funciones cuadráticas se define que se viene desarrollando con métodos y técnicas de tipo conductista, en donde no se ve la actividad del estudiante por crear su propio aprendizaje, lo cual es un impedimento para poder desarrollar las competencias matemáticas en los estudiantes, mismos que permitirán que los estudiantes puedan graficar funciones cuadráticas.

Algunos autores proponen algunas metodologías activas e innovadoras para la enseñanza de esta temática siendo el caso de Endara et al. (2022), quienes en su investigación sobre las estrategias metodológicas y funciones cuadráticas, definen que el implementar una metodología pasiva en los procesos de aprendizaje de los estudiantes para la enseñanza de las funciones cuadráticas determina que los discentes presenten dificultades de comprensión, razonamiento, definición de datos y procesos, lo que conlleva a un bajo nivel de aprendizaje, por lo que proponen el uso de herramientas innovadoras para el aprendizaje de este tema, en donde se aplicaría una metodología activa e innovadora con lo que el estudiante sería quien vaya desarrollando el aprendizaje para llegar a la graficación de las funciones cuadráticas.

Según Calderón - Zambrano et al. (2018), en su investigación plantea el uso de herramientas digitales, como un modelo didáctico, con lo que se pudo implementar una metodología activa e innovadora que permitió desarrollar en los estudiantes de bachillerato las competencias para poder aplicar los tipos de funciones.

De acuerdo a Ayil (2018), el uso del sistema de gestión de aprendizaje en plataformas educativas como herramientas de apoyo en el aprendizaje de la matemática, permitió implementar una metodología innovadora y activa, ya que desarrolló en los estudiantes la motivación, la atención y la creatividad al momento de interactuar con varias herramientas digitales.

Por lo que el uso de las herramientas innovadoras, permitirá desarrollar en los estudiantes un aprendizaje significativo, con lo que el implementar la Biomimética en el proceso de aprendizaje permitirá que la educación se vuelva innovadora y sobre todo se plasme una educación sustentable, pues el basarse en la naturaleza para aprender, también desarrolla en los estudiantes una conciencia ambientalista.

Dentro del Currículo Nacional (2016), vigente en cuanto a las funciones cuadráticas se tiene las siguientes destrezas:

- M.5.1.20. Graficar y analizar el dominio, el recorrido, la monotonía, ceros, extremos y paridad de las diferentes funciones reales (función afín a trozos, función potencia entera negativa con  $n=-1, -2$ , función raíz cuadrada, función valor absoluto de la función afín) utilizando herramientas innovadoras.
- M.5.1.74. Reconocer y graficar funciones exponenciales analizando sus características: monotonía, concavidad y comportamiento al infinito.
- M.5.1.75. Reconocer la función logarítmica como la función inversa de la función exponencial para calcular el logaritmo de un número y graficarla analizando esta relación para determinar sus características.
- M.5.1.77. Aplicar las propiedades de los exponentes y los logaritmos para resolver ecuaciones e inecuaciones con funciones exponenciales y logarítmicas, utilizando herramientas innovadoras.
- M.5.1.78. Reconocer y resolver aplicaciones, problemas o situaciones reales o hipotéticas que pueden ser modelizados con funciones exponenciales o logarítmicas, identificando las variables significativas presentes y las relaciones entre ellas, y juzgar la validez y pertinencia de los resultados obtenidos.

#### ***1.2.4 Dificultades en el aprendizaje de las funciones cuadráticas***

Para Arias-Rueda et al. (2020), en su investigación concluyen que los problemas de aprendizaje que se presentan continuamente en los estudiantes son la dificultad para resolver el problema matemático, ya que los mismos desarrollan la memoria para aprender dejando de lado el análisis y aplicación de fórmulas lo cual se conseguirá con el uso de una herramienta innovadora que los ayude a desarrollar competencia de razonamiento y análisis de datos.

Este problema se desarrolla al momento de aplicar una función cuadrática y graficar la misma, pues los estudiantes no cuentan con las destrezas necesarias para poder desarrollar esta

temática, siendo dicha dificultad un retroceso en el aprendizaje de los estudiantes y por ende un problema para el docente quien no puede avanzar en el programa curricular.

Vargas (2020), en su trabajo investigativo indica que la metodología usada por el docente es aun tradicionalista que carece del trabajo práctico del estudiante, ya que los docentes desarrollan la memoria y no el razonamiento lógico que es una destreza importante para la comprensión de dichos conceptos y temáticas. Lo cual es verificado por Reyes et al. (2023), quien también concluye que en su investigación los estudiantes al momento de desarrollar las destrezas para las funciones cuadráticas es porque los docentes aun aplican metodologías tradicionalistas, que generan en los estudiantes carencia de motivación y atención por aprender, así como el hecho de la falta de procesos o estrategias que le ayuden a los estudiantes a solucionar problemas.

Todos estos errores se generan cuando no hay una correcta estrategia metodológica de aprendizaje. De allí la necesidad de implementar estrategias innovadoras en donde el estudiante sea quien desarrolle su aprendizaje y por ende reconozca el proceso correcto que lo ayude a evitar los errores antes mencionados.

### **1.2.5 Biomimética**

El estudio de la Biomimética tiene mucho que ver con el avance de la naturaleza, sus formas y cambios que van en beneficio propio, pues la naturaleza cambia para mejorar y así superar los problemas que van presentándose. De allí nace la curiosidad del hombre por estudiar este cambio natural, de su forma y de su especie, pues la naturaleza es un mundo sorprendente que todavía sigue cambiando y poniendo a los investigadores más curioso por saber su origen, es así que nace esta ciencia dentro de la rama de la biología que hoy está insertada en las demás áreas de estudio.

Pero ¿Cómo inicia esta investigación de la Biomimética?, se puede mencionar que la misma aparece como Biomimesis, cuyo estudio se desarrolló por el Ingeniero norteamericano Otto

Herbert Schmitt en 1969 en la Tercera conferencia Internacional de Biofísica, de allí se han realizado varios estudios que hoy en día han permitido evolucionar a dicha ciencia. Es por eso que se analiza las siguientes investigaciones:

Para Fraile (2019), en su libro sobre el estudio de la Biomimesis, cita a varios autores quienes han ido demostrando que la naturaleza es un objeto sorprendente de estudio para el hombre. En su documento define a la biomimesis como “un proceso de transmisión de ideas de la naturaleza a la Tecnología”. (p.11). Con lo que se estaría basando una enseñanza de la naturaleza a la humanidad para aprender de manera innovadora, pues la naturaleza cambia o se va innovando según su adaptación a la situación.

Otro trabajo presentado es el de Osorio (2019), quien en su investigación define a la biomimesis como “estudio de la naturaleza y su emulación en todas las áreas sociales e industriales” (p.1). Es así que esta ciencia es importante de ser vinculada dentro de los procesos de aprendizaje de las diferentes áreas ya que a más de enseñar sobre el avance o cambios de la naturaleza, también genera una conciencia ambientalista y sostenible en los individuos.

Se puede mencionar que los estudios que se han realizado sobre la biomimética están en el campo de la ingeniería, arquitectura, medicina, diseño y la misma biología, con el objeto de establecer acciones de solución a problemas que surgen a diario y pueden ser solucionados mediante las acciones de la naturaleza o la Biomimética.

Pero qué es la Biomimética, para Jiménez (2018), “es el arte de estudiar a la naturaleza para resolver los problemas humanos basándose en las soluciones que da la naturaleza” (p.18). Es decir que el hombre se enfoca en la naturaleza, en sus cambios y sobre todo en las soluciones que esta da a un problema, lo cual significa una inspiración para el hombre quien busca una solución en la naturaleza.

Mientras que, para Cárdenas (2019), en su investigación conceptualiza a la Biomimética como el arte de estudiar a la naturaleza por parte de diferentes profesionales sean estos

arquitectos, ingenieros, médicos, físicos, biólogos, científicos, etc., quienes buscan en ella algunas alternativas para solucionar problemas que a diario surgen. Dicha ciencia creada por el hombre se basa en valorar los diferentes procesos y cambios que tiene la naturaleza para buscar acciones de solución a problemas comunes. Pues la sustentabilidad que presentan los ecosistemas permite mejorar y cambiar y es esa sustentabilidad que el hombre quiere aprender para superar las distintas dificultades.

De acuerdo a Bustamante (2018), en su artículo relacionado con la Biomimética menciona que el objetivo es el análisis de la naturaleza para motivar la creación e innovación humana, es una labor multidisciplinaria y fundamentada en las concepciones de las ciencias experimentales. (p.5). Como su base es la naturaleza y está relacionada con áreas que estudian los fenómenos naturales, lo que se quiere es saber su origen y cómo dar solución a los mismos.

Según Cárdenas (2019), en su trabajo de investigación cita al filósofo griego Aristóteles quien definía a la Biomimética como el arte imita a la naturaleza. En la actualidad los diferentes profesionales y científicos basan sus invenciones y diseños en la acción de replicar las formas y funciones naturales de los organismos.

Por lo que se determina que la Biomimética es la ciencia que utiliza a la naturaleza como modelo de aprendizaje de crecimiento e innovación como también social, ya que los individuos realizan acciones de imitar y diseñar procesos naturales para aplicarlos en la solución de problemas cotidianos.

### **1.2.6 Beneficios de la Biomimética**

Entre los beneficios que presenta la Biomimética para las áreas de estudio están su variabilidad estructural y el de plantear varias opciones para solucionar un solo problema. Según Muñiz (2017), en su investigación menciona dos grandes beneficios los cuales son: 1) que, según el proceso de diseño del objeto, no tiene el por qué plantear una sola solución, sino que por lo contrario ofrece varias opciones de solución. 2) que los organismos vivos como modelos de

diseño permiten definir los posibles fallos en los sistemas, lo que determina el que se pueda evitar una falla.

Benyus (2021), plantea otros beneficios en su investigación sobre la Biomímesis y el desarrollo sostenible, menciona que uno de los beneficios de esta ciencia es que, permite desarrollar una instrucción experimental a través de la reproducción de las acciones del medio ambiente para dar solución a las dificultades naturales, lo que ayuda mediante la observación experimental a crear posibles soluciones a problemas humanos. Lo cual permite definir que la ciencia estudiada tenga una relación con el aprendizaje, pues los investigadores y científicos a diario en sus investigaciones aprenden y desarrollan conocimientos de la naturaleza misma, que sirven para solucionar problemas que a diario se generan.

### ***1.2.7 La Biomimética y su relación con la educación***

La educación del siglo XXI exige un aprendizaje significativo, en donde el estudiante mediante las destrezas procedimentales, cognitivas y afectivas, cree su propio aprendizaje, el cual sea aplicado en su vida. Este modelo educativo se centra en la creatividad y curiosidad del estudiante como estrategias importantes que se deben de trabajar en los estudiantes. Es así que al hablar de Biomimética y educación las dos se relacionan en la creatividad y en la necesidad de saber ¿cómo o por qué? suceden ciertos fenómenos, que para esta ciencia la respuesta está en la naturaleza.

Según Sánchez (2019), en su trabajo menciona que “la ciencia de la biomímesis, hoy, es considerada como una disciplina que procura educar y transformar la conducta de la colectividad hacia gestiones más sustentables” (p. 25). Lo que vendría a ser un nuevo modelo educativo que se basa en una educación para un futuro sostenible, que parte del modelo de diseño natural para lograr una interdisciplinariedad de áreas, que conlleven a buscar una solución sostenible para la humanidad.

En el documento también se destaca que:

La biomimesis, como una disciplina que influye en el individuo, ha comenzado también a crear redes de participación multidisciplinaria. Intereses comunes en este campo, así como el surgimiento de metodologías innovadoras, hoy comienzan a relacionar a una serie de profesionales, en una relación entre las disciplinas artísticas y científicas. (Sánchez, 2019, p.19).

Basado en esta premisa se determina que esta ciencia busca vincular de forma interdisciplinar las diferentes áreas usando metodologías innovadoras en donde el estudiante aprenda de forma innovadora. De allí que la Biomimética como ciencia permite estudiar a la naturaleza en sus formas, estructuras y funciones, que le ayuden a superar algunas dificultades. Si la relacionamos con la educación, pues sus estudios hoy son parte importante de algunas áreas experimentales como la matemática, biología, física, etc., que la usan como referente para que los estudiantes puedan comprender y desarrollar las destrezas para asimilar un cierto tema de estudio. En este caso de estudio serían las funciones cuadráticas que están dentro de la matemática, y que para los estudiantes de bachillerato son difíciles de aprender.

Para Vedoya et al. (2016), la relación de los Biomimesis con la educación está en aspectos como: que es parte de una ciencia, permite definir un método para solucionar problemas, pero sobre todo que es un aprendizaje de las representaciones de los métodos y de los procedimientos naturales para elaborar una educación tecnológica sostenible, que ayuden a preservar los ecosistemas naturales.

¿Pero cómo aprender de la naturaleza desde su forma? Según los autores Vedoya et al. (2016), en su investigación estipula que las representaciones naturales pueden servir de base para el boceto de muchos objetos matemáticos que tengan una buena función en cuanto a sistemas y procesos. Dichas formas naturales son destacadas desde la observación humana, en donde el describir un elemento natural, permite al individuo formular un concepto y tal vez una solución a un planteamiento matemático. En el área de la geometría, en donde se estudian las

formas, figuras, y decodificación de objetos naturales o de estudio, en donde se aplican múltiples estrategias de observación, que se aplican en el trabajo matemático.

Otra de las fases es la de aprender de la naturaleza por el sistema, que relacionado con el área de la matemática, tiene que ver con los números, en un enfoque sistemático, que mediante la naturaleza se explican las funciones numéricas existentes. De acuerdo a Vedoya et al. (2016), en este enfoque el investigador “constató su existencia en un sistema natural donde reinaba el orden, el ritmo y la proporción, y sintió la necesidad de crear un modelo didáctico adecuado que le permitiera al estudiante descifrar, entender y emplear el conocimiento matemático” (p. 275).

### **1.2.8 Modelo Didáctico**

Orosco et al. (2018), menciona que el modelo didáctico es una planificación estructurada, que puede usarse para modificar o estructurar un currículo, herramientas de trabajo docente y orientar para los procesos de enseñanza aprendizaje. Es decir que tiene los lineamientos básicos que pueden ser aplicados dentro de la enseñanza. Lo cual es corroborado por Rodríguez (2019), quien en su blog pedagógico menciona que es un modelo didáctico, tiene que ver con los procesos que conllevan a elaborar una planificación, organización y ejecución de estrategias y recursos con conlleven a obtener un aprendizaje de calidad.

Mientras que, para Martínez (2019), en su trabajo investigativo, indica que es un instrumento de apoyo docente, que lo ayuda a superar los problemas de aprendizaje que se van presentando a lo largo del proceso de enseñanza aprendizaje. Es decir que son actividades que permiten la guía para dar la solución a problemas de aprendizaje de una manera eficaz e innovadora, con recursos y estrategias activas, orientadas a conseguir un aprendizaje significativo.

### **1.3 Bases legales**

La investigación se sustenta en la base legal que ampara a la educación con un derecho universal que se encuentra enmarcado en: la Constitución Política del Ecuador (2008), en la

Sección Quinta, en el Art. 26, en donde se instituye a “la educación es un derecho de las personas a lo largo de su vida y un deber ineludible e inexcusable del Estado” (p. 16).

Según la Ley Orgánica de Educación Intercultural (LOEI, 2021) en el Art. 2.3, literal h, en donde se establece que:

Garantiza el derecho de las personas a una educación de calidad y calidez, pertinente, adecuada, contextualizada, actualizada y articulada en todo el proceso educativo, en sus sistemas, niveles, subniveles o modalidades; y que incluya evaluaciones permanentes. Así mismo, garantiza la concepción del educando como el centro del proceso educativo, con una flexibilidad y propiedad de contenidos, procesos y que se adapte a sus necesidades y realidades fundamentales. Promueve condiciones adecuadas de respeto, tolerancia y afecto, que generen un clima escolar propicio en el proceso de aprendizajes. (p. 26).

En el Art.2.2 de los principios de la aplicación de la ley en el literal g de Pertinencia se establece que: “Se garantiza a los y las estudiantes una formación que responda a las necesidades de su entorno social, natural, cultural en los ámbitos local, nacional, regional y mundial”. (p.23).

Así mismo en el Art. 2.3 de los principios del sistema nacional de educación en el literal f se menciona que:

La educación tendrá una flexibilidad que le permita adecuarse a las diversidades y realidades locales y globales, preservando la identidad nacional y la diversidad cultural para asumirlas e integrarlas en el concierto educativo nacional, tanto en sus conceptos como en sus contenidos, base científica-tecnológica y modelos de gestión., normatividad penal y a las materias no transigibles de conformidad con la constitución. (p.26).

En el mismo Art. 2.3 de la literal q sobre el diseño universal de aprendizaje se determina que “se debe de ofrecer flexibilidad al currículo en lo referente a las maneras en que todos los estudiantes acceden al aprendizaje según sus fortalezas y necesidades”. (p.26)

De igual manera en el Art. 137, literal 8 que habla sobre la inclusión a la educación de las Tics y Tacs, dentro de los procesos educativos, a fin de implementar una educación de calidad y actualizada de acuerdo al contexto que se vive a diario.

## **Capítulo 2: Marco Metodológico**

### **2.1 Paradigma y enfoque**

De acuerdo al trabajo investigativo, se aplica el paradigma socio-crítico que, según Loza et al. (2020), en su trabajo investigativo señala que el paradigma es “la representación de la responsabilidad de los miembros de una colectividad científica con una forma de practicar u orientar la práctica científica”. (p.30). Es decir que se establece la responsabilidad del investigador por conocer la causa de la problemática y así buscar las soluciones, mismas que mediante la reflexión y el análisis, se busca dar solución a la problemática planteada.

En el mismo artículo se cita a Maldonado, (2018) quien menciona que el científico deja de ser solo un espectador para convertirse en un productor de innovación, que facilite las innovaciones sociales, con lo que se estaría buscando un cambio en el aprendizaje de los estudiantes. Dicho paradigma se relaciona con la investigación, ya que se plantea a la Biomimética como una estrategia que ayude a mejorar rendimiento académico. Pues la Biomimética como rama que estudia a la naturaleza y sus funciones que buscan dar soluciones a los problemas que surgen en ella, será usada como un recurso de apoyo, que permita el graficar funciones cuadráticas mediante las formas de la naturaleza.

En la investigación se plantea un enfoque mixto, pues se aplican herramientas de recolección de datos cualitativos. De acuerdo a Guelmes y Nieto, (2015) en su trabajo

investigativo mencionan que “el enfoque mixto es un proceso que recolecta, analiza y vincula datos cuantitativos y cualitativos en una misma investigación o una serie de investigaciones para responder a un planteamiento, y justifica la utilización del mismo”. (p.24). Lo que implica que se esté usando instrumentos estadísticos como el posttest que ayuden a definir qué nivel de conocimientos tienen los educandos sobre las funciones cuadráticas, la encuesta aplicada a la docente y en la parte cualitativa que tiene que ver con la ficha de observación que se aplicó durante las horas de clase impartidas por la docente de área, todos estos instrumentos se aplicaron en el primer momento de la investigación.

## **2.2 Tipo de investigación**

La investigación aplicada es de tipo experimental que de acuerdo a García-Arguelles et al. (2018) establecen que el método experimental “permite la comprobación de la veracidad de enunciados hipotéticos con ayuda del experimento” (p. 332). Mismo que dentro del campo investigativo permite establecer las causas de la problemática y a su vez definir la posible solución o validar la misma.

En relación a la investigación planteada mediante este método se pretende establecer la validez del uso de la ciencia de la Biomimética como modelo didáctico para la enseñanza aprendizaje de las funciones cuadráticas.

## **2.3 Estructura de la Investigación**

La presente investigación está diseñada en cinco etapas, las cuales han cumplido con un tiempo determinado y han permitido ir desarrollando cada parte de la investigación de forma exitosa, por lo que se detalla a continuación cada una de las etapas.

### **Fase I: Identificación y definición del problema de investigación**

La identificación y definición del problema se realiza a partir de la observación de las clases de Física en el 1° de Bachillerato General Unificado paralelo F, de la UE Luis Cordero. De donde se

pudo definir la problemática observada misma que se puede evidenciar a nivel internacional y nacional. Con lo que se plantea la interrogante de la investigación y un objetivo general y cinco objetivos específicos.

## **Fase II: Recolección de información y datos**

Se inicia con el análisis documental, en donde se revisa documentos como artículos, revistas científicas, libros, repositorios de universidad, para la elaboración de los antecedentes, el marco teórico y las bases legales que sustentan esta investigación. Para el diagnóstico de la problemática de investigación, se utilizan como instrumentos el postest de 5 preguntas relacionadas con las funciones cuadráticas, así como la encuesta a los estudiantes y a la docente, relacionado con el uso de las herramientas digitales en la hora clase y el tiempo que destinan para el estudio de la matemática y la ficha de observación.

## **Fase III: Análisis de resultados antes de la propuesta**

Los resultados obtenidos a partir del postest sobre las funciones cuadráticas, la encuesta a la docente y la ficha de observación, serán sometidos a un análisis estadístico de tipo cuantitativo y cualitativo. Para obtener una visión clara y completa de los resultados que aseguren la confiabilidad y validez de los mismos. Se realiza una triangulación de datos, se emplea la información de los fundamentos teóricos junto con los datos que presentan similitud en los indicadores contemplados dentro de los instrumentos.

## **Fase IV: Diseño e implementación de la propuesta**

La propuesta denominada Modelo didáctico de Biomimética permitirá mejorar el proceso de aprendizaje de los estudiantes de 1° de bachillerato. La cual está compuesta de subunidades, la primera de conceptualiza a la Biomimética, sus beneficios a la educación y como aplicarla dentro del proceso de aprendizaje, en la segunda unidad de conceptualiza lo que son las funciones

cuadráticas y se concluye con planificaciones orientadas a incorporar la Biomimética en los procesos de aprendizaje.

### **Fase V: Análisis de resultados y validación de la propuesta**

En esta fase, se aplica un pos tests de preguntas asociadas a las funciones cuadráticas misma que sirvió de medición final a los estudiantes de 1° de bachillerato, dicho resultados fueron cotejados con los resultados del pretest, con lo que evidenciará la validez de la propuesta.

#### **2.4 Población y muestra**

La población estuvo compuesta por 196 estudiantes que se encuentran en el 1° de Bachillerato en la Unidad Educativa Luis Cordero, y se aplica a tan solo 33 alumnos/as del paralelo F, que viene a ser la muestra.

#### **2.5 Operacionalización del objeto de estudio o categorías de análisis**

Según Espinoza-Freire (2018), la operacionalización de las variables en una investigación, es definir a la variable, sus dimensiones y los indicadores, las cuales pueden tener el carácter de variable teórica, mediante la investigación bibliográfica, en propiedades que pueden ser visibles y medibles, descendiendo cada vez más desde más amplio hasta lo particular. De los cuales se puede generar datos que servirán para definir las conclusiones y acciones de solución.

##### **Definición del objeto de estudio:**

El proceso de enseñanza aprendizaje de las funciones cuadráticas son las acciones que realiza el docente de matemáticas para conseguir el aprendizaje de los estudiantes. Para ello, el estudiante realiza las diferentes actividades de aprendizaje con el propósito de adquirir competencias matemáticas y experiencias de aprendizaje de funciones cuadráticas (Molina y García, 2021).

**Tabla 1** Operacionalización del objeto de estudio

<b>Variable</b>	<b>Dimensiones</b>	<b>Indicadores</b>	<b>Ítems (Categorías en la que varían los indicadores)</b>	<b>Técnicas / Instrumentos</b>
Dependiente: Proceso de enseñanza aprendizaje de las funciones cuadráticas	Enseñanza	Ambiente de aprendizaje	Contenidos básicos de las funciones cuadráticas, conceptos, aplicación de fórmulas y graficación de funciones cuadráticas	Cuestionario / pretest, pos test/ ficha de observación de campo.
		Interpretación de resultados a través de gráficas	Analiza los gráficos de las funciones cuadráticas.	
Independiente: Proceso de enseñanza aprendizaje de la Biomimética	Enseñanza mediante la Biomimética	Conocimientos de Biomimética para la clase de funciones cuadráticas	Metodología de la biomimética como enseñanza innovadora.	Cuestionario / pos test.
		Planificaciones de la clase de funciones cuadráticas con el uso de la Biomimética	Método, actividades que se realizan y evaluación mediante la biomimética	
	Aprendizaje	Aprendizaje obtenido de la	Usa correctamente los	

---

mediante la aplicación de la Biomimética comandos. Aplicación  
Biomimética correcta de los datos  
Realiza Las gráficas de las  
funciones cuadráticas  
Interpreta datos.

---

**Nota** Elaboración propia (2023)

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

En este apartado se analizan los métodos e instrumentos utilizados durante el desarrollo de la investigación y en la planificación es así que los métodos usados son:

### **2.5.1 Métodos de análisis bibliográfico**

Gómez-Luna et al. (2014), mencionan que la etapa bibliográfica de la investigación o de un estudio de caso, está en la información relevante que se presente en la misma. Dicho método e aplica al momento de desarrollar el estado del arte, en donde se da la información detallada del tema de estudio como es la Biomimética y las Funciones cuadráticas y que, a su vez, permite verificar diferentes situaciones que se presentan en diferentes campos y que según su función puede definir la posible estrategia de solución.

### **2.5.2 Método Cuantitativo**

Torres (2016), en su investigación menciona que el método cuantitativo, es aquel que se analiza mediante la recolección de datos estadísticos medibles, con la intención de validar o refutar una hipótesis investigada. En el caso de la investigación planteada se analizará sobre los conocimientos que tienen los estudiantes sobre las funciones cuadráticas, y la importancia de aplicar la Biomimética como una estrategia para el aprendizaje de las funciones cuadráticas.

### **5.5.3 Método Cualitativo**

Torres (2016), define al método cualitativo como la parte en donde se validan los datos no medibles sino las perspectivas o los puntos de vistas que tienen los investigadores sobre el tema de estudio, así como se establece el fundamento teórico y referencial de la indagación.

**Tabla 2** Instrumentos utilizados para la recolección de la información.

<b>Técnicas</b>	<b>Descripción de uso</b>
Observación participante	Mediante la observación de los participantes se detectaron las inquietudes presentadas los estudiantes.
Entrevista a la docente	Realizar la entrevista, con el fin de determinar la metodología que utiliza la docente en sus horas de clase y el uso de herramientas innovadoras.
Encuesta a los estudiantes	Realizada con el objetivo de conocer si les gustaría utilizar herramientas innovadoras en clases.
Pretest	Para medir los conocimientos que presentan los estudiantes en cuanto a las funciones cuadráticas.
Post test	Para definir los conocimientos que tienen ya los alumnos/as, después de la aplicación de la propuesta.

**Nota:** Elaboración propia (2023)

## **2.6. Análisis y discusión de los resultados del diagnóstico**

En este apartado se procederá a analizar los datos recolectados de la aplicación del pre test, aplicado a los 33 estudiantes de 1° de Bachillerato paralelo F de la Unidad Educativa Luis Cordero, del cantón Azogues, provincia de Cañar, del cual se podrá definir si los estudiantes están desarrollando las destrezas curriculares de la asignatura de Matemática en la temática de funciones cuadráticas. Así como si los estudiantes presentan falencias en cuanto al aprendizaje de la temática, con lo que se podrá también plantear una propuesta de solución a la dificultad detectada.

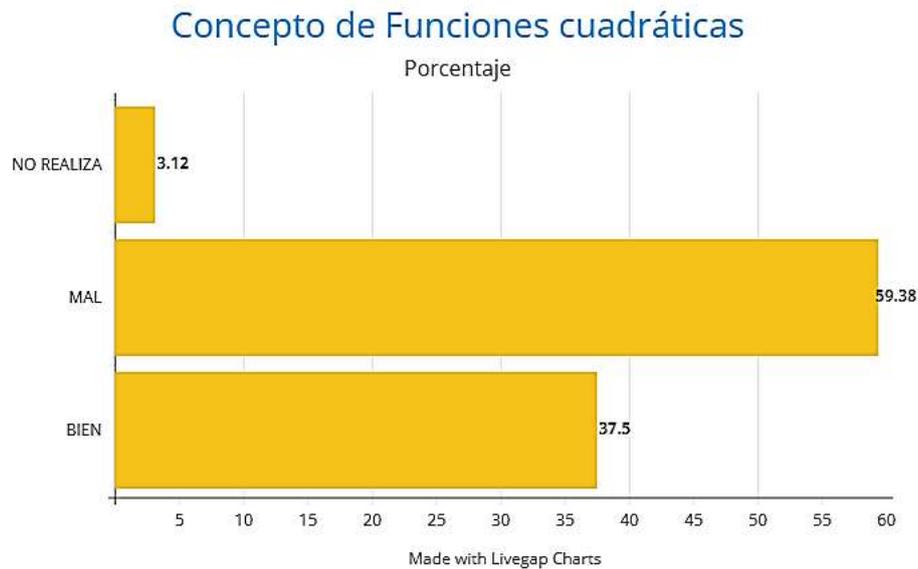
### **2.6.1 Pretest**

Este instrumento de recolección de información estuvo conformado de 4 preguntas en donde la primera determina el nivel conceptual, la segunda y tercera pregunta trata sobre el razonamiento y cálculo de fórmulas, ya la cuarta pregunta trata sobre la graficación de las

funciones cuadráticas De los resultados generados se tendrá la validación de la investigación y a su vez se planteará una propuesta de solución.

### **Ilustración 1**

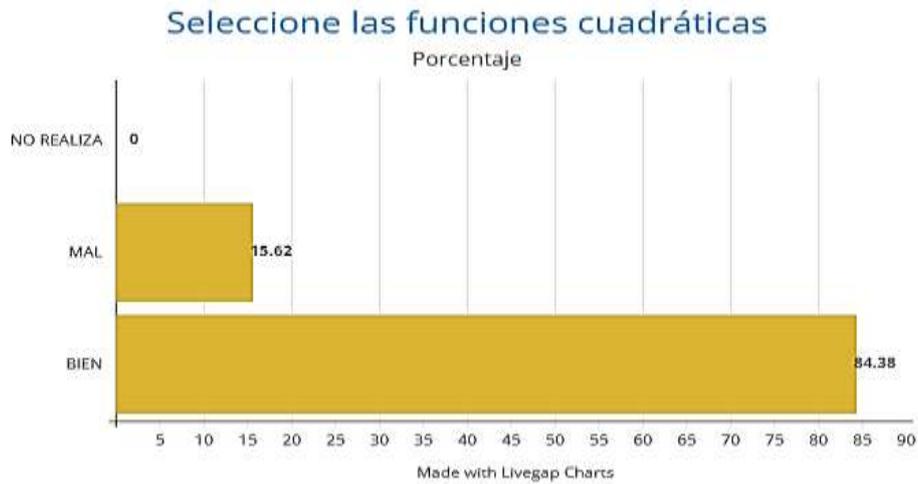
De las siguientes definiciones ¿cuál corresponde a la función cuadrática?



Según la ilustración 1, se puede definir que el 59.38% de los estudiantes desconoce lo que son las funciones cuadráticas, así como el 37.5%, deciden no contestar, a diferencia de un 3.12% que si saben lo que son las funciones cuadráticas, lo que permite deducir que los estudiantes no saben lo que es una función cuadrática de forma conceptual, al ser esta una situación negativa, que puede ser generada por desconocimiento o porque el proceso de aprendizaje aplicado por el docente del área no es la correcta, lo que implica que los docentes estén carentes de conceptos básicos y así no se tenga desarrollada la destreza M.5.1.74, relacionada a las funciones cuadráticas

### Ilustración 2

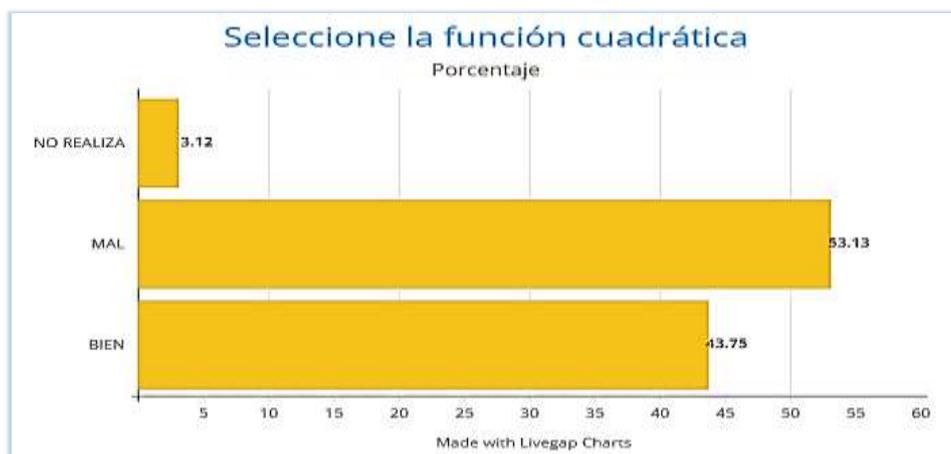
¿Cuál de la siguiente son funciones cuadráticas?



De acuerdo a la ilustración 2, se puede determinar que el 84.38% de los estudiantes, reconocen las funciones cuadráticas y el 15.62%, contesta mal la pregunta, lo que implica que los estudiantes conocen lo que es una función cuadrática planteada desde una forma numérica, pero se contradice a la pregunta anterior, ya que no saben de forma conceptual lo que es una función cuadrática. Con lo que se tendría desarrollado la destreza M.5.1.75.

### Ilustración 3

¿Cuál de las siguientes gráficas representa una función cuadrática?



En esta ilustración, como resultado se tiene que el 53.13% no reconoce una gráfica de función cuadrática y el 43.75% si reconocen una función cuadrática, lo que permite definir que en un porcentaje bajo los estudiantes conocen la gráfica de esta función y en un porcentaje alto no saben, lo cual está relacionado con la pregunta 1, y 3, en donde se desconoce tanto lo que es una función cuadrática, como solucionarla o el proceso a desarrollar, la parte gráfica y el aplicarla a situaciones cotidiana, con lo que no se tendría una aprendizaje significativo. De allí la necesidad de aplicar proceso de aprendizaje y herramientas innovadoras, que implica también el usar nuevos modelos como la Biomimética para la enseñanza de esta temática.

#### **Ilustración 4**

*Construya la gráfica para la función y halle los cortes con eje  $x$ , vértice, dominio, rango y monotonía (creciente o decreciente).*

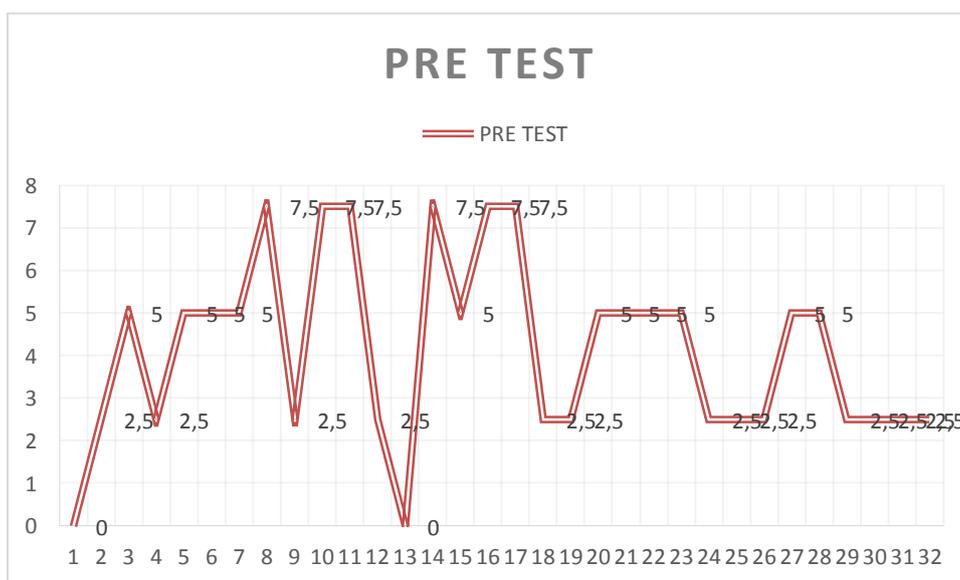


La ilustración, define que el 59.38% de los estudiantes no sabe desarrollar, graficar y aplicar las propiedades de las funciones cuadráticas, mientras que un 40.62% no realizan la actividad, lo que implica establecer que los estudiantes desconocen de cómo solucionar y graficar una función cuadrática, por lo que se tendría una carencia de una competencia o destreza no desarrollada. Situación que se genera por una falta de motivación, atención, comprensión, una metodología inadecuada, falta de herramientas innovadoras, etc., que

conlleva a que no se tenga asimilada las destrezas M.5.1.20, M.5.1.74, M.5.1.75, M.5.1.75, M.5.1.78. Las cuales surgieron de los resultados de las encuestas aplicadas a los estudiantes y la ficha de observación.

### **Ilustración 5**

*Resultados de Pretest.*



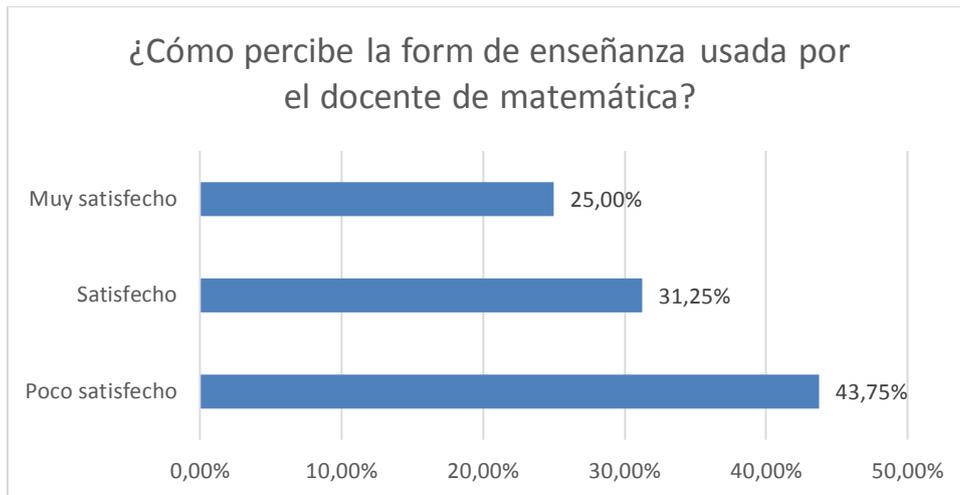
De acuerdo a la ilustración se puede establecer que los estudiantes no cuentan con los conocimientos y destrezas necesarias para conceptualizar, reconocer, y graficar las funciones cuadráticas, así como el hecho de que no cumplen con los procesos para resolver problemas planteados sobre el tema.

#### **2.6.2 Encuesta**

El instrumento de la encuesta se aplicó a los 33 estudiantes del 1º de bachillerato, paralelo F, con el objetivo de determinar cómo se siente los estudiantes ante la metodología aplicada por el docente del área de matemática, en cuanto al uso de herramientas digitales y el tiempo destinado para aprender sobre esta asignatura.

### **Ilustración 6**

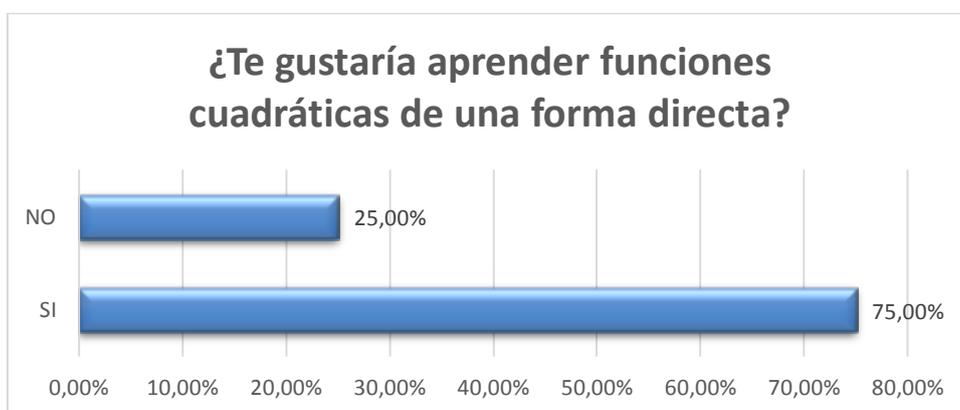
*¿Cómo percibe la forma de enseñanza usado por el docente de matemática?*



Según la ilustración se puede definir que el 43,75% de los estudiantes indican que se encuentran poco satisfechos con la forma de enseñanza del docente de matemática, el 31,25%, mencionan que se encuentran satisfechos y el 25%, señalaron que están muy satisfechos. Lo que implica establecer que en un porcentaje mayor al 50% de los estudiantes están satisfechos con la metodología de la docente, pero el otro porcentaje indican que no es adecuada la metodología para la enseñanza de la matemática, pues como se puede evidenciar en los resultados de la aplicación del pretest, se obtuvieron datos bajos en cuanto a las respuestas de cada pregunta.

### ***Ilustración 7***

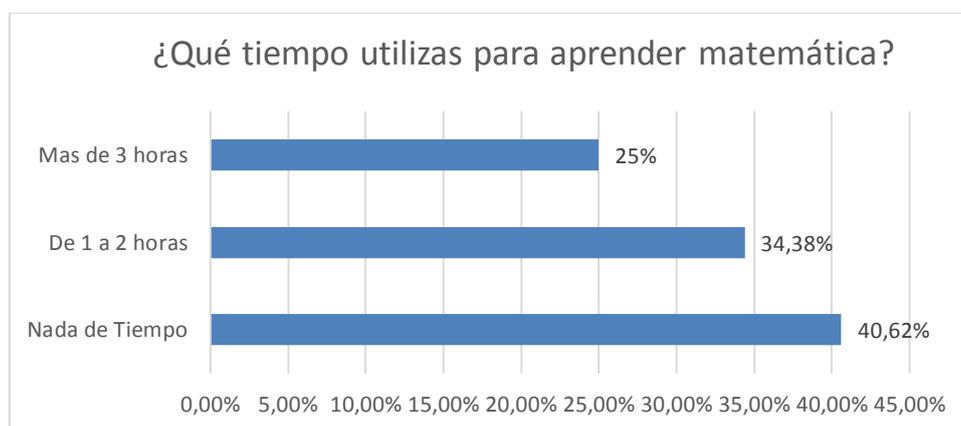
*¿Te gustaría aprender funciones cuadráticas de una forma directa?*



Según la ilustración se puede observar que el 25% de los estudiantes menciona que no les gustaría aprender de las funciones cuadráticas, a diferencia del 75% de los encuestados indican que si desean aprender sobre esta temática, por lo que se podría definir que en un porcentaje de las 3 cuartas partes de los estudiantes quieren saber sobre esta temática que viene dentro de la programación curricular de este año de básica lo que es un aspecto positivo que permitirá implementar en la enseñanza las herramientas digitales como recursos innovadores y así poder captar la atención del resto de estudiantes que no quieren aprender sobre esta temática.

### **Ilustración 8**

*¿Qué tiempo utilizas para aprender matemática?*



Establecida ya la figura se puede definir que el 40,62% de los estudiantes no dedican más tiempo para el aprendizaje de la matemática, mientras que un 34,38% señalan que dedican de 1 a 2 horas por la tarde y un 25% mencionan que usan más de 3 horas para el aprendizaje de esta asignatura, siendo esta otra causa para que los estudiantes no cuenten con el desarrollo de las destrezas matemáticas, pues la matemática se aprende practicando constantemente y si no hay la debida responsabilidad para la práctica constante no se podrá conseguir un aprendizaje significativo.

### 2.6.3 Entrevista al docente

La entrevista dirigida al docente del área de Matemática, constó de 5 preguntas, en donde el maestro manifestó que para el desarrollo de las clases usan contantemente el método inductivo, deductivo, que permite a los estudiantes desarrollar los procesos paso a paso, consiguiendo con ello la práctica y generalización de conceptos y la solución de problemas planteados. Con lo que los estudiantes su consiguen llegar o desarrollar los aprendizajes propuestos.

En cuanto al parte evaluativa, el docente menciona que el realiza durante todo el proceso de aprendizaje desde la parte de la anticipación hasta la aplicación, lo hace a través de la formulación de preguntas, solución de ejercicios, tareas y deberes, lecciones y evaluaciones finales, en donde él puede evidenciar el avance programático de los estudiantes.

En cuanto a la participación de los estudiantes es poca, ya que no quieren participar en la hora de clase, pasan a realizar un ejercicio en la pizarra los mismos de siempre, mientras que otro no sea por miedo a equivocarse, porque les falta razonamiento y cálculo matemático, así como el hecho de que vienen y se sientan en las bancas para cumplir el horario en algunos casos.

En lo que respecta al uso de recursos didácticos que ayuden al desarrollo de destrezas y habilidades de los estudiantes, menciona que si pueden desarrollar en los estudiantes, pero en parte ya que actualmente los estudiantes no cuentan con una retención activa, la atención directa y sobre todo no quieren aprender, pese a que usa videos educativos enviados al grupo de chat de los estudiantes, recursos tecnológicos como proyector y computador en la hora de clase no lo hace primero porque no cuenta con las competencias necesarias para manejar estas herramientas y luego por el tiempo ya que se pierde de 10 minutos en prender e instalar el mismo y no puede concluir con lo planificado, por lo que se utiliza son los recursos enviados por el Ministerio de Educación

Para concluir con la entrevista se le interrogó si conocía lo que es el modelo de la Biomimética aplicada a la educación, en donde se mencionó que no conocía sobre dicho modelo, pero que estaría gustoso de saber sobre el mismo y de cómo aplicarlo para la enseñanza de las matemáticas y más de las funciones cuadráticas que es un tema que requiere práctica.

#### ***2.6.4 Observación participante***

Durante el desarrollo de las prácticas preprofesionales de octavo ciclo en la Unidad Educativa Luis Cordero en 1° de bachillerato paralelo F, se pudo observar las dificultades existentes en el proceso de enseñanza-aprendizaje de las funciones cuadráticas. Debido a que las clases que se desarrollaban por parte del docente se aplicaban una metodología tradicionalista, en donde como recursos se tiene el libro o enciclopedia de matemática, la pizarra y un marcador, con lo que se presenta una clase netamente expositiva y pasiva.

Es por ello que los estudiantes demuestran poco interés por aprender, se les puede observar desmotivados, con poca atención a lo que el docente explica o en algunos casos se los pudo observar en los celulares, revisando las redes sociales o los grupos de chats de los mismos o conversando entre ellos.

En cuanto a la participación de los estudiantes, para hacer preguntas sobre las dudas que tienen, contestar interrogantes propuestas por el docente, no podían contestar, con lo que su actividad fue muy baja. Lo que permite reflexionar sobre esta actitud de los estudiantes, la cual se debe a la metodología implementada por el docente que es muy expositiva y poca reflexiva, así como el hecho de que las herramientas usadas por el docente no activan ningún tipo de motivación en los estudiantes.

## **2.7 Principales regularidades del diagnóstico**

### ***2.7.1 Triangulación de los datos obtenidos***

Para el análisis y triangulación de los datos obtenidos se realiza una tabla, la cual tiene como objeto de estudio el proceso de enseñanza-aprendizaje de Funciones cuadráticas mediante el modelo de la Biomimética. En la cual se abordan las dos primeras dimensiones junto a sus indicadores.

**Tabla 3**

*Triangulación de resultados obtenidos.*

Dimensiones	Indicadores	Pretest	Entrevista a la docente	Observación participante
Proceso de enseñanza-aprendizaje de las funciones cuadráticas mediante el modelo de la Biomimética	Conocimientos de las funciones cuadráticas		Realiza las clases con la ayuda de la pizarra y de los ejercicios que se basan en sus conocimientos sin necesidad de ver en el libro de trabajo.	Se evidencia que la docente si tiene conocimiento del tema, ya que elabora ejercicios propios.
	Planificaciones para la clase de funciones cuadráticas		El método de enseñanza que utiliza es el inductivo deductivo. Planifica tareas individuales y trabajos.	Se evidenció que el método de enseñanza se basa más en la resolución de ejercicios.

Aprendizaje de las funciones cuadráticas	Conocimientos básicos de las funciones cuadráticas	La mayoría de los estudiantes no diferencian entre las funciones cuadráticas	No se cumple con las destrezas planificadas.	Carecen de conocimientos sobre funciones cuadráticas
		Tienen dificultades para realizar los ejercicios de graficación de funciones cuadráticas		
	Participaciones dentro de la hora de clases		No participan frecuentemente en las horas de clase	La participación en clase es escasa.
	Actividades que se realizan.		Se les dicta ejercicios y trabajos individuales para que realicen.	El docente envía varios trabajos para ser realizados en el aula y como deber en la casa

**Nota:** Elaboración propia

En este apartado se puede definir que los resultados obtenidos aplicado del pretest a los estudiantes, se pueden relacionar con la variable de proceso de enseñanza aprendizaje de las funciones cuadráticas, en donde se tiene las dimensiones:

- En la primera dimensión que se titula Enseñanza de las funciones cuadráticas.
  - En el primer indicador de Conocimientos de las funciones cuadráticas, los estudiantes tienen un bajo porcentaje de estos contenidos, pues desconocen sobre la temática, lo cual es un antecedente negativo para el aprendizaje.
  - En el segundo indicador de Planificación, se puede definir que el docente utiliza un método que le permite enviar tareas individuales y colectivas, así como el envío de ejercicios para que sean resueltos por los estudiantes.
- En la segunda dimensión: Aprendizaje de las funciones cuadráticas.
  - En el primer indicador, se puede establecer que los estudiantes carecen de destrezas, es decir presentan dificultada para aplicar procesos de razonamiento para graficar funciones cuadráticas, puesto que por falta de una metodología que permita desarrollar la atención, la motivación y el razonamiento mismo de los estudiantes para conseguir un aprendizaje significativo.
  - En el segundo indicador sobre la participación de los estudiantes se puede mencionar que la misma es escasa durante la hora clase.
  - En el tercer indicador sobre la interpretación de resultados a través de gráficas se puede definir que los estudiantes desconocen sobre las diferentes estrategias de graficación y el distinguir características de las funciones cuadráticas.

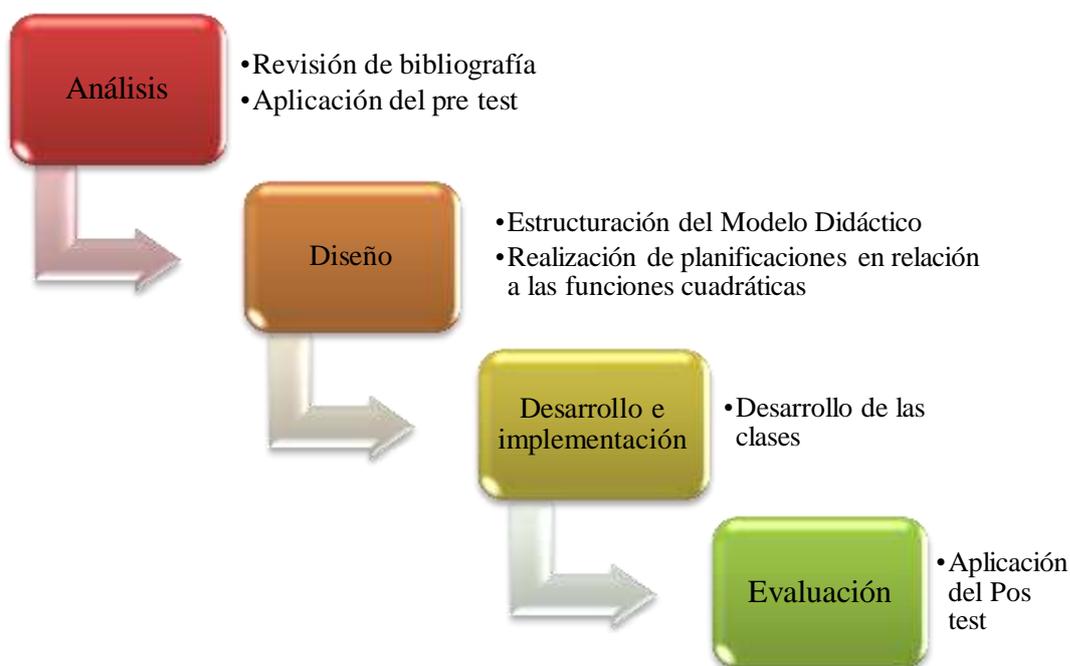
Ante estos resultados se establece que los docentes carecen de destrezas que tienen que ver con la temática de las funciones cuadráticas, las cuales son un retraso en el proceso de aprendizaje de los estos estudiantes en la asignatura de matemática, es por tal situación que se plantea como estrategia de aprendizaje el aplicar un modelo de aprendizaje la Biomimética para la enseñanza de este tema.

### Capítulo 3: Modelo Didáctico de Biomimética

La propuesta planteada como es el Modelo didáctico de la Biomimética, permite el aprendizaje de las funciones cuadráticas desde su desarrollo problemático hasta la graficación de las mismas, una enseñanza que se desarrollará en los estudiantes, a quienes se les aplico del Pretest de conocimientos, en donde se tuvo como resultado el desconocimiento de dicho tema y su proceso de solución para llegar a la trazar dichas funciones. De allí la importancia de implementar esta propuesta innovadora que ayude a superar las dificultades de aprendizaje y conseguir un aprendizaje significativo.

#### Ilustración 9

Modelo Didáctico de Biomimética



**Nota:** Elaboración propia (2023)

La ilustración muestra la estructura de la propuesta desde su punto de inicio hasta su evaluación, así que:

**Primer paso Diagnóstico.** Se determinó la problemática, la cual permitió definir la propuesta, dicho diagnóstico fue el resultado de la aplicación del pre test a los estudiantes

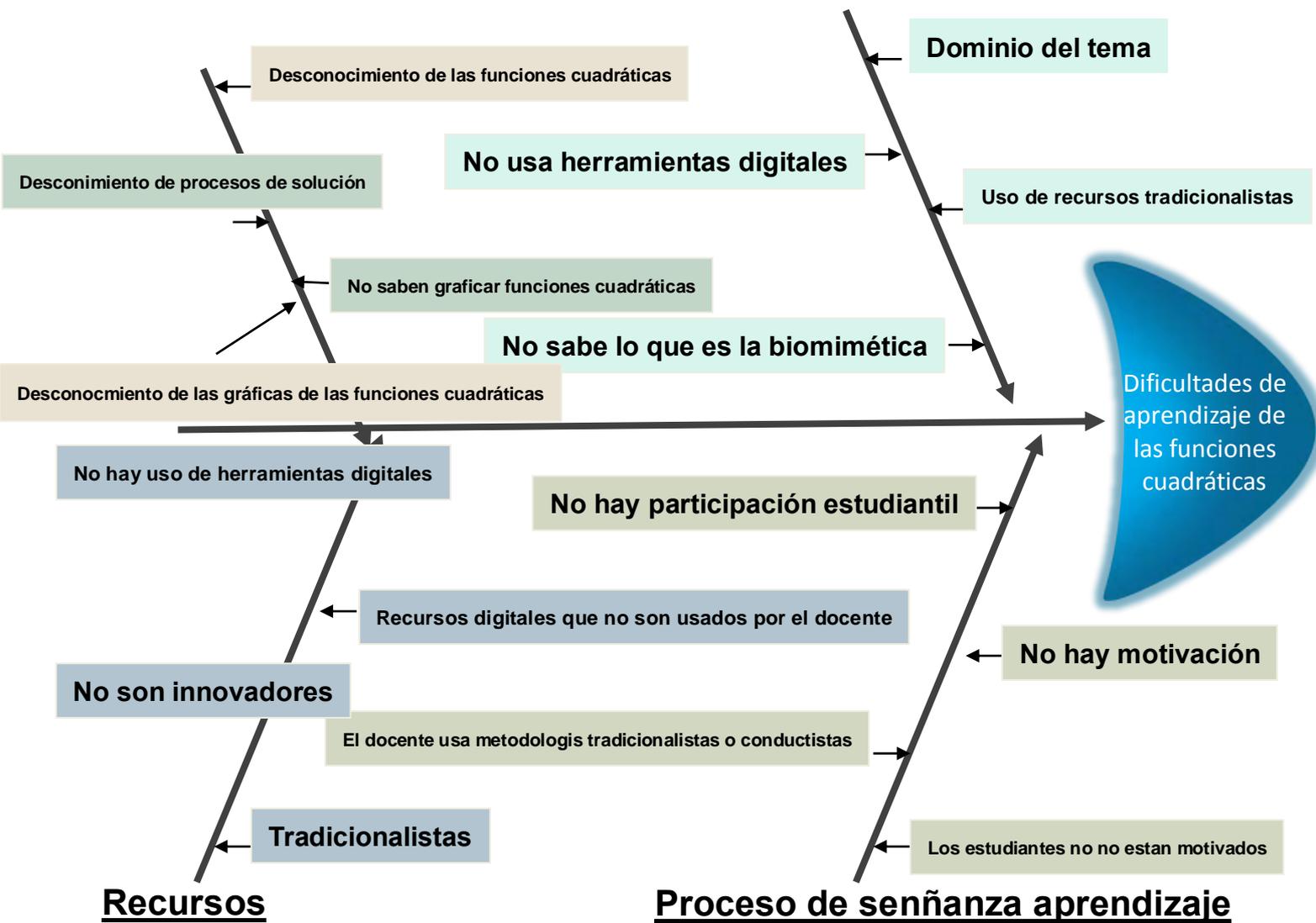
Anexo 1), la encuesta a la docente y estudiantes (Anexo 2 y 3) y de la ficha de observación (Anexo 5), del cual se pudo identificar las acusas de la problemática y poder plantear la propuesta, para explicar de mejor manera se presenta el diagrama de Ishikawa en donde están las causas de dicha problemática.

**Ilustración 10**

*Diagrama de causas de la problemática*

**Estudiantes de 1° de bachillerato**

**Docente de matemática**



**Segunda etapa Diseño del Modelo Didáctico.** Tiene su base en la Biomimética para la enseñanza de las funciones cuadráticas, para ello se analizó la información referente a la temática, además de ello se realizan planificaciones con el uso del recurso innovador de la Biomimética. (Anexo 7).

**Tercera etapa Desarrollo e implementación.** Aplicación de las planificaciones en horas clases a los estudiantes de bachillerato, en donde se determina el uso del modelo Didáctico de la Biomimética, que ayudará a conseguir un aprendizaje motivador e innovador, en donde el estudiante aprenda de forma significativa

**Cuarta etapa Evaluación.** Se aplicó un cuestionario de pos test a los estudiantes (Anexo 4), para validar dicho modelo didáctico y establecer si se cumplió o no con las destrezas matemáticas relacionadas con las funciones cuadráticas.

### **3.1 Diseño de la propuesta**

En la ejecución de la propuesta del modelo didáctico de la Biomimética, en el proceso de enseñanza aprendizaje de los estudiantes de 1° de bachillerato de la Unidad Educativa “Luis Cordero”, con el fin de mejorar el proceso de aprendizaje en la aplicación de las funciones cuadráticas, misma que se ejecutó a través de una metodología innovadora y participativa, en donde los alumnos pudieron ser partícipes activos de la creación de su conocimiento, para luego aplicarlos en su diario vivir.

Dicha propuesta presenta la valoración de la naturaleza como un modelo de aprendizaje, en donde el individuo aprende de los cambios que los elementos naturaleza realizan para solucionar problemas que los quejan de a diario y aplica dichos procesos en la solución de problemas continuos, en el caso planteado seria el usar las diferentes formas que tiene los elementos de la naturaleza para definir y distinguir las funciones cuadráticas.

Para Bustamante, (2018), el uso de la Biomimética dentro de los procesos de aprendizaje, es básico, ya que permite usar los diferentes modelos de procesos de la

naturaleza que el individuo puede simular y aplicarlos para solucionar problemas. La propuesta se realizará en 9 horas clases las cuales estarán destinadas al uso de la Biomimética y su aplicación en el proceso de enseñanza aprendizaje de las funciones cuadráticas.

**Tabla 4**  
*Diseño de propuesta*

<b>Semanas</b>	<b>Contenidos</b>	<b>Descripción de contenidos</b>	<b>Estrategia didáctica</b>	<b>Evaluación</b>
Semana 1	Clase introductoria sobre la Biomimética como estrategia de aprendizaje.	Explicar a los estudiantes lo que es la Biomimética y su relación con la educación.	Uso de diapositivas y videos acerca de la Biomimética.	La evaluación se da al finalizar la clase acerca de preguntas relacionadas con lo aprendido.
Semana 1 y 2	Clase sobre aplicación de la Biomimética en la educación.	Explicar a los estudiantes con algunos ejemplos que ayuden a determinar la relación de la Biomimética en la enseñanza aprendizaje.	Uso de diapositivas y videos acerca de la Biomimética.	La evaluación se da al finalizar la clase acerca de preguntas relacionadas con lo aprendido.
Semana 2	Clase de relación de las gráficas de funciones cuadráticas con la Biomimética.	Explicar a los estudiantes de como relacionar las funciones cuadráticas con las formas de la naturaleza.	Videos de Biomimética de la enseñanza de las funciones cuadráticas.	La evaluación se da al finalizar la clase acerca de preguntas relacionadas con lo aprendido.

Semana 3	Trabajo grupal en clase para solucionar problemas de funciones cuadráticas aplicados a la Biomimética.	Formar grupos de 5 estudiantes, presentarles el problema y pedir que lo solucionen.	Diapositivas.	Se analiza los casos resueltos en plenaria.
Semana 4	Aplicación del post test.	Los estudiantes realizan el post test de acuerdo a todo lo aprendido.	Cuestionario de pos test.	Se realiza el post test para medir los conocimientos a lo largo de las clases impartidas.

**Nota:** Elaboración propia (2023)

### 3.1.1 Cronograma de actividades

**Tabla 5**  
*Cronograma*

Actividades pedagógicas	Semana 1	Semana 2	Semana 3	Semana 4
Clase introductoria sobre la Biomimética como estrategia de aprendizaje				
Clase sobre aplicación de la Biomimética en la educación				
Clase de relación de las gráficas de funciones cuadráticas con la Biomimética				

Trabajo grupal en clase para solucionar problemas de funciones cuadráticas aplicados a la Biomimética				
Aplicación del post test.				

**Nota:** Elaboración propia (2023)

### 3.2 Implementación de la propuesta

La propuesta planteada como es el usar la Biomimética para la enseñanza de las funciones cuadráticas como una metodología innovadora, que permita mejorar el proceso de enseñanza aprendizaje de los estudiantes, ya que los motiva y despierta su curiosidad por aprender, para lo cual se aplicó el siguiente procedimiento.

En la primera sesión se aplicó una evaluación sobre las funciones cuadráticas en cuanto a conceptos y trazos de funciones en donde se pudo determinar que los estudiantes no tienen desarrolladas las destrezas de trazar las funciones cuadráticas. Por lo cual se plantea la propuesta de usar la Biomimética como herramienta didáctica innovadora, para aplicarla en 4 sesiones de horas clases las cuales fueron distribuidas de la siguiente forma:

En la primera sesión se realizó la introducción en la Biomimética como estrategia de aprendizaje, en la segunda sesión se dio a conocer la Biomimética y su relación con la educación y como aplicarla dentro del proceso de aprendizaje. Ya en la tercera sesión se aplica dicha estrategia en el aprendizaje de los estudiantes, lo cual mediante la demostración de esta relación y el hecho de aplicar los mismos estudiantes se pudo desarrollar la destreza. Para la consolidación de los aprendizajes se aplicó un trabajo en grupo de los estudiantes, en donde se pudo aplicar la Biomimética para trazar funciones cuadráticas.

Para determinar su validez se aplicó un pos test, a los 33 estudiantes del cual se tiene los siguientes resultados.

## Caracterización de la didáctica biomimética

**Tabla 6**

*Caracterización de la didáctica biomimética*

Recurso Didáctico	Recurso Biomimética	Didáctica biomimética
Curva	Nervadura de la hojas de la naturaleza	Representación de la graficación de funciones cuadráticas
Figuras geométricas	Sombra de los árboles, forma de los árboles	Representación de la graficación de funciones cuadráticas

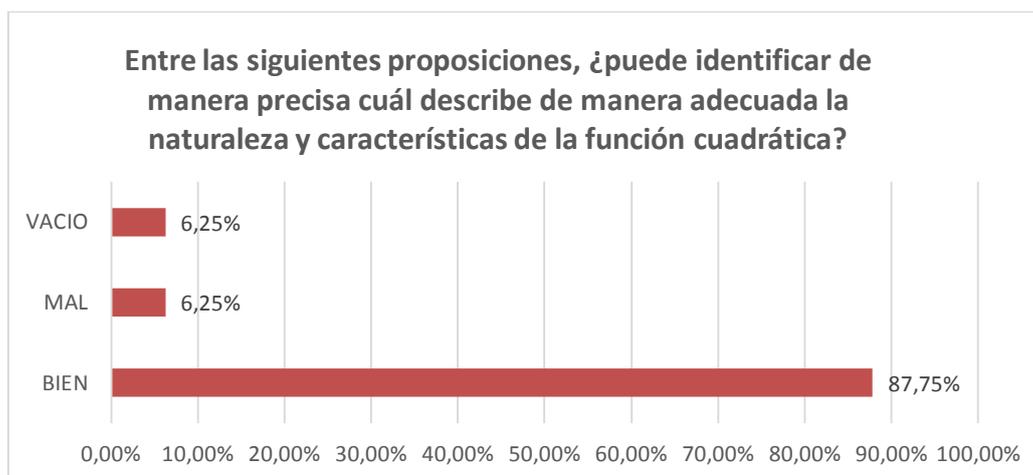
**Nota:** Elaboración propia (2023)

### 3.3. Resultados obtenidos mediante la implementación

#### 3.3.1. Post Test

##### **Ilustración 11**

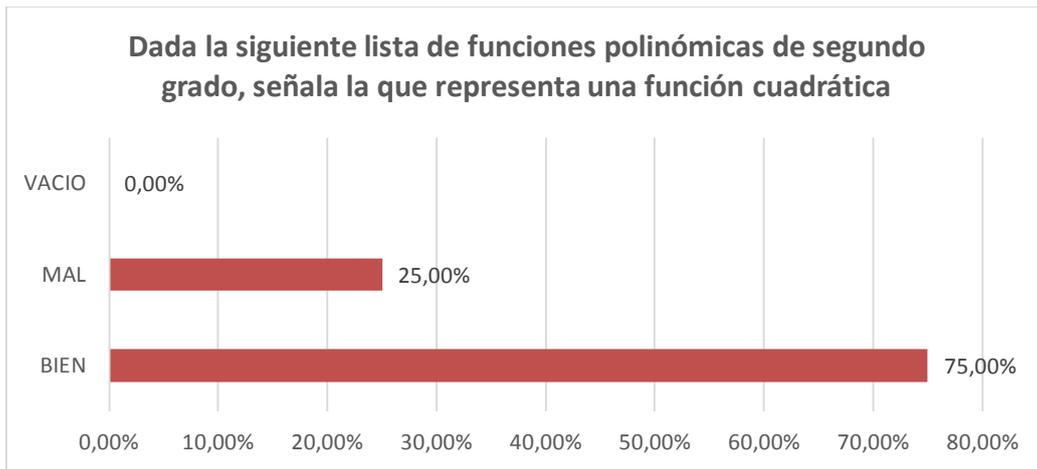
*Entre las siguientes proposiciones, ¿puede identificar de manera precisa cuál describe de manera adecuada la naturaleza y características de la función cuadrática?*



Según la ilustración 10, se puede establecer que el 87,75% de los estudiantes saben identificar de manera precisa una función cuadrática, mientras que el 6,25 no saben y el otro 6,25% no contestan la pregunta, por lo que se puede determinar que saben lo que son las funciones cuadráticas tanto de forma gráfica como de manera conceptual.

##### **Ilustración 12**

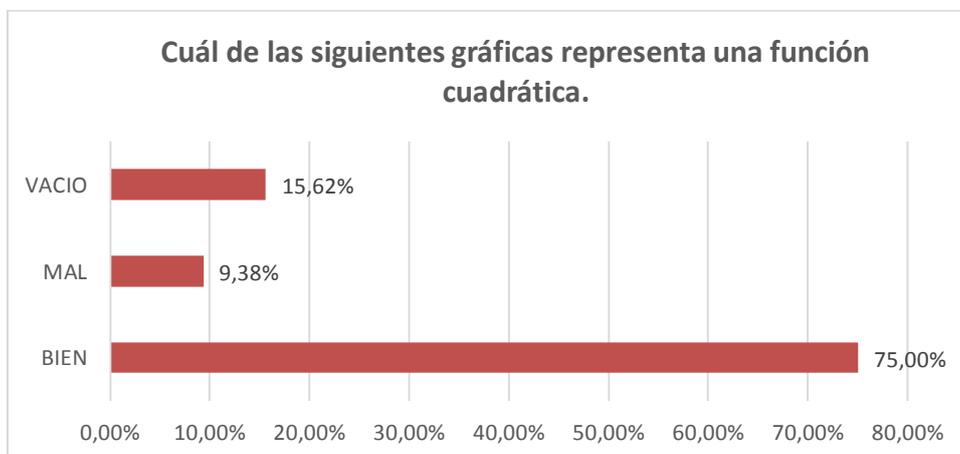
*Dada la siguiente lista de funciones polinómicas de segundo grado, señala la que representa una función cuadrática*



En la ilustración 11, se puede establecer que el 75% de los estudiantes reconocen la gráfica que representa una función cuadrática, mientras que el 25%, no saben reconocer, Lo que permite definir que los estudiantes ya tienen una destreza desarrollada, con el hecho de conocer la gráfica que representa una función cuadrática.

### ***Ilustración 13***

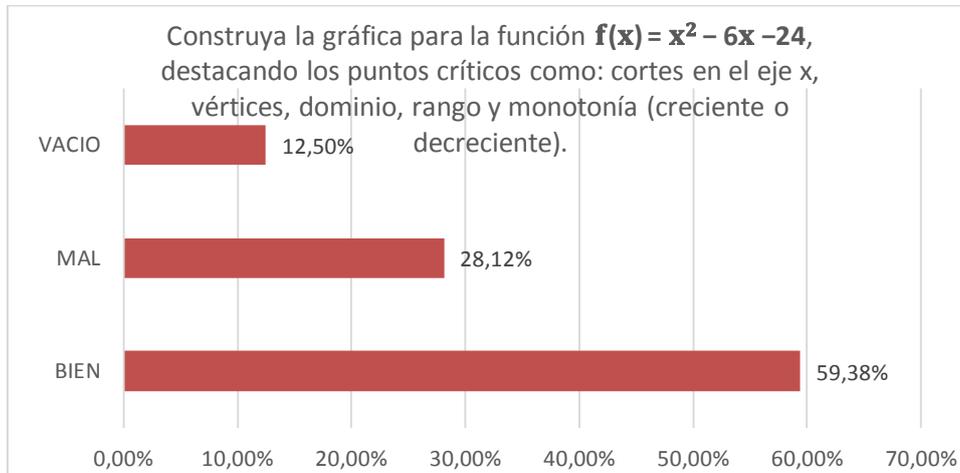
*Cuál de las siguientes gráficas representa una función cuadrática.*



De acuerdo a la ilustración 12, el 75% de los estudiantes reconocen ya lo que es una función cuadrática, el 15,62%, no contestan la pregunta y el 9,38% no saben reconoce una función cuadrática. Por lo que permite determinar que en un porcentaje alto es decir las 3 cuartas partes de los estudiantes conocen lo que es una función cuadrática.

### Ilustración 14

Construya la gráfica para la función  $(x) = x^2 - 6x - 24$ , destacando los puntos críticos como: cortes en el eje x, vértices, dominio, rango y monotonía (creciente o decreciente).

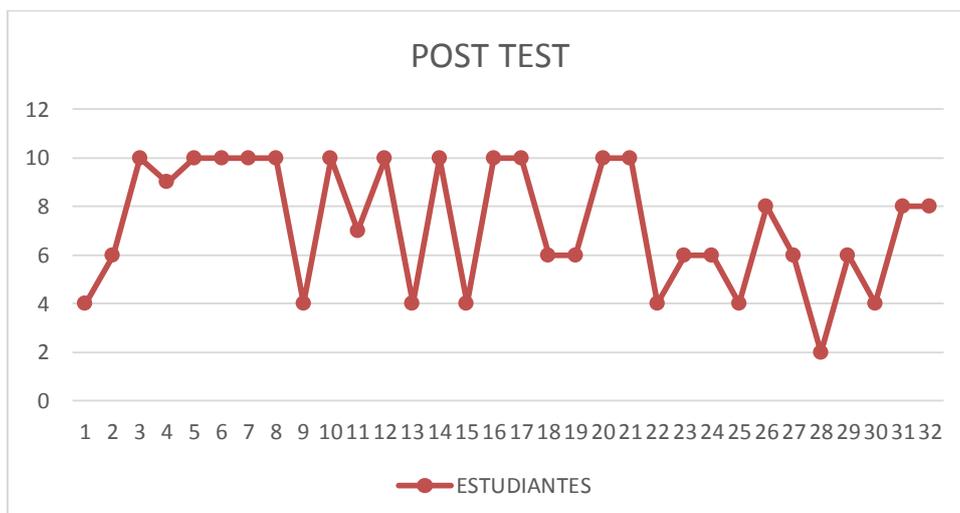


En la ilustración 13, se puede establecer que el 59,38% pueden construir una función cuadrática mediante el uso de la Biomimética, a diferencia del 28,12%, no pueden graficar y el 12,50%, no realizan la actividad, por lo que se puede establecer que un gran porcentaje de los estudiantes saben graficar y aplicar fórmulas, así como usar la Biomimética para construir estas funciones cuadráticas.

### 3.3.2. Resultados del mediante el Post test

#### Ilustración 15

Resultados de Post test



Según la ilustración 14, en cuanto a las notas que obtuvieron los estudiantes, se puede determinar que, si hubo una mejora, por lo que los mismo ya cuentan con los conocimientos sobre lo que son las funciones cuadráticas, trazar y reconocer las mismas, lo que se desarrolló mediante el uso de la herramienta Biomimética, dentro del proceso aprendizaje.

### **3.3.3 Análisis del pretest y post test**

La siguiente tabla muestra los resultados obtenidos mediante el pretest y el post test que corresponde a una aplicación antes y después de la implementación de la estrategia educativa con la Biomimética. Los resultados al analizarlos evidencian la mejora en el rendimiento académico y en sus conocimientos.

**Tabla 7**  
*Análisis del pretest y el post test.*

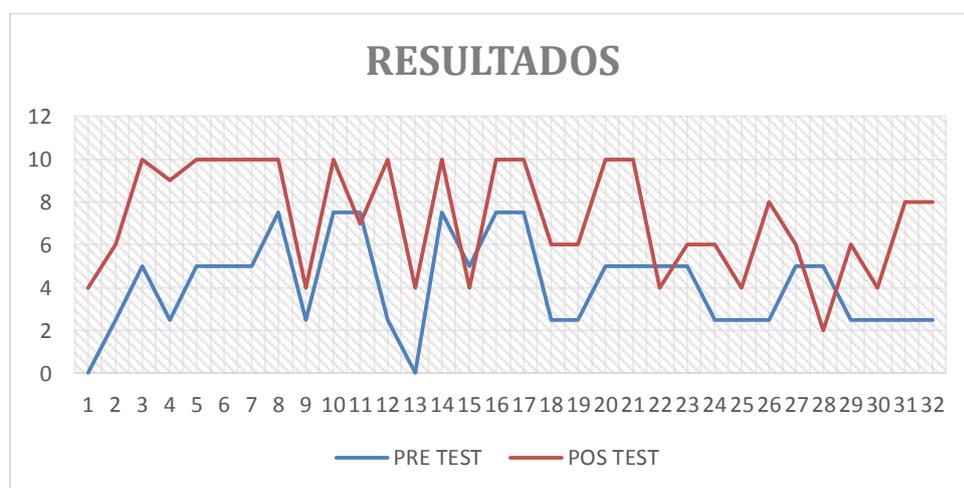
<b>Pretest</b>	<b>Post test</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Desconocimiento sobre conceptos de funciones cuadráticas.</li> <li>• Falta de conocimiento sobre lo que es la Biomimética y su relación en la educación.</li> <li>• Dificultades para realizar los ejercicios de aplicación de fórmulas y graficación de funciones cuadrática.</li> <li>• Dificultades para reconocer los gráficos de funciones cuadráticas.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Conocimiento sobre lo que son las funciones cuadráticas.</li> <li>• Tienen conocimientos sobre lo que es la Biomimética y cómo aplicarla para aprender sobre las funciones cuadráticas.</li> <li>• Aplicación de fórmulas y desarrollo de gráficas de funciones cuadráticas</li> <li>• Realizan gráficos de funciones cuadráticas sin dificultad usando la Biomimética</li> <li>• Reconoce las gráficas de funciones cuadráticas.</li> </ul>

**Nota:** Elaboración propia (2023)

De acuerdo a la tabla 6 se puede definir que hay una mejora en cuanto a los conocimientos adquiridos por los estudiantes en cuanto a funciones cuadráticas, desarrollo de ejercicios y graficación de funciones cuadráticas, es decir se puede mencionar que ya se consolidó las destrezas referentes al currículo: M.5.1.20, M.5.1.74, M.5.1.75, M.5.1.75, M.5.1.78.

### **Ilustración 16**

*Análisis de las notas obtenidas en el pre test y post test.*



En la ilustración 15, se realiza la comparación entre los resultados obtenidos del pretest y pos test, a los estudiantes, en donde se puede definir que los estudiantes luego de aplicada la propuesta de Usar la Biomimética, para la enseñanza de las funciones cuadráticas, se consiguió que los alumnos puedan desarrollar la destreza propuesta.

De acuerdo a las notas obtenidas por estudiantes se puede realizar una comparación en cuanto a la aplicación del pretest, los estudiantes obtuvieron una nota general de 4,14, que según la escala valorativa propuesta por el Ministerio de Educación los estudiantes estarían en Próximos a alcanzar los aprendizajes requeridos y luego de aplicado el pos test, se tuvo como nota general el de 8,25 los estudiantes alcanzan los aprendizajes requeridos.

## Conclusiones

Mediante la etapa diagnóstica se determinó la dificultad que presentan los estudiantes sobre la falta de conocimiento sobre lo que son las funciones cuadráticas, lo que permitió proponer y aplicar el modelo didáctico de la Biomimética para optimizar el proceso de aprendizaje de los docentes, pues luego de aplicado dicho modelo se pudo evidenciar la mejora de dicho proceso ya que los estudiantes pasaron de un promedio de 4,14 a un promedio de 8,25, lo que permite definir que se encuentran con los aprendizajes adquiridos.

En cuanto al primero objetivo específico, se pudo estructurar tanto el marco conceptual como teórica con información confiable que validó dicha propuesta, pues se analizó la información de revistas científicas, artículos y trabajos de repositorios universitarios, de donde se pudo conceptualizar lo que es la biomimética que para muchos autores es el arte de estudiar y observar la naturaleza para aprender de la misma y dar solución a problemas humanos, el cual relacionado con la educación es el utilizar la naturaleza para solucionar problemas educativos y por ende trabajar la conciencia social y sostenible de los estudiantes.

En cuanto al segundo objetivo específico que trata sobre diagnosticar el proceso de enseñanza que tiene los estudiantes sobre las funciones cuadráticas, se puede indicar que luego de aplicado el pretest sobre las funciones cuadráticas, en donde se obtuvo datos bajos en cuanto a la conceptualización, proceso y graficación de las funciones cuadráticas, luego se aplicó la encuesta a la docente y estudiantes sobre la metodología de la docente, de donde se obtuvo que un porcentaje alto de estudiantes están de acuerdo con la metodología que usa la docente, pero no se puede reflejar este aprendizaje en los resultados del pretest lo cual es una contradicción, en cuanto a la docente menciona que el uso de recursos digitales es muy limitado y que desconoce sobre el uso de herramientas digitales en este caso la Biomimética y la ficha de observación, en donde luego de un seguimiento diario de campo se determinó la falta de motivación de los estudiantes, así como la atención a la clase, siendo estos las causas

que permitió definir las causas de la problemática y se estableció la solución la cual es la propuesta del modelo didáctico de la Biomimética

En cuanto al objetivo específico tres, se puede mencionar que se diseñó el Modelo didáctico de la Biomimética el cual cuenta con dos subunidades que son: la biomimética relacionado con la educación y las funciones cuadráticas, para concluir con las planificaciones de cómo aplicar dentro del proceso de aprendizaje de las funciones cuadráticas, las cuales fueron puestas en práctica.

Para el objetivo específico cuatro sobre la implementación se puede determinar que esta estrategia se planificó en 4 sesiones de clases, en donde se dio a conocer lo que es la Biomimética, sus beneficios en la educación y aplicación de la misma en el desarrollo de las funciones cuadráticas, en donde se pudo observar la motivación que tenían los estudiantes por aprender, pues el hecho de observar la naturaleza y asociarla de forma interdisciplinar con la matemática genera en los estudiantes la atención y curiosidad por saber de dicho modelo y sobre todo que pudieron comprender y asimilar el objetivo de la clases,

En cuanto al objetivo cinco sobre la valoración de este modelo didáctico se aplicó el pos test a los estudiantes, del cual se pudo obtener resultados satisfactorios, ya que los estudiantes ya sabían lo que son las funciones cuadráticas, reconocen las mismas y grafican, es decir se pudo evidenciar la asimilación de las destrezas curriculares relacionadas con la temática como son: M.5.1.20, M.5.1.74, M.5.1.75, M.5.1.75, M.5.1.78.

### **Recomendaciones**

Ante los resultados obtenidos con los estudiantes de primero de bachillerato, se recomienda al docente de matemática, el uso de estrategias innovadoras y de recursos o

herramientas innovadoras, que ayuden a desarrollar procesos de aprendizaje activos, innovadores que puedan generar en los estudiantes la motivación y la curiosidad por aprender temas matemáticos que son difíciles de asimilar.

El uso de la Biomimética no sea una herramienta innovadora que se trabaje como en el área de matemática sino en las demás asignaturas de las ciencias experimentales, pues la misma permite vincular la naturaleza con el tema de estudio y a más de ello permite generar en los estudiantes una conciencia ambientalista y sustentable. En donde se parta de valorar la naturaleza y su sistema de evolución para generar soluciones para la humanidad.

Que siempre se esté evaluando el avance programático de los estudiantes mediante el uso de herramientas innovadoras, durante todo el proceso de aprendizaje, pues el docente debe de ser consciente de que al estudiante se le debe de evaluar de forma íntegra.

La presente propuesta se puede implementar para todo el bachillerato en la asignatura de matemática, pero también se puede aplicar en las demás áreas científicas como es física, química, biología y ciencias naturales, ya que se acopla a estas áreas y así se pueda superar distintos problemas de aprendizaje que van desarrollando los estudiantes durante el proceso de aprendizaje.

## Referencias

- Arias-Rueda, J. H., Arias-Rueda, C. A. y Burgos Hernández, C. A. (2020). Procesos aplicados por los estudiantes en la resolución de problemas matemáticos: caso de estudio sobre la función cuadrática. *Góndola, enseñanza y aprendizaje de las ciencias*, 15(2), 284-302. DOI: <http://doi.org/10.14483/23464712.14614>
- Ayil, J. (2018). Entorno virtual de aprendizaje una herramienta de apoyo para la enseñanza de las matemáticas. *Revista de investigación tecnológica de Informática*, 6(11), 34 - 39.
- Benyus, J. (2012, diciembre 9). Biomímesis y desarrollo sostenible, un concepto revolucionario para afrontar los retos vitales de nuestra civilización. Fundación RAED, Medio ambiente, proyecto Similar. <https://raed.academy/biomimesis-y-desarrollo-sostenible-un-concepto-revolucionario-para-afrontar-los-retos-vitales-de-nuestra-civilizacion/>
- Bustamante, A. (2018). Estrategias de la Naturaleza. *Biométrica y diseño*, Universidad Pontificia Bolivariana, 1 - 75.  
<https://repository.upb.edu.co/handle/20.500.11912/4263>
- Calderón - Zambrano, R., Pesantez, F., y Alvarado, T. (2018, agosto 21). Logros de aprendizaje en funciones lineales y cuadráticas mediante secuencia didáctica con el apoyo del Geogebra. *Polo del conocimiento*, 3(18), 449. 10.23857/pc.v3i8.624
- Cárdenas, G. (2019, agosto 14). Biomimética: tecnología que imita a la naturaleza. *Revista de Divulgación Científica UNAM- DGDC*, 1-3.  
<https://ciencia.unam.mx/leer/891/biomimetica-tecnologia-que-imita-a-la-naturaleza>
- Castillo, D. (2020). Las TIC en los procesos de enseñanza-aprendizaje desarrollados por maestros tutores de Educación Primaria en la Región de Murcia. *Revista Interuniversitaria de Investigación en Tecnología Educativa*, 9, 1-14  
<https://doi.org/10.6018/riite.432061>

- Collado-Ruano, J. (2017, noviembre 10). Educación y desarrollo sostenible: la creatividad de la naturaleza para innovar en la formación humana. *Scielo*, 20(2), 229 - 248.  
10.5294/edu.2017.20.2.4
- 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
- Endara, E., Proaño, R., y Peñafiel, V. (2022, agosto 31). Las estrategias metodológicas y funciones cuadráticas. *Alfa publicaciones*, 4(3.1), 516 - 532.  
<https://doi.org/10.33262/ap.v4i3.1.277>
- Espinoza-Freire, E. E. (2018, agosto). Las variables y su operacionalización en la investigación educativa. Parte I. *Revista pedagógica de la Universidad de Cienfuegos*, 14(65), 36-46.  
[https://www.researchgate.net/publication/328268666\\_Las\\_variables\\_y\\_su\\_operacionalizacion\\_en\\_la\\_investigacion\\_educativa\\_Parte\\_I](https://www.researchgate.net/publication/328268666_Las_variables_y_su_operacionalizacion_en_la_investigacion_educativa_Parte_I)
- Fraille, M... [et al.]; (2019). Compilado por Marcelo Fraille. Narvárez; editado por Marcelo Fraille Narvárez. - 1a ed compendiada.- Ciudad Autónoma de Buenos Aires: Marcelo Alejandro Fraille, Archivo Digital: descarga y online ISBN 978-987-86-2145-6,  
[https://www.academia.edu/40631089/Biomimesis\\_El\\_camino\\_hacia\\_un\\_dise%C3%B1o\\_eficiente](https://www.academia.edu/40631089/Biomimesis_El_camino_hacia_un_dise%C3%B1o_eficiente)
- García-Arguelles, L., López - Medina, F., Moreno-Toiran, G., y Ortigosa-Garcell, C. (2018, agosto). El método experimental profesional en el proceso de enseñanza – aprendizaje de la Química General para los estudiantes de la carrera de ingeniería mecánica. *Revista Scielo*, 30(2), 328-345.  
<http://scielo.sld.cu/pdf/ind/v30n2/ind13218.pdf>
- Gómez-Luna, E., Fernando-Navas, D., Aponte- Mayor, G., y Betancourt-Buitrago, L. (2014, abril 18). Metodología para la revisión bibliográfica y la gestión de información de temas científicos, a través de su estructuración y sistematización. *Redalyc*, 81(184), 158-163. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=49630405022>

- Jimenez, C. (2018). *Diseño Biomético. Modelización arquitectónica basada en la naturaleza* (ESTEM ed.). Escuela Técnica Superior de Arquitectura Madrid.  
[https://oa.upm.es/52147/1/TFG\\_Jimenez\\_Arevalo\\_Carlos.pdf](https://oa.upm.es/52147/1/TFG_Jimenez_Arevalo_Carlos.pdf)
- López- Fornies, I., y Berges-Muro, L. (2018, Julio 28). Aproximación al diseño biomimético. Aprendizaje y aplicación. *DINA*, 181 - 190.  
<http://dx.doi.org/10.15446/dyna.v81n188.41671>
- Loza, R., Mamani, J., Mariaca, J., y Yanqui, F. (2020, agosto 10). Paradigma sociocrítico en investigación. *Revista científica digital de psicología*, 9(2), 30 - 39.  
<https://revistas.ucv.edu.pe/index.php/psiquemag/article/view/216/206>
- Martínez, D. (2019, October 7). *Educativa: Los Modelos Didácticos: Conceptualización y características*. Didáctica Educativa. Retrieved July 27, 2023, from  
<https://blogdidacticaedu.blogspot.com/2019/10/los-modelos-didacticos.html>
- Molina-García, P y García-Farfan, I. (2019). El proceso de enseñanza aprendizaje en la educación superior. *Revista científica. Dominio de las Ciencias. Dom. Cien.*, ISSN: 2477-8818 Vol. 5, núm. 1, Especial Noviembre 2019, pp. 394-413
- Mosquera, M. (2016). Propuesta didáctica para la enseñanza de las funciones de segundo grado de variable real en el marco de la enseñanza para la comprensión para fortalecer el pensamiento variacional en el grado 9 de la IER Yarumito. *Universidad Nacional de Colombia*.  
<https://repositorio.unal.edu.co/bitstream/handle/unal/56257/82363418.2015.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Muñíz, R. (2017, septiembre 15). Biomimética, herramientas de diseño inspiradas en la naturaleza. *Revista Theckne*, 20(2), 23 - 38.
- Ochoa, E. (2022). La enseñanza y el aprendizaje desde la perspectiva del maestro. Universidad Metropolitana de Educación, Ciencia y Tecnología, Panamá ISSN-e: 2644-3996 Periodicidad: Semestral vol. 9, núm. 6, 2022

- Osorio Gutiérrez, R. Z. (2019). Biomímesis, inspiración natural para la innovación. *Revista CINTEX*, 24(2), 10–11. <https://doi.org/10.33131/24222208.349>
- Orosco, G., Sosa, M., y Martínez, F. (2018, June 1). *Modelos Didácticos en la Educación Superior: Una realidad que se puede cambiar | Profesorado, Revista de Currículum y Formación del Profesorado*. RECyT. Retrieved July 27, 2023, from <https://recyt.fecyt.es/index.php/profesorado/article/view/66382/o>
- Peñafiel, V y Endara E. (2021). Las estrategias metodológicas y las funciones cuadráticas. <https://repositorio.uta.edu.ec/jspui/handle/123456789/32862>
- Pérez- Vera, I., y Fuentes, N. (2018). Biomimesis Integrada A Un Proyecto De Robotica Educativa Para La Enseñanza De Las Matemáticas En El Segundo Año De Educación Media. *Uso de los recursos tecnológicos en el aula de matemática*. <http://funes.uniandes.edu.co/19821/1/Perez2018Biomimesis.pdf>
- Reyes Figueroa, Ángel P., Torres Medina, I. C., Tumbaco Reyes, A. R., y Zea Cortez, R. R. (2023). Recursos educativos digitales y el proceso de enseñanza aprendizaje sobre funciones cuadráticas en la unidad educativa Ancón. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 7(1), 3207-3246. [https://doi.org/10.37811/cl\\_rcm.v7i1.4651](https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v7i1.4651)
- Reyes Figueroa, Ángel P., Torres Medina, I. C., Tumbaco Reyes, A. R., y Zea Cortez, R. R. (2023). Recursos educativos digitales y el proceso de enseñanza aprendizaje sobre funciones cuadráticas en la unidad educativa Ancón. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 7(1), 3207-3246. [https://doi.org/10.37811/cl\\_rcm.v7i1.4651](https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v7i1.4651)
- Rodríguez, G. (2019, October 2). *Modelos Didácticos*. Didáctica, un puente que une el conocimiento. Retrieved July 27, 2023, from <https://didacticaunpuentequeuneelconocimiento.blogspot.com/2019/10/modelos-didacticos.html>

- Ruiz, E., Perez, K., Rivera, K., y Cliffor, H, (2019), Estrategias metodológicas para facilitar el contenido de las funciones cuadráticas. UNAN.  
<https://repositorio.unan.edu.ni/12972/1/20118.pdf>
- Sánchez, D. (2019). La Biomímesis: más que una herramienta de inspiración para el Diseño, Artificio, 24-36. <file:///C:/Users/userhp/Downloads/davidsanchez,+24-36.pdf>
- Santamaría, S, (2020). Digitalización de formas de la Naturaleza como Recurso morfológico. Universidad Católica del Ecuador.  
<file:///C:/Users/userhp/Downloads/adminiojs,+uazuay-DAYA-09-ARTICULO-06-133-149.pdf>
- Subsecretaria Nacional de Planificación y Desarrollo Sostenible (2027). Plan Nacional del Buen Vivir 2017 – 2021. Quito - Ecuador Versión para el Diálogo Social Nacional.  
<https://www.gobiernoelectronico.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2017/09/Plan-Nacional-para-el-Buen-Vivir-2017-2021.pdf>
- Torres, E., Tía, M., Pérez, G., y Paneque, M. (2022, January 3). *El proceso de enseñanza-aprendizaje: lógica, dinámica y estimulación del aprendizaje | Santiago*. Revista Santiago. Retrieved July 27, 2023, from  
<https://santiago.uo.edu.cu/index.php/stgo/article/view/5453>
- Torrez, P. A. (2016). Acerca de los enfoques cuantitativo y cualitativo en la investigación educativa cubana actual. *Revista Redalyc*, 2(34), 1-11.  
<https://www.redalyc.org/journal/4780/478054643001/478054643001.pdf>
- Vargas, M. (2020), Comprensión de conceptos y resolución de ejercicios sobre funciones cuadráticas, mediante la aplicación del software Geogebra, en estudiantes del primer año de bachillerato general unificado de una unidad educativa local. Universidad de Cuenca.  
<http://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/34819/1/Trabajo%20de%20titulacion.pdf>

Vedoya, D., Pilar, C., Prat, E., y Petraglia, L. (2016). Introducción a la biomimesis.

Aprendiendo de la naturaleza desde las formas, los sistemas y los procesos.

*Científica*, 265 - 288.

<file:///C:/Users/userhp/Downloads/TESIS%20SANTANDER/silvereagleye,+12+Introducci%C3%B3n+a+la+biomimesis.+Aprendiendo+de+la+naturaleza+desde+las+formas,+los+sistemas+y+los+procesos.pdf>

Villarroel, J. (2019). Formas de/ y en la Biomimesis. CASIOPEA. Universidad de Chile.

[https://wiki.ead.pucv.cl/Patr%C3%B3n\\_Articulable\\_para\\_el\\_Aprendizaje](https://wiki.ead.pucv.cl/Patr%C3%B3n_Articulable_para_el_Aprendizaje)

Zamudio H y Seoane S, (2022). Biomimesis: Emprendimiento e Innovación Artística

Biomimética y Bioinspirada, Argitalpen Zerbitzua. ISBN: 978-84-1319-322-9. Bilbao,

España. Abril 2022.

**Anexos**

**Anexo I Cuestionario aplicado de Pre test**

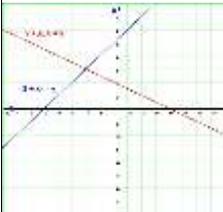
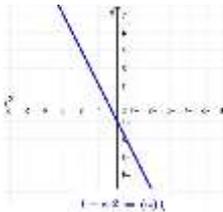
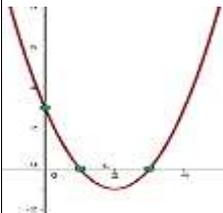
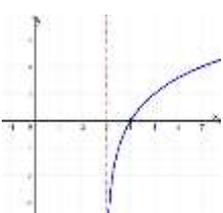
	<p><b>UNIDAD EDUCATIVA LUIS CORDERO</b></p>	<p><b>Página 1 de 3 PRE TEST</b></p>
---	---	--

PRE TEST			
<b>JORNADA</b>	<b>MATUTINA</b>	<b>NIVEL</b>	<b>BACHILLERAT O GENERAL UNIFICADO</b>
<b>GRADO/CURSO</b>	<b>PRIMERO</b>	<b>PARALELO:</b>	<b>F</b>
<b>AREA</b>	<b>MATEMÁTICAS</b>	<b>ASIGNATUR A</b>	<b>MATEMÁTICA</b>
<b>AÑO LECTIVO</b>	<b>2023/2024</b>	<b>TOTAL</b>	<b>/10</b>
<b>DOCENTE</b>			
<b>ESTUDIANTE</b>			

Destreza con criterio de desempeño	Ítems	Valor



<p>Definir una función cuadrática de manera algebraica y gráfica. (Ref.: M.4.1.57)</p>	<p>1. <b>De las siguientes definiciones ¿cuál corresponde a la función cuadrática?</b></p> <p>A. Es una función de una variable (normalmente denotada como <math>x</math>) que puede ser escrita como la suma de términos de la forma <math>mx + b</math>, donde <math>m</math> es un número real y <math>b</math> es un número natural.</p> <p>B. Es una relación que existe entre dos conjuntos, mediante la cual a cada elemento del conjunto inicial se le asigna un solo elemento del conjunto final (o ninguno).</p> <p>C. Es un tipo de función matemática que se caracteriza por ser un polinomio de segundo grado, en otras palabras, es una función en la que uno de los elementos lleva un exponente de 2.</p>	<p>2P</p>
	<p>2. <b>Cuál de las siguientes funciones es cuadrática.</b></p> <p>A. <math>f(x) = 4x - 1</math></p> <p>B. <math>y = xy^2 - 4 + 4</math></p>	<p>2P</p>

	<p>C. <math>y = x^2 - 3x - 10</math></p>	
	<p><b>3</b> <b>Cuál de las siguientes gráficas representa una función cuadrática.</b></p> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: flex-start;"> <div style="text-align: center;">  </div> <div style="text-align: center;">  </div> </div> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: flex-start; margin-top: 20px;"> <div style="text-align: center;">  </div> <div style="text-align: center;">  </div> </div>	<p>2P</p>



<p>Representa gráficamente funciones cuadráticas; halla las intersecciones con los ejes, el dominio, rango, vértice y monotonía; emplea sistemas de ecuaciones para calcular la intersección entre una recta y una parábola o dos parábolas; emplea modelos cuadráticos para resolver problemas, de manera intuitiva halla un límite y la derivada; optimiza procesos empleando las TIC.</p> <p>(Ref.: M.5.3.2.)</p>	<p><b>4 Construya la gráfica para la función <math>(x) = x^2 - 3x - 10</math> y halle los cortes con el eje x, vértice, dominio, rango y monotonía (creciente o decreciente).</b></p>	<p>4P</p>
--	---	-----------

## Anexo II Entrevista al docente

### UNIVERSIDAD NACIONAL DE EDUCACIÓN

#### CARRERA DE EDUCACIÓN EN CIENCIAS EXPERIMENTALES

#### ENTREVISTA DIRIGIDA A LA DOCENTE

**Dirigida a:** \_\_\_\_\_.

**Objetivo General:** Diagnosticar la influencia de la enseñanza de las funciones cuadráticas, en el aprendizaje de los estudiantes de 1° de bachillerato paralelo “F”.

**Instrucción:** Conteste las siguientes preguntas con su criterio más acertado y su experiencia educativa.

#### Cuestionario:

1. Considera Usted, que después de una clase de funciones cuadráticas, ¿los estudiantes logran la destreza y alcanzan los objetivos propuestos? Sí o No ¿Por qué?
2. ¿Qué metodologías de enseñanza emplea en las clases de funciones cuadráticas?
3. ¿De qué manera evalúa los aprendizajes sobre funciones cuadráticas?
4. ¿Existe la participación de los estudiantes en las clases de funciones cuadráticas?
5. ¿Cree Usted que los usos de recursos didácticos ayudan a desarrollar destrezas y habilidades en los estudiantes? Si o No ¿Por qué?

### Anexo III Encuesta dirigida a los estudiantes

#### UNIVERSIDAD NACIONAL DE EDUCACIÓN

#### CARRERA DE EDUCACIÓN EN CIENCIAS EXPERIMENTALES

#### ENCUESTA DIRIGIDA A LOS ESTUDIANTES

**Objetivo General:** Proponer el uso del modelo de la Biomimética en el proceso de enseñanza-aprendizaje de las funciones cuadráticas en los sujetos de estudio.

**Instrucción:** Conteste las siguientes preguntas con su criterio más acertado.

1. ¿Cómo percibe la forma de enseñanza usada por el docente de matemática?

- a) Muy Satisfecho
- b) Satisfecho
- c) Poco satisfecho

2. ¿Te gustaría aprender funciones cuadráticas de una forma diferente?

Sí\_                  No\_

3. ¿Qué tiempo utilizas para aprender matemática?

- a) No dedica tiempo
- b) De 1 a 3 horas
- c) Más de 5 horas

**Anexo IV Pos test**

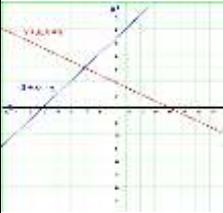
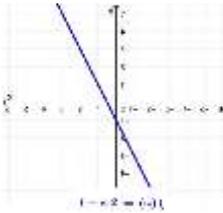
	<p><b>UNIDAD EDUCATIVA LUIS CORDERO</b></p>	<p><b>Página 1 de 3 POSTES</b></p>
---	---	--

POS TEST			
JORNADA	MATUTINA	NIVEL	BACHILLERAT O GENERAL UNIFICADO
GRADO/CURSO	PRIMERO	PARALELO:	F
AREA	MATEMÁTICAS	ASIGNATUR A	MATEMÁTICA
AÑO LECTIVO	2023/2024	TOTAL	/10
DOCENTE			
ESTUDIANTE			

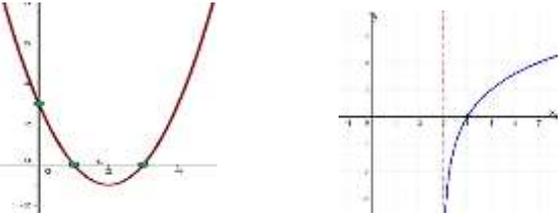
Indicadores de Evaluación	Ítems	Valor



<p>Definir una función cuadrática de manera algebraica y gráfica. (Ref.: M.4.1.57)</p>	<p><b>1. Entre las siguientes proposiciones, ¿puede identificar de manera precisa cuál describe de manera adecuada la naturaleza y características de la función cuadrática?</b></p> <p>A. Es una expresión algebraica que está formada por la suma de términos, cada uno de los cuales es el producto de una constante, conocida como coeficiente, y una variable elevada a una potencia entera no negativa.</p> <p>B. Es una relación que existe entre dos conjuntos, mediante la cual a cada elemento del conjunto inicial se le asigna un solo elemento del conjunto final (o ninguno).</p> <p>C. Es un tipo de función matemática que se caracteriza por ser un polinomio de segundo grado, en otras palabras, es una función en la que uno de los elementos lleva un exponente de 2.</p>	<p>2P</p>
--	--	-----------

	<p><b>2.Cuál de las siguientes funciones es cuadrática.</b></p> <p>A. <math>f(x) = 8x - 2</math></p> <p>B. <math>y = xz^2 - 6 + 5</math></p> <p>C. <math>y = x^2 - 5x - 12</math></p> <p>D. <math>y^2 = x^2 + y^2 - 11^2</math></p>	2P
	<p><b>3.Cuál de las siguientes gráficas representa una función cuadrática.</b></p> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;">   </div>	2P



		
<p>Representa gráficamente funciones cuadráticas; halla las intersecciones con los ejes, el dominio, rango, vértice y monotonía; emplea sistemas de ecuaciones para calcular la intersección entre una recta y una parábola o dos parábolas; emplea modelos cuadráticos para resolver problemas,</p>	<p><b>4.</b> Construya la gráfica para la función <math>(x) = x^2 - 6x - 24</math>, destacando los puntos críticos como: cortes en el eje x, vértices, dominio, rango y monotonía (creciente o decreciente).</p>	<p>4P</p>



<p>de manera intuitiva halla un límite y la derivada; optimiza procesos empleando las TIC.  (Ref.: M.5.3.2.)</p>		
--	--	--

## Anexo V Diario de Campo

**Institución:** UNIDAD EDUCATIVA “LUIS CORDERO”.

**Lugar:** Azogues

**Nivel/Subnivel. Bachillerato:**

**Aplicador:**

**Fecha de práctica:**

**Nro. de práctica:** Semana 12

**Hora de inicio:** .

**Hora final:** 12:00 p. m.

**Tutor académico:**

**Tutor profesional:**

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

**Eje integrador:** Elaboración del proyecto de mejoramiento de contextos educativos

Redacción de informe final

Período	Relatoría de las actividades desarrolladas	Duración
17/04/2023  <b>Diario 1</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Se asiste a la Institución educativa.</li><li>• Ingreso a clases en el 1° de bachillerato “F”.</li><li>• Nuevo tema sobre función afín.</li></ul>	<b>4:00 h</b>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• La docente realiza una explicación en la pizarra.</li> <li>• Los estudiantes toman apuntes y realizan preguntas sobre lo que no comprenden.</li> </ul>	
18/04/2023  <b>Diario 2</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ingreso a clases en el 1° de bachillerato “F”.</li> <li>• Se ve el tema función raíz cuadrada</li> <li>• Se les explica mediante ejercicios en la pizarra.</li> <li>• Se les pone algunos ejercicios de derivadas para que resuelvan en clases.</li> </ul>	<b>4:00 h</b>
19/04/2022  <b>Diario 3</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ingreso a la unidad educativa.</li> <li>• Se realiza una revisión general de la tesis y se procede a redactar los resultados que se obtuvieron en la entrevista de satisfacción que se realizó a los estudiantes.</li> <li>• Se corrigen los errores ortográficos.</li> </ul>	<b>4:00 h</b>
20/04/2022  <b>Diario 4</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ingreso a la unidad educativa.</li> <li>• Se realiza la triangulación de los resultados obtenidos después de la propuesta</li> <li>• Corrección de normas APA</li> </ul>	<b>4:00 h</b>
21/04/2022  <b>Diario 5</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ingreso a la unidad educativa.</li> <li>• Ingreso a clases en el 1° de bachillerato “F”.</li> <li>• La docente dicta unos ejercicios sobre operaciones con funciones reales para que los</li> </ul>	<b>4:00 h</b>

	estudiantes realicen en la hora de clases.	
<b>Total, horas cumplidas</b>		<b>20:00h</b>

---

Ing. Cristian Zambrano

Sebastián Santander

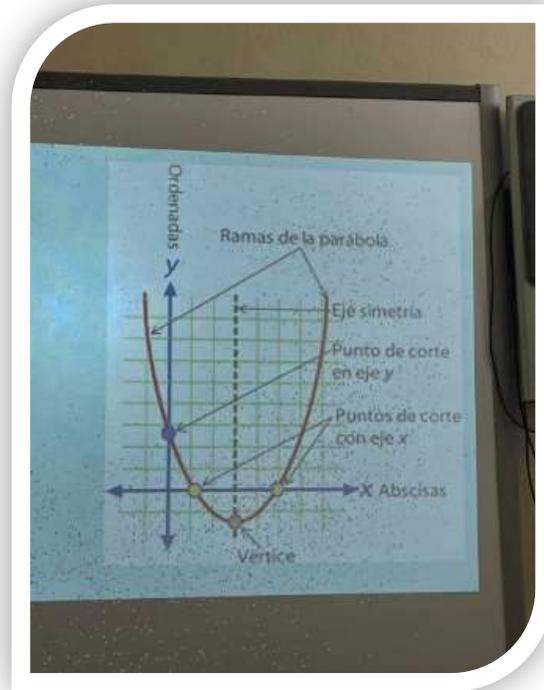
Firma de tutor profesional

Firma de estudiante de practica

## Anexo VI Fotografías de aplicación de las evaluaciones







## ANEXO VII PLANIFICACIONES

		UNIDAD EDUCATIVA LUIS CORDERO				AÑO LECTIVO:		
						2023 - 2024		
<b>PLAN DE DESTREZAS CON CRITERIO DE DESEMPEÑO</b>								
<b>1. DATOS INFORMATIVOS:</b>								
Nombres y apellidos	Juan Sebastian Santander Santander		Área/asignatura:	Matemáticas	Curso/BGU:	1º	Paralelo: F	Número de estudiantes: 33
N.º de unidad de planificación:	2	Título de unidad de planificación:	Algebra y funciones	Objetivos específicos de la unidad de planificación:	O.M.5.5.Desarrollar un pensamiento crítico, creativo, reflexivo, lógico mediante la vinculación de los conocimientos matemáticos con los de otras disciplinas científicas y los saberes ancestrales, para así plantear soluciones a problemas de la realidad y contribuir al desarrollo del entorno social, natural y cultural.			
<b>2. PLANIFICACIÓN</b>								
<b>DESTREZAS CON CRITERIOS DE DESEMPEÑO A SER DESARROLLADAS:</b>				<b>INDICADORES ESENCIALES DE EVALUACIÓN:</b>				

<ul style="list-style-type: none"> <li>Definir una función cuadrática de manera algebraica y gráfica. (Ref.: M.4.1.57).</li> <li>Representar gráficamente funciones cuadráticas; halla las intersecciones con los ejes, el dominio, rango, vértice y monotonía; emplea sistemas de ecuaciones para calcular la intersección entre una recta y una parábola o dos parábolas; emplea modelos cuadráticos para resolver problemas, de manera intuitiva halla un límite y la derivada; optimiza procesos empleando las TIC. (Ref.: M.5.3.2.).</li> </ul>		<p>IM.5.3.2. Representa gráficamente funciones cuadráticas; halla las intersecciones con los ejes, el dominio, rango, vértice y monotonía; emplea sistemas de ecuaciones para calcular la intersección entre una recta y una parábola o dos parábolas; emplea modelos cuadráticos para resolver problemas, de manera intuitiva halla un límite y la derivada; optimiza procesos empleando las TIC.</p>			
<b>EJES TRANSVERSALES:</b>		<b>PERIODO:</b>		<b>FECHA DE INICIO:</b>	<b>FECHA DE FINALIZACIÓN:</b>
<i>Desarrollo del pensamiento crítico</i>			<i>Primero</i>	08/12/2023	05/01/2024
<b>Actividades para el desarrollo de la destreza (estrategias metodológicas)</b>	<b>Recursos</b>	<b>Indicadores de logro</b>	<b>Actividades de evaluación/ Técnicas / instrumentos</b>		

<p><b>Semana 1:</b></p> <p><b>1. Actividades iniciales (anticipación)</b></p> <p>Conocer sobre la Biomimética</p> <p><b>2. Construcción del conocimiento.</b></p> <p>Analizar la información sobre la Biomimética su importancia y beneficios.</p> <p>Determinar para qué sirve la Biomimética</p> <p><b>3. Transferencia del conocimiento (consolidación)</b></p> <p>Al finalizar la clase para reforzar los conocimientos de los estudiantes se realiza grupos de estudio para que así los estudiantes discutan los conceptos</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Imágenes en físico</li> <li>• Laptop</li> <li>• Pizarrón</li> <li>• Proyector</li> </ul>  <p><a href="https://www.youtube.com/watch?v=J2Luc9LMamY">https://www.youtube.com/watch?v=J2Luc9LMamY</a></p>	<p>Conocer el modelo basado en la Biomimética.</p>	<p><b>Técnica:</b> Análisis y observación</p> <p><b>Instrumento:</b> Preguntas Y lección sobre el modelo de la Biomimética</p>
---	---	--	--

vistos en clases.



**Semana 2:**

**1. Actividades iniciales  
(anticipación)**

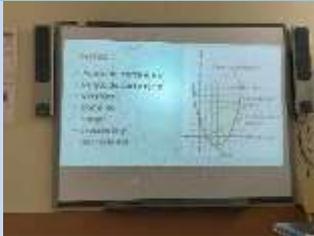
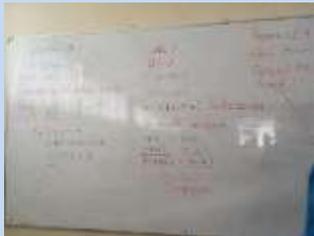
Conocer lo que es una función

- Proyector
- Objetos naturales
- Pizarrón

Conocer las funciones cuadráticas con sus respectivas partes.

**Técnica:** Debate en grupo

**Instrumento:** Preguntas y ejemplos prácticos sobre que es una función cuadrática

<p><i>cuadrática conjuntamente con sus partes.</i></p> <p><b>2. Construcción del conocimiento.</b></p> <p><i>Crear una visión elemental de lo que es una función cuadrática e instruir a determinar cada una de sus partes.</i></p> <p><b>3. Transferencia del conocimiento (consolidación)</b></p> <p><i>Analizar los resultados obtenidos</i></p> <p><i>Al finalizar la clase para reforzar los conocimientos se aplica debates entre los estudiantes.</i></p>	    		
<p><b>Semana 3:</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Objetos naturales</i></li> </ul>	<p><i>Reaccionar las</i></p>	<p><b>Técnica:</b> <i>Análisis y observación</i></p>

<p><b>1. Actividades iniciales</b> <b>(anticipación)</b></p> <p>Relacionar la Biomimética con las gráficas.</p> <p><b>2. Construcción del conocimiento.</b></p> <p>Identificar los puntos de la naturaleza que pueden relacionarse con las gráficas de una función cuadrática ya sea creciente o decreciente.</p> <p><b>3. Transferencia del conocimiento</b> <b>(consolidación)</b></p> <p>Analizar los resultados obtenidos</p> <p>Relacionar las funciones con las figuras del entorno</p> <p>Relacionar la Biomimética con las</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Proyector</li> <li>• Laptop</li> </ul> 	<p>funciones cuadráticas con objeto naturales (Biomimética)</p>	<p><b>Instrumento:</b> Preguntas sobre la relación de la Biomimética con las gráficas de una función cuadrática</p>
--	---	---	---

<i>graficas</i>			
<b>Semana 4:</b>	<i>POSTEST</i>	<i>POSTEST</i>	<i>POSTEST</i>
<b>1. Aplicación del post test.</b>			

## ANEXO VII DECLARACIÓN DE AUTORÍA



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, Juan Sebastian Santander Santander, portador de la cedula de ciudadanía nro. 0302334784, 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 Modelo didáctico basado en la Biomimética aplicado en el proceso de enseñanza-aprendizaje de funciones cuadráticas en el área de matemáticas de 1° de bachillerato en la U.E. Luis Cordero 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 tribuyen su autoría.

Así mismo, 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 Modelo didáctico basado en la Biomimética aplicado en el proceso de enseñanza-aprendizaje de funciones cuadráticas en el área de matemáticas de 1° de bachillerato en la U.E. Luis Cordero 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, 6 de marzo de 2024



Juan Sebastian Santander Santander  
C.I.: 0302334784

## ANEXO IX CERTIFICACIÓN DEL TUTOR Y COTUTOR

### CERTIFICACIÓN DEL TUTOR Y COTUTOR PARA TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR DIRECCIONES DE CARRERA DE GRADO PRESENCIALES

---

Carrera de: Educación en Ciencias Experimentales

Cristian Javier Urbina Velasco, tutor y Klever Hernán García Gallegos cotutor del Trabajo de Integración Curricular denominado “Modelo didáctico basado en la Biomimética aplicado en el proceso de enseñanza-aprendizaje de funciones cuadráticas en el área de matemáticas de 1° de bachillerato en la U.E. Luis Cordero” perteneciente al estudiante: Juan Sebastian Santander Santander con C.I.0302334784. 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 8 % de coincidencia en fuentes de internet, apegándose a la normativa académica vigente de la Universidad Nacional de Educación.

Azogues, 06 de marzo de 2024



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



Docente Cotutor/a  
Klever Hernán García Gallegos  
C.I.: 0201088986