



CARTA DE AUTORIZACIÓN

CÓDIGO

AP-BIB-FO-06

VERSIÓN

1

VIGENCIA

2014

PÁGINA

1 de 2

Neiva, 25 de Agosto del 2023

Señores

CENTRO DE INFORMACIÓN Y DOCUMENTACIÓN

UNIVERSIDAD SURCOLOMBIANA

Ciudad

El (Los) suscrito(s):

Elizabeth Novoa García, con C.C. No. 1075299785,

Astrid Johanna Garzón Perdomo, con C.C. No. 1075302169

Autor(es) de la tesis y/o trabajo de grado titulado **“ESTRATEGIA DIDÁCTICA PARA EL FORTALECIMIENTO DE HABILIDADES CIENTÍFICAS EN ESTUDIANTES DE GRADO SEXTO A TRAVÉS DE LA MODELACIÓN BASADA EN AGENTES (ABM)”** presentado y aprobado en el año 2023 como requisito para optar al título de Licenciada en Ciencias Naturales: Física, Química y Biología.

Autorizo (amos) al CENTRO DE INFORMACIÓN Y DOCUMENTACIÓN de la Universidad Surcolombiana para que, con fines académicos, muestre al país y el exterior la producción intelectual de la Universidad Surcolombiana, a través de la visibilidad de su contenido de la siguiente manera:

- Los usuarios puedan consultar el contenido de este trabajo de grado en los sitios web que administra la Universidad, en bases de datos, repositorio digital, catálogos y en otros sitios web, redes y sistemas de información nacionales e internacionales “open access” y en las redes de información con las cuales tenga convenio la Institución.
- Permita la consulta, la reproducción y préstamo a los usuarios interesados en el contenido de este trabajo, para todos los usos que tengan finalidad académica, ya sea en formato Cd-Rom o digital desde internet, intranet, etc., y en general para cualquier formato conocido o por conocer, dentro de los términos establecidos en la Ley 23 de 1982, Ley 44 de 1993, Decisión Andina 351 de 1993, Decreto 460 de 1995 y demás normas generales sobre la materia.
- Continúo conservando los correspondientes derechos sin modificación o restricción alguna; puesto que, de acuerdo con la legislación colombiana aplicable, el presente es un acuerdo jurídico que en ningún caso conlleva la enajenación del derecho de autor y sus conexos.

De conformidad con lo establecido en el artículo 30 de la Ley 23 de 1982 y el artículo 11 de la Decisión Andina 351 de 1993, “Los derechos morales sobre el trabajo son propiedad de los autores” , los cuales son irrenunciables, imprescriptibles, inembargables e inalienables.

Elizabeth Novoa García

Astrid Johanna Garzón Perdomo

Firma

Firma

Vigilada Mineducación



**UNIVERSIDAD SURCOLOMBIANA  
GESTIÓN DE BIBLIOTECAS**



**CARTA DE AUTORIZACIÓN**

**CÓDIGO**

**AP-BIB-FO-06**

**VERSIÓN**

**1**

**VIGENCIA**

**2014**

**PÁGINA**

**2 de 2**

Firma: \_\_\_\_\_

Firma: \_\_\_\_\_

Vigilada Mineducación

La versión vigente y controlada de este documento, solo podrá ser consultada a través del sitio web Institucional [www.usco.edu.co](http://www.usco.edu.co), link Sistema Gestión de Calidad. La copia o impresión diferente a la publicada, será considerada como documento no controlado y su uso indebido no es de responsabilidad de la Universidad Surcolombiana.



**TÍTULO COMPLETO DEL TRABAJO:** ESTRATEGIA DIDÁCTICA PARA EL FORTALECIMIENTO DE HABILIDADES CIENTÍFICAS EN ESTUDIANTES DE GRADO SEXTO A TRAVÉS DE LA MODELACIÓN BASADA EN AGENTES (ABM)

**AUTOR O AUTORES:**

Primero y Segundo Apellido	Primero y Segundo Nombre
Novoa García	Elizabeth
Garzón Perdomo	Astrid Johanna

**DIRECTOR Y CODIRECTOR TESIS:**

Primero y Segundo Apellido	Primero y Segundo Nombre

**ASESOR (ES):**

Primero y Segundo Apellido	Primero y Segundo Nombre
Delgado Rivas	Edinson Oswaldo

**PARA OPTAR AL TÍTULO DE:** Licenciada en Ciencias Naturales: Física, Química y Biología.

**FACULTAD:** Educación.

**PROGRAMA O POSGRADO:** Licenciatura en Ciencias Naturales: Física, Química y Biología.

**CIUDAD:** Neiva

**AÑO DE PRESENTACIÓN:** 2023

**NÚMERO DE PÁGINAS:** 359

**TIPO DE ILUSTRACIONES (Marcar con una X):**

Diagramas  Fotografías  Grabaciones en discos  Ilustraciones en general  Grabados \_\_\_  
Láminas \_\_\_ Litografías \_\_\_ Mapas \_\_\_ Música impresa \_\_\_ Planos \_\_\_ Retratos \_\_\_ Sin  
ilustraciones \_\_\_ Tablas o Cuadros \_



**SOFTWARE** requerido y/o especializado para la lectura del documento:

**MATERIAL ANEXO:** Cds

**PREMIO O DISTINCIÓN:**

**PALABRAS CLAVES EN ESPAÑOL E INGLÉS:**

**Español**

**Inglés**

**Español**

**Inglés**

- |  |                              |                             |                    |
|--|------------------------------|-----------------------------|--------------------|
| 1. <u>Modelación basada en agentes</u> | <u>agent-based modeling</u>  | 6. <u>Scratch</u>           | <u>scratch</u>     |
| 2. <u>Biología computacional</u>       | <u>computational biology</u> | 7. <u>Creatividad</u>       | <u>creativity</u>  |
| 3. <u>Habilidades científicas</u>      | <u>scientific skills</u>     | 8. <u>Trabajo en equipo</u> | <u>teamwork</u>    |
| 4. <u>Estrategia didáctica</u>         | <u>didactic strategy</u>     | 9. <u>NetLogo</u>           | <u>netLogo</u>     |
| 5. <u>Resolución de problemas</u>      | <u>problema solving</u>      | 10. <u>Programación</u>     | <u>programming</u> |

**RESUMEN DEL CONTENIDO:** (Máximo 250 palabras)

El presente trabajo de investigación tiene como objetivo desarrollar una estrategia didáctica para la enseñanza de la Biología Computacional, mediante la modelación basada en agentes, con el fin de fortalecer las habilidades científicas en estudiantes del grado sexto de la Institución Educativa INEM "Julián Motta Salas" del municipio de Neiva- Huila; el cual se implementa mediante cuatro (4) etapas: identificación de habilidades científicas y saberes previos, seguidamente del diseño y desarrollo de la estrategia didáctica, posteriormente, el proceso de implementación de la estrategia didáctica, en el cual se tuvo en cuenta el uso de las herramientas computacionales como NetLogo y Scratch, asimismo, en la cuarta etapa se analizaron los resultados obtenidos usando un sistema experto de minería de datos con el software libre Weka. En definitiva, durante el proceso de investigación, se evidenció que el uso de las herramientas computacionales genera un aprendizaje significativo en el aula, optimizando el desempeño en Ciencias Naturales contribuyendo al desarrollo de las habilidades científicas, tales como: la creatividad, la resolución de problemas, el pensamiento crítico, trabajo en equipo y de programación.



**ABSTRACT:** (Máximo 250 palabras)

The objective of this research work is to develop a didactic strategy for the teaching of computational biology, through agent-based modeling, in order to strengthen scientific skills in sixth grade students of the Educational Institution INEM "JULIAN MOTTA SALAS" from the municipality of Neiva-Huila; which is implemented through four (4) stages: identification of scientific skills and prior knowledge, followed by the design and development of the didactic strategy, later, the process of implementing the didactic strategy, in which the use of computational tools such as NetLogo and Scratch, likewise, in the fourth stage the results obtained were analyzed using an expert data mining system with the free software Weka. In short, during the research process, it was evidenced that the use of computational tools generating significant learning in the classroom, optimizing performance in natural sciences, and contributing to the development of scientific skills, such as: creativity, problem solving, critical thinking, teamwork and programming.

**APROBACION DE LA TESIS**

Nombre Jurado: **ELÍAS FRANCISCO AMÓRTEGUI CEDEÑO**

Firma:

Nombre Jurado: **YESID LUCIANO ROJAS MOTTA**

Firma:

ESTRATEGIA DIDÁCTICA PARA EL FORTALECIMIENTO DE HABILIDADES  
CIENTÍFICAS EN ESTUDIANTES DE GRADO SEXTO A TRAVÉS DE LA MODELACIÓN  
BASADA EN AGENTES (ABM)

Astrid Johanna Garzón Perdomo  
Elizabeth Novoa García

Universidad Surcolombiana  
Facultad de Educación  
Licenciatura en Ciencias Naturales: Física, Química y Biología  
Neiva  
2023

ESTRATEGIA DIDÁCTICA PARA EL FORTALECIMIENTO DE HABILIDADES  
CIENTÍFICAS EN ESTUDIANTES DE GRADO SEXTO A TRAVÉS DE LA MODELACIÓN  
BASADA EN AGENTES (ABM)

Astrid Johanna Garzón Perdomo  
Elizabeth Novoa García

Asesor: MSc. Edinson Oswaldo Delgado Rivas

Tesis para optar por el título de Licenciadas en Ciencias Naturales: Física, Química,  
Biología

Universidad Surcolombiana  
Facultad de Educación  
Licenciatura en Ciencias Naturales: Física, Química y Biología  
Neiva  
2023

**Nota de aceptación**

---

---

---

---

---

---

---

**Firma del Jurado**

---

**Firma del Jurado**

## DEDICATORIA

*En primer lugar, quiero dar gracias a Dios y a la Virgen María por ser mi fuente de fortaleza y perseverancia en este proceso y logro de mi vida, a ellos que fueron mi compañía en las largas noches en vela en medio de la soledad de una habitación en el que quedaron registrados momentos dulces y amargos de este caminar.*

*Papi y mami, gracias a ustedes los seres más maravillosos, los seres que me dieron la vida y que con gran esfuerzo y sacrificio lucharon día a día por esta meta junto a mí, gracias por levantarse cada día y buscar de mil y un maneras la forma de que yo lograra cumplir este gran sueño. Gracias por sus consejos, palabras de aliento, e inclusive por aquellas palabras, que en su momento debieron ser duras para que me permitieran creer en mí, para seguir adelante, para ustedes y por ustedes, esta una de mis primeras metas en este camino de mi vida. Para ti Dani, mi hermana, gracias también porque fuiste un apoyo incondicional, cuando me sentía desfallecer, siempre estuviste conmigo, tus palabras fueron siempre un motivo para seguir adelante, tu ejemplo será, mis ganas de luchar.*

*Mi querido hijo, mi fuente de inspiración, mis ganas de continuar y querer ser siempre cada día mejor, por ti me levanto cada día, deseo de corazón que estos peldaños que hoy empiezo a escalar contigo, poderlos hacer juntos en tu vida, mi perseverancia en este camino también es por ti, porque anhelo verte convertido en un ser humano excepcional, que aporte a nuestra sociedad.*

*A ti tía preciosa y Shol, por haberme brindado espacio en su hogar, por ser mi compañía y apoyo incondicional siempre. Para mis titos, mis ángeles en cielo, tías, tíos y demás familiares, gracias porque en cada palabra de este proyecto, había un pensamiento en ustedes, para demostrar que si se puede y que lo más importante es luchar por lo que queremos para nuestras vidas.*

*A todos, mil gracias. “Por qué el que persevera alcanza, lo que el corazón desea”*

**ASTRID JOHANNA GARZON PERDOMO**

*La honra y la gloria sea para Dios, quien estuvo hasta en los días más difíciles, donde trabajaba y estudiaba al mismo tiempo, si no fuera por el habría desistido durante el camino.*

*A mi familia, que siempre me brindo el apoyo en cada decisión que tome y su acompañamiento constante en cada etapa, sin la ayuda de ellos no sería posible lograrlo.*

*A mí, porque he tenido que llorar en silencio, pasar noches en vela, trabajar sin dormir y por todo ese esfuerzo empeñado para aportar el tiempo y la dedicación a este proyecto de investigación.*

***ELIZABETH NOVOA GARCIA***

## AGRADECIMIENTOS

En primer lugar, agradecemos a nuestro asesor MSc. Edinson Oswaldo Delgado Rivas por su compromiso, acompañamiento, orientación, motivación, paciencia y sobre todo por cada uno de los minutos trabajados con nosotras, la cual nos ha permitido culminar esta importante esta importante etapa para nuestra carrera profesional.

De igual manera queremos expresar nuestros agradecimientos al profesor Mauricio Herrera, quien confió en nosotras y nuestra propuesta de investigación, brindándonos el espacio y el grupo de estudiantes para llevar a cabo nuestra tesis, ya que él confió y creyó en nuestra propuesta de investigación.

Agradecemos a la Universidad Surcolombiana, la facultad de educación y en especial a nuestro programa Licenciatura en Ciencias Naturales: Física, Química y Biología, por haber sido nuestro hogar durante tantos años.

Finalmente queremos dar infinitas gracias a la Institución Educativa INEM Julián Motta Salas encabezada por el señor rector, Luis Alfredo Cerquera Ayala que nos permitió el desarrollo de la investigación. De igual manera a nuestros 39 estudiantes del grado sexto de la institución educativa por su colaboración, participación, dedicación e interés que nos permitieron compartir gratificantes experiencias a lo largo de nuestra investigación.

## TABLA DE CONTENIDO

RESUMEN	12
ABSTRACT	12
1. INTRODUCCIÓN	14
2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	17
2.1 Descripción del problema de investigación	17
2.2 Sistematización del problema de investigación	20
2.3 Formulación del problema de investigación	20
3. ANTECEDENTES Y JUSTIFICACIÓN	22
3.1 Antecedentes	22
3.1.1 Antecedentes Internacionales	22
3.1.2 Antecedentes Nacionales	31
3.1.3 Antecedentes Regionales	40
3.2 Justificación	51
4. FUNDAMENTOS TEORICOS	55
4.1 Teorías de Aprendizaje y el Enfoque STEAM	56
4.1.1 Las teorías del Aprendizajes Clásicas	57
4.1.2 El Conexionismo	64
4.1.3 El Enfoque STEAM	66
4.2 Metodologías Activas	68
4.2.1 Aprendizaje Basado en Proyectos	68
4.2.2 Design Thinking	70
4.2.3 Estrategias de Marzano	72
4.2.4 Los seis sombreros para pensar de Edward de Bono	83
4.2.5 Gamificación y educación	86
4.2.6 Juegos serios	91
4.2.7 Aprendizaje Basado en Juegos	92
4.3 Modelación Basada en Agentes en la enseñanza de las Ciencias naturales	96
4.4 Procesos Cooperativos e Hipercomputación Biológica	98
4.4.1 Procesos cooperativos	99
4.4.2 Noción de Hipercomputación Biológica	101
4.5 Reflexiones de un Biólogo y un Matemático en el marco de la Biología Computacional	104
4.6 Competencias Científicas en el área de las Ciencias Naturales	109
4.6.1 Competencias Científicas en el área de las Ciencias Naturales en Colombia	111
4.6.1.1 Habilidades científicas según el Ministerio de Educación Nacional	113
4.6.1.2 Lineamientos Curriculares según el Ministerio de Educación Nacional	115
4.7 Transformación Didáctica	116
5. OBJETIVOS	124
5.1 Objetivo general	124
5.2 Objetivos específicos	124
6. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN	125
6.1 Tipo de investigación	125

6.2 Población y Contexto de Estudio	126
6.3 Ruta metodológica	129
6.4 Instrumentos y Técnicas de Investigación	132
7. ANALISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS	141
7.1 Resultados de la Base de Datos Diagnóstico	141
7.2 Análisis de la Base de Datos Diagnóstico	158
7.2.1 Análisis de la Base de Datos Diagnóstico en Weka	158
7.3 Resultado de la Estructuración de la Estrategia Didáctica	165
7.3.1 Resultado del Diseño de la Estrategia Didáctica	165
7.3.1.1 Guía de aprendizaje en Biología Computacional	165
7.3.1.2 Diseño y desarrollo de un Videojuego "Sim Ants" como contextualización o paisaje de aprendizaje.	172
7.4 Resultados de la Implementación de la Estrategia Didáctica	184
7.4.1 Proceso de Implementación de la Fase Diagnóstico	184
7.4.2 Proceso de Implementación del Diseño de la Estrategia	185
7.5 Evaluación de la Estrategia Didáctica	211
7.6 Resultados de la Base de Datos Finales	212
7.7 Analisis de Resultados Finales	222
7.7.1 Análisis de Resultados Finales en Weka	224
7.8 Discusión de los Resultados	226
8. CONCLUSIONES	228
9. RECOMENDACIONES	230
10. BIBLIOGRAFIA	231
ANEXOS	

## LISTADO DE TABLAS

TABLA 1: Recopilación de Antecedentes Internacionales.	27
TABLA 2: Recopilación de Antecedentes Nacionales.	40
TABLA 3: Recopilación de Antecedentes Regionales.	61
TABLA 4: Etapas del Desarrollo Cognoscitivo de Jean Piaget.	82
TABLA 5: Diferentes tipos de Conocimiento implicados en la Enseñanza de la Biología	97
TABLA 6: Instrumentos y Técnicas de Investigación	158
TABLA 7: Base de Datos Diagnóstico de Habilidades Científicas.	143
TABLA 8: Guía Estrategia Didáctica Sim Ants.	168
TABLA 9: Descripción de Actividades realizadas durante la Estrategia Didáctica SimAnts.	186
TABLA 10: Evolución de la Estrategia Didáctica Sim Ants.	187
TABLA 11: Diseño de Unidades Didácticas de Aprendizaje (UDA).	190
TABLA 12: Plan de Clase (desarrollo de la UDA).	196
TABLA 13: Base de Resultados Finales de Habilidades Científicas	213

## LISTADO DE FIGURAS

FIGURA 1: Fundamentos teóricos de la estrategia didáctica.	55
FIGURA 2: División clásica del proceso de Design Thinking.	71
FIGURA 3: Los seis sombreros para pensar de Edward de Bono.	83
FIGURA 4: Usos del aprendizaje basado en juegos.	93
FIGURA 5: Ventajas de jugar según la Academia Americana de Pediatría.	94
FIGURA 6: Las ocho funciones ejecutivas clave.	95
FIGURA 7: Distribución por genero de la población de estudio.	127
FIGURA 8: Distribución por edad de la población de estudio.	128
FIGURA 9: Distribución de la limitación de aprendizaje del grado 604.	129
FIGURA 10: Actividades extracurriculares de los estudiantes del grado 604.	130
FIGURA 11: Fases del desarrollo de la estrategia didáctica.	133
FIGURA 12: Respuesta del estudiante ( E9) en el pretest de inteligencias múltiples.	146
FIGURA 13: Respuesta del estudiante ( E30) en el pretest de programación.	147
FIGURA 14: Respuesta del estudiante (E19) en el pretest de creatividad.	148
FIGURA 15: Respuesta del estudiante (E35) en el pretest de Ciencias de Naturales.	149
FIGURA 16: Respuesta del estudiante (E23) en el pretest de Trabajo en Equipo.	151
FIGURA 17: Respuesta del estudiante (E11) en el pretest de pensamiento crítico.	152
FIGURA 18: Respuesta del estudiante ( E8) en el pretest de comunicación.	153
FIGURA 19: Respuesta del estudiante ( E31) en el pretest de resolución de problemas y toma de decisiones	154
FIGURA 20: Tipos de Inteligencias Múltiples de los estudiantes del grado 604.	156
FIGURA 21: Habilidades científicas en estudiantes del grado 604.	157
FIGURA 22: Estilos de comunicación en estudiantes del grado 604.	159
FIGURA 23: Árbol de decisión del resultado de la fase de diagnóstico de la variable de salida: Desempeño en Ciencias naturales.	161
FIGURA 24: Árbol de decisión del resultado de la fase de diagnóstico de la variable de salida: Creatividad..	163
FIGURA 25: Árbol de decisión del resultado de la fase de diagnóstico de la variable de salida: desarrollo el pensamiento crítico.	165
FIGURA 26: Versión PPT de la estrategia didáctica SimAnts.	167
FIGURA 27: Estructura del videojuego	173
FIGURA 28: Personajes del Videojuego.	174
FIGURA 29: Objetos del Videojuego.	175
FIGURA 30: Menú principal.	175
FIGURA 31: Mensaje de la misión.	176
FIGURA 32: Primer Nivel.	176
FIGURA 33: Segundo Nivel.	177
FIGURA 34: Misión Cumplida.	177
FIGURA 35: Partes de la interfaz de Scratch 3.3.	179

FIGURA 36: Programación de la hormiga 1 en Scratch.	180
FIGURA 37: Programación de la araña 1 en Scratch.	180
FIGURA 38: Programación de la araña 2 en Scratch.	181
FIGURA 39: Programación de la hoja en Scratch.	181
FIGURA 40: Programación de la hormiga 2 en Scratch.	182
FIGURA 41: Programación de la corona en Scratch.	182
FIGURA 42: Programación de la araña 3 en Scratch.	183
FIGURA 43: Programación de fuego 1 en Scratch.	183
FIGURA 44: Programación de fuego 2 en Scratch.	184
FIGURA 45: Programación de fuego 3 en Scratch.	184
FIGURA 46: Programación del Botón Play en Scratch.	185
FIGURA 47: Programación de la hoja 2 en Scratch.	185
FIGURA 48: Secciones de la estrategia didáctica SimAnts.	187
FIGURA 49: Secuencia didáctica.	190
FIGURA 50: Respuesta del estudiante (E37) en el postest de programación.	217
FIGURA 51: Respuesta del estudiante (E3) en el postest de creatividad.	218
FIGURA 52: Respuesta del estudiante (E4) en el postest en el desempeño de las Ciencias Naturales.	219
FIGURA 53: Respuesta del estudiante (E25) en el postest de trabajo en equipo.	220
FIGURA 54: Respuesta del estudiante (E29) en el postest de pensamiento crítico	221
FIGURA 55: Respuesta del estudiante (E8) en el postest de comunicación	222
FIGURA 56: Respuesta del estudiante (E2) en el postest de resolución de problemas y toma de decisiones.	223
FIGURA 57: Habilidades Científicas de los estudiantes de 604.	224
FIGURA 58: Estilos de comunicación en estudiantes del grado 604.	224
FIGURA 59: Árbol de decisión del resultado de la fase de diagnóstico de la variable de salida: desempeño en Ciencias Naturales.	227

## **RESUMEN**

El presente trabajo de investigación tiene como objetivo desarrollar una estrategia didáctica para la enseñanza de la Biología Computacional, mediante la modelación basada en agentes, con el fin de fortalecer las habilidades científicas en estudiantes del grado sexto de la Institución Educativa INEM “Julián Motta Salas” del municipio de Neiva- Huila; el cual se implementa mediante cuatro (4) etapas: identificación de habilidades científicas y saberes previos, seguidamente del diseño y desarrollo de la estrategia didáctica, posteriormente, el proceso de implementación de la estrategia didáctica, en el cual se tuvo en cuenta el uso de las herramientas computacionales como NetLogo y Scratch, asimismo, en la cuarta etapa se analizaron los resultados obtenidos usando un sistema experto de minería de datos con el software libre Weka. En definitiva, durante el proceso de investigación, se evidenció que el uso de las herramientas computacionales genera un aprendizaje significativo en el aula, optimizando el desempeño en Ciencias Naturales contribuyendo al desarrollo de las habilidades científicas, tales como: la creatividad, la resolución de problemas, el pensamiento crítico, trabajo en equipo y de

programación.

**Palabras Claves:** modelación basada en agentes, biología computacional, habilidades científicas, estrategia didáctica, NetLogo, Scratch, creatividad, trabajo en equipo, resolución de problemas, y programación.

## **ABSTRACT**

The objective of this research work is to develop a didactic strategy for the teaching of computational biology, through agent-based modeling, in order to strengthen scientific skills in sixth grade students of the Educational Institution INEM "JULIAN MOTTA SALAS" from the municipality of Neiva-Huila; which is implemented through four (4) stages: identification of scientific skills and prior knowledge, followed by the design and development of the didactic strategy, later, the process of implementing the didactic strategy, in which the use of computational tools such as NetLogo and Scratch, likewise, in the fourth stage the results obtained were analyzed using an expert data mining system with the free software Weka. In short, during the research process, it was evidenced that the use of computational tools generating significant learning in the classroom, optimizing performance in natural sciences, and contributing to the development of scientific skills, such as: creativity, problem solving, critical thinking, teamwork and programming.

**Keywords:** agent-based modeling, computational biology, scientific skills, didactic strategy, NetLogo, Scratch, creativity, teamwork, problem solving, and programming.

## 1 INTRODUCCIÓN

El presente trabajo de investigación se lleva a cabo en el programa de Licenciatura en Ciencias Naturales: Física, Química y Biología, ofrecido por la Universidad Surcolombiana en la ciudad de Neiva, en la cual se propone diseñar y desarrollar una estrategia didáctica para el fortalecimiento de las habilidades científicas mediante la enseñanza de la Biología Computacional, específicamente, la comunicación en animales a través de la modelación basada en agentes, en estudiantes del grado sexto de la Institución Educativa INEM Julián Motta Salas de Neiva.

En el **primer capítulo**, se presenta de forma sintética la investigación desarrollada, asimismo, en el **segundo capítulo** se presenta el **Planteamiento del problema**, que consiste en describir, sistematizar y formular el problema de investigación, en el **tercer capítulo: Antecedentes y Justificación**, encontramos una recopilación de investigaciones, en donde se evidencian estudios relacionados con la modelación basada en agentes y la enseñanza de la Biología Computacional a nivel internacional, nacional y en la región del departamento del Huila. Por otro lado, se estructuró la justificación del desarrollo de esta investigación, teniendo en cuenta la importancia, la pertinencia y la viabilidad del problema de investigación, llevado a cabo en la Institución Educativa INEM Julián Motta Salas, en representación de la Universidad Surcolombiana, específicamente el programa de Licenciatura en Ciencias Naturales. Cabe resaltar, la importancia de realizar este estudio en la Institución Educativa, ya que es uno de los pioneros en el departamento del Huila.

Por otro lado, en el **cuarto capítulo: Marco teórico** se exponen aquellas teorías, enfoques e investigaciones relacionadas con el proyecto de investigación. Entre ellos, encontramos las teorías de aprendizaje clásicas, el enfoque STEAM, el conexionismo, las metodologías activas, la

transposición didáctica, el aprendizaje basado en proyectos, Desing thinking, las estrategias de Marzano, los seis sombreros para pensar de Edward de Bono, gamificación, los conceptos relacionados con los juegos serios y el aprendizaje basado en juegos. De igual manera, es importante resaltar la importancia de abordar contenidos relacionados con la modelación basada en agentes en la enseñanza de las Ciencias Naturales, los procesos cooperativos e hipercomputación biológica, y las competencias científicas en el área de Ciencias Naturales haciendo hincapié en las habilidades científicas. Por otro lado, se realiza un estudio de los lineamientos curriculares que están organizados por ciclos, niveles y áreas, teniendo en cuenta el área de las Ciencias Naturales, específicamente, los niveles de educación básica secundaria, establecidos por el Ministerio de Educación Nacional (MEN); con la finalidad de tener en cuenta los contenidos, componentes y competencias de los temas relacionados con el área de las Ciencias Naturales.

Consecutivamente, en el **quinto capítulo: Objetivos** se formula el objetivo general y los objetivos específicos del proyecto de investigación, el cual proyecta el fin o la meta que se pretende alcanzar.

Posteriormente, en el **sexto capítulo: Metodología**, se indica el tipo de investigación, se delimita la población y la muestra de estudio, al igual que se explica a detalle cada etapa de la ruta metodológica, los instrumentos y técnicas de Investigación, que nos permitieron comprender y analizar los resultados de esta investigación.

Por consiguiente, en el **capítulo siete: Análisis de Resultados y Discusión**, presentamos los principales resultados y análisis de este proyecto de investigación. Dichos resultados se analizan a partir del procesamiento de datos y variables sintetizadas por un sistema experto en

minería de datos (WEKA).

Para concluir, en el **capítulo ocho: Conclusiones**, se expone la reflexión acerca del trabajo realizado; en donde se evalúan si los objetivos propuestos fueron alcanzados. Por otra parte, se presentan las limitaciones que se encontraron durante el desarrollo de la investigación; y asimismo, se sugieren recomendaciones a futuro para implementar la estrategia didáctica.

## **2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

En el siguiente capítulo se presenta de manera breve y concreta la problemática de investigación, donde se contextualiza el objeto de estudio con el fin de analizarlo, delimitarlo, describirlo y darle una posible solución o respuesta al por qué de sus causas o consecuencias.

### **2.1 Descripción del problema de investigación**

La Institución Educativa INEM Julián Motta Salas de la ciudad de Neiva, reconocida por impartir una educación formal de carácter público, de género mixto y una sola jornada académica, ofrece el servicio de educación en los niveles de Preescolar, Básica, Media académica y Técnica, a través de una propuesta curricular flexible a las necesidades, intereses y aptitudes de los estudiantes. Dicha institución, busca ser reconocida por una educación diversificada, líder en formación por su implementación de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (TIC) y por fomentar la cultura investigativa; con el fin de instruir personas que puedan desempeñarse con responsabilidad, autonomía, ética y un espíritu innovador en el campo laboral. Además de brindar la oportunidad a los estudiantes de continuar con sus estudios nivel técnico, tecnológico y profesional (Ángel Zamora, 2010).

En este sentido, desde hace muchos años se ha venido discutiendo los procesos de enseñanza y aprendizaje de las Ciencias Naturales en la acción docente. Se ha reiterado que dichos procesos, no están supeditados únicamente a lo que el docente y el estudiante realizan habitualmente en el aula de clase, puesto que el creciente desarrollo de las ciencias implica una constante reestructuración de los procesos de enseñanza de acuerdo con las necesidades del contexto social. Por lo tanto, surge la necesidad de buscar estrategias que promuevan el desarrollo

de habilidades científicas que exigen las nuevas demandas del siglo XXI.

No obstante, en esta nueva era digital las TIC, están influyendo en diferentes ámbitos de la vida humana, desde nuestro hogar, educación, trabajo e incluso en nuestros medios de transporte y entre otros ámbitos; lo cual ha tenido mayor relevancia en el desarrollo y avance del sector educativo. Por ende, esto lleva a reflexionar a los docentes acerca de su metodología de enseñanza y a buscar nuevas estrategias didácticas que integren al currículo de las TIC, tal como lo demanda la sociedad actual. Es por eso por lo que, el uso de las TIC en el aula de clase ha contribuido al mejoramiento de los procesos de enseñanza y aprendizaje, permitiendo que el estudiante pueda comprender y afianzar mejor los conocimientos en el área. Sin embargo, la gran mayoría de docentes no están capacitados en el uso de las TIC, y tampoco tienen el conocimiento de los recursos digitales disponibles para su uso educativo (Ruiz, 2010). Por esta razón, es necesario promover la implementación de las TIC y de los recursos educativos gratuitos, para que puedan aprovechar al máximo estas herramientas y así optimizar el aprendizaje (Rodríguez y Pozuelos, 2009).

Por ende, en nuestros días la implementación de las TIC ha cobrado mayor fuerza en instituciones tanto públicas como privadas, debido a la problemática de salud que nos trajo el COVID-19; forzando a instituciones educativas a enseñar en un entorno virtual, donde el estudiante puede llevar su propio ritmo de aprendizaje, aumente la participación y mejore la comunicación con el docente. Para ello, se buscan entornos virtuales de aprendizaje tales como NetLogo y Scratch como herramienta educativa en la enseñanza de las Ciencias Naturales, dirigida a usuarios no alfabetizados en computación, al igual que a un público de cualquier grupo de edad o nivel académico, ya que se puede aplicar tanto en estudiantes de primaria, secundaria como

también en estudiantes de pregrado.

Cabe resaltar que, NetLogo un es un entorno de modelado programable para simular fenómenos naturales y sociales que proporciona un lenguaje de programación simple y una biblioteca de modelos completa (Chaverri, 2018), diseñada especialmente para la implementación de la modelación basada en agentes (ABM) y la simulación de sistemas complejos, en este caso, la comunicación química en hormigas. Cuando hablamos de modelos basados en agentes (ABM) hacemos referencia a estructuras computacionales que simulan el comportamiento y las interacciones de los agentes individuales y objetos locales que componen un sistema complejo (Bandini, Manzoni y Vizzari, 2009). De acuerdo con Macal & North (2010), los ABM típicos se constituyen de tres elementos: los agentes, un entorno y reglas que rigen el comportamiento de cada agente y sus interacciones con el entorno, donde los agentes individuales pueden ser hormigas, personas, células, moléculas o cualquier otra cantidad discreta. Por otro lado, la técnica de simulación ABM, está siendo utilizada en diferentes áreas de la investigación, considerándose una herramienta factible y atractiva para el estudio de diferentes sistemas complejos.

Por otro lado, también se utilizó Scratch, un software con una interfaz sencilla, que permite a los jóvenes crear historias digitales, juegos y animaciones, cuya función es promover el pensamiento computacional y las habilidades en resolución de problemas; enseñanza y aprendizaje creativo, auto expresión y colaboración; e igualdad en informática (Scratch, 2007; Academia Kids, 2021). Dicha plataforma ofrece un área de trabajo de código libre y abierto, que permite programar a niños mayores de seis años, y que cuenta con un sitio web en el cual pueden compartir sus proyectos con millones de usuarios registrados; de manera que el usuario puede hacer retroalimentación y mejorar su proyecto, al igual que sus habilidades de programación. Según

estudios, prueban la eficacia del uso de Scratch en el aprendizaje de los estudiantes, luego de su implementación se obtienen resultados positivos (Moreno, Robles, y Román, 2016).

## **2.2 Sistematización del problema de investigación**

Teniendo en cuenta lo anteriormente planteado, el equipo de investigación consideró preliminarmente las siguientes preguntas:

- ¿Qué son las habilidades científicas?
- ¿Cuáles son las habilidades científicas que desarrollan los estudiantes en un proceso de aprendizaje?
- ¿Qué es la modelación basada en agentes?
- ¿Qué es la gamificación?
- ¿Qué es la Biología Computacional?
- ¿Cuáles son los programas computacionales basados en agentes que se usan en la enseñanza de la biología, específicamente en la comunicación química?
- ¿Cómo puedo implementar NetLogo en la enseñanza de la comunicación química?
- ¿De qué manera incorporar los modelos basados en agentes, en el currículo de la biología, para la enseñanza de la biología computacional, la cual desarrolla las competencias científicas en estudiantes del grado sexto en la institución educativa?

## **2.3 Formulación del problema de investigación**

Seguidamente, se estructura formalmente la idea de investigación, en la cual se delimita el campo de estudio, donde se establece claramente los límites dentro de los cuales se desarrollará el proyecto. En este sentido, el equipo de investigación propone el siguiente interrogante:

¿Cómo fortalecer las habilidades científicas en estudiantes del grado sexto de la Institución Educativa INEM Julián Motta Salas de Neiva- Huila a través de la enseñanza de la Biología computacional y la modelación basada en agentes?

### **3 ANTECEDENTES Y JUSTIFICACIÓN**

En este capítulo presentamos los antecedentes acordes a nuestro trabajo de investigación y justificamos la importancia, pertinencia y viabilidad de este estudio de investigación.

#### **3.1 Antecedentes**

Previamente, en la revisión documental para la sistematización de antecedentes tanto teóricos como prácticos, se tomaron como referencia algunos antecedentes relacionados a nuestro proyecto investigativo; en los cuales identificamos sus principales objetivos, la metodología implementada y sus resultados. Inicialmente, encontramos que gran parte de las investigaciones estaban disponibles en Google Académico, también se buscaron por medio del repositorio institucional de la Universidad Surcolombiana, al igual que en repositorios de otras universidades.

##### ***3.1.1 Antecedentes Internacionales***

De acuerdo con los antecedentes encontrados a nivel internacional, se exponen los estudios más relevantes referentes a nuestro proyecto de investigación:

En el estudio de Gómez Martín, Gómez Martín, y González Calero (2012), para que un estudiante aprenda todo lo que un determinado software educativo puede enseñarle, la cantidad de tiempo que un estudiante tiene para usar el sistema puede ser bastante larga. Si el usuario no

tiene una razón impuesta que lo obligue a usar algún programa educativo, el sistema debe ser capaz de captar el interés de un usuario potencial creando una motivación interna para pasar horas frente a la computadora. Como resultado se obtiene que este tipo de motivación es beneficiosa para el alumno porque aumenta la velocidad de aprendizaje a la vez que aumenta el tiempo de uso del programa, colocándolo en una espiral positiva que le permite aprender cada vez más.

A continuación, los investigadores Ferguson y Lynch (2014) publican un artículo que explora el uso potencial de NetLogo para ayudar a los estudiantes a obtener una comprensión integral del concepto de selección natural. Según los autores, NetLogo es un entorno de software basado en agentes que proporciona instalaciones que permiten a los estudiantes razonar sobre la selección natural como un sistema complejo. Junto con estudiantes de décimo grado de varias escuelas secundarias de Australia participaron en un curso centrado en la evolución en el Centro de Educación Científica de Melbourne, Australia. El programa está diseñado para permitir a los estudiantes estudiar la selección natural considerando los pinzones de Darwin y la relación entre la malaria y el gen HBB. Gran parte de la exploración se realiza con NetLogo, que permite a los estudiantes simular la selección natural en acción. Este documento concluye con algunos hallazgos preliminares, que permiten encontrar que los autores planean explorar y elaborar más a fondo en futuros documentos basados en datos de vídeo, trabajo de estudiantes y observaciones en el aula. Se aconseja a los estudiantes que exploren la selección natural mediante el uso de NetLogo, y pueden usar el software como una representación digital para construir colectivamente varias representaciones y comprensiones integrales del complejo sistema de selección natural.

La investigación realizada por Marsteller & Bodzin (2015), basada en un curso en línea

sobre evolución biológica está diseñado para facilitar a los estudiantes aumentar el conocimiento del contenido y el razonamiento con evidencia. Se realizó un estudio de factibilidad en 77 estudiantes de biología de escuelas secundarias rurales que estudiaba a través de la unidad de evolución biológica en línea. Las fuentes de datos incluyen la Medición de evaluación biológica evolutiva (BEAM), el análisis de publicaciones en foros de discusión y cuestionarios de percepciones y actitudes posteriores a la implementación. Los puntajes de la prueba posterior al BEAM fueron significativamente más altos que los puntajes previos a la prueba. Sin embargo, los hallazgos sugieren que los estudiantes necesitan apoyo adicional para desarrollar un razonamiento basado en evidencia. Muchos estudiantes sienten que los cursos basados en la web podrían mejorarse con una interacción y retroalimentación más directas.

Ampatzidis & Ergazaki (2018), de la Universidad de Patras, el propósito de su estudio de investigación consistió en el diseño de un entorno de aprendizaje con el objetivo de mejorar la enseñanza/aprendizaje sobre la contingencia de la naturaleza. El desarrollo de esta investigación incluyó una fase exploratoria, por medio de tres ciclos de investigación, mediante el cual los estudiantes del primer año de ciencias de la educación simularon con el apoyo de modelos informáticos la respuesta de los ecosistemas a los cambios, para comprender la contingencia subyacente. Esto está impulsado por la pregunta global/general de cómo funcionan los ecosistemas, que se explora a través de preguntas locales interrelacionadas a través de preguntas de andamiajes integrados en hojas de trabajo relacionadas con modelos informáticos. Con base en los resultados proporcionamos un modelo de dos versiones para cada cambio que el grupo de pares tenía que explorar, asignando la primera versión a la mitad y la segunda versión a la otra mitad. Estos cambios explican una característica clave de los resultados teóricos del estudio, el "enfoque

de camino de dominó bifurcado". De esta manera y según los resultados se muestra que funciona de manera eficiente.

Por otro lado, los investigadores Basu, Sengupta, & Biswas (2014), en base a las dificultades que presentaban los estudiantes por interpretar y comprender los sistemas complejos como los fenómenos ecológicos; realizan una revisión teórica para diseñar y evaluar los diferentes tipos de andamios requeridos por los estudiantes durante su interacción con los múltiples agentes. Con su artículo de investigación, demuestran la efectividad de los andamios para mejorar la comprensión en los estudiantes de secundaria sobre los complejos comportamientos ecológicos representados por medio de visualizaciones dinámicas (simulación de múltiples agentes), gráficos y mapas causales para ayudar a los estudiantes a desarrollar una comprensión profunda de los complejos comportamientos ecológicos representados en la simulación. La simulación proporciona un entorno adecuado para el aprendizaje por descubrimiento, pero no es eficaz desde el punto de vista pedagógico a menos que la tarea exploratoria tenga un andamiaje adecuado. De esta manera desarrollaron una arquitectura para un entorno de aprendizaje basado en computadora que incluye simulaciones basadas en múltiples agentes, herramientas de modelado causal y un conjunto de andamios contextuales proporcionados por agentes virtuales para ayudar a los estudiantes de secundaria a aprender conceptos científicos importantes. El área específica de estudio son los ecosistemas y los procesos ecológicos, y nuestro objetivo es ayudar a los estudiantes a obtener una comprensión profunda de los procesos ecológicos.

La búsqueda constante de herramientas tecnológicas que promuevan y potencien la enseñanza de las ciencias ha llamado la atención de Almanza Díaz (2015), que propone en su

investigación la implementación del programa NetLogo, con la finalidad de demostrar el impacto en la motivación de los estudiantes y la efectividad en el desarrollo de destrezas científicas. Para ello, se evalúa la mejora en el desempeño de destrezas científicas mediante dos test uno previo a la actividad y otro al finalizar; de esta manera se mide las habilidades científicas adquiridas por los estudiantes mostrando diferencias poco significativas, no obstante, el utilizar los programas de simulación resultó motivador para los estudiantes.

**TABLA 1: Recopilación de Antecedentes Internacionales.**

<b>TÍTULO</b>	<b>PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN</b>	<b>OBJETIVOS</b>	<b>RESULTADOS</b>
<p>Razonamiento colaborativo de los estudiantes sobre la selección natural como un sistema complejo mediante el uso de NetLogo como representación digital.</p>	<p>Estudiar el potencial de usar NetLogo para mejorar la comprensión del concepto de selección natural, con estudiantes de décimo grado, pertenecientes a diferentes escuelas secundarias, de Melbourne, Australia.</p>	<p>Diseñar e implementar NetLogo como una representación digital, la cual permite a los estudiantes razonar en colaboración a cerca de la selección natural como un sistema complejo.</p>	<p>El hallazgo preliminar importante es que el razonamiento profundo que los estudiantes parecen estar realizando se caracteriza por la creatividad. Los estudiantes parecen estar usando NetLogo para respaldar la creación de sus propias ideas (es decir, hipótesis) sobre la selección natural así como más específicamente sobre los pinzones de Darwin, el gen HBB y la malaria) y luego usan el software para probar estas ideas. La retroalimentación de las pruebas se usa luego para modificar las hipótesis originales. Esto es abducción y, más ampliamente, experimentación en acción.</p> <p>El resultado de las simulaciones y las discusiones asociadas entre compañeros y profesores se utilizan tanto para elaborar las ideas iniciales como para justificar estas ideas. Todos son sellos distintivos de los componentes complejos del razonamiento.</p> <p>Críticamente, todo este proceso parece estar basado en que los</p>

			estudiantes generen sus propias representaciones de los resultados de los modelos de NetLogo y luego registren estos y sus discusiones asociadas en varias formas. Esto es evidente en las representaciones de los estudiantes.
AM La eficacia de un plan de estudios en línea sobre la comprensión de la evolución biológica por parte de los estudiantes de secundaria.	Diseñar un plan de estudios en línea sobre evolución biológica para promover un mayor conocimiento del contenido de los estudiantes y razonamiento probatorio.	Diseñar un plan de estudios en línea, el cual se analizó en estudiantes de biología de la escuela secundaria, como un método eficaz en la enseñanza de un tema complejo de la biología evolutiva	Con base en los resultados proporcionamos un modelo de dos versiones para cada cambio que el grupo de pares tenía que explorar, asignando la primera versión a la mitad y la segunda versión a la otra mitad. Estos cambios explican una característica clave de los resultados teóricos del estudio, el "enfoque de camino de dominó bifurcado". De esta manera y según los resultados muestra que funciona de manera eficiente, Los resultados muestran que funciona de manera efectiva y, por lo tanto, sugerimos que el diseño aborda la contingencia en la respuesta del ecosistema puede integrar caminos de dominó bifurcados con varias bifurcaciones.
Challenging students' Belief in the "Balance of	El desarrollo de esta investigación de diseño incluyó	El diseño de un entorno de	Con base en los resultados

Nature” Idea. Science y Education.	una fase exploratoria y tres ciclos de investigación, mediante el cual los estudiantes del primer año de ciencias de la educación simularon con el apoyo de modelos informáticos la respuesta de los ecosistemas a los cambios, para comprender la contingencia subyacente	aprendizaje con el objetivo de mejorar la enseñanza/aprendizaje sobre la contingencia de la naturaleza.	proporcionamos un modelo de dos versiones para cada cambio que el grupo de pares tenía que explorar, asignando la primera versión a la mitad y la segunda versión a la otra mitad. Estos cambios explican una característica clave de los resultados teóricos del estudio, el "enfoque de camino de dominó bifurcado". De esta manera y según los resultados se muestra que funciona de manera eficiente.
A Scaffolding Framework to Support Learning of Emergent Phenomena Using Multi-Agent-Based Simulation Environments. Research in Science Education	Demostrar la efectividad de los andamios para mejorar la comprensión en los estudiantes de secundaria sobre los complejos comportamientos ecológicos representados por medio de visualizaciones dinámicas (simulación de múltiples agentes), gráficos y mapas causales para ayudar a los estudiantes a desarrollar una comprensión profunda de los complejos comportamientos ecológicos representados en la simulación.	Interpretar y comprender los sistemas complejos como los fenómenos ecológicos.  Diseñar y evaluar los diferentes tipos de andamios requeridos por los estudiantes durante su interacción con los múltiples agentes.	Se desarrolló una arquitectura para un entorno de un aprendizaje basado en computadora que incluye simulaciones basadas en múltiples agentes, herramientas de modelado causal y un conjunto de andamios contextuales proporcionados por agentes virtuales para ayudar a los estudiantes de secundaria a aprender conceptos científicos importantes.
Implementación del programa NetLogo	Simular el comportamiento de los ecosistemas con fines	• Demostrar el impacto en la motivación de los	ABM ha recorrido un largo camino desde los días de

	<p>educativos y de investigación mediante el uso de NetLogo para enseñar a los estudiantes universitarios los fundamentos del comportamiento de los ecosistemas.</p>	<p>estudiantes y la efectividad en el desarrollo de destrezas científicas.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>•Evaluar la mejora en el desempeño de destrezas científicas mediante dos test uno previo a la actividad y otro al finalizar.</li> </ul> <p>Medir las habilidades científicas adquiridas por los estudiantes mostrando diferencias poco significativas.</p>	<p>Thomas Schelling (1971) lanzando monedas un tablero de ajedrez. Estas seis viñetas han intentado arrojar algo de luz las raíces de este campo. Sin embargo, el campo aún es bastante joven. Existe una considerable investigación que tiene aún no se ha llevado a cabo sobre cómo implementar mejor ABM, qué herramientas son más útiles para soportar ABM, y dónde aplicar mejor ABM. Está claro que ABM se ha convertido en un principal metodología y conjunto de herramientas para comprender sistemas complejos de las ciencias naturales, ciencias sociales e ingeniería. Esperamos que en este libro, haya proporcionado una cantidad suficiente Introducción para que pueda utilizar ABM de manera efectiva. También esperamos que los modelos basados en agentes convertirse en una alfabetización central para ciudadanos y científicos para que todos puedan usar modelos para razonar, y para que los medios públicos puedan usar modelos para apoyar argumentos e informar políticas.</p>
--	--	--	--

Nota: Datos tomados de la recopilación de antecedentes internacionales seleccionados. Fuente: Elaboración propia.

### **3.1.2 Antecedentes Nacionales**

Un estudio referente para nuestro proyecto de investigación es el trabajo desarrollado por Ovalle Pinilla (2014), en el cual propone elaborar un estado situacional sobre modelamiento y simulación basados en agentes (MSBA) y su impacto sobre la investigación organizacional. Según los resultados de su investigación, en diversos casos donde se ha implementado esta herramienta, se han encontrado tanto ventajas como desventajas, sin embargo, las simulaciones basadas en agentes han permitido a las organizaciones predecir eventos o situaciones que pueden suceder a futuro. Por otro lado, en algunas investigaciones han aportado positivamente en la mejora de sus procesos y competitividad.

Igualmente, el trabajo de investigación llevado a cabo por Hernández Valencia y Vidal Rojas (2019), denominado **“Fractalidad, caos y el lenguaje NetLogo como agentes integradores del currículo de las matemáticas escolares”**; proponen un diseño curricular flexible que pueda articular las ciencias de la complejidad en la educación Básica Secundaria y Media, específicamente en el área curricular de las matemáticas implementada en estudiantes del grado noveno de la Institución Educativa Claretiano Gustavo Torres Parra. Con este trabajo de investigación los autores concluyeron que la matemática actual puede ser abordada por temas propios de la Complejidad, ya que aporta un conocimiento amplio y diverso, el cual se puede adaptar de acuerdo con la edad y nivel del estudiante.

El estudio realizado por el autor Mesa Agudelo (2004), el cual se titula **“Modelación computacional para la enseñanza y aprendizaje del movimiento rectilíneo”**, busca desarrollar

una estrategia didáctica innovadora integrando las TIC (Tecnologías de la Información y las Comunicaciones), que se encuentran inmersas en la vida cotidiana y, además tienen una influencia positiva en los procesos de enseñanza; tanto así, que despierta el interés y genera un aprendizaje significativo. Entre los resultados encontrados en este estudio, indican que el uso de las herramientas computacionales como modelos facilitan la construcción de modelos de la vida real.

Con respecto al desarrollo y fortalecimiento de habilidades computacionales, en este proyecto de investigación realizado por Rondón Barragán (2010), surge la necesidad de desarrollar una estrategia didáctica, tomando como muestra los estudiantes de décimo grado del colegio Facundo Navas Mantilla, en el municipio de Girón, con el propósito de mejorar el desempeño de los estudiantes a la hora de usar el pensamiento computacional. Para ello, se llevó a cabo un diseño cuasiexperimental, en el cual se utilizó un grupo de control y un grupo experimental, desarrollando cada uno en tres fases: en la primera fase se hace un diagnóstico del estado inicial de la habilidad de pensamiento computacional, consecutivamente se realiza la intervención donde implementamos la estrategia didáctica y finalmente, se vuelve a evaluar el pensamiento computacional mediante una prueba. Al principio, se encontró que los grupos tuvieron un desempeño similar en el inicio de la investigación, no obstante, se evidenció mejoras significativas en el grupo experimental después de la implementación.

Sterling Sandoval (2020) en su estudio de investigación busca resolver la problemática que emerge del bajo desempeño de los estudiantes del grado 8 y 5, en diferentes áreas de estudio, en la Institución Educativa Familia Palmira. Por tal motivo, diseña una estrategia de aprendizaje significativo con el uso de un videojuego educativo con el apoyo de algunas actividades

formativas, que permiten formar en deberes escolares y mejorar los niveles de desempeño académico. La presente investigación cumplió con los objetivos propuestos, pues el apoyo de las TIC y la gamificación educativa, incentivo a que los estudiantes participen, tomen decisiones, realicen análisis y lideren discusiones acerca de los valores, las competencias ciudadanas, los deberes escolares y las formas de buen vivir. La aplicación del videojuego en la simulación de situaciones que se presentan entorno a los deberes escolares demostró que los estudiantes aprendieron de manera significativa, mejorando la concentración y el proceso de reflexión.

**TABLA 2:** *Recopilación de Antecedentes Nacionales.*

<b>Título</b>	<b>Problema de Investigación</b>	<b>Objetivos</b>	<b>Resultados</b>
Estado situacional de los modelos basados en agentes y su impacto en la investigación organizacional.	¿Elaborar un estado situacional que introduzca el modelamiento y la simulación basados en agentes, al mismo tiempo que determinar el impacto y las posibilidades que tiene esta técnica en la investigación organizacional?	<p><b>Objetivo General</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>•Desarrollar un estado situacional sobre modelamiento y simulación basados en agentes (MSBA) y su impacto en la investigación organizacional.</li> </ul> <p><b>Objetivos Específicos</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>•Seleccionar la literatura relevante (libros y artículos indexados) sobre MSBA.</li> <li>•Identificar y describir los conceptos, modelos y tendencias centrales de MSBA.</li> <li>•Comparar conceptos, modelos y tendencias principales en MSBA, de acuerdo con las posturas de diversos autores.</li> <li>•Determinar los aspectos metodológicos del MBA significativos para la investigación organizacional.</li> <li>•Analizar críticamente el uso del MBA en la investigación organizacional frente a otras técnicas convencionales.</li> </ul>	El desarrollo de este trabajo logra establecer un estado situacional sobre la modelación y la simulación basados en agentes (MSBA), y el impacto que este ha tenido sobre la investigación organizacional. Según la revisión de los diferentes antecedentes dónde se aplicó esta herramienta, en la cual se han encontrado pro y contra en el uso de esta herramienta. Durante su implementación algunos han tenido efecto positivo en el desarrollo de procesos de innovación, reingeniería de negocios, optimización en la cadena de suministro, condiciones del entorno y otros aspectos positivos que han permitido mejorar sus procesos y competitividad.
Fractalidad, caos y el lenguaje Netlogo como	¿De qué manera es posible introducir, en el currículo de	<p><b>Objetivo general</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Plantear un diseño curricular</li> </ul>	Para abordar los temas fractalidad y caos, se utilizó la

<p>agentes integradores del currículo de las matemáticas escolares.</p>	<p>matemáticas, la fractalidad y el caos para desarrollar capacidades matemáticas en los estudiantes de grado 9° de la Institución Educativa Claretiano Gustavo Torres Parra?</p>	<p>que posibilite la introducción de la fractalidad y el caos, como ejes integradores del currículo de matemáticas del grado 9° de Educación Básica Secundaria, de la Institución Educativa Claretiano Gustavo Torres Parra, a partir de una metodología apoyada en el uso de la tecnología y la modelación basada en agentes (lenguaje de programación computacional NetLogo) y que permita concebir el currículo de matemáticas como un sistema complejo, interconectado.</p> <p><b>Objetivos Específicos</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Hacer un diagnóstico del currículo de matemáticas del ciclo de Educación Básica Secundaria de la Institución Educativa Claretiano Gustavo Torres Parra.</li> <li>• Diseñar una serie de secuencias didácticas a partir de la introducción de la fractalidad y el caos, que permitan integrar el currículo de matemáticas del grado 9° de Educación Básica Secundaria y que simultáneamente promuevan el desarrollo de</li> </ul>	<p>modelación basada en agentes y su integrados NetLogo, el cual facilita el aprendizaje y es un programa efectivo en el suministro de información.</p> <p>Los estudiantes ya no son receptores, sino que se convierten en generadores de conocimiento, despiertan el interés y gusto por conocer temáticas nuevas, además de manipularlas por sí mismo y asimilar más rápido la información. En cambio, los docentes pasan a ser motivadores y dejan de ser reproductores o transmisores del conocimiento.</p>
---	---	---	---

		<p>capacidades matemáticas en los estudiantes.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Proponer una metodología basada en el uso de herramientas digitales que faciliten la comunicación entre estudiantes y profesores dentro y fuera del aula de clase, para restarle protagonismo al profesor y aumentárselo a los estudiantes.</li> <li>• Implementar el uso de la modelación Basada en Agentes (lenguaje de programación NetLogo) como herramienta para el desarrollo de la fractalidad y el caos y su conexión con otras áreas del conocimiento, como la biología.</li> </ul>	
<p>Modelación computacional para la enseñanza y aprendizaje del movimiento rectilíneo.</p>	<p>Modelación computacional para la enseñanza y aprendizaje del movimiento rectilíneo.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Presentar una estrategia didáctica, que contribuya a mejorar el interés y la motivación hacia el estudio y aprendizaje de la cinemática rectilínea.</li> <li>•Propiciar un aprendizaje significativo desde la Simulación y Modelación de</li> </ul>	<p>Las guías de trabajo proporcionan estrategias como resolución de problemas, exploración de ideas previas, análisis e interpretación de gráficos, la modelación, modelación esquemática y herramientas computacionales para el logro de un aprendizaje significativo de la temática en</p>

		<p>fenómenos físicos para el movimiento en línea recta.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>•Desarrollar estrategias de enseñanza y aprendizaje que permitan la construcción y caracterización del movimiento rectilíneo de forma autónoma, dinámica y significativa.</li> </ul>	<p>cuestión.</p>
<p>Propuesta para desarrollar habilidades de pensamiento computacional en estudiantes de décimo grado del colegio Facundo Navas Mantilla.</p>	<p><b>Hipótesis:</b> Los estudiantes con los cuales se implementó la estrategia para el desarrollo de habilidades de pensamiento computacional desarrollan y fortalecen en mayor medida estas habilidades respecto a los estudiantes en los cuales se utiliza la enseñanza tradicional de la programación.</p>	<p><b>Objetivo General</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>•Proponer una estrategia que posibilite el desarrollo de habilidades de pensamiento computacional en estudiantes de décimo grado del colegio Facundo Navas Mantilla.</li> </ul> <p><b>Objetivo Específicos</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>•Diagnosticar el estado actual del pensamiento computacional en los estudiantes de décimo grado del colegio Facundo Navas Mantilla.</li> <li>•Diseñar una estrategia para el desarrollo del pensamiento computacional en los estudiantes de décimo grado del colegio Facundo Navas Mantilla.</li> <li>•Implementar la estrategia diseñada para el desarrollo del pensamiento computacional en los estudiantes de décimo</li> </ul>	<p>En esta investigación, los resultados obtenidos de la implementación de la estrategia didáctica fueron satisfactorios, ya que se evidencia la mejora significativa en el grupo experimental acerca de la habilidad de pensamiento computacional, esto según su desempeño en esta prueba contrastada con el puntaje obtenido en el Pre-Test. A excepción del grupo de control que no mostro mejoras significativa con la estrategia tradicional. Los resultados fueron registrados en la Tabla 17, Tabla 18 y Tabla 24.</p>

		<p>grado del colegio Facundo Navas Mantilla.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>•Evaluar la adquisición y fortalecimiento de habilidades de pensamiento computacional en los estudiantes de décimo grado del colegio Facundo Navas Mantilla.</li> </ul>	
<p>Diseño de una estrategia de aprendizaje significativo basada en un videojuego educativo sobre deberes escolares.</p>	<p>¿Cuál sería el efecto en el aprendizaje al utilizar un videojuego educativo, acompañado de otras actividades formativas en la formación en deberes escolares, en el grado 8-5 de la I. E Sagrada Familia?</p>	<p><b>Objetivo General</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Diseñar una estrategia de aprendizaje significativo con el uso de un videojuego educativo y otras actividades formativas en valores, que posibiliten formar en deberes escolares y permitan mejorar los niveles de desempeño académico, en los estudiantes del grado 8-5 de la I.E. Sagrada Familia Palmira.</li> </ul> <p><b>Objetivo Específicos</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Componer una estrategia de aprendizaje en TIC, que involucre el diseño de un videojuego educativo, además de otras actividades formativas en valores, que faciliten a los estudiantes reflexionar en torno a los deberes escolares, en la I.E. Sagrada Familia con los estudiantes del grado 8-5.</li> <li>• Implementar en el aula de clase, en el área de ciencias sociales, la estrategia diseñada</li> </ul>	<p>Durante el desarrollo de las diferentes actividades se logró evidenciar que el uso del videojuego aportó positivamente a la concentración, reflexión y fortalecimiento del proceso de aprendizaje. Esto motivó a los estudiantes a interesarse por los contenidos de enseñados, demostrando valores tales como la responsabilidad, la cooperación, el autocontrol, la autoridad y el cumplimiento de las normas. De esta manera, los estudiantes aprendieron significativamente, ampliando su manera de pensar sobre aspectos como el respetar los acuerdos de grupo, la disciplina en clase, el orden del aula, el respeto hacia los demás, el respeto a la autoridad, el comportarse de acuerdo con las normas establecidas, la responsabilidad y el autocontrol para tomar buenas decisiones.</p>

		<p>de formación en deberes escolares, en la I.E. Sagrada Familia con los estudiantes del grado 8-5.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Hacer el seguimiento a los efectos de la estrategia de formación en deberes escolares, en la transformación de la mirada, actitudes y acciones de los estudiantes sobre los deberes escolares.</li> </ul>	<p>Aunque, los estudiantes no demostraron un cambio significativo en la transformación de hábitos, es decir, los hábitos escolares de convivencia y los hábitos escolares académicos. A partir de esto, se puede concluir que para generar un cambio notorio en los hábitos y comportamiento es un proceso complejo que requiere de más tiempo.</p>
--	--	--	---

Nota: Datos tomados de la recopilación de antecedentes nacionales seleccionados. Fuente: Elaboración propia.

### **3.1.3 Antecedentes Regionales**

El trabajo de investigación realizado por Ortiz Rojas & Chavarro Barrera (2007), pretende que los docentes integren al aula de clase la informática y la multimedia, por medio del desarrollo de un software interactivo como una estrategia didáctica, en la enseñanza de la cinética química, implementada en estudiantes de secundaria media en las instituciones educativas de la ciudad de Neiva. Esta investigación de tipo experimental tomó dos grupos de trabajo, el primero denominado “grupo de control”, el cual se realizó la clase tradicional sin utilizar la estrategia didáctica; y el segundo llamado “grupo experimental” al cual se le implemento el software. De manera que, los resultados se puedan contrastar entre los dos grupos, y así mismo evaluar la efectividad de la estrategia. Teniendo en cuenta, los resultados obtenidos fueron satisfactorios, incentivando a docentes, estudiantes e instituciones educativas a que implementen en el aula de clase esta herramienta, con la finalidad de mejorar el proceso enseñanza- aprendizaje.

El estudio de Calderón Diaz, Medina, & Quesada Quintero, (2021), tiene como objetivo principal potenciar el pensamiento computacional en estudiantes del grado octavo y grado tercero, mediante la resolución de problemas propuesta por Brebras; que se llevo a cabo en las Instituciones Educativas “José Acevedo y Gómez de Acevedo” en el Huila, Técnica Joaquín París de Ibagué, Tolima y la Institución Educativa Distrital Colegio Alexander Fleming IED en Bogotá. Algunas de las conclusiones que se generó en este trabajo, fue que los estudiantes se les dificultaba argumentar, por lo tanto, la metodología basada en la resolución de problemas contribuyo al mejoramiento de sus habilidades, que se vieron reflejadas en sus resultados obtenidos en su desempeño final.

Del mismo modo, Useche & Montealegre (2022) llevan a cabo su proyecto de investigación dentro del Programa de Maestría en Estudios Interdisciplinarios y Ciencias de la Complejidad, denominado **“El pensamiento computacional en niños de grado 5° desde las Ciencias de la Complejidad para la resolución de problemas”**, el cual fue dirigido a estudiantes del grado quinto de la Institución Educativa Divino Salvador sede María Nazareth, ubicada en el municipio de Altamira, Huila; cuyo objetivo principal es desarrollar el pensamiento computacional mediante actividades de programación. Cabe resaltar, que para la realización de este trabajo de investigación se resumen en las siguientes cuatro fases: diagnóstico, diseño, implementación y por último, la evaluación y análisis de resultados. Dentro de esta investigación se logró evidenciar la mejora de los estudiantes en el incremento de respuestas acertadas según los resultados del cuestionario inicial vs el cuestionario final.

Por otro lado, el trabajo de investigación realizado por Cárdenas Rodríguez & Ome Jiménez (2022) en estudiantes de primaria del colegio Greenhill Neiva, Huila; surge la necesidad de diseñar un modelo curricular no lineal, con la finalidad de mejorar los procesos de enseñanza y aprendizaje en el área de inglés, a partir de los elementos de gamificación. Dicha investigación, pretende potenciar las competencias comunicativas, al igual que desarrollar las destrezas y habilidades de los estudiantes para enfrentar los avances del mundo globalizado. Entre sus resultados se destaca que el uso de las herramientas gamificadoras virtuales facilitan el aprendizaje del inglés a través de experiencias divertidas e interesantes, promoviendo en los estudiantes el aprendizaje autónomo y el desarrollo de las competencias comunicativas.

En el municipio de Campoalegre, Huila, surge la necesidad de elaborar un material didáctico que pueda dar utilidad al etiquetado de alimentos en la enseñanza de las Ciencias Naturales; a raíz del consumo inconsciente de algunos alimentos que han traído como consecuencia ciertas enfermedades. El siguiente trabajo de investigación de tipo cualitativo fue llevado a cabo con estudiantes del grado once y docentes, en el área de las Ciencias Naturales, en la Institución Educativa Ecopetrol. Los datos obtenidos de la investigación se recolectaron mediante el uso de instrumentos como entrevistas, cuestionarios y observación participante. Según los resultados obtenidos en esta investigación, demostró que la gran mayoría de docentes suelen revisar la etiqueta de los alimentos al consumirlos, al igual que la información que suministran. En cambio, se evidenció que más de la mitad de los estudiantes miran la etiqueta, pero una minoría leen el contenido nutricional de cada producto. Por esta razón, este trabajo de investigación prueba la importancia de incluir las etiquetas de alimentos como un material didáctico en la enseñanza de las Ciencias Naturales (Roa Almanza, 2014).

En la ciudad de Neiva, los investigadores Peláez Gómez & Lizcano Salazar (2014) identifican las dificultades acerca de los conceptos fundamentales de la genética y su relación con la herencia; por esta razón, proponen en su proyecto de investigación el diseño y la aplicación de una unidad didáctica, mediante la resolución de problemas llevada a cabo por estudiantes de noveno grado del Colegio Piaget de Neiva. Este trabajo de investigación se desarrolló durante 7 semanas dividida en 16 sesiones correspondientes a 24 horas de trabajo presencial, desde la planeación de clase, diseño de material didáctico, práctica de laboratorio, trabajo fuera del aula y las sesiones de clase. Con respecto a los resultados obtenidos de este estudio, se logró recolectar e identificar la gran variedad de dificultades y transformaciones conceptuales de los estudiantes. No

obstante, se recomienda en futuras investigaciones ajustar el tiempo; con la finalidad de recolectar una mejor información, al igual que el investigador pueda abordar todo el contenido temático.

De igual manera, nos encontramos con la investigación realizada por Erazo et al (2022), que nace de la problemática del consumo de bebidas azucaradas en niños, niñas y adolescentes, lo cual ha generado diferentes afectaciones en la salud; por lo tanto, este estudio denominado “las bebidas azucaradas como una cuestión socio-científica para promover el cuestionamiento de la información”, contribuye al desarrollo del pensamiento crítico en los estudiantes de grado noveno de la Institución Educativa María Cristina Arango, Neiva – Huila. Teniendo en cuenta los resultados arrojados por esta investigación, demuestra que las opiniones de los estudiantes fueron reestructuradas ya que al hablar de bebidas azucaradas no sólo mencionan aspectos como su color y sabor, si no que ahora abordan aspectos químicos que involucran los prejuicios en la salud, generando enfermedades no transmitibles como sobrepeso y obesidad.

Además el trabajo de investigación realizado por Fierro, Rodríguez y Amórtegui (2020), que buscan explorar en la práctica escolar, una secuencia de clase de nomenclatura química a través de las grandes ideas, bajo una perspectiva del self –study; donde los estudiantes pueden conectar ideas científicas con la cotidianidad, dándole mayor sentido a lo que se aprende. De acuerdo, a los resultados obtenidos se logró evidenciar la importancia del self study en la reflexión crítica del que hacer docente, en el cual promueve un aprendizaje menos memorístico y más dinámico contribuyendo al desarrollo de habilidades científicas y críticas en los estudiantes del grado octavo de la Institución Educativa María Cristina Arango de Pastrana.

Adicional a ello, el estudio de Amórtegui, Gavidia y García (2020), pone de manifiesto la contribución de un seminario formativo en la progresión de las concepciones del profesorado en formación sobre la naturaleza de las Prácticas de Campo, sus finalidades de aprendizaje, su planificación y el aporte a la formación docente. Dicha investigación, se realiza con 27 docentes en formación del Programa de Licenciatura en Ciencias Naturales y Educación de la Universidad Surcolombiana, el cual nos demuestra que las prácticas de campo facilitan el proceso de aprendizaje ya que los estudiantes tienen contacto directo con los fenómenos biológicos, permitiendo potenciar el aprendizaje del conocimiento biológico, promover el desarrollo de habilidades y destrezas científicas, al igual que favorece la adquisición de actitudes y comportamientos en pro de la conservación de la diversidad biológica y de los ecosistemas.

**TABLA 3:** *Recopilación de Antecedentes a nivel regional.*

<b>Título</b>	<b>Problema de investigación</b>	<b>Objetivos</b>	<b>Resultados</b>
<p><b>Diseño e implementación de un software como estrategia didáctica para la enseñanza de cinética química en educación media</b></p>	<p>¿Es posible diseñar, construir e implementar un software multimedia en cinética química que permita mejorar los procesos de enseñanza y aprendizaje en los estudiantes de secundaria media?</p>	<p><b>Objetivo general</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Diseñar un software en cinética química, como estrategia didáctica innovadora para ser implementado con estudiantes de secundaria media en las instituciones educativas de la ciudad de Neiva.</li> </ul> <p><b>Objetivos específicos</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Permitir de una manera sencilla que se incorpore en el aula de clase el manejo del software educativo en cinética química como herramienta pedagógica de las nuevas tecnologías.</li> <li>• Crear un software educativo como estrategia didáctica para mejorar el proceso de enseñanza-aprendizaje en cinética química.</li> <li>• Caracterizar la cultura institucional hacia los audiovisuales a partir de una muestra de colegios, identificando aspectos relacionados con el espacio destinado al trabajo audiovisual.</li> <li>• Incorporar las instituciones educativas en el uso y aplicación de las NTICS (nuevas tecnologías de la información y la comunicación) por medio de este software</li> </ul>	<p>Según los resultados obtenidos de este trabajo de investigación se encontró que algunas de las instituciones educativas no cuentan con salas de informática y audiovisuales, y tampoco usan el software propuesto, sin embargo, luego de llevar a cabo la estrategia didáctica se evidencio que los estudiantes adquirieron más fácil los conocimientos y los conceptos fueron más claros, de manera que su efectividad fue todo un éxito.</p>

		promoviendo la importancia de estas en los procesos de enseñanza aprendizaje.	
<b>Potenciamiento del pensamiento computacional mediante la resolución de problemas en estudiantes de grado tercero y octavo.</b>	¿Qué estrategias pedagógicas implementar para incentivar la creatividad en los estudiantes del grado octavo de la institución educativa José Acevedo y Gómez de Acevedo Huila, Joaquín París de Ibagué Tolima y Alexander Fleming IED (Institución Educativa Distrital) de la Ciudad de Bogotá?	<p><b>Objetivo general</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>•Potenciar el pensamiento computacional a partir de la resolución de problemas en los estudiantes del grado octavo de las instituciones educativas José Acevedo y Gómez de Acevedo Huila, Joaquín París de Ibagué Tolima y en grado tercero en el Colegio Alexander Fleming I.E.D. de Bogotá.</li> </ul> <p><b>Objetivos específicos</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>•Caracterizar las habilidades computacionales de los estudiantes del grado octavo de las instituciones educativas José Acevedo y Gómez de Acevedo Huila, Joaquín París de Ibagué Tolima y en tercer grado en el Colegio Alexander Fleming I.E.D. de Bogotá.</li> <li>•Estructurar una secuencia didáctica para fortalecer el uso del pensamiento computacional y sus habilidades, mediante la resolución de problemas en los estudiantes del grado octavo y tercero.</li> <li>•Evaluar el aprendizaje propuesto en la secuencia didáctica.</li> </ul>	La implementación de la resolución de problemas como estrategia de aprendizaje, potencializa las habilidades computacionales lo que permitió mejorar en la argumentación escrita y verbal de los estudiantes, al igual que la solución de problemas.

<p><b>El pensamiento computacional en niños de grado 5° desde las Ciencias de la complejidad para la resolución de problemas.</b></p>	<p>¿Cómo desarrollar el pensamiento computacional de los estudiantes de grado 5° de la Institución Educativa Divino Salvador sede María Nazareth del municipio de Altamira mediante actividades de programación planteadas desde la complejidad para el fortalecimiento de la resolución de problemas?</p>	<p><b>Objetivo general</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Desarrollar el pensamiento computacional de los estudiantes de grado 5° de la Institución Educativa Divino Salvador sede María Nazareth del municipio de Altamira mediante actividades de programación planteadas desde la complejidad para el fortalecimiento de la resolución de problemas.</li> </ul> <p><b>Objetivos específicos</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Identificar el nivel inicial de pensamiento computacional de los estudiantes de grado 5° a través de la aplicación de un cuestionario para establecer el diagnóstico.</li> <li>• Diseñar una estrategia de programación desde la complejidad para el desarrollo del pensamiento computacional en estudiantes de grado 5°.</li> <li>• Implementar la estrategia diseñada durante las clases de tecnología e informática para el desarrollo del pensamiento computacional en estudiantes de grado 5°.</li> <li>• Determinar la incidencia de la estrategia de programación mediante la aplicación de un cuestionario final estableciendo su efectividad en la resolución de problemas.</li> </ul>	<p>Los resultados obtenidos en el cuestionario inicial se identificaron las dificultades en la competencia de resolución de problemas, para ello se diseña una estrategia de programación desde la complejidad para el desarrollo del pensamiento computacional en estudiantes de grado 5°. Una vez implementada la estrategia didáctica se evidenció que los estudiantes desarrollaron el pensamiento computacional, lo cual facilitó la resolución de problemas al plantear algoritmos, programar y buscar soluciones.</p>
<p><b>Elaboración de un material</b></p>	<p>¿Cómo elaborar un material didáctico que le</p>	<p><b>Objetivo general</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>•Elaborar un material didáctico que le permita</li> </ul>	<p>De acuerdo a los resultados obtenidos se logró evidenciar que</p>

<p><b>didáctico, para el aprovechamiento del etiquetado de alimentos en la enseñanza de las ciencias naturales</b></p>	<p>permita a los docentes de la institución educativa Ecopetrol del municipio de Campoalegre- Huila, aprovechar la información de las etiquetas de los alimentos empacados, en la enseñanza de las ciencias naturales para el grado once?</p>	<p>a los docentes de la Institución Educativa Ecopetrol del municipio de Campoalegre- Huila, aprovechar la información de las etiquetas de los alimentos empacados, en la enseñanza de las ciencias naturales para el grado once.</p> <p><b>Objetivos específicos</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>•Planear los aspectos iniciales para tener en cuenta en la elaboración del material didáctico (identificación de la idea central y descripción del contexto).</li> <li>•Identificar necesidades, intereses e ideas de los estudiantes y profesores de la Institución Educativa Ecopetrol del municipio de Campoalegre- Huila, respecto al uso de las etiquetas de alimentos empacados.</li> <li>•Diseñar actividades, a desarrollar en el aula de clase, las cuales permitan la comprensión de la información de las etiquetas de los alimentos empacados.</li> </ul>	<p>los docentes desconocen la estructura del etiquetado de los alimentos, específicamente, la parte nutricional, por esta razón, se elaboró un material didáctico con el fin de utilizar las etiquetas de los alimentos para la enseñanza de las ciencias; en donde los estudiantes mostraron interés por la comprensión del etiquetado, por otro lado, se evidencio que los estudiantes se inclinan más hacia la función que pueden cumplir en el cuerpo humano, siendo muy alejadas de los conceptos científicos actuales.</p>
<p><b>Diseño y aplicación de una unidad didáctica para la enseñanza de la genética basada en la resolución de problemas, a estudiantes del grado noveno del</b></p>	<p>¿Cómo favorece una unidad didáctica basada en la resolución de problemas en la enseñanza-aprendizaje de la genética a estudiantes de noveno grado del Colegio Piaget de Neiva?</p>	<p><b>Objetivo general</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>•Diseñar y aplicar una unidad didáctica para la enseñanza de la genética basada en la resolución de problemas para estudiantes de noveno grado del Colegio Piaget de Neiva.</li> </ul> <p><b>Objetivos específicos</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>•Indagar y sistematizarlas concepciones sobre</li> </ul>	<p>En este trabajo de investigación se identificó que los estudiantes presentaban dificultades en las concepciones previas sobre genética, pero luego de implementar la unidad didáctica se evidenció que las actividades desarrolladas durante la investigación fueron favorables para la adquisición de</p>

<b>Colegio Piaget de Neiva.</b>		<p>genética que tienen los estudiantes.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>•Establecer los contenidos de enseñanza, estrategias, actividades y evaluación de la UD.</li> <li>•Realizar una retroalimentación de la aplicación de la unidad didáctica.</li> </ul>	<p>conocimientos, pues la mayoría entendieron los conceptos tales como gen, herencia, alelo, mutación, ADN, dominancia, recesividad, cromosoma.</p>
<p><b>Las bebidas azucaradas como una cuestión Socio científica para promover una competencia del pensamiento crítico</b></p>	<p>¿Como una Cuestión Socio científica sobre “Las bebidas azucaradas” incide en el desarrollo de la competencia crítica “Cuestionar la información” en los estudiantes de Noveno grado de la Institución Educativa María Cristina Arango?</p>	<p><b>Objetivo General</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>•Contribuir al desarrollo de la competencia crítica “Cuestionar la información” en los estudiantes de grado noveno de la institución educativa María Cristina Arango de la ciudad de Neiva – Huila, implementando una cuestión socio científica: Las bebidas azucaradas.</li> </ul> <p><b>Objetivos Específicos</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>•Identificar las concepciones que tienen los estudiantes frente a la competencia crítica. “Cuestionar la información” desde el uso de una CSC sobre las bebidas azucaradas.</li> <li>•Diseñar una secuencia didáctica implementando una cuestión socio científica:</li> <li>•Las bebidas azucaradas para promover la competencia crítica “Cuestionar la Información”.</li> <li>•Analizar y caracterizar el aporte de la cuestión socio científica: Las bebidas azucaradas en la competencia crítica “Cuestionar la Información”.</li> </ul>	<p>A manera de síntesis concluimos que los resultados obtenidos de la intervención fueron satisfactorios, ya que se evidencio la progresó de los conceptos de los estudiantes, quienes opinaban desde una postura reduccionista a posturas holísticas y sistemáticas, donde se evidencia el desarrollo de habilidades de pensamiento crítico.</p>
<b>Desarrollando</b>	Como desarrollar grandes	<b>Objetivo General</b>	Los resultados evidenciaron la

<p><b>grandes ideas de la ciencia a través de una práctica pedagógica en un colegio oficial de Neiva</b></p>	<p>ideas mediante una perspectiva de self-study en estudiantes del grado octavo de la Institución Educativa María Cristina Arango de Pastrana.</p>	<p>Explorar, bajo una perspectiva del self –study, una secuencia de clase de nomenclatura química para estudiantes del grado octavo de la Institución Educativa María Cristina Arango de Pastrana a través de las grandes ideas</p>	<p>importancia de construir conceptos propios a través de ideas conectadas lo cual permite utilizar estos conocimientos de la nomenclatura química en escenarios de la cotidianidad, contribuyendo hacia un desarrollo de habilidades científicas y críticas frente a fenómenos del entorno natural como la contaminación del medio ambiente y la lluvia ácida.</p>
<p><b>Progresión de las ideas del profesorado en formación sobre la implementación de las prácticas de campo en una secuencia de aprendizaje</b></p>	<p>Como el diseño desarrollo y evaluación de un seminario sobre prácticas de campo contribuye a la construcción del conocimiento profesional de futuros docentes de biología.</p>	<p><b>Objetivo General</b></p> <p>Caracterizar la contribución que realiza el diseño, desarrollo y evaluación de un Seminario sobre las prácticas de campo a la construcción del conocimiento profesional del profesorado de los futuros docentes de Biología, y en concreto, estudiar la progresión de sus concepciones.</p>	<p>Teniendo en cuenta los resultados obtenidos entre el pre y post test se logró evidenciar una evolución, reconociendo ahora que las prácticas de campo pueden ser utilizadas como estrategia de la enseñanza de la Biología, fortaleciendo lazos afectivos con nuestros estudiantes que contribuyen al proceso de aprendizaje al tener contacto directo con los fenómenos biológicos, lo cual permite promover el desarrollo de habilidades y destrezas científicas, y adicional a ello la adquisición de actitudes y comportamientos en pro de la conservación de la diversidad biológica y de los ecosistemas.</p>

Nota: Datos tomados de la recopilación de antecedentes regionales seleccionados. Fuente: Elaboración propia

## **3.2 Justificación**

La didáctica de las Ciencias Naturales constituye un proceso de enseñanza - aprendizaje en el que se relaciona los contenidos de los sistemas, los cambios físicos, químicos y biológicos que tiene lugar en el universo, en la cual siempre se tiene presente el lugar que ocupará el hombre en la relación sociedad naturaleza (Caballero y Recio 2006). La pedagogía de la ciencia, en especial de las Ciencias Naturales en la actualidad, constituye un tema de gran interés investigativo, especialmente en los países latinoamericanos, debido al contexto ambiental y su necesidad de exacerbar con el comportamiento irracional humano, que exige la formación de una conciencia científica para la realización de las acciones intervencionistas del hombre en su entorno, todo lo cual deriva del desarrollo de una comprensión más profunda de la naturaleza, traduciéndose en diferentes modos de actuación hacia el medio ambiente; no sólo conocimientos, sino también actitudes ambientales propias de hombres con una sólida cultura científica.

El proceso de enseñanza y aprendizaje se basa en un proceso de comunicación en el que alguien quiere transmitir al otro algunos de los conceptos que contiene, lo que significa ayudar a resolver el problema, mientras que este último retribuye al emisor original para que pueda construir de manera mutua un ciclo de cooperación, uno para formar y acompañar, el otro para aprender y crecer. La incorporación de las TIC (Tecnologías de la Información y la Comunicación) a la enseñanza de la biología se fundamenta en la afirmación de que la tecnología de la información, así como otros medios, constituyen un apoyo importante en el proceso de enseñanza, ya que también proporciona texto, imágenes, animación y sonido, permitiendo la interacción, la reorganización y búsqueda de una amplia gama de contenidos informativos; permitiendo la

retroalimentación de los usuarios, de una manera más activa y significativa.

La pandemia causada por el covid-19 ha generado en todo el mundo, en el siglo XXI, una severa crisis económica, social y de salud, nunca vista. En el contexto educativo, el tiempo de pandemia implicó una serie de desafíos tanto a estudiantes como docentes; de manera que fue un reto para los sistemas educativos llevaran la educación presencial al entorno de la virtualidad. Esta situación nos llevó a reflexionar la gran brecha que tenía la educación y la tecnología, a tal punto de forzar a los agentes educativos a buscar nuevas estrategias, que permitieran continuar con el proceso de enseñanza- aprendizaje en un escenario virtual.

Por lo tanto, la integración de las TIC en el aula escolar ha favorecido el proceso de enseñanza de los profesores, para intensificar el proceso de aprendizaje en los estudiantes. Por esta razón, este trabajo de investigación desarrolla una estrategia didáctica con la finalidad de fortalecer las habilidades científicas a través de la Biología Computacional (en concreto para abordar la comunicación química) y la modelación basada en agentes (MBA), lo que permite hacer uso de la tecnología digital en la enseñanza de la comunicación química perteneciente al plan curricular del área de las Ciencias Naturales del grado sexto de la Institución Educativa INEM Julián Motta Salas.

La Biología Computacional es un mecanismo de enseñanza tan antiguo como la informática, es así como Alan Turing, matemático británico se consideró como el padre de la informática, utilizando los primeros computadores para desarrollar modelos matemáticos de la morfogénesis, que pudieran explicar el proceso biológico que lleve a que un organismo desarrolle

su forma. De esta manera podemos identificar, que las primeras aplicaciones de la tecnología como hoy la conocemos, fueron realizadas en la búsqueda para la enseñanza de la biología; aun así, es importante reconocer, que los mayores avances que se han obtenido durante la alianza de estas dos disciplinas se han logrado durante las últimas dos décadas.

Por esta razón, es necesario el uso de plataformas digitales, tales como NetLogo, la cual nos permite utilizarla como una herramienta educativa que proporciona el uso de la modelación de manera virtual, facilitando una estrategia para observar la comunicación química en las hormigas; de esta manera los estudiantes al interactuar con dichas simulaciones pueden comprender los sistemas, procesos o fenómenos naturales, explorando conceptos. NetLogo es una herramienta educativa potencial para la simulación de sistemas complejos mediante agentes inteligentes. Esta plataforma se encuentra entre las mejores, ya que su lenguaje de programación es simple, proporciona una amplia documentación de modelos en su biblioteca y se encuentra disponible sin ningún costo (gratuita). Adicionalmente, está diseñado tanto para investigación como para educación y es utilizado en una amplia gama de disciplinas (matemáticas, sociales, ciencias naturales).

Cabe resaltar, que su facilidad de uso permite que cualquier persona pueda acceder a él y modelar algún sistema de manera virtual, sin necesidad de tener conocimientos previos. De manera que, la integración de NetLogo en el currículo de las Ciencias Naturales, es considerado como parte del material educativo, el cual repercute positivamente en el aprendizaje de manera individual, respetando los estilos y ritmos de aprendizaje de los estudiantes.

Este trabajo de investigación desarrolla una estrategia didáctica con la finalidad de enseñar de forma creativa, interesante y contextualizada la Biología Computacional por medio de la modelación basada en agentes y la gamificación, lo que permite hacer uso de la tecnología digital en la enseñanza de la comunicación química correspondiente al plan curricular del área de las Ciencias Naturales del grado sexto de la Institución Educativa INEM Julián Motta Salas.

## 4 FUNDAMENTOS TEORICOS

En el siguiente capítulo se sintetizan los diferentes enfoques, teorías e investigaciones que sustentan nuestro proyecto de investigación, entre las cuales encontramos las teorías de aprendizaje, el conexionismo, la transformación didáctica, el aprendizaje basado en proyectos, Desing Thinking, las estrategias de Marzano, los seis sombreros para pensar de Edward de Bono, la gamificación, los juegos serios, el aprendizaje basado en juegos, los procesos cooperativos, la hipercomputación Bilógica, la modelación basada en agentes en la enseñanza de las Ciencias Naturales, las reflexiones de un biólogo y un matemático en el marco de la Biología Computacional y las competencias científicas en el área de las Ciencias Naturales (abordando las habilidades científicas y los lineamientos curriculares según el Ministerio de Educación Nacional), agrupadas en la Figura 1.



**FIGURA 1:** Fundamentos teóricos de la estrategia didáctica.

Nota: Fuente: Elaboración propia.

## **4.1 Teorías de Aprendizaje y el Enfoque STEAM**

En esta sección, queremos hacer un breve recorrido por las teorías más relevantes de la psicología del conocimiento para poder identificarlas, diferenciarlas y aplicarlas a nuestra propuesta de investigación. Así como el enfoque STEAM, que permite desarrollar proyectos dentro del aula de clase, donde se considera fundamental el trabajo cooperativo.

### ***4.1.1 Las teorías del Aprendizajes Clásicas***

El aprendizaje humano está influenciado por una gama de factores emocionales, cognitivos, experiencias pasadas y factores ambientales, que permiten la construcción o modificación de nuestro conocimiento. Entre varias definiciones de aprendizaje encontramos una relación en los criterios generales, establecidos por los profesionales en educación, que definen el aprendizaje como cambio perdurable en la conducta o en la capacidad de comportarse de cierta manera, el cual es resultado de la práctica o de otras formas de experiencia (Schunk, 2012, pp.3).

En concordancia, encontramos que varios autores demuestran interés por explicar científicamente el proceso de aprendizaje desde diferentes posturas, conformando así las llamadas teorías del aprendizaje. Las teorías del aprendizaje surgen de la necesidad de comprender cómo ocurre internamente el proceso de aprendizaje en los seres humanos, por ejemplo, la adquisición de la información, adquisición de habilidades intelectuales, estrategias cognoscitivas, destrezas motoras o actitudes (Sarmiento Santana, 2007).

En este sentido, a continuación, abordaremos las tres teorías clásicas más importantes en el aprendizaje:

### **Teoría cognitivista**

La teoría del desarrollo cognitivo fue propuesta por primera vez por el psicólogo suizo Jean Piaget (1896-1980), considerado una de las mentes más creativas del siglo XX, quien se dedicó a realizar varios estudios sobre la psicología infantil, basándose en la observación del crecimiento de sus hijos; en donde postula que la etapa infantil juega un papel vital para el desarrollo intelectual, ya que los niños adquieren su conocimiento gradualmente a través de la interacción de sus estructuras mentales y el medio ambiente, es decir, que “el desarrollo cognitivo hace referencia a una reorganización progresiva de los procesos mentales que resultan de la maduración biológica y la experiencia ambiental” (Centro de Psicoterapia Cognitiva , 2007).

Piaget influyó profundamente en la forma en que pensamos sobre el desarrollo infantil. Antes de que desarrollara su teoría, se creía ampliamente que los niños eran criaturas pasivas moldeadas por su entorno, pero en su teoría Piaget, nos dijo que actuaban como "pequeños científicos" tratando de explicar el mundo; es así como tienen su propia lógica y estilo cognitivo, siguiendo patrones de desarrollo predecibles a medida que maduran e interactúan con su entorno. Las representaciones mentales lo forman y por lo tanto funcionan e influyen, por lo que existe una interacción recíproca.

Piaget tenía la idea de que tanto niños y adultos, suelen organizar el conocimiento del

mundo en lo que denominó esquemas, que se describen como aquellas acciones voluntarias que con el tiempo se convierten en operaciones mentales, de conceptos o teorías; dicha información es procesada y organizada. Los principios del desarrollo intelectual del niño afirmados según Piaget, son la organización y la adaptación; menciona que la organización se realiza progresivamente a medida que el niño va madurando, que adquiere e integra patrones físicos simples o esquemas mentales a sistemas complejos. Mientras que la adaptación, hace referencia a la capacidad de los niños de modificar sus estructuras mentales o conductas en respuesta a su medio ambiente (Linares, 2007).

Los procesos que describen cómo el niño se adapta a su entorno, son los procesos de la asimilación y acomodación. Según lo postulado por Piaget indica que las estructuras cognitivas de los niños consisten en un proceso interno basado en asimilación y acomodación (Flavell, 1992, pp 1). De hecho, Piaget plantea que existen funciones invariables y estructuras cognitivas variantes, es decir, las estructuras cambian a medida que el organismo se desarrolla, dichas estructuras cognitivas variantes son las que permiten diferenciar el pensamiento de un niño y un adulto. En ese sentido, propone la teoría constructivista del aprendizaje, donde expresa que el conocimiento es una construcción continua y secuencial, que evoluciona a lo largo de una serie de etapas jerarquizadas en estadios o niveles: etapa sensoriomotora o sensorio-motriz, preoperacional, operaciones concretas y operaciones formales (Tabla 4) (Piaget, 1976, pp2).

Piaget fue un teórico de etapas que dividió el desarrollo cognitivo en cuatro principales: sensoriomotora, preoperacional, operacional concreta y operacional formal, cada una de las cuales transita en forma de desarrollo cognitivo. En cada etapa, se supone que el pensamiento

del niño es cualitativamente diferente del pensamiento de los demás. Según Piaget, el desarrollo cognitivo incluye no solo un cambio cualitativo en hechos y habilidades, sino también un cambio fundamental en la forma en que se organiza el conocimiento. Una vez que un niño entra en una nueva etapa, no vuelve a las formas anteriores de razonamiento y funcionamiento. Piaget propuso que el desarrollo cognitivo sigue una secuencia invariable. Es decir, todos los niños pasan por estas cuatro etapas en el mismo orden. Ninguno de ellos puede ser omitido. Estas etapas suelen estar asociadas a un cierto nivel de edad, pero el tiempo que dura una etapa muestra enormes diferencias individuales y culturales.

**TABLA 4:** *Etapas del Desarrollo Cognoscitivo de Jean Piaget.*

ETAPA	EDAD	CARACTERÍSTICA
<b>SENSORIOMOTORA</b> <b>El Niño Activo</b>	Del nacimiento a los 2 años	Los niños aprenden la conducta propositiva, el pensamiento orientado a medios y fines, la permanencia de los objetos.
<b>PREOPERACIONAL</b> <b>El Niño Intuitivo</b>	De los 2 a los 7 años	El niño puede usar símbolos y palabras para pensar. Solución intuitiva de los problemas, pero el pensamiento está limitado a la rigidez, la centralización y el egocentrismo.
<b>OPERACIONES CONCRETAS</b> <b>El niño práctico</b>	De 7 a 11 años	El niño aprende las operaciones lógicas de seriación, de clasificación y de conservación. El pensamiento está ligado a los fenómenos y objetos del mundo real.
<b>OPERACIONES FORMALES</b> <b>El niño reflexivo</b>	De 11 hasta la edad adulta	El niño aprende sistemas abstractos del pensamiento que le permiten usar la lógica proposicional, el razonamiento científico y el razonamiento proporcional.

Nota: fuente: [https://www.terapia-cognitiva.mx/wp-content/uploads/2015/11/Teoria-Del-](https://www.terapia-cognitiva.mx/wp-content/uploads/2015/11/Teoria-Del-Desarrollo-Cognitivo-de-Piaget.pdf)

[Desarrollo- Cognitivo-de-Piaget.pdf](https://www.terapia-cognitiva.mx/wp-content/uploads/2015/11/Teoria-Del-Desarrollo-Cognitivo-de-Piaget.pdf).

## **Teoría constructivista**

En el estudio de Ortiz Granja (2015), la teoría constructivista tuvo origen con Vico y Kant alrededor del siglo XVII. Por su parte, Kant (1724-1804), en su texto crítico de la razón pura, argumentó que el hombre sólo puede conocer los fenómenos o expresiones de las cosas, lo que permite determinar que el hombre es un constructor activo de su realidad. El constructivismo como teoría de la enseñanza se entiende como la búsqueda de una estrategia que permita la interacción entre docentes y estudiantes, generando un intercambio de saberes entre ellos y, como resultado de este intercambio, sea posible lograr un proceso de construcción de un aprendizaje propio. Por otra parte, Piaget uno de los autores más influyentes del constructivismo, postuló que la formación del conocimiento surge a partir de realidad de cada sujeto, la cual es adquirida mediante los procesos cognitivos de la experimentación de situaciones y objetos. Cabe resaltar, que cada niño estructura su conocimiento a través de un patrón único, por lo tanto, para el constructivismo, el conocimiento se adquiere a partir de los saberes previos existentes en el estudiante y se transforman a lo largo de su desarrollo intelectual (Alanazi, 2016).

De igual manera, en el estudio de Méndez Mantuano et al (2021), el constructivismo se inspira en la teoría de la herencia de Jean Piaget, que también emplea los fundamentos del aprendizaje de idiomas, los organizadores previos y la asimilación. El primer trabajo en este campo lo completó Vygotsky en la década de 1930 y se enriqueció con las contribuciones de Ausubel, Nowak y Gowin en las décadas de 1950 y 1960. Para algunos autores, el constructivismo es un rediseño de la psicología cognitiva que requiere un acercamiento al procesamiento de la información (Coll, 1996).

El constructivismo es la construcción del aprendizaje por parte de sujetos activos, en el que implican factores personales materiales (físicos) e inmateriales (espirituales). El conocimiento resultante no es, por tanto, una reproducción fiel de la realidad, sino una construcción derivada de una dialéctica con el entorno que le rodea, de modo que cada individuo es capaz de formarse su propia representación del mundo según sus propias motivaciones y experiencias (Berrocal Santos, 2013).

Según Ertmer et al (1993 pp. 14) "el conocimiento es una función de cómo el individuo crea significados a partir de sus propias experiencias"; es así como el constructivismo proviene de las raíces teóricas de los trabajos realizados por Piaget, Bruner y Goodman (Perkins, 1991). De allí, nace que el aprendizaje es la creación de nuevos significados a partir de las experiencias adquiridas y vividas en la cotidianidad del día, relacionadas con el proceso significativo que se fomenta en el aula de clase (Bednar et al, 1991). Para muchos autores del constructivismo, la mente es la encargada de realizar una selección de lo que llega del mundo, para así poder crear su propia realidad, considerando que el hombre es el encargado de crear significados, pero no de adquirirlos, debido a que cada experiencia puede generar muchos significados de los cuales algunos pueden ser verdaderos. "Los estudiantes no transfieren el conocimiento del mundo externo hacia su memoria; más bien construyen interpretaciones personales del mundo basados en las experiencias e interacciones individuales" (Bednar et al. 1991).

## **Teoría conductista**

La teoría de la evolución dio paso a nuevas investigaciones en la ciencia naturalista, en la cual se desarrollaron una serie de experimentos con animales, poblaciones de insectos, generaciones de plantas y bacterias. Esto impulsó a investigadores a desarrollar nuevas técnicas que permitieran la manipulación de abundantes datos, y un modo experimental capaz de resolver este tipo de problemas. Es así como la ciencia naturalista, con su método biológico llega a Norteamérica a ser útil en la enseñanza de la psicología, llevando a los estudiantes al dilema de tener que estudiar la conciencia en experimentos con animales. La diferencia entre el naturalismo inglés y el conductismo americano era que los ingleses estudiaban procesos naturales reales en laboratorio, en cambio, los americanos estudiaban situaciones artificiales y forzadas (Bobadilla Ramírez, 2010).

El conductismo fue propuesto por el psicólogo Watson, quien planteaba que la psicología debía ser una rama puramente objetiva y experimental de las Ciencias Naturales (Pellon Suarez de Puga, 2013). Así, que la regla fundamental de esta ciencia es que debe atenerse a lo objetivo; lo cual es lo observable y puede ser comprobado. A partir de ahí, Watson prescinde la conciencia y la mente, ya que estas, no pueden ser estudiadas de forma objetiva y experimental (Yela, 1980, pp.169). Por esta misma razón, Watson rechaza también la introspección como método de estudio.

Por otro lado, la obra publicada por Watson se fundamenta en los experimentos de Iván Pávlov, quien se dedicó a estudiar las respuestas de los animales al condicionamiento. Un ejemplo conocido, es el de los perros, que al tocar la campana sabían que traían comida y por eso empezaban

a salivar. Pávlov vuelve hacer el mismo ejercicio sin traer la comida y ocurre lo mismo. Por lo tanto, comprueba que los perros habían sido condicionados a salivar cada vez que escuchaban el sonido de la campana (De Mar, 1997). En términos generales, el organismo aprende, bien sea a lo largo de su vida o en las situaciones experimentales de condicionamiento, son relaciones entre estímulos y respuestas. Además, Tolman adoptó un enfoque que refuta la teoría, si se argumenta desde la mirada del conductismo. Por su parte, propone el conductismo propositivo, el cual plantea que las causas del comportamiento pueden encontrarse en elementos tales como la conciencia o los pensamientos; lo que contradice el conductismo, ya que su ideal es eliminar completamente el mentalismo, enfocándose en la conducta que puede predecir y controlar, es decir, manipular.

Según Leiva (2015) entre las características más importantes del conductismo, se destacan las siguientes:

- Aprende asociando estímulos con respuestas
- El aprendizaje está en función del entorno
- El aprendizaje no es duradero, necesita ser reforzado
- El aprendizaje es memorístico, repetitivo, mecánico y responde a estímulos.

#### ***4.1.2 El Conexionismo***

Uno de los problemas a resolver más destacados del siglo XX y XXI, ha sido comprender la relación que tiene el cerebro y la mente, principalmente siendo el objeto de estudio de psicólogos y neurobiólogos. El conexionismo surge como un puente entre las llamadas ciencias cognitivas y las neurociencias, como una alternativa para explicar los procesos cognitivos del individuo

fundamentado en modelos de redes neuronales; tratando de emular la arquitectura del sistema nervioso central (SNC). De esta manera, poco a poco la psicología cognitiva fue dejando atrás la filosofía computacional que planteaba que el sistema mente-cerebro es similar a una computadora, adaptándose a nuevos modelos inspirados en redes neuronales biológicas que pudiesen dar cuenta de diversos procesos cognitivos. En resumen, de la mente al cerebro, del cómputo informacional a la conexión neuronal (Caño y Luque, 1995).

Uno de los primeros autores pioneros en introducir la noción de interconexión entre neuronas fue William James, quien postuló que una neurona recibe señales de otro grupo de neuronas y así sucesivamente. Se considera que el cerebro tiene cien mil millones de neuronas, que se encuentran interconectadas mediante fibras que a cada segundo producen innumerables sinapsis entre ellas. En 1943, se publica el primer modelo conexionista de la red neuronal artificial (RNA), propuesto por Warren McCulloch y Walter Pitts, quienes describieron las variaciones de conexiones neuronales a las que denominaron pesos sinápticos; y a las variaciones la llamaron unidades, las cuales representaban el núcleo de la neurona (Ramos García, Cienciorama, 2019). Dichos modelos, se basan en crear redes neuronales artificiales mediante modelos computacionales, que simulan con datos matemáticos el funcionamiento de las partes del sistema nervioso involucradas en el aprendizaje.

Para comprender mejor la filosofía conexionista debemos entender principalmente la estructura de la neurona que está constituida por tres partes: las dendritas que captan los estímulos, el cuerpo donde se procesa la información recibida y el axón encargado de transmitir la información a otras neuronas. Por lo tanto, el conexionismo pretende procesar y propagar

información a través de unidades elementales conectadas entre sí, que actúan de manera simultánea y en niveles. Por esta razón, el modelo conexionista se denomina Procesamiento Paralelo Distribuidor (PPD).

Según Schneider (1987), decía que el conexionismo impactó la historia de la psicología en los últimos años, ya que en ese tiempo se trataba de visualizar el cerebro como una máquina, similar a una red telefónica, hasta se consideraba una red semántica, en cambio, en la actualidad se trata de describir la computación como un sistema de red neuronal que interactúa simultáneamente, es decir, anteriormente se intentaba conocer qué clase de máquina es el cerebro, ahora se busca entender cómo funcionan los modelos y como simulan el cerebro (Fernández Trespalacios, 1988).

#### ***4.1.3 El Enfoque STEAM***

Durante el siglo XXI, surgen nuevos cambios relacionados a la hiperconectividad, el desarrollo de la inteligencia artificial, la robótica y la automatización, generando un giro inesperado en el estilo de vida dinámico e interconectado, con nuevos desafíos, que probablemente en el futuro serán muy distintos a los actuales. Por ende, surge la necesidad de configurar la pedagogía para que sea contextualizada, de esta forma permite la formación de individuos capaces para resolver problemas expuestos en su entorno (Leong, 2017). De esta manera, se puede inferir que la velocidad en la que la tecnología se ha integrado a la industria ha sido exponencial, afectando directamente la producción, la división del trabajo y la forma que nos comunicamos y vivimos.

El modelo STEAM, denominado así por sus siglas en inglés Science, Technology, Engineering, Art y Math, que según el orden de ideas se traduce como Ciencia, Tecnología, Ingeniería, Arte y Matemáticas, florece durante el sistema político – económico neoliberal en los Estados Unidos (Sharma, 2016; Takeichi et al); liderada por empresarios que buscaban generar nuevas soluciones de competitividad. Este modelo toma impulso, cuando se estaba viviendo el creciente y competitivo desarrollo científico – tecnológico de potencias mundiales emergentes como China (Perales Palacios & Aguilera, 2020). De esta forma, da origen a un nuevo modelo de educación que permite integrar al mismo nivel de las artes, a las humanidades, a la ciencia y a la tecnología. De esta manera, el modelo STEAM influye también en la educación y en la vida empresarial (Catedra telefónica de diseño y creación multimedia, 2016)

No obstante, es preciso señalar que la integración curricular de la ciencia y las matemáticas, desde la perspectiva epistemológica es ineludible (García Carmona, 2020). La integración educativa entre la ciencia y la tecnología ha sido históricamente más compleja de concebir (Maiztegui et al, 2002). Como Aitken y Mills (1997) conducen la tecnología como una mezcla de ingenio, pericia e ingeniería creativa, que surge cuando se busca satisfacer una necesidad humana o resolver un problema. Así mismo, Garratt (1993) señala con respecto al diseño tecnológico que “aunque es esencial que un diseño funcione correctamente, ya que tenemos sentimientos y emociones; estamos rodeados de las cosas que fabricamos, también es importante que «sea bonito»” (pp. 25). La cuestión es que STEAM también promueve como un “enfoque educativo” que defiende la integración sinérgica de varias de las materias o áreas curriculares que componen el acrónimo (Roehrig, 2021)

Por otra parte, hay que destacar que el movimiento STEAM irrumpe en nuestro contexto educativo, cuando todavía no han terminado de madurar otros enfoques y planteamientos didácticos; que también fueron sugeridos por diferentes autores. Por ejemplo, el aprendizaje por proyectos, el aprendizaje basado en problemas, el aprendizaje mediante la indagación y el enfoque Ciencia – Tecnología – Sociedad (CTS), con sus distintas variantes. Pero definitiva en la actualidad, solo tenemos evidencias suficientes de que sigue imperando el modelo de enseñanza tradicional para cada una de las áreas curriculares del ámbito científico – tecnológico (Cañal, et al. 2013; Porlán Ariza, 2018)

## **4.2 Metodologías Activas**

En el siglo XX, los primeros autores en utilizar este término de metodologías activas fueron Pestalozzi, Fröebel o Dewey (Muntaner, Pinya y Mut 2020), quienes compartían la idea de que la educación tenía que interesarse más por las competencias que el estudiante debe desarrollar para desempeñarse en la sociedad, que en los contenidos que debería adquirir según el modelo tradicional. Teniendo en cuenta, que existe una diversidad de metodologías activas el docente debe conocer su fundamento para poder identificarlas y seleccionar aquellas más afines a los estudiantes y los contenidos (Bernal y Martínez, 2009). Por lo tanto, en la siguiente sección se pretende exponer algunas de las metodologías activas más utilizadas en la educación.

### **4.2.1 Aprendizaje Basado en Proyectos**

A principios del siglo XX surgen varias propuestas didácticas, entre ellas, el método por

proyectos, denominado así por primera vez por Dewey y Kilpatrick, considerados los referentes más importantes de la pedagogía. Dewey trabajaba el aprendizaje desde la experiencia y se interesaba más por los proyectos multidisciplinarios, facilitando al estudiante cuestionarse por cualquier concepto y área de conocimiento. Otro de los autores propulsores de esta metodología de enseñanza fue Kilpatrick, quien consideraba que ABP era la mejor metodología de enseñanza y aprendizaje, en donde los estudiantes juegan a ser investigadores y se plantean preguntas de temas de su interés (Muñoz y Gómez, 2017).

El aprendizaje basado en proyectos (ABP) O PROJECT BASED LEARNING (PBL) en inglés, es un modelo educativo, que consiste en llevar a cabo la enseñanza en el aula de clase, la cual gira en torno a una cuestión o problema de investigación propuesta por los estudiantes; para ello se requiere del trabajo en equipo y el compromiso a largo plazo de los participantes (Morales y García, 2018). Los estudiantes pasan por un largo proceso de investigación donde descubren intereses, formulan preguntas, planean, implementan, analizan resultados, generan conclusiones, y finalmente evalúan (Muñoz y Gómez, 2017).

El ABP tiene sus raíces en el modelo constructivista, que se apoya en la idea de que el mismo estudiante construye su conocimiento a partir de la interacción de estudiantes y docentes, en donde este intercambio dialéctico genera un aprendizaje significativo, es decir, debe aportar algo al estudiante para que pueda ser procesado e integrado a los conocimientos previos, logrando un óptimo aprendizaje (Rodríguez y Vélchez, 2015).

En diferentes investigaciones se ha logrado identificar que uno de los componentes

esenciales para generar un aprendizaje significativo, es la motivación, puesto que el estudiante al asumir el papel de investigador debe plantear su problema de interés, lo cual permite que el estudiante se involucre más en el en el proyecto y asuma responsablemente su desarrollo (Thomas, 2000). Por lo tanto, el proyecto que le cause interés, curiosidad y a la vez motivación, permite el trabajo autónomo de la investigación. Por otro lado, es importante la interacción- colaboración entre el estudiante y el docente, de manera que se genere una retroalimentación. En el ABP el rol del docente es considerado un facilitador del aprendizaje, independiente y colaborativo de los estudiantes. Sin duda alguna, al llevar a cabo la práctica docente desde el aprendizaje basado en proyectos crea grandes desafíos en el profesorado centrado en la investigación (Rodríguez y Vílchez, 2015).

#### ***4.2.2 Design Thinking***

Thomas Édison muy conocido por crear la bombilla eléctrica y desarrollar todo un sistema de generación y transmisión de energía eléctrica, que la hiciera realmente útil; fue uno de los primeros en impulsar el método llamado actualmente Design Thinking. El Design Thinking, en español, pensamiento de diseño, es una de las formas más efectivas para abordar los problemas, ofreciendo soluciones innovadoras y creativas basadas en las necesidades de sus clientes (Brown, 2008, pp. 3). El pensamiento de diseño utiliza elementos básicos y habilidades de juego, empatía, reflexión, creación y experimentación para colaborar, crear y aprovechar los hallazgos (Black, 2019).

Por otro lado, el diseñador no ofrece una respuesta definitiva, sino busca explorar

diferentes alternativas, donde se pueden cometer errores con la condición de aprender de ellos. En otras palabras, *“el diseño es la navegación sin un mapa claro, basándose únicamente en el contexto actual y la información recopilada de él”* (Leinonen y Gazulla, 2014). No hay ninguna duda que este método ha aportado al crecimiento del mercado en muchas áreas; ya que hecho que los productos y tecnologías se han visualmente más atractivas y deseables para los clientes, o buscar mejorar la imagen de una marca con estrategias de publicidad y comunicación. Sin embargo, el enfoque de pensamiento de diseño ha evolucionado y la aplicación se ha ampliado; hoy en día, las empresas buscan a los diseñadores para que se encarguen de crear las ideas, teniendo en cuenta los deseos y necesidades de los consumidores (Brown, 2008, pp. 4).

El proceso de Design Thinking se desarrolla en 5 etapas fundamentales:

**FIGURA 2:** *División clásica del proceso de Design Thinking.*



Fuente: Elaboración propia.

#### 4.2.3 *Estrategias de Marzano*

El manual “las dimensiones del aprendizaje” publicado por Marzano (2005), fue elaborado

para ayudar a profesores y padres a educar a los niños de manera más efectiva. Esta propuesta, está fundamentada en la premisa de que se requieren cinco tipos de pensamientos esenciales para que el proceso de aprendizaje sea exitoso y de esta forma ser una herramienta útil para organizar el currículo, la instrucción y la evaluación.

Es importante darse cuenta de que las cinco dimensiones del aprendizaje no operan de manera aislada, sino que trabajan juntas. Cada una de ellas tienen un impacto prácticamente en cada aspecto de la educación, para ello se requiere de un modelo de aprendizaje efectivo. Teniendo en cuenta que la meta principal de la educación es optimizar el aprendizaje, se deduce que nuestro sistema de educación debe enfocarse en un modelo que establece criterios para el aprendizaje efectivo, dichos criterios también son considerados al momento de tomar decisiones y evaluar programas. Aunque es cierto que el de Dimensiones no es el único modelo de aprendizaje, sin embargo, es una herramienta poderosa que puede utilizar para garantizar que el aprendizaje sea el centro del trabajo que se desea hacer con los estudiantes. Se basa en las cinco dimensiones del aprendizaje:

A continuación, se explican las cinco dimensiones del aprendizaje:

### **Dimensión 1: Actitudes y percepciones**

De cierta forma las actitudes y percepciones de los estudiantes tienen un efecto negativo o positivo en el proceso de aprendizaje, es decir, cuando las actitudes y percepciones son positivas, el aprendizaje es efectivo, en cambio, cuando las actitudes y percepciones son negativas se

dificulta el aprendizaje. Existen dos tipos de actitudes y percepciones tales como las que se relacionan con el ambiente en el aula y las que se relacionan con las tareas en el aula.

- **Ayudar a los alumnos a desarrollar actitudes y percepciones positivas acerca del ambiente en el aula:**

El ambiente escolar es un factor predominante para una educación de calidad. Es por ello, que el espacio de aprendizaje y las relaciones docente- estudiante tienen una influencia en el proceso de aprendizaje.

A continuación, se describen algunas estrategias diseñadas para la disposición de los maestros con el fin de ayudar a los estudiantes a desarrollar actitudes y percepciones favorables para un óptimo aprendizaje.

- **Sentirse aceptado por maestros y compañeros**

Los seres humanos somos seres sociales, necesitamos sentirnos aceptados en un grupo social, en nuestro salón de clases. Cuando son rechazados por tener alguna dificultad cognitiva, alguna discapacidad o porque simplemente los excluyeron del grupo, se sienten tristes, algunos furiosos, lo cual afecta el proceso de aprendizaje. En cambio, aquellos estudiantes que son aceptados reflejan seguridad, energía y tienen un buen desempeño en la clase. Por otro lado, los estudiantes deben concientizarse para que también pongan de su parte para buscar la aceptación en maestros, al igual que en sus compañeros.

La relación docente y estudiante hace parte de proceso de formación. Cuando un docente demuestra afecto por un estudiante, mencionando su nombre, saludándolo o expresándole un gesto, son acciones simples que hacen sentir al estudiante querido, importante y conocido. Como los maestros también son seres humanos y se pueden equivocar deben tener cuidado con las actitudes, ya que una actitud negativa puede afectar el desempeño de algún estudiante, incluso, cuando inconscientemente preferimos a un estudiante por tener mejores notas o mejor desempeño; puede afectar de manera negativa a los estudiantes. Por tal motivo, el trato de los estudiantes debe ser equitativo, dado que todos son iguales.

En el salón de clases existe una diversidad de estudiantes, que poseen intereses, experiencias, conocimientos y necesidades distintas. Uno de los trabajos del docente es reconocer y caracterizar el grupo de manera que puede buscar estrategias que se adapten al salón de clases. Cuando los estudiantes no respondan a una pregunta de manera correcta, trate de buscar la mejor manera de que el estudiante acerté la pregunta o corrija sin que el estudiante se sienta mal por su error. En caso contrario, existen diferentes maneras que puedes utilizar para felicitar al estudiante, ya sea con un gesto, en privado, explique porque está bien la respuesta, pregúnteles a los compañeros si es correcto etc.

Por lo general, los maestros llevan a cabo diferentes dinámicas con el propósito de que los estudiantes puedan interactuar y conocerse. Este paso es importante para que los estudiantes establezcan relaciones y pueden compartir información personal con sus compañeros.

- **Experimentar una sensación de comodidad y orden**

La sensación de comodidad y orden hace referencia a que el aula de clase se ve influenciado por diferentes factores tales como la temperatura, el acomodo del mobiliario y la cantidad de actividad física que realizan durante las clases. Aunque algunos estudiantes definen la comodidad física de diferentes maneras, entre ellos, algunos opinan que es mejor un aula organizada y limpia, mientras que otros piensan que es mejor un espacio rodeado de los trabajos que están realizando. Otros prefieren trabajar con música, en cambio otros eligen mejor estudiar sin ruido.

En primer lugar, para lograr el orden de un salón de clases, el docente después de su presentación debe establecer las reglas junto a los estudiantes, llegando a un acuerdo de cuales reglas son apropiadas para el aula. Dado el caso, que el maestro observe algún comportamiento de hostigamiento o amenaza debe tomar las medidas dependiendo de la magnitud del problema.

Las jornadas académicas son extensas, por lo tanto, algunos docentes han diseñado una serie de actividades que se puede llevar a cabo en momentos de pausa, relajación, descanso u otro espacio que permita que los estudiantes cambien de posición. Otros utilizan el método de “corchetes”, el cual es una metáfora que permite mantener el enfoque y la atención al bloquear, de forma consciente, las distracciones, es decir, el aprendiz reconoce las distracciones y vuelve a concentrarse.

- **Ayudar a los alumnos a desarrollar actitudes y percepciones positivas acerca de las tareas en el aula:**

Las tareas para la mayoría son consideradas una responsabilidad y algo aburrido, sin embargo, con el tiempo se le ira demostrando al estudiante la importancia que tienen las tareas para complementar la formación académica. El docente utiliza diferentes estrategias que pueden llamar la atención del estudiante, teniendo en cuenta sus intereses, incluso relacionándolo con su vida cotidiana.

En muchos casos, los estudiantes se sienten poco calificados para realizar alguna tarea, por eso es importante que los maestros animen a los estudiantes, con buenos comentarios, resaltando sus habilidades y cambiando sus pensamientos negativos de “no puedo”. Cabe resaltar, que a veces necesitan ayuda para realizar una tarea, esto no significa debilidad.

Por último, los estudiantes deben entender y tener claridad de las tareas por eso el docente debe cerciorarse que sus estudiantes comprendieron la finalidad de la tarea, preguntándole, diciéndole que le explique a un compañero, mostrando ejemplos y si es necesario que pidan ayuda a un familiar. Cuando se asigne una tarea los docentes deben explicar qué conocimiento se busca alcanzar con dicha tarea, adicionalmente debe mencionar los criterios que usara para evaluar su trabajo.

## **Dimensión 2: Adquisición e integración del conocimiento**

Es importante explicarles a los estudiantes los conocimientos que se pretenden alcanzar en

cada lección, antes de planear y buscar estrategias para que los estudiantes puedan adquirir e integrar el conocimiento. Según la epistemología, el conocimiento se puede agrupar en dos categorías básicas: conocimiento declarativo y conocimiento procedimental. Cuando hacemos referencia al conocimiento procedimental, se manifiesta mediante el accionar, es decir, que el aprendiz lleve a cabo un proceso o demuestre una habilidad. En cambio, en el conocimiento declarativo hace referencia a la información que el aprendiz debe saber o conocer para desenvolverse en la sociedad.

### **Para ayudar a los alumnos a adquirir e integrar el conocimiento declarativo y procedimental**

Antes de comprender cómo los estudiantes adquieren el conocimiento, debemos entender la naturaleza del conocimiento, es importante identificar el conocimiento que los alumnos aprenden, de esta manera diseñamos y aplicamos actividades de acuerdo con sus intereses. Asimismo, definimos qué conocimientos básicos pueden integrar de manera significativa.

En la educación se cree que el conocimiento procedimental es el más importante en la formación de los estudiantes, sin embargo, la gran mayoría de actividades requieren el uso de los dos tipos de conocimiento tanto el procedimental y el declarativo. Es decir, cuando desarrollamos una habilidad sin un entendimiento, los estudiantes tienen una habilidad limitada, como ejemplo están los estudiantes que pueden resolver ecuaciones lineales y cuadráticas, pero no tienen los conocimientos básicos tales como las características que diferencian cada ecuación, tampoco en qué momento utilizar cada tipo ecuación, es porque les hace falta el conocimiento declarativo que

le permite saber cómo y cuándo hacer uso de esa habilidad.

Los conocimientos declarativos y procedimentales se pueden organizar en una escala, de la más específica a lo general. Los conocimientos declarativos se pueden organizar en patrones que se puedan conectar entre sí y no visualicen la información de manera aislada.

Entre ellos, los patrones más comunes son las descripciones, secuencias de tiempo, relaciones de proceso causa-efecto, episodios, principios y conceptos. En cambio, en los conocimientos procedimentales, se utilizan términos como habilidad y procesos, la habilidad ya sería un conjunto de pasos más específicos, sin mucho pensamiento consciente, mientras que el proceso es un conjunto más general de pasos que debe ser realizado conscientemente. Uno de los ejemplos es la lectura, leer es un proceso general pero que el estudiante mientras lee cree imágenes mentales o conocer el significado de una palabra ya es algo específico.

En la adquisición e integración del conocimiento declarativo y experimental los docentes deben buscar diferentes estrategias de aprendizaje puesto que no todos aprenden de la misma manera. En el aprendizaje del conocimiento declarativo, ocurre mediante tres fases: construir sentido, organizar y almacenar. De manera similar, se aplican en el conocimiento procedimental: construir modelos, dar forma e interioriza.

### **Dimensión 3: Extender y refinar el conocimiento**

Los conocimientos declarativos y procedimentales no se tratan solamente de recordar la

información si no de comprender a profundidad el tema, de manera que puedan extender y refinar sus conocimientos. En esta dimensión el estudiante debe usar procesos que extiendan y refinan el conocimiento para que su aprendizaje sea significativo.

### **Para ayudar a los alumnos a desarrollar procesos de razonamiento complejo**

Para que los estudiantes profundicen los conocimientos se han identificados seis de estos procesos de razonamiento han sido identificados, tales como:

- Comparación: Identificar diferencias y similitudes entre los objetos.
- Clasificación: Agrupar las cosas en categorías definibles, con base en sus atributos.
- Abstracción: Identificar y articular el tema, o el patrón general de información, subyacente.
- Razonamiento inductivo: Inferir generalizaciones o principios desconocidos a partir de la información o las observaciones.
- Razonamiento deductivo: Usar generalizaciones y principios para inferir conclusiones no declaradas acerca de información o situaciones específicas.
- Clasificación: Es el proceso de agrupar cosas en categorías definibles, con base en sus atributos. Dicho de manera más sencilla, es el proceso de agrupar en categorías cosas que se parecen.
- Abstracción es el proceso de identificar y articular el tema o patrón general de información subyacente. Dicho de manera más simple, es el proceso de encontrar y explicar los patrones generales en información o situaciones específicas.

- Razonamiento inductivo: es el proceso de inferir generalizaciones o principios desconocidos a partir de información u observaciones. Dicho en términos más simples, es el proceso de sacar conclusiones generales de información u observaciones específicas.

- Razonamiento deductivo es el proceso de usar generalizaciones y principios para inferir conclusiones no declaradas acerca de información o situaciones específicas. Dicho en términos más sencillos, es el proceso de usar afirmaciones generales para Llegar a conclusiones acerca de información o situaciones específicas.

- Construcción de fundamento: Es el proceso de construir sistemas de fundamento para las afirmaciones. Dicho en términos más simples, es el proceso de dar fundamento a Las declaraciones.

- Análisis de errores: es el proceso de identificar y articular errores en el pensamiento. Dicho en términos más simples, es el proceso de encontrar y describir errores en el pensamiento.

- Análisis de perspectivas: es el proceso de identificar perspectivas múltiples acerca de una cuestión y examinar las razones o La lógica detrás de cada una. Dicho en términos más simples, es el proceso de describir las razones de los diferentes puntos de vista.

#### **Dimensión 4: Usar el conocimiento significativamente**

En esta dimensión el conocimiento cobra sentido ya que se contextualiza a la vida real de manera que el estudiante lo relacione y genere un aprendizaje significativo. En este modelo se destacan 6 de los procesos de razonamiento que promueven el conocimiento significativo, los cuales se describen a continuación.

- Toma de decisiones: Tener la capacidad de elegir según nuestros propios criterios, entre muchas opciones parecidas.
- Solución de problemas: Es la respuesta positiva, frente a las dificultades y obstáculos que se presentan en el proceso para impedir el logro de ciertos objetivos.
- Solución de problemas: Superar restricciones o condiciones limitantes que estorban para el logro de los objetivos.
- Invención: Desarrollar productos o procesos únicos que satisfagan las necesidades que se haya detectado.
- Crear productos y procesos originales que contribuyen a las necesidades de una sociedad.
- Indagación experimental: Generar y poner a prueba explicaciones de los fenómenos observados.
- Estudiar y poner a prueba mediante un proceso experimental explicaciones de fenómenos observados.
- Investigación: Identificar y resolver cuestiones acerca de las cuales existen confusiones o contradicciones.
- Consiste en un conjunto de procesos rigurosos que buscan dar solución a problemas teóricos o prácticos.
- Análisis de sistemas: Analizar las partes de un sistema y de qué manera interactúan.
- Capacidad de describir como interactúa cada parte en un sistema.

## **Dimensión 5: Hábitos mentales productivos**

Para lograr un aprendizaje efectivo, en esta dimensión mencionan que han desarrollado poderosos hábitos mentales, que junto con las actitudes y percepciones logran un éxito en el proceso de aprendizaje. En ese sentido, los hábitos mentales productivos se clasifican en tres categorías:

- Pensamientos críticos: mediante una mente abierta, clara, precisa y poco impulsiva.
- Pensamiento creativo, ampliar los límites de su conocimiento y habilidades, proponer sus propios estándares de evaluación, generar nuevas formas de ver una situación.
- Pensamiento autorregulado: monitorear el propio pensamiento, usar los recursos necesarios, retroalimentación y evaluación de la efectividad de las acciones.

### ***4.2.4 Los seis sombreros para pensar de Edward de Bono***

El libro los "seis sombreros para pensar de Edward de Bono", es una técnica que describe los diferentes caminos que puede elegir una persona para convertirse en un pensador, con el objetivo principal de realizar una reflexión y un análisis desde distintas perspectivas. Cada una de estas perspectivas están representadas metafóricamente en 6 sombreros imaginarios de distintos colores como lo son blanco, rojo, negro, amarillo, verde y azul; donde cada uno representa un enfoque para pensar.

**FIGURA 3:** *Los seis sombreros para pensar de Edward de Bono.*



Fuente: Elaboración propia.

Es importante reconocer que el método planteado por Edward de Bono puede ser utilizado para toma de decisiones individuales como de grupo; una de las ideas principales, es que el ser humano cuando requiere tomar una decisión, este debe de adoptar distintos puntos de vista, pero sin realizar un respectivo orden, obteniendo una mezcla de aspectos, entre estos, objetivos emocionales que pueden llegar hacer positivos y negativos. De esta manera realizamos es un análisis interno de lo que puede llegar hacer bueno o malo en la toma de una decisión o lo negativo de esta.

Lo ideal es realizar una técnica que permita separar cada una de estas perspectivas, para que el ser humano tome el papel de pensador según los enfoques de cada uno de los sombreros que propone Edward de Bono. Es así como cada uno de estos sombreros llega a hacer una

representación de lo que se puede llegar a pensar en cada caso, donde cada uno se identifica con un color y su respectivo significado, simbolizando una perspectiva de aproximación al pensamiento.

Ser un pensador implica razonar y actuar cómo uno; es decir, si “actúas como si fueras un pensador”, tienes que adoptar la postura de uno, comportarse como uno y a medida que desempeñen el rol de un pensador, el cerebro hará que la imaginación se convierta en realidad.

Por otra parte, en la vida real todos en algún momento utilizamos diferentes tipos de sombreros, es decir, cuando una mujer de negocios desempeña su papel en una audiencia, usa un “sombrero ejecutivo”, en cambio, cuando llega a su hogar usa un “sombrero de ama de casa”. No obstante, cada persona puede cambiar de sombrero y elegir otro sombrero que llegue a necesitar en determinada situación.

### **Sombrero Blanco**

El sombrero de color blanco es más objetivo y neutral, se ocupa de poner en la mesa todos los hechos disponibles, no exige que argumente los hechos, pero si enuncie adecuadamente el grado de certeza o de incertidumbre que acompaña a cada hecho. El pensamiento del sombrero blanco se asemeja a una computadora que no tiene emociones, pero tiene la función de arrojar hechos y cifras de manera objetiva; por lo tanto, no pueden interpretar y dar opiniones. Uno de los ejemplos claros, de quien utiliza este tipo de sombrero, son los jueces, que en el momento del juicio deben formular preguntas para averiguar los hechos del caso. Esto quiere decir, que usar el

sombrero blanco permite que la persona obtenga la información y pueda seleccionarla separando los hechos objetivos de las derivaciones subjetivas.

### **Sombrero Rojo**

El sombrero rojo, se centra en los aspectos no racionales del pensamiento, tales como lo son las emociones, sentimientos e intuiciones, que salen a la luz sin necesidad de ser justificadas. La persona que decida usar este sombrero está abierto a la posibilidad de explorar una amplia gama de sentimientos de toda índole: entusiastas, neutros, dudosos, encontrados, de infelicidad, miedo, ira, odio; de modo que permite que un pensador pueda liberarse emocionalmente de esos sentimientos que le impiden avanzar. A propósito, usar el sombrero rojo nos permite ser más emotivos y ponernos en la situación de un pensador, con el fin de saber cómo se siente en ese momento. De tal modo que, el sombrero rojo se convierte en un mapa para seguir una ruta al momento de tomar las decisiones, en el cual están involucradas las emociones.

### **Sombrero Negro**

El sombrero negro simboliza "oscuridad", este pensamiento se enfoca en la negatividad, quizás, es el que más utilizamos en la vida cotidiana ya que nos permite visualizar lo que está mal, lo incorrecto y lo erróneo. El usar este sombrero te ayuda a ser más cauteloso, nos aleja de todas las acciones que puedan causarnos un prejuicio y promueve la supervivencia. De hecho, las personas que usan el sombrero negro tienen una ventaja y es que pueden identificar los puntos débiles de una idea; al mismo tiempo, decidir si deben si deben continuar o no con la idea. Por

otro lado, la persona que decida usar este sombrero a diferencia de la que decide utilizar el sombrero rojo, se exige que justifique sus argumentos.

### **Sombrero Verde**

El sombrero verde se trata de la "creatividad"; para que una persona sea creativa sólo necesita usar este sombrero. La persona que decide colocarse este sombrero se caracteriza por tener una mente abierta a otras alternativas que puedan ayudar a hacer las cosas mejor. Este sombrero nos invita a explorar continuamente otras opciones, aunque todo esté funcionando a la perfección. Una de las ventajas de ser creativo, es que a futuro nos ayuda a evitar que perdamos tiempo en la solución o corrección de errores que hubieran podido ocurrir, permitiendo avanzar y explorar diferentes opciones. Ser creativo, implica exploración, provocación y riesgo; un ejemplo claro es cuando ocurren procesos accidentales, donde la creatividad es la encargada de generar respuestas a descubrimientos científicos. Donde estos, fueron resultados de procesos organizados y sistematizados, sin embargo, es necesario aclarar que muchas veces son el producto de un proceso accidental.

### **Sombrero Amarillo**

El sombrero de color amarillo se relaciona con el sol y la luz, por eso se reconoce como todo lo opuesto al sombrero negro, debido a que mira el lado positivo de las cosas, es creer que todo lo que está alrededor conspira a tu favor, sin embargo, existen más razones para ser negativo que para ser positivo. Cuando una persona decide usar el sombrero amarillo, su mente comienza a

trabajar en nuevas ideas, sugerencias y propuestas que buscan dar la solución a un problema. El ser positivo es más una actitud ante la vida, una persona positiva no necesita motivación previa, ya que asegura que todo saldrá bien. Este pensamiento promueve la curiosidad, el placer, la avaricia y deseo de querer que todas las cosas ocurran para nuestro bien.

### **Sombrero Azul**

El sombrero azul es el del control, que permite organizar el pensamiento. Por esta razón, la persona que utilice este sombrero tiene un rol fundamental en la realización de alguna actividad, puesto que es el encargado de dirigir, asignar los tiempos, y dar el orden a las intervenciones. Adicional a ello, es el responsable de proponer los temas, plantear los problemas o hacer las preguntas, incluso, determinar qué tareas debemos realizar. Dicho sombrero puede ser utilizado por cualquier persona, además, puede ponérselo y quitárselo las veces que sea necesario, el cual es indispensable para cualquier actividad, ya que este es el primero en establecer los objetivos y el último en generar las conclusiones en una actividad.

#### ***4.2.5 Gamificación y educación***

El concepto gamificación, fue tomando forma a finales del siglo XX y en los primeros años del siglo XXI; esta idea ha existido hace mucho tiempo, desde la época de los griegos, donde se decía que existía una estrecha relación entre el juego (*paidiá*) y la educación, (*paidiá*), considerado como factor determinante del futuro de un adulto (Gauguin, 2010). Uno de ellos era Platón que decía que “la vida hay que vivirla como juego”, jugando se aprende y se vive (Garaigordobil

Landazábal, 1996, pp. 58)

El término gamificación fue acuñado por primera vez por Nick Peeling, en una de sus conferencias, mencionando que las mecánicas y elementos de los juegos de vídeo podrían ser utilizados en las diferentes actividades del ser humano, es decir, se pueden gamificar (Reyes y Quiñones, 2018). La palabra gamificación se deriva de la ludificación, cuyo significado proviene del latín “ludus” o “ludere”, que hace referencia a divertirse, jugar, pasar el tiempo, entretenerse, así como sus sinónimos (Ibáñez, 2019). Por tal motivo, intentar definir que es un juego no ha sido fácil, sin embargo, diversos autores han reflexionado y analizado diferentes puntos de vista que conceptualizan el juego más que un medio de entretenimiento (Deterding, 2011; Canals y Minguell, 2018; Domínguez y Antequera, 2012).

Por otro lado, Cedeño (2010) refuta los comentarios, que dicen que la gran mayoría de los videojuegos, anulan la personalidad, produce adicción y muestran contenidos violentos; no obstante, menciona que los estudios más prestigiosos como los realizados por Greenfield y Cocking, concluyen que no hay pruebas que demuestren que los videojuegos tienen consecuencias negativas, ni tampoco generan aberraciones en el comportamiento infantil. Tal vez, la única preocupación es que su empleo frecuente impide la dedicación a otras actividades sociales.

El propósito fundamental de la gamificación es utilizar los elementos de los juegos o videojuegos, en diferentes contextos del ser humano, con el objetivo de hacer de un producto, servicio o aplicación que sea más divertido, atractivo y motivador (Deterding., et al, 2011). De esta manera, irá cambiando la percepción que tienen algunos acerca de que el juego solo es una

actividad de entretenimiento. Para García (2016) el juego tiene una gran importancia en la educación de los niños, siendo la base existencial de la infancia y la actividad principal durante esa etapa; por eso, debería ser llevado en todos los niveles educativos, desde el preescolar hasta el posgrado.

Los jóvenes de hoy son una generación diferente, están conectados a las nuevas tecnologías todo el tiempo y la manipulan fácilmente; esto ha influenciado en su desarrollo socioemocional, cognitivo y físico. Para ello, es responsabilidad de profesores e instituciones, explorar nuevas estrategias y recursos que aumenten la motivación y el compromiso de sus alumnos. Por esta razón, los videojuegos se han convertido en el foco de atención en la educación, puesto que las estadísticas revelan que el tiempo de ocio de los jóvenes lo dedican a los medios electrónicos durante más de 7 horas por día (Jiménez y Araya 2012).

Por lo tanto, la moda de jugar videojuegos se ha convertido en una herramienta potencial de aprendizaje, demostrando que los estudiantes están más comprometidos cuando se encuentran motivados, incluso deciden continuar con la clase hasta dar por terminada la actividad (Mesa., et al. 2016). Según Soriano (2001), la motivación es más un proceso dinámico que un estado fijo; los estados motivacionales de los seres humanos son como una montaña rusa, suben y bajan, son cambiantes. De acuerdo con el autor, existen dos tipos de motivaciones, la intrínseca y la extrínseca; donde, la motivación extrínseca ha sido utilizada más en la educación y es producida desde afuera del organismo, es decir, cuando los estudiantes son premiados con notas por su comportamiento, izadas de bandera y medallas. En cambio, la motivación intrínseca nace del interior e impulsa al individuo a realizar las cosas por el mero hecho de que le gusta, sin ningún

incentivo externo. Dicho lo anterior, el uso de los videojuegos aumenta la motivación en los estudiantes, permitiendo que el estudiante aprenda de manera divertida y haciendo lo que más le gusta.

#### ***4.2.6 Juegos serios***

El desarrollo de la tecnología impulsó el cambio de los entornos convencionales de formación y de los procesos de enseñanza, exigiendo al sistema educativo integrar, de manera adecuada, las Tecnologías de la Información y de la Comunicación (TIC) en el que hacer académico. Surge, entonces, la necesidad de diseñar metodologías, estrategias didácticas y materiales educativos que permitan la adquisición de determinadas habilidades, competencias y contenidos, tanto a estudiantes como docentes. En ese sentido, es necesario hacer uso de los recursos tecnológicos, los cuales impactan de forma positiva en la innovación educativa (Sandí Delgado, 2020).

Los juegos se han convertido en una poderosa herramienta de aprendizaje, anteriormente se consideraban una actividad de entretenimiento para el tiempo de ocio, sin embargo, con el tiempo han ido cambiando debido a su nuevo papel en la acción docente. La aparición de los videojuegos o de algunos elementos en entornos educativos, ha facilitado el aprendizaje de procesos complejos; cuando una persona juega desarrolla *la coordinación ojo-mano; mayor agudeza visual, rapidez de reacción, capacidad de atención a múltiples estímulos, facilidad para relacionarse con otros, alta motivación al logro, mayor tolerancia a la frustración, capacidad para tomar riesgos, resolver problemas y tomar decisiones* (Díaz, et al. 2015).

Entre las muchas ventajas de jugar, es que los usuarios desarrollan una motivación interna, que les permite pasar las horas delante del ordenador sin aburrirse. Este tipo de motivación es beneficiosa para el estudiante puesto que aumenta las horas que invierte al usar el programa y al mismo tiempo acelera el proceso de aprendizaje. Por lo general, los usuarios juegan para divertirse, entretenerse; no obstante, hay quien expresa que se juega principalmente para aprender, aunque lo haga inconscientemente (Marcano, 2008).

En los últimos años los videojuegos, se han visto incluidos de manera creciente en ambientes educativos, puesto que tienen la capacidad de captar la atención y “enganchar” a los jugadores, fomentar la participación e incentivar el aprendizaje autónomo. Es así como, surgen los llamados juegos serios, cuyo término fue acuñado por primera vez por Clark Abt en su libro *Serious Games*, donde publicó que los juegos serios no son diseñados solamente para el entretenimiento y la diversión, sino principalmente por un fin educativo (Bermúdez & Chaverra, 2015). Dicho lo anterior, sus áreas de aplicación se extienden no sólo a la educación, sino a los sectores militar, sanitario, empresarial, etc. (García-Mundo, 2014).

#### ***4.2.7 Aprendizaje basado en Juegos***

En primer lugar, hay una amplia literatura que demuestra que el juego es una vía de aprendizaje. Desde los clásicos de la Pedagogía y la Psicología, hasta recientes revisiones científicas (Qian y Clark, 2016); se comprueba que es posible aprender a través del juego y que, además, las llamadas destrezas del siglo XXI (especialmente el pensamiento crítico, la resolución

de problemas y la comunicación) pueden ser desarrolladas de manera especial a través del aprendizaje basado en juegos (ABJ).

El aprendizaje basado en el juego (ABJ), incluye el uso de juegos como herramienta para apoyar el aprendizaje, la asimilación o la evaluación; mientras que la gamificación se basa en utilizar dinámicas o mecánicas de juego, a través del proceso educativo. Ambas opciones, se basan en utilizar aspectos interesantes para motivar el aprendizaje de los alumnos; dentro del límite de tiempo. Podemos distinguir entre diferentes tipos de posibilidades de uso: gamificación, juegos serios (serious games) o videojuegos, simuladores y aprendizaje global del juego.

**FIGURA 4:** *Usos del aprendizaje basado en juegos.*



Fuente: <https://www.um.es/innova/webformacion/metodologias/ficha-Juego.pdf>.

En este sentido, uno de los retos principales del docente, es captar el interés y motivación de los estudiantes. Gracias a los juegos esto puede ser una tarea más sencilla porque el propio diseño del juego, cuando este es de calidad, genera la motivación y el interés por parte de los estudiantes, adquiriendo el compromiso, que buscamos para una actividad de Aprendizaje basado en el juego profundo e intenso. (Hamari y Shernoff, 2016).

El juego motiva a los niños a experimentar el aprendizaje a través de un sistema de prueba y error, sin miedo al fracaso y sin la presión de cumplir las expectativas impuestas por los adultos.

De esta manera, estudios realizados por la American Academy of Pediatrics han demostrado que en el momento en que se integra el aprendizaje basado en juegos dentro de un contexto escolar, se logra brindar a los estudiantes y niños una gran variedad de oportunidades para poder fomentar el desarrollo de sus habilidades y de esta manera lograr un dominio de estas.



Nota: Fuente: Elaboración propia.

Finalmente, otro aspecto en el que debemos de tener especial cuidado los docentes, son las conexiones que establecen nuestros estudiantes entre la experiencia vivida en el juego y el conocimiento académico, una cuestión no siempre automática o fácil de relacionar. Para ello, es importante tanto hacer explícito este vínculo experiencia- conocimiento como crear ‘andamios’ adecuados para ir subiendo la escala del conocimiento. Además, los andamios en el juego no solo aportan al aprendizaje, sino que también favorecen la percepción de nuestros estudiantes sobre su

aprendizaje basado en el juego y diversión (Barzilai y Blau, 2014).

**FIGURA 6:** Las ocho funciones ejecutivas clave.



Nota: Fuente: <https://www.actualidadenpsicologia.com/infografia-8-funciones-ejecutivas-clave/> elaboración propia.

### 4.3 Modelación Basada en Agentes en la enseñanza de las Ciencias naturales

En las últimas décadas, surgen las primeras técnicas de modelado de sistemas complejos que hacen uso de la tecnología actual. Los sistemas complejos comprenden el comportamiento adaptativo, auto organizado, emergente y no lineal de fenómenos y procesos del mundo físico, biológico y social (Miller y Page, 2007). Para estudiar los sistemas complejos se usan los modelos científicos, con el fin de mejorar nuestro entendimiento de los sistemas reales observados. Los modelos se construyen mediante procesos de abstracción con el objetivo de facilitar la

comprensión de ciertos aspectos de un determinado sistema real (Izquierdo, Galán, Santos y Del olmo, 2008).

De acuerdo con Izquierdo, Galán, Santos y Del olmo (2008), en la actualidad, los avances de la tecnología han puesto a nuestra disposición nuevas y potentes herramientas como los microprocesadores; que impulsaron el surgimiento de nuevos enfoques de modelado científico, por medio del uso de la simulación computacional como proceso inferencial. En las simulaciones computacionales, el modelo está diseñado con un lenguaje de programación en códigos, y la inferencia se lleva a cabo ejecutando el programa informático desarrollado. Cuando se habla de modelación basada en agentes (ABM), consiste en el trabajo a partir de códigos computacionales con una inteligencia artificial, que permiten generar interfaces para crear interacciones en su medio ambiente y con otros agentes; estos constituyen una nueva generación computacional que permiten modelar la estructura del sistema complejo y simular su evolución dinámica a lo largo del tiempo.

El uso de los ABM se ha convertido en una tendencia en expansión, sin embargo, siguen siendo poco conocidos y enseñados en el campo de las ciencias. Por otro lado, los modelos basados en agentes se considera que deberán constituirse en una metodología empírica operativa, para estudiar la complejidad social. La creación de estos fue de gran valor e importancia, por su capacidad de modelar fenómenos sociales y biológicos; ciertamente, los ABM no reemplazan las metodologías clásicas, sino que ayudan a potenciar su uso en un nuevo plano analítico, desarrollándose con mayor vigor en las últimas dos décadas. De esta manera, se ha impulsado una tendencia metodológica en expansión en las ciencias. “La modelación computacional basada en agentes es una nueva herramienta para investigación empírica que permite someter a prueba

teorías, con enfoques interdisciplinarios” (Epstein, 2007).

Nigel y Terna (1999) sugieren que a través de la utilización de ABM, puede generar la construcción de un sistema de producción, incluyendo mecanismos para recibir la información del ambiente, dicha información podrá almacenarse y servir de insumos para futuros trabajos de investigación y acciones. Estos tipos de sistemas de producción se basan en tres componentes: 1. Un conjunto de reglas, 2. Una memoria de trabajo y 3. Un intérprete; dichos ABM se han convertido de gran utilidad para estudiar fenómenos evolutivos, debido a que poseen el potencial de aprender del ambiente y de otros agentes, guardando dicha información en su memoria de trabajo (Nigel y Terna, 1999). De acuerdo a Ribeiro et al. (2003), una de las funciones más relevantes para realizar el trabajo de modelado, los aspectos principales de comportamiento e interacción en la sociedad artificial; sirven para estudiar dichos comportamientos.

#### **4.4 Procesos Cooperativos e Hipercomputación Biológica**

En este apartado se hablará del aprendizaje cooperativo, el cual se considera importante en el desarrollo de la estrategia didáctica, ya que la interacción entre alumnos y el trabajo en equipo permite que los estudiantes aprenden más y al mismo tiempo profundicen los contenidos escolares (Maset y Naranjo, 2013). También hablaremos un poco, de la hipercomputación que trata de explicar el procesamiento de los sistemas vivos relacionándolos con la famosa máquina de Turing, creada por el padre de la computación.

#### ***4.4.1 Procesos cooperativos***

Los historiadores del cooperativismo consideran que esta forma de organización surge con la revolución industrial, es decir, aunque existen vestigios de relaciones cooperativas en épocas más remotas, los principios cooperativos fueron promulgados, y de esta manera fue tomando fuerza estos grupos asociativos durante la industrialización. El movimiento cooperativo se origina como una forma de organización alternativa de los trabajadores, que buscaban solventar su situación de escasos ingresos, adoptando para ello una serie de esquemas y principios de cooperación (Zabala, 2007).

El cooperativismo de trabajo asociado es una forma particular del modelo cooperativo que ha tenido un incremento significativo en algunos países iberoamericanos, como el caso de: España, Colombia y Venezuela, conformando una forma de flexibilización del trabajo e incorporación al mundo laboral de la población desempleada. Aunque, en el ámbito educativo la cooperación, es una estrategia educativa que debe fomentarse en todos los ámbitos de la enseñanza universitaria. Casey, Dyson y Campbell (2009), afirman que el aprendizaje cooperativo, permite ubicar los objetivos de aprendizaje social y académico en el mismo plano. Las habilidades vinculadas a la colaboración incentivan la interacción y el análisis compartido de situaciones, el liderazgo distribuido, la asunción de responsabilidades y un clima de aprendizaje, basado en el entendimiento mutuo y la convivencia (Carrió, 2007)

Una de las premisas más importantes del aprendizaje cooperativo, es que el alumnado

alcanza los objetivos solamente cuando todos los miembros del grupo logran los suyos (Pujolas, 2009). Los alumnos del equipo no deben preocuparse solamente de su rendimiento personal, sino que deben hacer lo posible para que las tareas que realizan sus compañeros y compañeras también lleguen a resultados satisfactorios. El aprendizaje cooperativo, es esencialmente un proceso solidario de construcción del conocimiento, donde los procesos de interacción entre compañeros y compañeras contribuyen a conseguir el éxito en la tarea de todos y cada uno de sus miembros (Ruiz, Anguita y Gorrín, 2006).

En esta línea, el sociólogo estadounidense Richard Sennett, dedica su obra “Juntos” (2012) a analizar la evolución de la cooperación a lo largo de la historia, tratando de responder a la pregunta de cómo podemos vivir juntos, aun siendo tan diferentes. Para ello, utiliza una serie de conceptos y casos de estudio concretos y de naturaleza diversa, que demuestran cómo a lo largo de la historia, surge la necesidad de entenderse y cooperar con los otros, es una cuestión de habilidad, más que de posicionamiento moral.

Este autor, define la cooperación como “un intercambio en el cual los participantes obtienen beneficios del encuentro” (Sennett 2012, pp. 18). A diferencia del tribalismo, que “asocia solidaridad con los semejantes y agresión contra los diferentes” (Sennett 2012, pp. 16), Sennett se centra en “el difícil tipo de cooperación que trata de reunir a personas con intereses distintos, o incluso en conflicto, que no se caen bien, que son desiguales o que sencillamente no se entienden” (Sennett 2012, pp. 19).

#### **4.4.2 Noción de Hipercomputación Biológica**

La relación entre la informática y las Ciencias Naturales ha evolucionado durante los últimos 70 años, aparentemente son dos campos muy alejados, pero que a futuro se irán interrelacionando hasta manejar el mismo idioma; permitiendo aportar significativamente al progreso de las Ciencias computacionales. A partir del año 1940, los científicos comenzaron a usar herramientas computacionales, para la solución de ecuaciones y análisis de datos. Posteriormente, los avances científicos proporcionaron métodos para estudiar las ciencias, mediante simulaciones y experimentos computacionales. Aunque anteriormente, los científicos informáticos tenían una idea limitada de computación, ya que se consideraba “autómatas mecánicos y electrónicos”, ahora bien, su forma de pensar ha cambiado y visualizan el procesamiento de la información como un fenómeno natural. Sin la menor duda, esto ha permitido que la computación se considere como una ciencia natural, puesto que, además de estudiar los sistemas artificiales, también, se enfoca en los fenómenos naturales, en otras palabras, en los procesos de información que están inmersos en la naturaleza (Denning, 2007).

Uno de los primeros precursores de la Hipercomputación, fue Turing, matemático británico, quien utilizó los primeros ordenadores para entender mejor los procesos biológicos complejos. Desde un principio, Turing se cuestionaba “si las máquinas pueden pensar”, pues bien, en este sentido las máquinas han de interpretarse ya bajo el paradigma de la Teoría de la Computación. Así que “Para demostrar que una máquina que computa es un modelo de Hipercomputación, se puede proceder de dos formas: la primera es demostrar que la máquina es equivalente computacionalmente a otro modelo de Hipercomputación conocido, o se demuestra

que la máquina puede resolver un problema que una máquina de Turing no puede resolver” (Sicard y Vélez, 2001, pp. 48).

Por otro lado, el núcleo de la tercera revolución científica se concentra en la dificultad para procesar la información; donde los sistemas vivos forman el modelo correcto para explicar la Hipercomputación; dichos sistemas vivos procesan la información de una manera perfectamente diferente, a como se procesa la información en sistemas físicos, es decir, no de manera distribuida si no lineal, secuencial o jerárquica. El modelo anterior, es un modelo de procesamiento de información, se conoce como Hipercomputación biológica y ha sido introducido por Stepney (2009) y Maldonado (2015). Durante el transcurso de los años esta nueva vía de investigación empieza a ser reconocida bajo el rótulo de Hipercomputación (HB), la cual permite que los sistemas vivos lean e interpreten el entorno introduciendo nueva información; asimilando el comportamiento de los sistemas computacionales en sistemas biológicos, desde los organismos más pequeños como lo son las células y las bacterias (Mitchel, 2012).

Según la teoría, mantiene que los seres vivos hipercomputan, sí y sólo si, Turing es computable, es decir si es computado por una máquina de Turing MT. En base a la literatura especializada sobre el tema, menciona dos clases de Hipercomputación: clásica y no-clásica, es importante distinguir, que la Hipercomputación clásica busca trascender la línea divisoria de MT clásica, apoyándose en recursos de la teoría cuántica y la relatividad. No obstante, la Hipercomputación no-clásica como quiera que sea, la Hipercomputación clásica permanece inscrita en los márgenes de una MT (Maldonado, 2016).

Para tener un visión más amplia de lo que significa la Hipercomputación (HB), se hace una analogía con uno de los mejores ejemplos: los sistemas de reparación metabólicos, que demuestran que los sistemas vivos no son máquinas en ningún sentido y no pueden ser simulables o computables en términos de una MT o de la tCh-T. Justamente es necesario aclarar que los seres vivos a diferencia de los MT, no procesan información secuencialmente, sin embargo, son capaces de resolver problemas relevantes sintetizando nueva información no trivial. Dicho de manera clara y concisa, los seres vivos no sólo procesan información del medio ambiente, sino también, están produciendo nueva información. En conclusión, la computación de los seres vivos es emergente y auto organizada. Cabe aclarar, que antes de elaborar modelos computacionales e idealizaciones acerca de los seres vivos, estos, carecen de cualquier solución algorítmica, ya que computan y crean siempre nuevas funciones que difícilmente pueden ser entendidas (Maldonado, 2016).

A continuación, hacemos una síntesis de los argumentos que dan soporte al concepto de Hipercomputación (HP), (Maldonado, 2015).

- En tanto que sistemas complejos, los sistemas vivos no pueden explicarse a partir de momentos anteriores o inferiores. La vida en general es un sistema no- compresible, y sólo puede ser explicada en la medida misma en que se lleva a cabo (a cada paso);
- Los sistemas vivos, en tanto que no son ningún tipo de máquina de ninguna clase, no pueden reducirse a la física, y manifiestamente no a la física clásica o incluso al modelo estándar en física.
- La distinción entre los sistemas vivos y el medio ambiente es meramente analítica o epistemológica, porque la verdad es que no puede trazarse una clara línea demarcatoria

entre ambos. Así las cosas, los sistemas vivos evolucionan al unísono con el propio medioambiente;

- Por consiguiente, la interacción y muy particularmente la computación interactiva posee una fuerza expresiva bastante más amplia que las tesis clásicas basadas en el modelo MT.

- Los sistemas vivos no procesan información en términos de funciones lógicas clásicas. Por consiguiente, otras lógicas no clásicas son posibles y necesarias. Un caso particular son las lógicas con sistemas.

- Desde el punto de vista computacional, la distinción entre hardware y software es irrelevante. Así las cosas, el dualismo en la comprensión y explicación de los sistemas vivos debe ser completamente superado.

- Para los sistemas vivos computar significa vivir. Consiguientemente, computar bien es un asunto que favorece ventajas evolutivas y computar mal conduce a los sistemas vivos al riesgo, al peligro y a la extinción. La expresión más inmediata en biología de lo que es la computación puede ser adecuadamente entendida como metabolización. Esto es, la transformación de A en B.

#### **4.5 Reflexiones de un Biólogo y un Matemático en el marco de la Biología Computacional**

En la siguiente sección resaltaremos el planteamiento que abordan los autores: el biólogo y el matemático, Jean-Pierre Changeux y Alain Cones.

En las últimas décadas, la importancia de las matemáticas en la biología ha cobrado relevancia, esto ha sido posible gracias a la cooperación de diferentes científicos de diversas áreas biológicas y matemáticos interesados en el uso de sus herramientas para dar solución a sus problemas. Los biólogos en el estudio de fenómenos, procesos y conceptos biológicos han visto la necesidad de usar herramientas matemáticas que corroboren la experimentación a través de la modelación matemática. A propósito, Descartes afirma que las matemáticas iluminan el mundo con su verdad y permiten unificar las ciencias.

Sencillamente, para entender un poco de cómo se concibe el aprendizaje y cómo se construyen los modelos matemáticos, a priori tenemos que comprender la organización y función del cerebro que tiene un papel fundamental en las matemáticas. De hecho, el cerebro al ser flexible permite adquirir conceptos nuevos que no fueron percibidos en el mundo en el que nos formamos. Por consiguiente, estudiaremos más a detalle el funcionamiento del cerebro.

De acuerdo con Alain Connes mencionaba que Poincare, en sus escritos expresa que el génesis de las ideas originales acontece en el inconsciente, por medio de cuatro etapas: preparación, incubación, iluminación y verificación. Por un lado, Hadamard hace hincapié en el trabajo preparatorio, durante la formación de imágenes en el cerebro del matemático, súbitamente la iluminación invade su cerebro y su sensibilidad. Allí es, donde se presencian los eventos más importantes de la creación matemática; cuando la etapa de iluminación ha terminado, al instante, se pasa el sentimiento de angustia al no saber que la intuición es correcta. Al final las ideas son validadas en un juicio y sometidas a un análisis matemático riguroso.

Cabe resaltar, que, en la etapa de incubación, donde el inconsciente trabaja en base a las experiencias acumuladas y las nuevas, tiene como tarea eliminar los pensamientos menos relevantes. En términos de Darwin, durante este proceso se producen variaciones darwinistas de manera transitoria que con el tiempo se recombinan. Entre los resultados, una de ellas es la respuesta al problema planteado y aportando una solución al marco cuando ocurre la iluminación. En base, al esquema darwinista, luego de que las variaciones de un generador de diversidad intervienen en procesos de selección, para demostrar que existe un mecanismo darwinista en el cerebro, tendríamos que comprender el tipo de función de la evaluación entra en juego durante el periodo de la incubación para escoger la solución del problema.

Desde otra postura según Jean-Pierre Changeux, plantea que el conocimiento resulta de la sensibilidad, entendimiento y la razón según Kant. En el caso de la sensibilidad, la define como la capacidad de recibir representaciones por medio de los órganos de los sentidos, después proviene el entendimiento donde se estructura el pensamiento y la formación de conceptos empíricos. Por último, la razón que abarca los principios que rigen los conceptos producidos por el entendimiento. En este orden de ideas, se describen los tres niveles de abstracción del planteamiento kantiano: la elaboración de representaciones a partir de objetos del mundo exterior, la abstracción de conceptos y la organización de conceptos; sin la menor duda, todo eso ocurre dentro del cerebro. El cerebro, se puede comparar análogamente con un ordenador, ya que sería la computadora central que controla todas las funciones, que cuenta con redes encargadas de llevar la información a todas las partes del ordenador, similar a nuestro sistema nervioso. Conviene enfatizar, que el sistema nervioso contiene alrededor de 100 mil millones de neuronas, cada neurona está conformada por el cuerpo celular, que incluye el núcleo celular y las extensiones especiales denominadas axones

y dendritas.

Las neuronas están interconectadas entre sí por zonas de contacto discontinua o sinapsis. Cuando la luz llega a la retina, las células receptoras envían un a orden a las células ganglionares cuyos axones forman el nervio óptico. En el axón terminal la señal eléctrica pasa a ser una señal química, la cual es liberada al medio y se comunican de extremo de un axón a la punta de una dendrita de otra neurona, a través, de la sinapsis por la dendrita colindante, que vuelve a convertir la señal química en señal eléctrica. Dicho de manera puntual, la actividad neuronal espontánea juega un papel primordial en la epigénesis del sistema nervioso en la etapa embrionaria.

Durante su desarrollo las capacidades cognitivas y estados emocionales del individuo están influenciados por selección, las creencias y reglas morales son definidas, en el momento que el niño adquiere la lengua materna. A medida que el niño va creciendo su cerebro está recibiendo información del entorno familiar y cultural, la información es procesada y así él establece las reglas morales. Recién la etapa embrionaria y fetal, se perfilan las grandes líneas de la arquitectura del córtex frontal, el niño comienza a intercambiar información con su alrededor, a los 11 meses despierta el sentimiento de preocupación por los demás, ya a los dos o tres años inicia conversaciones, demuestra afecto, cariño, regala sonrisas y besos. Cuando cumple 8 meses, manifiesta simpatía o aptitud de ponerse en el lugar del otro, a los nueve y doce meses obedece las órdenes de su madre, en los 17 meses se ordena a sí mismo. Por lo tanto, el niño desde pequeño ha sido influenciado por su entorno físico y social.

Por otro lado, se compara el proceso de selección en el sistema nervioso central con el

proceso selectivo de la evolución darwiniana según lo planteado por Changeux. Al respecto, la evolución darwiniana, se divide en dos: darwinismo neuronal, que ocurre en la etapa embrionaria o la primera infancia; su estado activo produce una actividad espontánea de selección interna de la sinapsis que asegura la coordinación de los centros nerviosos. El darwinismo mental, que se evidencia en el cerebro adulto, ya en el nivel de entendimiento=razón, con el tiempo la eficacia sináptica irá cambiando.

En tal sentido, el darwinismo mental ocurre en que las representaciones adquiridas mediante los sentidos generan variaciones de razonamientos aleatorios con el mismo resultado, que indican que estoy por buen camino. Las conexiones entre las células nerviosas, sinapsis, no se forman de una sola vez, sino después de un proceso de desarrollo largo y complejo que, en el hombre, se mantiene hasta la pubertad. Dicho proceso está sujeto a una evolución interna del organismo, que se clasifica en dos tipos: una evolución del número de conexiones y una evolución de la eficacia de las conexiones entre neuronas.

A continuación Changeux, establece una analogía entre las máquinas y el cerebro, en el cual se distinguen tres enfoques, el primero buscaba a través de la inteligencia artificial simular las funciones superiores de un cerebro con un ordenador. Entre algunos sistemas destacan los robots que pintan coches, ordenadores que guían viajes, sistemas de la medicina entre otros. El segundo enfoque, trata de simular las funciones del cerebro humano mediante la modelización, usando los datos anatómicos y fisiológicos. En el tercer enfoque de máquinas neuromiméticas se basa en reproducir exactamente lo que hacen los sistemas vivos en un sistema artificial; por eso se considera una corroboración del segundo enfoque, ya que busca comprobar que el modelo teórico

sea adecuado.

El debate entre Jean-Pierre Changeux y Alain Connes, es uno de los más interesantes de los últimos años, ya que intenta explicar una serie de cuestiones tradicionales según los conocimientos y experiencias de un biólogo y un matemático protagonistas de la ciencia contemporánea. Es así, que el estatus problemático de los objetos matemáticos enfoca la atención de Changeux y Connes en la organización y función del cerebro, las formas en que su desarrollo embrionario y posnatal influye en el desarrollo del razonamiento matemático y otros tipos de pensamiento y si se puede emular la inteligencia humana mediante sistemas computacionales.

#### **4.6 Competencias Científicas en el área de las Ciencias Naturales**

Históricamente, se ha dado a la educación un papel clave e influyente para el desarrollo económico y social de un país porque le provee al individuo las herramientas necesarias para desenvolverse en los retos de la sociedad actual.

La tarea del docente no es únicamente transmitir conocimientos, sino buscar estrategias que faciliten el aprendizaje de los estudiantes. Puesto que, se ha evidenciado que la enseñanza tradicional de la ciencia no ha logrado obtener cambios conceptuales, actitudinales y procedimentales en los estudiantes, permitiendo la transformación progresiva de los conocimientos cotidianos a conocimientos científicos. Por ende, es importante buscar estrategias y propiciar las condiciones para la enseñanza de la Ciencias, con la finalidad de que formen personas realizadas, críticas, autónomas, participativas, solidarias, tolerantes (Quintanilla, 2014,

pp.18).

Las ciencias son dinámicas y están en continuo cambio, pues su objetivo es interpretar los fenómenos del mundo y actuar sobre ellos, relacionándolos entre sí mediante modelos teóricos y teorías (Izquierdo et al., 2004, pp.82). La enseñanza de la ciencia es fundamental en la formación de ciudadanos, independientemente si están comprometidos o no en la construcción y producción de conocimientos. Aprender Ciencias en la escuela es una ventaja para el estudiante ya que le permite comprender su entorno y ser partícipe de la toma de decisiones sociales.

Enseñar ciencias en cualquier nivel educativo se trata de abordar cuestiones meta científicas como que es la ciencias, como se elabora, cuál es su grado de validez, como represente el mundo real, como cambia a lo largo del tiempo, qué relaciones establece con la sociedad y cultura de su época, como se comunica y se difunde, cuál es su valor en la vida cotidiana y para el ejercicio de la ciudadanía, cuáles son sus maneras de hablar y escribir sobre los fenómenos y las ideas, cuáles son los modos en que se genera para fundamentar lo que dice entre otros interrogantes (Quintanilla, 2014, pp.16).

En ese sentido, estudiar ciencias implica desarrollar ciertas competencias como la capacidad crítica, reflexiva y analítica, conocimientos técnicos y habilidades, valoración de trabajo y capacidad para crear e investigar (Hernández, 2005). Según Quintanilla (2005), menciona que el desarrollo de competencias debe girar en torno a tres ejes básicos como el lenguaje, el pensamiento y la experiencia, en las dimensiones del ser humano del saber, saber hacer y saber ser. Así que, las competencias científicas se definen como la capacidad que tiene el individuo de

aplicar los conocimientos, habilidades y destrezas, valores e intereses adquiridos, en situaciones de la vida real con el propósito de dar una posible solución.

Los procesos de enseñanza y aprendizaje han sido una cuestión de controversia dentro del sistema educativo, siendo responsabilidad del docente reflexionar acerca de sus métodos de enseñanza, teniendo en cuenta los fines planteados por la educación. Así mismo, evaluar su metodología de enseñanza y buscar nuevas estrategias didácticas que estén al nivel del mundo globalizado. Por lo tanto, surge la necesidad de establecer criterios que especifiquen lo que todos los estudiantes deben saber y ser capaces de hacer en los niveles preescolar, básico y media (Duarte, 2006), de modo que contribuya al Sistema Nacional de Evaluación de la Educación, para acercarnos más a una educación de calidad. Por ello, se proponen políticas educativas con el fin de velar por su calidad, por el cumplimiento de sus fines y por la mejor formación moral, intelectual y física de los educandos (Constitución Política de Colombia, 1991).

#### ***4.6.1 Competencias Científicas en el área de las Ciencias Naturales en Colombia***

En la literatura encontramos que la habilidad se define desde un punto de vista psicológico como acciones y operaciones, y desde una perspectiva pedagógica, el cómo dirigir el proceso de asimilación de esas acciones y operaciones. Es decir, básicamente la habilidad es la capacidad que tienen los estudiantes de manipular el conocimiento y convertirlo en una acción. Por lo tanto, cuando el docente prepara los contenidos del área debe tener en cuenta que los conocimientos acordes a los objetivos propuestos deben ser asimilados por los estudiantes, mediante acciones que durante el proceso se corrigen errores y se ejerciten de manera continua hasta dominar

completamente la acción, es así que dicha acción se convierte en una habilidad (Cañedo, 2008).

La sociedad es cada vez más dependiente del desarrollo científico y tecnológico; a medida que pasa el tiempo las exigencias del siglo XXI irán cambiando, y para ello necesitamos de una población científicamente preparada para afrontar los desafíos globales. Es así, como la enseñanza científica y tecnológica se convierten en la base fundamental para el desarrollo económico de un país, además de promover los conocimientos y competencias básicas, las aptitudes prácticas y el espíritu crítico de los niños, los jóvenes y los adultos (Pérez et al. 2017).

La enseñanza científica es un requisito previo de la democracia y el desarrollo sostenible, es decir, que para que un ciudadano pueda participar de la toma de decisiones económicas, sociales y políticas de un país, debe por lo menos poseer los conocimientos científicos básicos, de lo contrario, sería pues imposible involucrarse sin manejar el lenguaje apropiado para enfrentar y discutir las problemáticas que afectan a todos los ciudadanos (Muñetón, Ruiz y Loaiza, 2017, pp. 1).

Por tal motivo, la enseñanza de la ciencia debe incorporarse en la educación, con la finalidad de suministrar al individuo las herramientas necesarias para enfrentar las problemáticas de su cotidianidad. Es evidente que en los últimos años, la enseñanza de la ciencia ha sido tema de interés de diferentes gobiernos, y también por parte de los educadores (Lockard, 1985, pp. 560). En especial, los países de desarrollo, que se preocupan por reforzar la investigación científica en los programas de enseñanza superior y estudios de posgrado tomando en cuenta las prioridades nacionales (UNESCO, 2000, pp. 12). De modo que, surge la necesidad de mejorar, reforzar y

diversificar la enseñanza de la ciencia, en todos los niveles educativos y convertirla en un conocimiento propio de nuestra cultura en general (UNESCO, 2000, pp. 214).

En este sentido, aprender ciencias en la escuela permite que los estudiantes desarrollen competencias científicas necesarias para desenvolverse en un mundo cada vez más globalizado. El término competencias ha irrumpido con fuerzas el panorama educativo y ahora es el núcleo central del currículo escolar, según la OCDE (2001, pp. 4) “la competencia es algo más que conocimientos y habilidades, es la capacidad para cumplir con las demandas complejas, recurriendo a la movilización de recursos psicosociales (incluyendo habilidades y actitudes) en un contexto particular”, por ello, su desarrollo constituye todo un reto para maestros y formadores. De hecho, la educación basada en competencias responde a determinados intereses de organizaciones y que afecta tanto al diagnóstico como a la evaluación de los sistemas educativos (García, 2008).

#### ***4.6.1.1 Habilidades Científicas según el Ministerio de Educación Nacional***

Teniendo en cuenta lo planteado por los lineamientos curriculares del área de Ciencias Naturales, el desarrollo del pensamiento científico es indispensable para que los estudiantes puedan desempeñarse en una sociedad dominado por la ciencia y la tecnología, considerándose parte fundamental para la formación integral del ser humano. Es allí, donde el estudiante juega un papel fundamental que le permite... “descentrarse [y] situarse en otras perspectivas entendibles para él y vea desde ellas la relatividad de sus convencimientos en busca de un conocimiento más objetivo o, lo que es equivalente, un conocimiento más intersubjetivo” (Vargas, & Morales, 2021).

Así pues, la asociación de facultades de educación y los educandos están constantemente trabajando por el mejoramiento de la calidad de la educación, llegando a un consenso para establecer los estándares básicos de competencias, que tienen la finalidad de promover el desarrollo de competencias y habilidades científicas necesarias para vivir en una sociedad globalizada. Según el ministerio de educación nacional (2004), los estándares básicos de competencias son criterios establecidos para un sector público, que tiene como función velar por los niveles básicos de una educación de calidad; la cual tienen derecho los niños de todas las regiones del país en todas las áreas que integran el conocimiento escolar.

En ese sentido, los estándares básicos de competencias en Ciencias Naturales buscan que el estudiante desarrolle habilidades para:

- a)** Explorar hechos y fenómenos
- b)** Analizar problemas
- c)** Observar recoger y organizar información relevante
- d)** Utilizar diferentes métodos de análisis
- e)** Evaluar los métodos
- f)** Compartir los resultados

Dicho lo anterior, surge el interés por buscar estrategias didácticas que fortalezcan las habilidades científicas en la enseñanza de las Ciencias Naturales en estudiantes de grado sexto, para ello se tiene en cuenta el estándar Básico de Competencias en Ciencias Naturales en el grado sexto: “Identifico condiciones de cambio y de equilibrio en los seres vivos y en los ecosistemas”,

el cual se tiene en cuenta para abordar la comunicación química en animales, que está incluido en la malla curricular del grado sexto.

#### ***4.6.1.2 Lineamientos Curriculares según el Ministerio de Educación Nacional.***

El ministerio de Educación nacional de Colombia (MEN), es una entidad pública responsable de establecer las políticas de la educación nacional y promover el desarrollo de una educación competitiva y de calidad que genere oportunidades de progreso y prosperidad y contribuya a cerrar las brechas de inequidad. Es ese sentido, el MEN rige la educación nacional de acuerdo con los preceptos constitucionales; establece políticas, programas y proyectos que contribuyan al cumplimiento de fines y objetivos previstos en la ley. Teniendo en cuenta la ley 115 de 1994, ordena que los lineamientos generales de los procesos curriculares del servicio público educativo y los indicadores de logros curriculares para la educación formal, sean establecidos por el Ministerio de Educación Nacional; es así que el MEN propone los lineamientos como orientaciones epistemológicas, pedagógicas y curriculares, que deben tenerse en cuenta al momento de construir proyectos educativos institucionales (PEI), entre los cuales están inmersos los planes de estudio diseñados por ciclos, niveles y áreas (2018). De esta manera, los lineamientos curriculares son puntos de apoyo y orientaciones que atienden a las necesidades sobre el currículo, las áreas y enfoques con la finalidad de comprenderlas y enseñarlas.

En sentido, para llevar a cabo la acción pedagógica partimos del estándar a desarrollar establecido por el Ministerio de Educación Nacional (MEN): “Identifico condiciones de cambio y de equilibrio en los seres vivos y en los ecosistemas”, que tiene coherencia con la malla curricular

del grado sexto, lo cual nos permite elaborar el plan de clase que contenga la estrategia didáctica cuyo propósito es fortalecer las habilidades científicas mediante la enseñanza de la comunicación química a través de la modelación basada en agentes. Con respecto al desarrollo del plan de clases, conformados por los contenidos curriculares relacionados con las temáticas abordados desde la perspectiva conceptual, procedimental y actitudinal; las competencias a desarrollar teniendo en cuenta el uso comprensivo del conocimiento científico, la indagación y la explicación de los fenómenos en los estudiantes, al igual que el modo de evaluación y las estrategias metodológicas que se van a implementar. Por otro lado, el plan de clase debe planearse y ejecutarse de acuerdo con los contenidos de enseñanza, las preguntas problemas u orientadoras, la secuencia de cada clase, el rol del docente y el estudiante; y por último, el proceso de reflexión de cada unidad didáctica con el propósito de identificar las dificultades evidenciadas en la acción pedagógica, para mejorar y contribuir a la formación integral cómo profesional de la educación.

#### ***4.7 Transformación Didáctica***

La enseñanza de la ciencia requiere el manejo de muchos saberes que conforman el conocimiento profesional del profesor. Por lo tanto, no es suficiente tener netamente el conocimiento en Biología para poder enseñarla, si no implica el uso de saberes adicionales de origen científico, cotidiano, contextuales, propios entre otros, es decir, no se trata de hacer una transferencia directa de los contenidos biológicos desde la lógica disciplinar a su enseñanza. Por esta razón, es necesario hacer distinción especialmente en lo que atañe al Conocimiento Biológico y al Conocimiento Didáctico del Contenido Biológico, puesto que la Didáctica de las Ciencias no se define como un simple traslado o “transposición” de saberes, si no implica un proceso de

transformación e integración de éstos con varios tipos de conocimiento (Castro y Valbuena, 2018). En así que mencionamos algunos autores que opinan sobre qué hace particular a la Biología como ciencia, con los cuales podemos discutir respecto a la Didáctica de las Ciencias.

El concepto de “Biología” fue propuesto en los primeros años del siglo XIX, de manera independiente por varios naturalistas quienes reconocieron en los “seres organizados” un nuevo campo de conocimiento científico. Es así, que tuvo que suceder muchos acontecimientos un siglo después para que se consolidara la Biología como ciencia autónoma, delimitando su objeto de conocimiento (la vida y lo vivo), que solamente puede ser abordado desde esta disciplina. Por esta razón, la Biología se institucionaliza de las otras ciencias ya que dichos fenómenos no pueden reducirse a la química o la física, sino que tienen propiedades particulares de las cuales debe ocuparse un campo específico de conocimiento (Peñaloza et al, 2021).

En este apartado mencionaremos algunos acontecimientos importantes que no pueden ser ignorados a la hora de explicar el proceso de autonomía de la Biología; ya que la construcción de dicha ciencia se considera un proceso progresivo. Teniendo en cuenta, el pensamiento planteado por Foucault hace hincapié a que no podemos equiparar la historia natural respecto a una noción nueva de la Biología, puesto que la primera da cuenta a las estructuras visibles, en cambio, la segunda se interesa por un objeto de conocimiento inexistente como la vida (Castro y Valbuena, 2018).

Así que la ciencia, como parte especializada del mundo perceptivo y laboral de nuestra cultura, también ha evolucionado a lo largo de períodos cualitativamente diferentes. Después del florecimiento de la física clásica durante el siglo XVII, que se caracterizaba por buscar entender todos los fenómenos naturales, incluidos los organismos vivos desde una concepción mecanicista, es así que surge la polémica por un lado la percepción teológica y holística de la vida, con respecto al nuevo pensamiento mecanicista, lo que condujo una larga batalla de argumentos desde la postura mecanicista y el vitalismo (Klerk, 1079).

No obstante, es preciso aclarar que el término "mecanismo" ha tenido dos posturas diferentes en la historia de la Biología. Por un lado, el mecanicismo operativo que busca explicar a detalle la interacción de un sistema que genere un resultado en particular, y por otro lado el mecanicismo filosófico que tiene una perspectiva de entender los organismos como entidades materiales que funcionan semejante a una máquina, es decir, que sus actividades están fundamentadas en procesos químicos y físicos conocidos. Es así que la ciencia mecanicista posicionó a la Biología en un mismo nivel que las ciencias físicas, convirtiéndose en una “nueva Biología” en el siglo XX, su pensamiento era fisicoquímico, no meramente mecánico, y con el desarrollo de la química orgánica y física, lo cual buscaba explicar los procesos complejos desde niveles más bajos de organización en términos de átomos, moléculas y sus interacciones (Castro y Valbuena, 2018).

Claramente, los enormes avances producidos durante las dos últimas décadas han proporcionado herramientas extraordinariamente eficaces para estudiar esta disciplina, por ello

mencionamos otros acontecimientos que le confirieron un estatus epistemológico propio de la ciencia de lo viviente. Teniendo en cuenta lo planteado por Mayr (2006), para que la Biología fuera aceptada como una ciencia particular, debió ocurrir los tres acontecimientos importantes; el primero está relacionado con la refutación de principios erróneos; el segundo se trata de la demostración de que algunos postulados de la física no tienen ningún valor explicativo en el mundo viviente; y el tercero está relacionado con la toma de conciencia de la singularidad de los principios básicos de la Biología.

Con respecto al primero, nos lleva a las discusiones entre el vitalismo y la teología, en donde el vitalismo defiende que la vida estaba relacionada con una sustancia especial (protoplasma) que no se encontraba en la materia inanimada (MAYR, 1998), una posición filosófica sin fundamento científico. En cuanto a la teología, es más complejo ya que ha sido siempre motivo de disputa en la Ciencia Moderna sobre todo en lo epistemológico. Adicional a ello López (1996) menciona que en la enseñanza de la Biología se emplean muchas explicaciones teleológicas y antropomórficas. Dicho lo anterior, regresamos a los planteamientos de Mayr para clarificar el concepto de teología expresado como “la explicación de los procesos que parecen llevar automáticamente a un fin o meta definidos”, en otras palabras, es una “cualidad única en el mundo atribuible a la deidad o que la naturaleza existe solo para el hombre considerado como el último fin o propósito de la creación” (Cano,2009).

En todo caso, las ciencias biológicas fueron avanzando y el desarrollo del concepto de programa genético dio solución al problema de la teología explicando el desarrollo macroscópico

a partir de estructuras y procesos microscópicos según lo afirmó Jacob (1999), al igual que Monod (1993) que propone la definición del proyecto teleonómico que se comprende como aquella información esencial que debe ser transferida de generación a generación para la conservación y la multiplicación de la especie, es así que se le denomina «teleonómicas» a todas las estructuras, todas las performances, todas las actividades que favorecen el éxito del proyecto. Es necesario clarificar que esto nos conduce a las tres propiedades que son reconocidas como características de los seres vivos la teleonomía, morfogénesis autónoma e invariancia, explicado de otra forma “la invariancia genética sólo expresa y se revela a través de (y gracias a) la morfogénesis autónoma de la estructura que constituye el aparato teleonómico”.

De acuerdo con Monod (1993), los seres vivos son extraños objetos dotados de un proyecto teleonómico propio, donde el objeto y el proyecto no se pueden diferenciar, pero su finalidad teológica si, ya que es anterior y externa al objeto. De esta manera, se puede probar en los artefactos que son productos del ser humano.

Cabe resaltar, que otro de los aspectos importantes para la independización de la Biología fue el postulado de los sistemas vivientes son complejos que según Mayr (2006, p.46) dicha complejidad se refiere a la capacidad que tienen los seres vivos de reproducirse, tener un metabolismo, replicarse, regularse, adaptarse, crecer y tener una organización jerárquica, todos esos procesos complejos que lo hacen diferente a lo que conforma un mundo inanimado. Es considerado complejo puesto que si comparamos con lo que estudia la física dicha disciplina puede explicar ciertos fenómenos basándose en ecuaciones matemáticas sin embargo en las ciencias

biológicas hablar de célula es más complejo de explicar; por esta razón Dawkins expresa que la complejidad biológica no pudo haber ocurrido solamente por azar, ya que éste es influenciado por la selección natural.

Por lo tanto, para explicar la complejidad de la misma, las ciencias deben recurrir a diferentes métodos para estudiarla, entre los cuales podemos mencionar la experimentación, la observación directa (o mediada por instrumentos), la modelización y la construcción de narraciones históricas. Es así, que consideramos que la pluralidad de la Biología depende del nivel de biorganización sistémica que se pretenda estudiar y de los métodos necesarios para llevar a cabo su estudio.

Hasta aquí se mencionaron algunas aportaciones que contribuyeron a la autonomía de la Biología y que caracterizan en particular esta disciplina; además de ser fundamentales para la enseñanza de la Biología, puesto que la Biología que practican los biólogos no es la misma a la Biología Escolar. Para ello, es importante mencionar algunas opiniones respecto a las relaciones entre la Biología y su Didáctica; aclarando que para que la Biología se institucionalizara como ciencia ésta ha surgido, se ha mantenido y se ha transformado a través de la historia hasta definirse como una ciencia autónoma, así mismo, pensamos que sucederá con la Didáctica de la Biología.

En ese sentido, la Didáctica de la Biología se puede considerar como un dominio separado de la investigación, no sólo por razones epistemológicas, sino también apelando a la psicología de la adquisición del conocimiento biológico. Encontramos que en muchas investigaciones

especializadas en la enseñanza de la Biología existen especialistas dedicados a esta área, con mayor razón afirmamos que la Didáctica de la Biología es un campo específico de conocimiento que está en proceso de constituirse como tal. Cabe resaltar, que las investigaciones encontradas están más enfocadas en desarrollar estrategias de enseñanza-aprendizaje sobre aspectos puntuales del saber biológico. Aunque los investigadores Valbuena, Correa y Amórtegui (2012, p 88) resaltan que esa gran diversidad de problemas de investigación de los artículos analizados nos permite establecer “tres grandes agrupaciones (enseñanza-aprendizaje de conceptos específicos, trabajos prácticos y concepciones sobre conceptos biológicos), que podrían ser líneas de investigación de la Biología”.

Adicional a ello, hemos evidenciado que a nivel iberoamericano no abren convocatoria para posgrados específicos sobre enseñanza de la Biología, mientras que hay una gran demanda y oferta de posgrados sobre enseñanza de la física, de la química y de las ciencias de la naturaleza (o ciencias experimentales). Es por esto, que manifestamos que es necesario la institucionalización de una disciplina como la Didáctica de la Biología respecto a la Biología, de igual forma que ocurrió con la Biología en relación con las Ciencias Físicas como lo afirmó Ogborn et al. (1998, pp. 91-92).

De hecho, los docentes son responsables de transformar didácticamente el conocimiento científico para hacerlo enseñable, teniendo en cuenta los saberes propios del estudiante, el contexto donde es enseñado y para qué población es dirigido. A continuación, se describen los diferentes tipos de conocimientos implicados en la enseñanza de la Biología planteados por Castro y Valbuena (2018)

**TABLA 5:** *Diferentes tipos de conocimiento implicados en la enseñanza de la Biología*

<b>Tipo de conocimiento</b>	<b>Características</b>
<b>Conocimiento Biológico (CB)</b>	Conocimiento producido al interior de la comunidad de biólogos
<b>Conocimiento Metadisciplinar de la Biología (CMB)</b>	Conocimiento sobre el conocimiento biológico (metaconocimiento), producido principalmente en la filosofía, la historia y la sociología de la biología
<b>Conocimiento Profesional del Profesor de Biología (CPPB)</b>	Conocimiento propio del que hacer profesional del profesor de biología, que lo faculta para hacer enseñable el saber biológico en diferentes niveles educativos.
<b>Conocimiento Didáctico del Contenido Biológico (CDCB)</b>	Es un componente fundamental del CPPB, el cual consiste en el conocimiento que le permite al profesor transformar contenidos particulares de la Biología en objeto de enseñanza.
<b>Conocimiento Biológico Escolar (CBE)</b>	Es el conocimiento relacionado con la biología que se construye, por parte de los estudiantes, en el contexto escolar.

Nota: Tipos de conocimiento implicados en la enseñanza de la Biología. Fuente: (Castro y Valbuena, 2018). Fuente file:///D:/User/Downloads/1516-7313-ciedu-24-02-0267.pdf

Desde esta perspectiva, el Conocimiento Meta disciplinar de la Biología (CMB) se considera fundamental para integrar el Conocimiento Biológico (CB) con el Conocimiento Didáctico del Contenido Biológico (CDCB), siendo un punto de interconexión entre el saber científico y el saber enseñado. Por lo tanto, se concluye que entre el Conocimiento Biológico (CB) y el Conocimiento Biológico Escolar, no se trata un simple transferencia o transposición de saberes, si no de un proceso más complejo de integración y transformación, por eso afirmamos que la Biología de los biólogos no es la misma a la Biología Escolar.

Habría que decir también que el profesor de Biología actúa como guía en los tres ámbitos: científico, cotidiano y escolar, de modo que es un requisito que tenga conocimiento de la historia y la epistemología de esta ciencia, con el fin de entender las diferentes posturas y limitaciones que ha enfrentado durante siglos para convertirse en una ciencia autónoma (Jiménez, 2003, pp. 122). Con esto se puede asegurar que si el docente comprende el trasfondo de la enseñanza de las ciencias desde la epistemología (o filosofía de la ciencia), tiene la capacidad de seleccionar y transformar el Conocimiento Biológico (CB) a un Conocimiento Biológico Escolar (CBE). Aunque esto implica también el Conocimiento Didáctico del Contenido Biológico (CDCB), que también debe tenerse en cuenta para llevar a cabo la enseñanza de la ciencia dentro de los cuales podemos destacar: qué es lo enseñable de esta ciencia, con qué finalidad se enseñan unos contenidos específicos, en qué contexto, para qué población, bajo qué intereses, orientado por qué problemáticas, de qué manera se deben organizar curricularmente dichos contenidos, cuáles son las estrategias más idóneas para evaluar los aprendizajes, etc (Castro y Valbuena, 2018).

En síntesis, consideramos algunas aportaciones históricas y epistemológicas que han contribuido a la formación de la Biología como Ciencia autónoma, destacando sus particularidades que la hacen diferente a otras ciencias de la naturaleza, específicamente, por sus objetos de conocimiento que difieren en la bioorganización sistémica. Ahora bien, teniendo claridad que el objeto de estudio de la Biología es la complejidad, del mismo modo nos preguntamos ¿Cuál sería el objeto de estudio de la Didáctica de la Biología? y responderemos: la complejidad de enseñar cuestiones biológicas. En vista de que el Conocimiento de la Biología es amplio y a la vez complejo, hace que esta disciplina sea difícil de enseñar y aprender, por este pretexto surge la necesidad de trabajar arduamente y con mucho esfuerzo los fundamentos que cimienten la Didáctica autónoma de la Biología y al mismo tiempo fortalecer las líneas de investigación derivadas de ella, claro está que no será fácil y que será un proceso largo de muchos acontecimientos.

## **5 OBJETIVOS**

### **5.1 Objetivo general**

Desarrollar una estrategia didáctica para el fortalecimiento de las habilidades científicas a través de la enseñanza de la biología computacional y la modelación basada en agentes en estudiantes del grado sexto de la Institución Educativa INEM Julián Motta Salas de Neiva, Huila.

### **5.2 Objetivos específicos**

- Identificar las habilidades científicas y conocimientos previos de los estudiantes del grado sexto de la Institución Educativa INEM Julián Motta Salas de Neiva, Huila.
- Estructurar una estrategia didáctica para la enseñanza de la biología computacional a través de la modelación basada en agentes, en niños del grado sexto.
- Evaluar los resultados obtenidos de la estrategia didáctica a través de la implementación de un sistema experto en minería de datos.

## 6 METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

Tomando como referencia el problema de investigación del presente proyecto se establece la siguiente metodología:

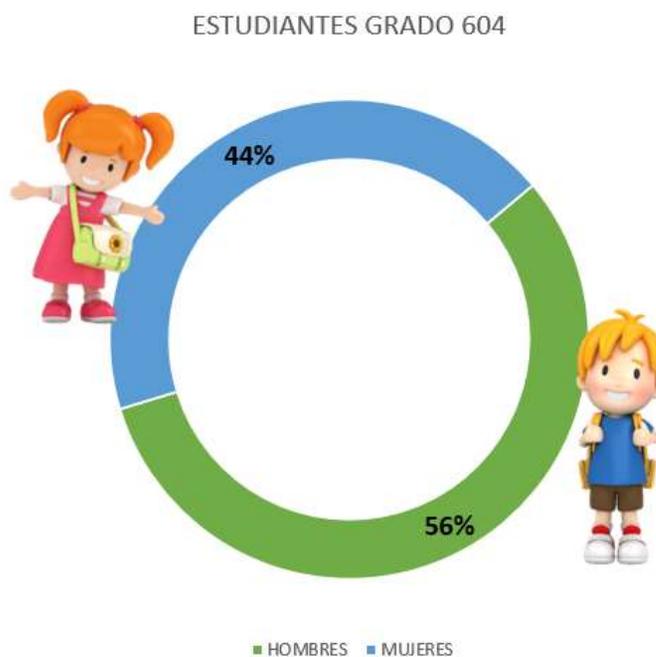
### 6.1 Tipo de investigación

La siguiente investigación según la naturaleza de la información es una investigación cualitativa, de acuerdo al grado de abstracción esta es una investigación aplicada, ya que se evidencia un proceso de aplicación de estrategias didácticas con el propósito de fortalecer habilidades científicas en un grupo de estudiantes, por otra parte según la dimensión cronológica, ésta investigación es cuasiexperimental, ya que el grupo de estudiantes que participaron en el proceso de investigación ya estaba formado con anterioridad; según el lugar y los recursos ésta es una investigación de campo o directa, ya que el proceso de implementación se realizó en lugar y tiempo de la dinámica escolar del grupo de estudiantes, por otra parte, esta investigación por su alcance es correlacional, puesto que se analiza la interacción entre dos o más variables dentro del mismo contexto, según el periodo de tiempo está investigación es de tipo longitudinal; finalmente, según la naturaleza de indagación esta investigación es primaria ya que los datos no son existentes y estos se recolectan a través de test y observaciones directas del proceso de aprendizaje (Infante, 2010; Sampieri, 2018).

## 6.2 Población y Contexto de Estudio

Durante el proceso de caracterización del grupo 604 nos encontramos con un total de 39 estudiantes, donde 22 son hombres (56%) y 17 son mujeres (44%) pertenecientes a la jornada única de la Institución Educativa INEM Julian Motta Salas de la ciudad de Neiva (Figura 7). Para conocer mejor el grupo, se aplicó una encuesta de caracterización a los estudiantes, indagando sobre edades, barrio donde residen, limitaciones físicas que dificulten el proceso de aprendizaje, actividades que realizan además de estudiar, actividades e intereses con respecto a las Ciencias Naturales.

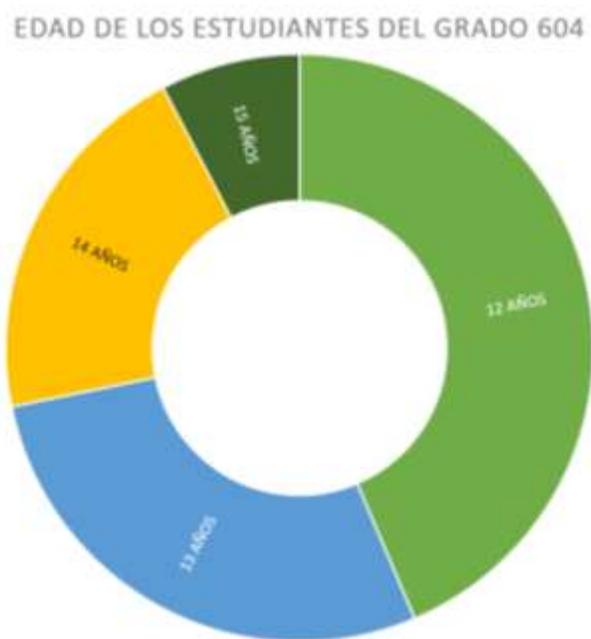
**FIGURA 7:** *Distribución por género de la población de estudio.*



Fuente: Elaboración Propia.

En el grado 604 los estudiantes se encuentran en un promedio de edades entre los 12 y 15 años (Figura 8). Estos estudiantes residen en diferentes barrios, pero la mayoría quedan ubicados en el norte de la ciudad de Neiva, lo cual se puede deducir que buscan una institución que les quede cerca a sus viviendas.

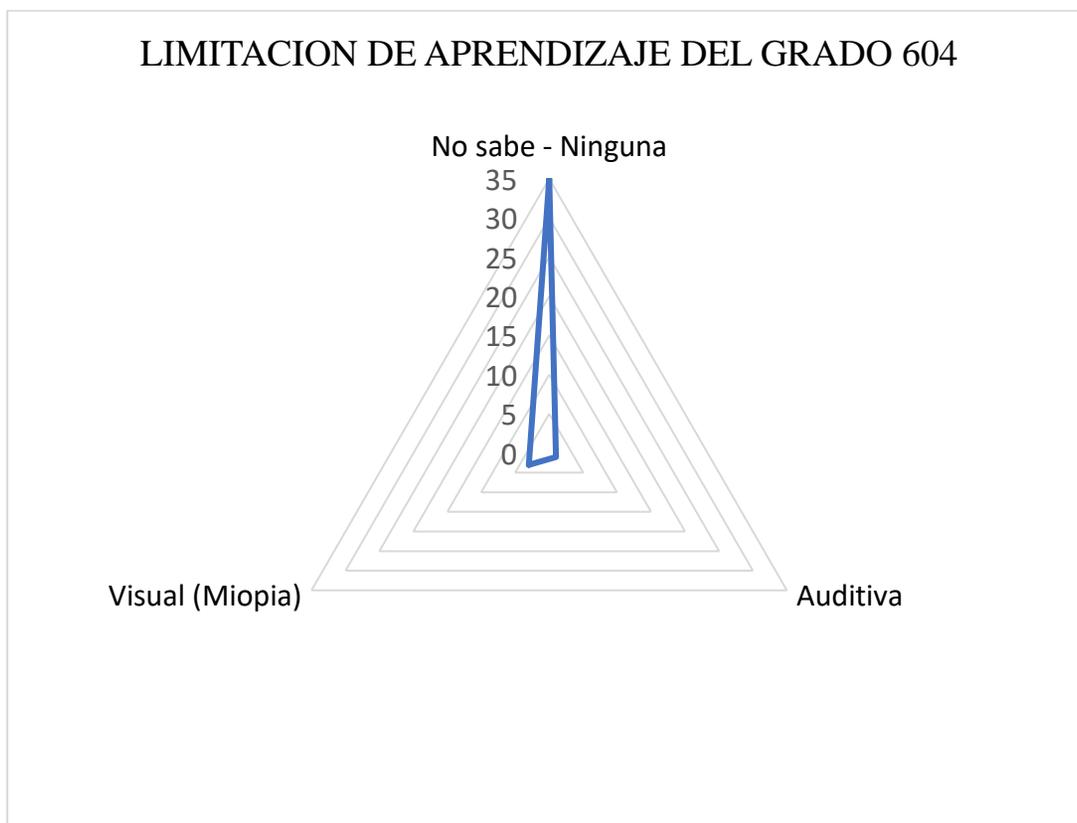
**FIGURA 8:** *Distribución por edad de la población de estudio.*



Nota: Fuente: Elaboración Propia.

Por otro lado, se indaga sobre alguna limitación que dificulta el aprendizaje que tienen los estudiantes del grado 604 (Figura 9), el cual presentan 27 estudiantes con un porcentaje de 97% que no tienen ningún tipo de limitación, 3 estudiantes con un porcentaje de 3% que tienen limitación visual, es así que se concluye que el porcentaje de estudiantes que presentan algún tipo de limitación es bajo. Por lo tanto, se tuvo en cuenta que estos estudiantes que presentan algún tipo de limitación se ubicaran en la parte de adelante del salón.

**FIGURA 9:** *Distribución de la limitación de aprendizaje del grado 604.*

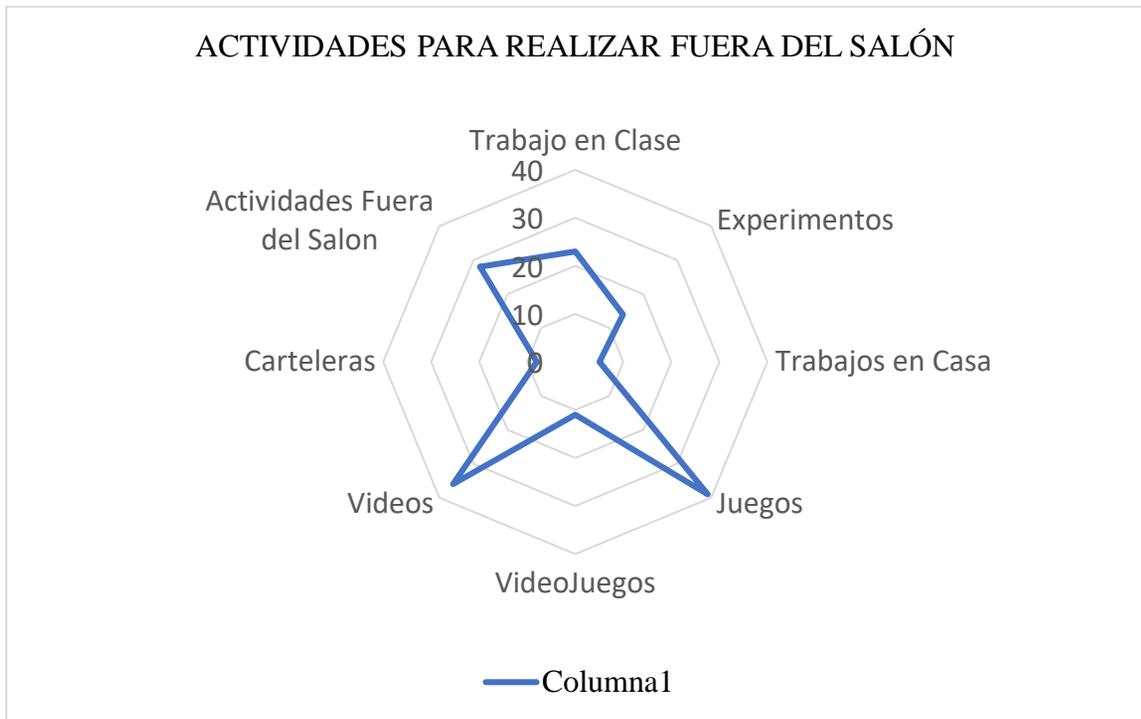


Fuente: Elaboración Propia.

De igual manera se indagó sobre las actividades que realizan además de estudiar (Figura 10), en el cual los estudiantes manifestaron que desarrollan una actividad ya sea artística o deportiva, permitiendo así demostrar que es necesario que los estudiantes además de realizar las labores escolares, puedan realizar actividades que le brindan beneficios tanto físicos como

emocionales, ya que esto puede aumentar desde la capacidad de expresión y que al mismo tiempo sea una fuente de estímulo para su desarrollo físico y la prevención de enfermedades, e inclusive estos traigan un beneficio para su autoestima, capacidad de concentración y lo más importante en su rendimiento escolar.

**FIGURA 10:** *Actividades extracurriculares de los estudiantes del grado 604.*



Fuente: Elaboración Propia

### 6.3 Ruta metodológica

La ruta de acción propuesta en la intervención permitió el planteamiento de una estrategia de aprendizaje para la enseñanza de la Biología Computacional a través de la modelación basada en agentes (ABM) y la gamificación en estudiantes de grado 604.

En esta sección se presenta el desarrollo de la estrategia de investigación planteada para llevar a cabo el problema de investigación. Es necesario recalcar, que para llevar a cabo dicha investigación previamente se entregó la declaración del consentimiento informado de toma de registros y difusión de imágenes audiovisuales, para que los estudiantes lo hicieran autorizar por los padres de familia (Anexo 20).

### **FASE 1: Proceso de caracterización cognitiva de los estudiantes**

En esta fase, se pretende obtener una aproximación a la caracterización de los estudiantes con el fin de generar una base conceptual, metodológica y práctica acerca de las características de esta población educativa. Es decir, hacer un diagnóstico de conocimientos previos del estudiante, que permita obtener una idea inicial de los aprendizajes previos y su nivel de conocimiento respecto al área de las Ciencias Naturales, lo cual nos permitirá proponer una estrategia didáctica que promueva la cualificación y el desarrollo de sus potencialidades en esta investigación. Al igual, que la identificación de habilidades científicas. Cabe resaltar, que para realización del cuestionario, se tuvo en cuenta los ejes temáticos establecidos en la malla curricular del grado sexto, publicados por el Ministerio de Educación Nacional (MEN).

### **FASE 2: Proceso de Diseño y Desarrollo de la Estrategia Didáctica**

Después de obtener los resultados de la caracterización de los estudiantes, se procede a diseñar una secuencia didáctica (Tabla 12), que contenga una estrategia que permita fortalecer las

habilidades científicas en los estudiantes del grado sexto. El tiempo estimado para la intervención comprendió un total de 4 semanas, durante las cuales se implementó la estrategia didáctica, cuya distribución de las actividades se pueden consultar en la tabla 9.

### **FASE 3: Proceso de Implementación de la estrategia didáctica**

En esta etapa, luego de terminar el diseño de la estrategia y la caracterización de la población, se procede a la implementación de la secuencia didáctica, la cual contiene la estrategia didáctica que describe todas las actividades propuestas en el módulo de Biología Computacional (Tabla 11), con el apoyo de las herramientas digitales tales como NetLogo y Scratch.

### **FASE 4. Evaluación de la estrategia didáctica**

Finalmente, después de obtener los datos del diagnóstico (Anexo 14) y resultados finales obtenidos luego del desarrollo de la estrategia didáctica (Anexo 15), se continúa con la sistematización y análisis de la información; con la ayuda de un sistema experto en minería de datos (Weka) y por último se evalúa la efectividad de la estrategia didáctica.

**FIGURA 11:** *Fases del desarrollo de la estrategia didáctica.*



Fuente: Elaboración propia.

#### **6.4 Instrumentos y Técnicas de Investigación**

Existen variadas técnicas e instrumentos útiles para la recolección de datos; al momento de elegirlos debemos tener en cuenta los siguientes criterios tales como con fiabilidad, objetividad y validez. En esta investigación, que propone una estrategia didáctica desarrollada para la enseñanza de la biología computacional, a través de la modelación basada en agentes y la gamificación. Así que para la recolección y análisis de datos primarios se procede a utilizar los

instrumentos y técnicas descritas a continuación:

**TABLA 6:** *Instrumentos y técnicas de investigación*

INSTRUMENTO DE LA INVESTIGACIÓN	DESCRIPCIÓN	LINK DE DESCARGA	IMPLEMENTACIÓN
Weka	<p>La minería de datos es un proceso de descubrir datos interesantes de una gran cantidad de información almacenada en la base de datos, almacenes de datos u otros repositorios de información. Cuyo sistema se describe en 4 etapas principales, la selección del conjunto de datos, el procesamiento de datos, el análisis de resultados y la integración. Esto nos permite analizar bases de datos masivas en minutos, tener un procesamiento de información más rápido para entender datos complejos y tener mejores predicciones (Aher, &amp; Lobo 2011) (Miñanbres, s.f).</p>	<p><a href="https://weka.en.softonic.com/">https://weka.en.softonic.com/</a></p>	<p>Este instrumento se utilizó en el análisis de la fase de diagnóstico, lo cual nos clasificó, organizó y representó los resultados obtenidos.</p>
Scratch	<p>Scratch es un software gratuito con un lenguaje de programación simple y una comunidad en línea, donde puedes crear tus propias historias, juegos y animaciones interactivas, también pueden compartir sus proyectos con otros usuarios.</p> <p>Este programa promueve en los jóvenes el pensamiento creativo, a</p>	<p><a href="https://scratch.updatestar.com/en">https://scratch.updatestar.com/en</a></p>	<p>Este programa se utilizó principalmente de contextualización o paisaje de aprendizaje lo cual permite dar sentido a la información que se le suministrará a los estudiantes.</p>

	razonar sistemáticamente y a trabajar en forma colaborativa.		
Netlogo	NetLogo es una plataforma abierta y gratuita que permite la simulación de fenómenos naturales y sociales, esta funciona con un sistema de agentes independientes que siguen las instrucciones de un lenguaje de programación simple y modificable para cualquier usuario (Amblard et al, 2015).edu/netlogo/ 6.2.0/ comunicación química en animales.	<a href="https://ccl.northwestern.edu/netlogo/">https://ccl.northwestern.edu/netlogo/</a>	Este instrumento se usó para la simulación del fenómeno de comunicación química de un colonia de hormigas.
Canva	Es una plataforma donde se pueden hacer plantillas y otros materiales de diseño gráfico para promover en redes sociales	<a href="https://www.canva.com/">https://www.canva.com/</a>	Esta herramienta se utilizó para diseñar las diapositivas y gráficos.
Test	Este término se refiere a un conjunto de ítems que comparten un enunciado y una escala de respuestas, el cual se utiliza para evaluar diferencias individuales en aptitudes, habilidades, competencias, disposiciones, actitudes o emociones. Dichos test son usados por profesionales competentes, que tienen en cuenta los derechos de todas las personas implicadas en el proceso de evaluación y al ser diseñados o elegidos deben regirse por principios éticos y legales, al igual que seguir ciertas directrices sobre buenas prácticas. Por otro lado, los test		Los test utilizados fueron tomados de otros trabajos de investigación entre los cuales están el test de inteligencias múltiples, el test de programación, test de trabajo en equipo, test de comunicación y test de resolución de problemas. En cambio, los test de desempeño en ciencias naturales, test de creatividad y test de pensamiento crítico fueron por elaboración propia, estos se llevaron a cabo previamente a la actividad, y de igual manera, al finalizar.

---

aplicados deben ser fiables y válidos a nivel individual, con el fin de asegurar que los resultados obtenidos sean correctos o la adecuada clasificación de una persona (Muñiz, 2014, P.3,9).

---

Fuente: Elaboración propia.

A continuación, se describen cada uno de los test utilizados como instrumentos de investigación durante el desarrollo de la estrategia didáctica.

- **Minería de datos:** Existen diferentes técnicas que utilizan datos para extraer información que no se puede detectar a simple vista. Una de estas técnicas se denomina minería de datos, que combina técnicas semiautomáticas de inteligencia artificial, análisis estadístico, bases de datos y visualización de gráficos para obtener información que no está explícitamente representada en los datos. La minería de datos obtuvo su nombre, por medio de una analogía entre una montaña y la gran cantidad de datos almacenados en cualquier empresa. La minería de datos surge del potencial para analizar grandes cantidades de información para obtener resúmenes y conocimientos que apoyen la toma de decisiones y ganar experiencia a partir de los millones de transacciones detalladas que las empresas registran en sus sistemas de información. La minería de datos descubre relaciones, tendencias, desviaciones, comportamientos atípicos, patrones y trayectorias ocultas con el objetivo de respaldar los procesos de toma de decisiones con un conocimiento más rico. Los datos pueden estar en el nivel más alto en la evolución de los procesos tecnológicos de análisis de datos (Vallejo Ballesteros et al. 2018).

- **Árboles de decisión:** según Riascos y Molina (2016) los árboles de decisión son una técnica que permite analizar datos secuenciales basados en el uso de resultados y probabilidades asociadas, estos se pueden utilizar para generar sistemas expertos, búsquedas binarias y árboles de juego. Esta técnica tiene grandes ventajas, tales como:

- Permite nuevos casos siempre y cuando no existan modificaciones.

- Facilita la interpretación de la decisión adoptada.
- Genera la comprensión del conocimiento utilizado en la toma de decisiones.
- Reduce el número de las variables independientes.

Los árboles de decisión suelen ser binarios, es decir, tienen dos opciones, pero eso no significa que no puedan existir árboles con tres o más opciones. Los árboles de decisión se utilizan en los sistemas expertos porque son más precisos que un ser humano y pueden diagnosticar algo porque un ser humano podría pasar por alto un detalle sin darse cuenta en lugar de una máquina que atraviesa el sistema. Los expertos con árboles de decisión pueden dar resultados precisos. La desventaja es que se vuelve más lento a medida que analiza toda posibilidad, pero eso a su vez lo hace más preciso que los humanos (Riascos y Molina, 2016).

- **Algoritmo J 48:** El algoritmo J48 es uno de los algoritmos de aprendizaje automático más utilizados para examinar los datos de forma categórica y continua. El algoritmo C4.5 (J48) se usa principalmente entre muchos campos para clasificar datos, por ejemplo, interpretar los datos clínicos para el diagnóstico de enfermedades coronarias, clasificar datos de gobierno electrónico y mucho más (Khanna, 2021).

- **Test de programación:** Este test se diseña fundamentado en el juego llamado "Light-Bot" (Anexo 4), el cual consiste en guiar a un robot hasta la plataforma de color azul y encender la luz, cuya función es determinar los conceptos básicos que tienen los estudiantes sobre programación.

- **Test de creatividad:** Se aplicó un test de creatividad (Anexo 5), el cual se diseñó basándose en los autores Rubenson y Runco (1992), quienes postulan la existencia del potencial creativo en cada individuo, considerándose un subconjunto de la inteligencia. La creatividad es considerada una habilidad que ocurre cuando utilizamos la información almacenada en la memoria y la expresamos en una forma distinta o nueva, dicha habilidad puede desarrollarse o mejorarse (Valiente, 2017, pp. 115).

- **Test de desempeño de Inteligencias Múltiples:** Según la teoría propuesta por Howard Gardner los seres humanos desarrollamos 8 tipos de inteligencias, Inteligencia lingüística, Inteligencia lógico-matemática, Inteligencia espacial, Inteligencia musical, Inteligencia corporal y Kinestésica, Inteligencia intrapersonal, Inteligencia interpersonal y la Inteligencia naturalista. De manera que, antes de implementar la estrategia didáctica se identifican los tipos de inteligencias múltiples (Anexo 3) que predominan en cada uno de los estudiantes del grado sexto, tomando como referencia el test adaptado de Psico-activa (2011).

- **Test de pensamiento crítico (NetLogo):** Es considerado uno de los test fundamentales como instrumentos de investigación en el desarrollo de la estrategia didáctica (Facione, 2013). Según Paul y Elder (2005), el pensamiento crítico es el proceso de analizar y evaluar el pensamiento con el propósito de mejorarlo. Para ello, se elabora este test constituido de 5 preguntas (Anexo 8), el cual se realizó teniendo en cuenta lo observado en la simulación virtual del fenómeno de comunicación química en las hormigas.

- **Test de desempeño de Ciencias Naturales:** En primer lugar, se realizó el

pretest o la prueba diagnóstica del área de las ciencias naturales, para identificar los conocimientos previos que poseen los estudiantes del grado sexto al iniciar el proceso de investigación, el test consta de 10 preguntas generales del área de las Ciencias Naturales (Anexo 6).

- **Test de desempeño de Trabajo en equipo:** Se realizó un test acerca del trabajo en equipo, el cual consta de 30 preguntas (Anexo 7), con el fin de identificar las aptitudes y condiciones óptimas para lograr que los estudiantes desarrollen un buen desempeño en equipo (Cecilia Vargas, 2013).

- **Test de comunicación:** las habilidades comunicativas entre ellas se encuentran el hablar, escuchar, leer y escribir, son habilidades empleadas por toda persona que requiere comunicarse. Por este motivo, se debe tener en cuenta para que el estudiante desarrolle una comunicación eficaz y fluida (Buitrago y Montes 2022). Para ello, se diseña un test conformado por 10 preguntas con respecto a la comunicación diseñado por Hernández (s.f.), adaptado en las tesis de grado de Zepeda (2014) (Anexo 9).

- **Test de resolución de problemas y toma de decisiones:** Este test se toma de 4PAR (2022), con la finalidad de conocer las habilidades de los estudiantes en análisis de problemas y toma de decisiones para lograr los niveles de productividad y competitividad en el trabajo en equipo, por tal motivo se aplica este test de 10 preguntas (Anexo 10), el cual nos permite conocer el nivel de desempeño que tiene los estudiantes en esta competencia.

## **7 ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS**

En el siguiente capítulo se presentan los resultados obtenidos antes y después del desarrollo de la propuesta de investigación, una vez explicados detalladamente, se sistematizan y se analizan los datos obtenidos por medio de un sistema experto en minería de datos para finalmente discutir los hallazgos más relevantes producidos en esta investigación.

### **7.1 Resultados de la base de datos diagnóstico**

A continuación, se presentan los resultados obtenidos en una fase diagnóstico de los cuestionarios del pretest, cuya información se ordena y se agrupa en una sola base de datos (Tabla 7).

**TABLA 7:** Base de datos diagnóstico de habilidades científicas.

<b>N</b>	<b>GENERO</b>	<b>INTELIGENCIAS A MULTIPLES</b>	<b>D_HAB_ PROGRAMACION</b>	<b>D_ CREATIVIDAD</b>	<b>D_DES_ CIENCIAS</b>	<b>D_T_ EQUIPO</b>	<b>D_P_ CRITICO</b>	<b>D_COM</b>	<b>D_RES_ PROBLEMAS</b>
1	M	NAT	B	Bj	B	Bj	Bj	ASERTI VO	Bj
2	M	VIS	Bj	Bj	Bj	B	Bj	PASIVO	Bj
3	M	KIS_COR	Bj	Bj	Bj	A	Bj	PASIVO	A
4	M	LIN	B	Bj	Bj	S	S	PASIVO	B
5	M	INTER	Bj	Bj	Bj	Bj	A	PASIVO	Bj
6	M	INTER	B	Bj	Bj	A	A	ASERTI VO	B
7	F	MUS	Bj	Bj	Bj	S	Bj	ASERTI VO	A
8	M	LIN	B	Bj	A	Bj	Bj	AGRESI VO	Bj
9	M	LIN	B	Bj	Bj	Bj	B	ASERTI VO	Bj
10	M	INTRA	Bj	A	Bj	S	Bj	PASIVO	Bj
11	M	LIN	B	Bj	S	B	Bj	PASIVO	B
12	M	NAT	A	A	B	Bj	B	PASIVO	A
13	F	KIN_COR	Bj	Bj	Bj	A	S	PASIVO	A
14	M	LIN	B	Bj	S	B	S	PASIVO	Bj
15	F	LIN	Bj	Bj	Bj	S	B	AGRESI VO	Bj
16	F	LIN	B	A	Bj	S	Bj	PASIVO	A
17	F	LIN	B	Bj	A	S	B	PASIVO	Bj
18	F	VIS_ESP	A	Bj	Bj	S	A	PASIVO	S
19	M	NAT	B	Bj	Bj	S	Bj	PASIVO	A
20	M	LIN	Bj	Bj	Bj	S	B	AGRESI VO	Bj
21	F	LOG_MAT	A	Bj	B	B	Bj	PASIVO	A

22	F	LIN	A	Bj	Bj	A	B	PASIVO	S
23	F	NAT	B	Bj	Bj	Bj	B	PASIVO	A
24	F	NAT	A	Bj	Bj	B	S	ASERTIVO	B
25	M	INTER	B	Bj	Bj	Bj	Bj	PASIVO	A
26	M	LIN	B	Bj	S	S	S	PASIVO	B
27	F	INTER	A	A	Bj	B	S	ASERTIVO	S
28	F	LOG_MAT	A	Bj	Bj	B	A	PASIVO	B
29	F	MUS	A	Bj	Bj	A	Bj	PASIVO	B
30	M	KIS_COR	Bj	Bj	Bj	B	S	PASIVO	S
31	F	VIS_ESP	B	Bj	Bj	B	Bj	PASIVO	Bj
32	F	KIS_COR	Bj	Bj	Bj	B	S	ASERTIVO	Bj
33	M	LOG_MAT	B	Bj	Bj	S	S	AGRESIVO	S
34	M	NAT	A	Bj	Bj	A	B	PASIVO	S
35	M	LIN	Bj	Bj	Bj	Bj	B	PASIVO	S
36	M	INTRA	Bj	Bj	B	A	Bj	ASERTIVO	Bj
37	M	INTRA	B	Bj	B	B	Bj	PASIVO	B
38	F	NAT	Bj	Bj	B	A	Bj	PASIVO	B
39	F	KIN_COR	A	Bj	Bj	S	Bj	PASIVO	B

Nota: Datos obtenidos del diagnóstico de las habilidades científicas en el siguiente orden inteligencias múltiples, programación, creatividad, desempeño en Ciencias Naturales, trabajo en equipo, pensamiento crítico, comunicación y resolución de problemas. Fuente:

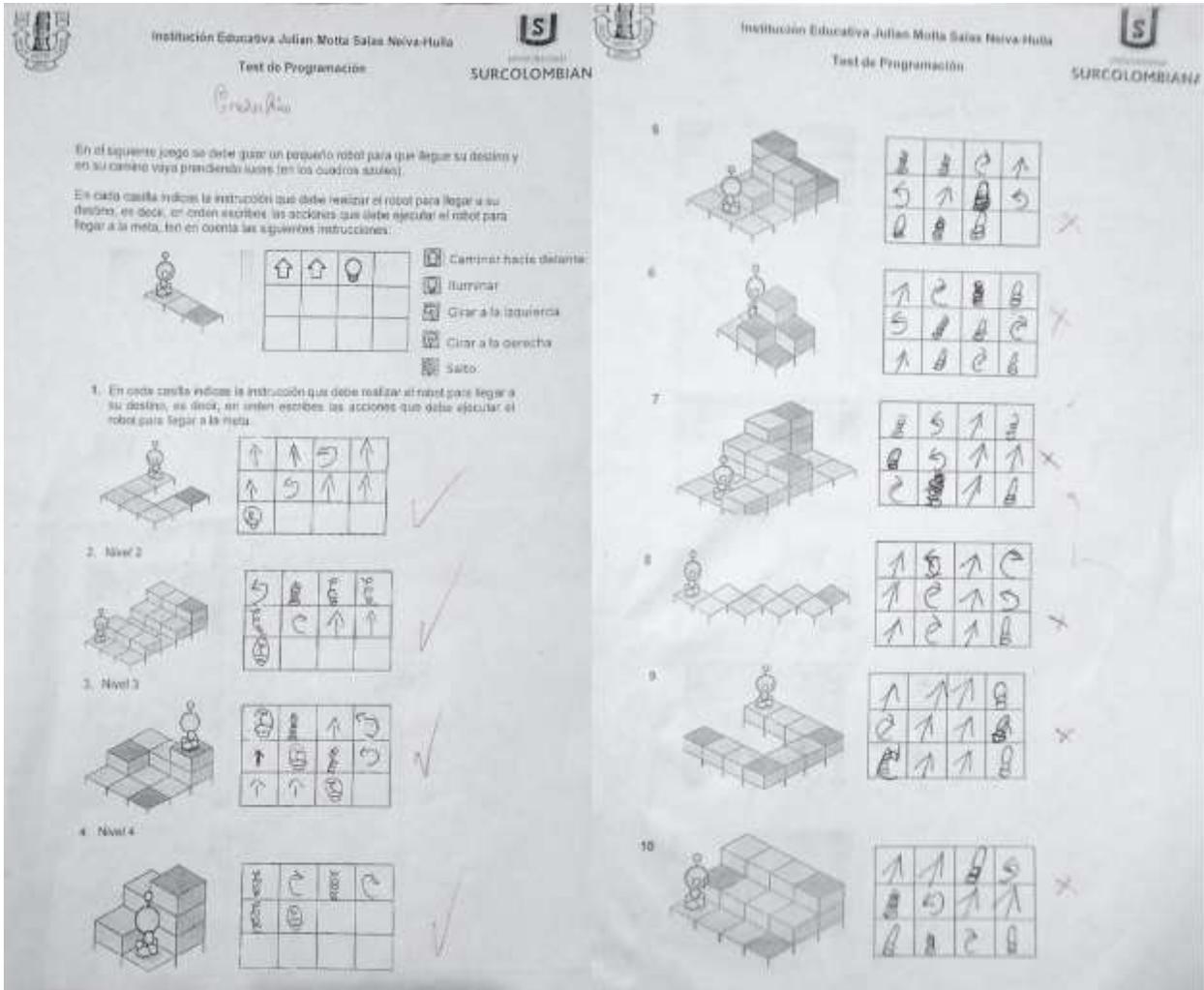
Elaboración propia.

En primer lugar, se determinó el tipo de inteligencia múltiple (lingüística, naturalista, kinestésica-corporal, interpersonal, visual-espacial, lógico-matemático, intrapersonal y musical) que predominaba en cada estudiante del grado 604 por medio de la aplicación de un cuestionario pretest (Anexo 3), conformado por 42 preguntas cerradas las cuales estaban condicionadas a cinco opciones de respuesta (nunca, casi nunca, a veces, siempre, casi siempre); cuyo diseño fue adaptado de Psico activa (2011). Cabe mencionar, que estos resultados se tuvieron en cuenta para el diseño y la estructuración de las actividades que se trabajaron durante la implementación de la estrategia didáctica.

Según los resultados obtenidos en la tabla 7, se analiza que el 31% de los estudiantes se identificaban con un tipo inteligencia lingüística, un 18 % con un tipo de inteligencia naturalista, un 10% con un tipo de inteligencia kinestésica-corporal, un 10% con tipo de inteligencia interpersonal, un 8% con tipo de inteligencia visual-espacial, 8% con un tipo de inteligencia lógico-matemático, un 8% con tipo de inteligencia intrapersonal y un 5% con un tipo de inteligencia musical.



**FIGURA 13:** Respuesta del estudiante ( E30) en el pretest de programación.

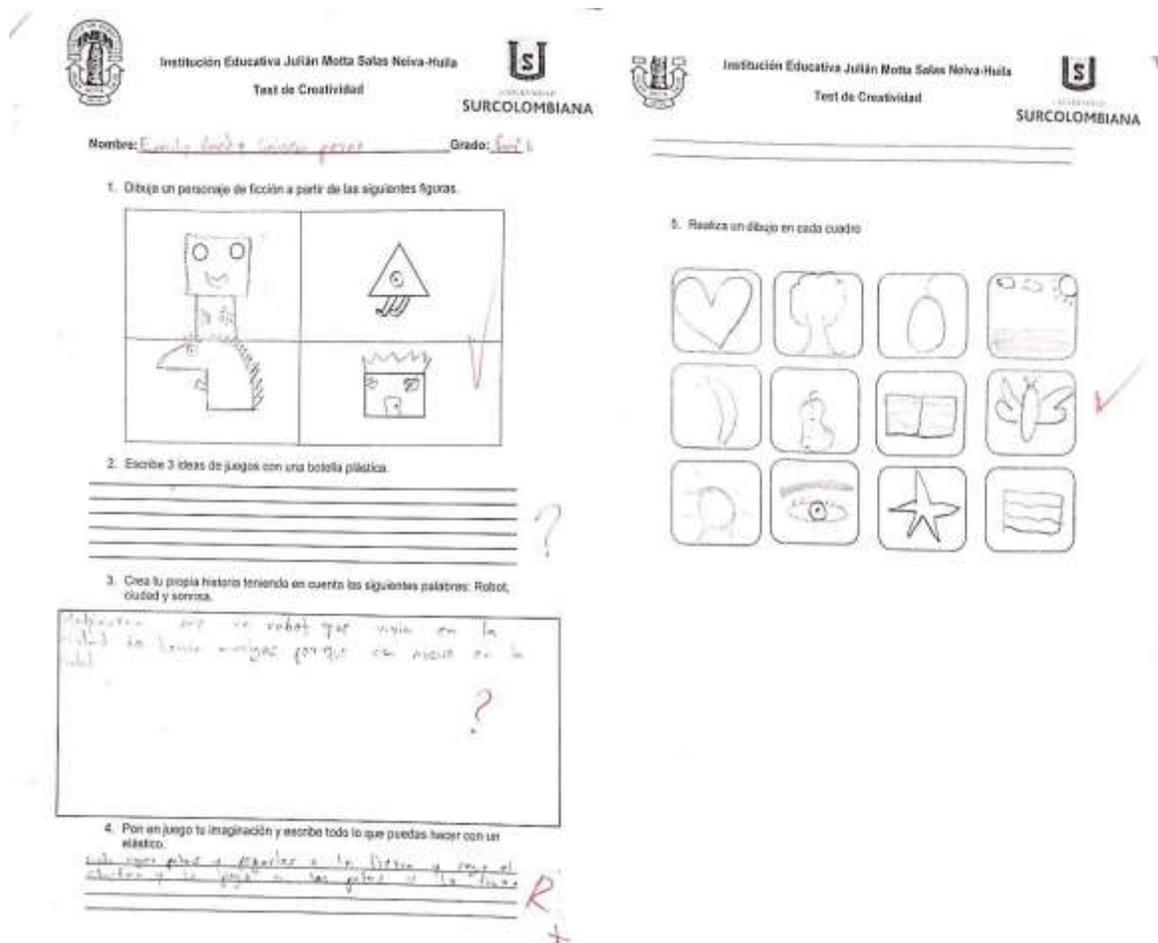


Nota: Fotografía de las respuestas al pretest de programación realizado por el estudiante E30.

Con respecto a la figura 13, se logra visualizar que el estudiante (E30) obtuvo el 40% de las respuestas correctas frente a este cuestionario, de acuerdo con los criterios de evaluación su calificación fue baja. En cambio, a nivel general se puede deducir que una parte considerable presento un desempeño bajo (33%), una mayoría alcanzo un desempeño básico (41%) y algunos de ellos se ubicaron en un desempeño alto (26%) según la tabla 7.

En tercer lugar, se realizó el test de creatividad conformado por 5 preguntas abiertas, cuya estructura se fundamentó en lo planteado por Rubenson y Runco (1992), las cuales fueron evaluadas según la escala de valoración de desempeño bajo, básico, alto y superior. Por lo tanto, se pone de ejemplo el cuestionario de la estudiante (E19).

**FIGURA 14:** Respuesta del estudiante (E19) en el pretest de creatividad.



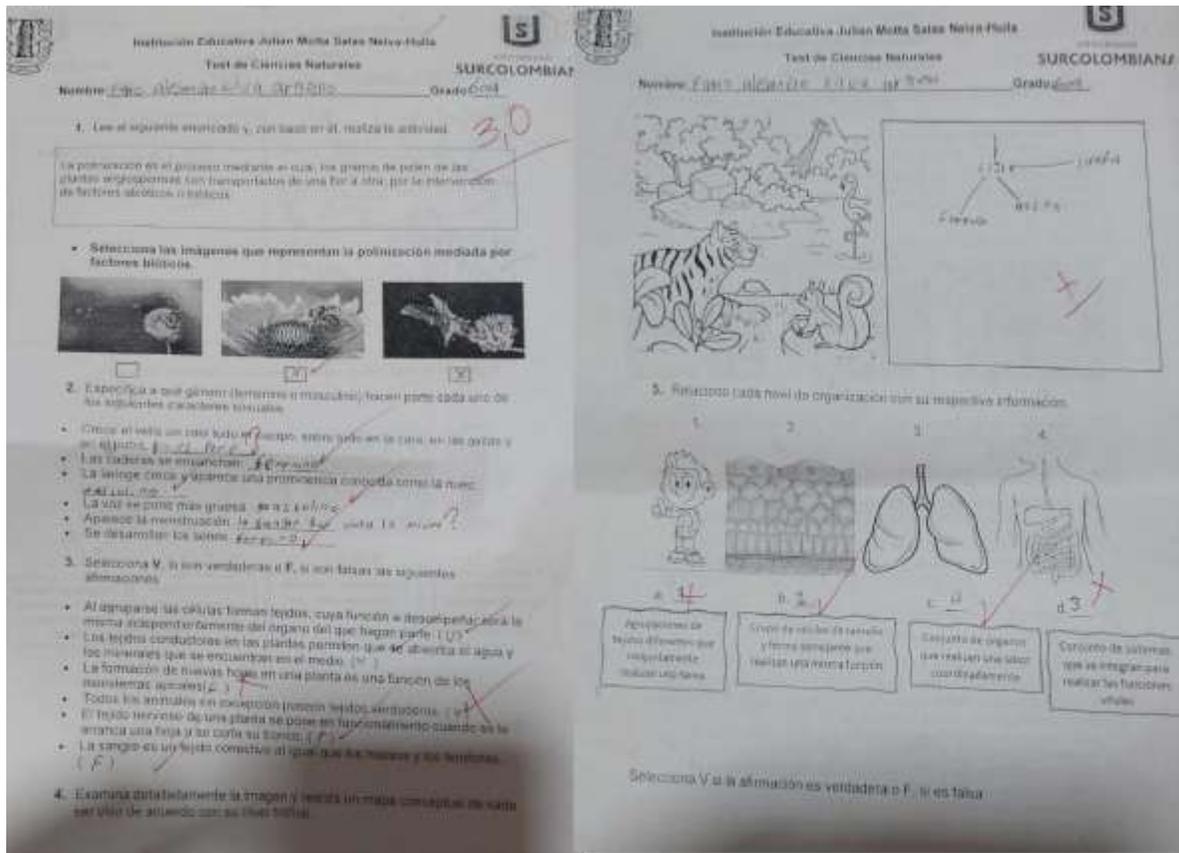
Nota: Fotografía de las respuestas al pretest de creatividad realizado por el estudiante E19.

Con respecto a la figura 14, presentamos las respuestas del estudiante (E19) en el

cuestionario pretest de creatividad, con un desempeño de bajo. En general, se encontró que el 90% de los estudiantes tienen un desempeño bajo y solo un 10% tiene un desempeño alto.

En cuarto lugar, se desarrolló el test de desempeño en Ciencias Naturales (Anexo 6) conformado por 5 preguntas relacionadas al área de las Ciencias Naturales. En los resultados obtenidos se seleccionó el cuestionario del estudiante E35 (Figura 15), que se calificó de acuerdo los criterios de evaluación según los desempeños bajo, básico, alto y superior.

**FIGURA 15:** *Respuesta del estudiante (E35) en el pretest de Ciencias de Naturales.*



Nota: Fotografía de las respuestas al pretest de Ciencias Naturales realizado por el estudiante E19.

En la figura 15, se logra observar las respuestas del estudiante E35, que obtuvo un desempeño bajo. De manera general, se encontró que 72% estudiantes tenían un nivel bajo, el 15% tenían un nivel básico, un 8% presentaban un nivel alto y un 5% tenían un desempeño superior.

En quinto lugar, se realizó la implementación del cuestionario pretest de trabajo en equipo, el cual fue elaborado por Cecilia Vargas Bilbao, compuesto por 30 preguntas, diseñado para detectar las actitudes y condiciones de un buen trabajo en equipo; teniendo en cuenta el puntaje obtenido en cada una de las respuestas del estudiante E23, se evaluará según la escala de desempeño bajo, básico, alto y superior.

**FIGURA 16:** Respuesta del estudiante (E23) en el pretest de Trabajo en Equipo.

Institución Educativa Julián Motta Salas Neiva-Hulla  
**Test de Trabajo en Equipo** SURCOLOMBIANA

Nombre: Cristal Avanzo Mosquera Grado: \_\_\_\_\_

Este test está diseñado con la intención de ayudarle a usted a detectar cuáles son las actitudes y condiciones que debería tener un buen trabajo en equipo, respóndalo en función de lo que usted cree que debe ser. No es necesario mencionar que de la honestidad con que usted tiene esta prueba, dependerá la efectiva evaluación de su capacidad para trabajar en equipo. Solo responda con una "SI" o "No" a las siguientes cuestiones:

Pregunta	SI	No
Debe saber usted quién hará qué y cómo imbrona el trabajo suyo con el de otros.	X	
En todo equipo se requiere que al menos uno de los miembros sea el de las ideas.	X	
Es necesario que uno de los miembros actúe como conciliador, negociador, etc.		X
La planeación del trabajo del equipo debe estar a cargo de todos.		X
La planeación del trabajo del equipo debe estar a cargo de todos.	X	
El pedir cuentas o llamar la atención es contraproducente para el buen funcionamiento.		X
El buen humor es un requisito para la eficacia de un equipo de trabajo.		X
La administración del trabajo debe correr a cargo de todos en el equipo.	X	
Controlar los resultados es responsabilidad de cada miembro.		X
Socializar entre los miembros facilita un buen resultado de trabajo.	X	
El miembro con más conocimientos es quien debe ser el líder del equipo.	X	
Todos deben expresar y defender con firmeza sus puntos de vista aunque difieran.	X	
Un solo miembro con mala actitud puede arruinar el trabajo de todos.	X	
El miembro más tímido y sencillo puede aportar una gran idea.	X	
Es común que en un equipo ocurran las luchas por el poder.	X	
La mayoría suele tener siempre la razón.	X	
Todos buscan aunque sea indirectamente el reconocimiento por su esfuerzo.	X	
Las personas necesitan pertenecer a algo y un equipo de trabajo sacia su necesidad.	X	
La sinergia es una prueba de la eficiencia del equipo de trabajo.	X	
Los objetivos personales deben coincidir con los de la organización.	X	
Todos los miembros deben tener la misma motivación en todo e intensidad.	X	
El establecimiento de límites favorece el desempeño efectivo.	X	
Es normal y hasta beneficioso que surjan conflictos y desavenencias.	X	

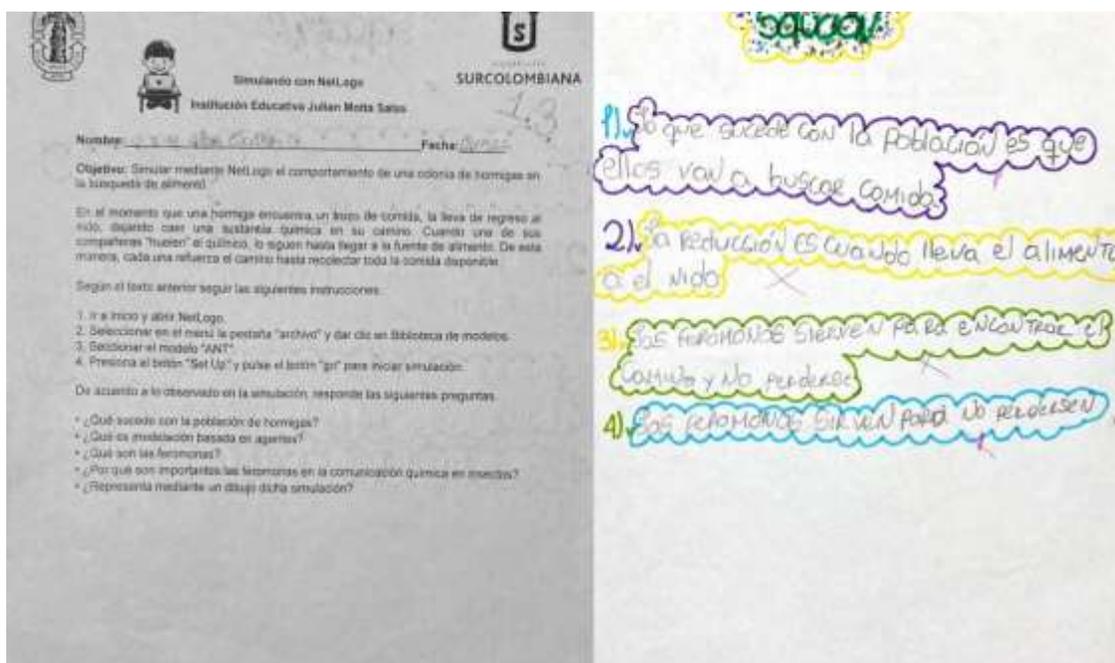
La diplomacia y la política entre los miembros solo entorpecen la dinámica del equipo.		X	
Un buen equipo de trabajo, soporta y se adapta mejor a los cambios.		X	
La comunicación debe restringirse solo a aspectos operativos y técnicos.		X	
El éxito del grupo se afina a medida que van más unidos.		X	
El desarrollo de virtudes y cualidades se dan como resultado de trabajo en equipo.		X	
Los equipos de trabajo no son seleccionados sino formados.		X	
El grado de autonomía de un equipo es el reflejo de su alta desempeño.		X	
La solución de problemas debe estar a cargo del jefe del equipo.		X	

Nota: Fotografía de las respuestas al pretest de trabajo en equipo realizado por el estudiante E23.

De acuerdo con lo observado en la imagen anterior, se logra observar que el estudiante (E23) obtuvo el 20% frente a este cuestionario, lo que permite deducir que de acuerdo con los criterios de evaluación, el estudiante obtiene un desempeño bajo. Es así como se logra analizar que el estudiante percibe que el individualismo es más efectivo y no aparece aceptar el potencial que se puede obtener al trabajar en equipo. A nivel general se encontró que el 28% de los estudiantes tenían un nivel bajo, el 30% tenían un nivel básico, un 20% presentaban un nivel alto y 31% se encontraban en un nivel superior.

En sexto lugar, se emplea el cuestionario de pensamiento crítico constituido por 5 preguntas abiertas relacionadas con la comunicación química en las hormigas, que se realizó después de observar la simulación virtual en NetLogo. A continuación, mostramos uno de los cuestionarios desarrollado por la estudiante E11 (Figura 17).

**FIGURA 17:** *Respuesta del estudiante (E11) en el pretest de pensamiento crítico.*

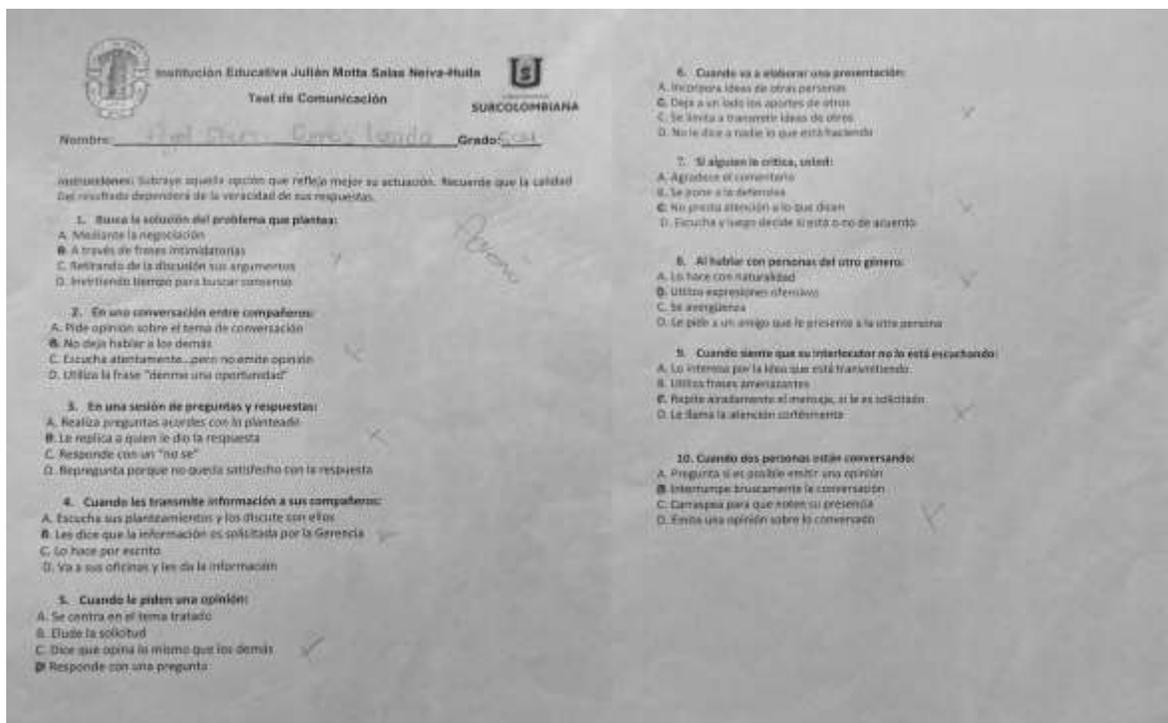


Nota: Fotografía de las respuestas al pretest de pensamiento crítico realizado por el estudiante E11.

En la figura 17, se logra visualizar un cuestionario del estudiante E11, que obtuvo como desempeño un nivel bajo. A nivel general las respuestas de los estudiantes fueron un 44% con un nivel bajo, un 23% con un nivel básico, un 23% con nivel alto y un 10% con un nivel superior.

En el sexto lugar, se llevó a cabo el cuestionario de comunicación, compuesto por 10 preguntas, teniendo en cuenta el puntaje obtenido en cada una de las respuestas, se evaluará según las categorías de evaluación como agresivo, pasivo y asertivo.

**FIGURA 18:** *Respuesta del estudiante ( E8) en el pretest de comunicación.*



Nota: Fotografía de las respuestas al pretest de comunicación realizado por el estudiante E8.

De acuerdo a la figura 18, se logra deducir que el estudiante (E8) obtuvo un tipo de comunicación agresiva según las respuestas del test (Figura 18). De manera general, se encontró que el 69 % de los estudiantes tenían un tipo de comunicación pasiva, un 23% cuentan con una comunicación asertiva y un 8% con una comunicación agresiva.

Por ultimo lugar, se aplicó el cuestionario pretest de resolución de problemas y toma de

decisiones, compuesto por 10 preguntas, adaptado por 4PAR, con el cual nos permite identificar las habilidades en el análisis de problemas y toma de decisiones de los estudiantes para lograr los niveles de productividad y competitividad que el equipo de trabajo necesita.

**FIGURA 19:** *Respuesta del estudiante ( E31) en el pretest de resolución de problemas y toma de decisiones.*

Institución Educativa Julián María Soto Nariño-Florida  
 Test de Resolución de problemas SUBCOLOMBIANA  
 Nombre: Diana Carolina Ruzo B Grado: Cuarto  
 Este test está diseñado con la intención de medir su nivel de competencias competencias sobre afirmaciones según sea el caso.

1. Revisas, acuerdo con el equipo de trabajo, y documentas la prioridad de las situaciones por resolver.
  - a. Nunca
  - b. Algunas veces
  - c. Casi siempre
  - d. Siempre
2. Defino el proceso para resolver la situación más prioritaria:
  - a. Yo solo, en cualquier a nada
  - b. En ocasiones muy especiales involucro a mi equipo de trabajo
  - c. Casi siempre junto con el equipo de trabajo
  - d. En ocasiones con mi equipo de trabajo, sin excepción
3. Antes de seguir la solución de un problema, lo describo claramente y lo documento con información comprobable:
  - a. Nunca
  - b. Algunas ocasiones
  - c. Casi siempre
  - d. Siempre
4. Busco las posibles causas de un problema antes de describirlo:
  - a. Siempre
  - b. Casi siempre
  - c. Algunas veces
  - d. Nunca
5. Cuando soluciono un problema:
  - a. No considero solamente el subproducto, no presto atención a las acciones para obtener los efectos y corregir su causa
  - b. Algunas veces documento las acciones para controlar sus efectos y corregir su causa
  - c. Casi siempre documento las acciones para controlar sus efectos y corregir su causa
  - d. Siempre identifico y documento las acciones de control y la acción correctiva
6. Cuando tomo una decisión:
  - a. Nunca pienso en lo que quiero lograr ni me preocupo de lo que va a modificarse con la misma
  - b. Algunas ocasiones tomo en cuenta lo que quiero lograr y a veces me preocupa lo que va a modificarse con la misma
  - c. Casi siempre considero lo que quiero lograr y generalmente me preocupa lo que va a modificarse con la misma
  - d. Siempre sé lo que quiero lograr y me preocupa lo que va a modificarse con la misma
7. Cuando tomo una decisión considero las condiciones subjetivas que debo satisfacer y las restricciones que enfrento:
  - a. Nunca
  - b. Algunas veces
  - c. Casi siempre
  - d. Siempre
8. Cuando tomo una decisión:
  - a. Nunca pienso en los riesgos
  - b. En casos especiales considero los riesgos
  - c. Pienso en los riesgos la mayoría de las veces
  - d. Siempre pienso en los riesgos para elegir la alternativa mejor balanceada entre beneficios y riesgos
9. Cuando hago planes importantes, aplico acciones preventivas y establezco un plan de contingencia:
  - a. Nunca hago planes
  - b. Solo en las escasas ocasiones que hago planes
  - c. Casi siempre, excepto cuando considero que no es necesario
  - d. Siempre
10. Documentando y aplico las mejores prácticas en beneficio de la organización:
  - a. No, me costo mucho trabajo personal y no es justo que quienes no trabajaron en ello se beneficien
  - b. Algunas veces, dependiendo del caso
  - c. Casi siempre, a menos que lo olvidé
  - d. En todas las ocasiones

3/10 = 30%

Nota: Fotografía de las respuestas al pretest de resolución de problemas de realizado por el estudiante E31.

Según la figura 19, se observa el cuestionario pretest puesto como ejemplo de la estudiante E31, que obtuvo un desempeño bajo. De manera general, analizamos que el 33% de los estudiantes presentaban un desempeño bajo, el 26% tenían un desempeño básico, el 23% tienen

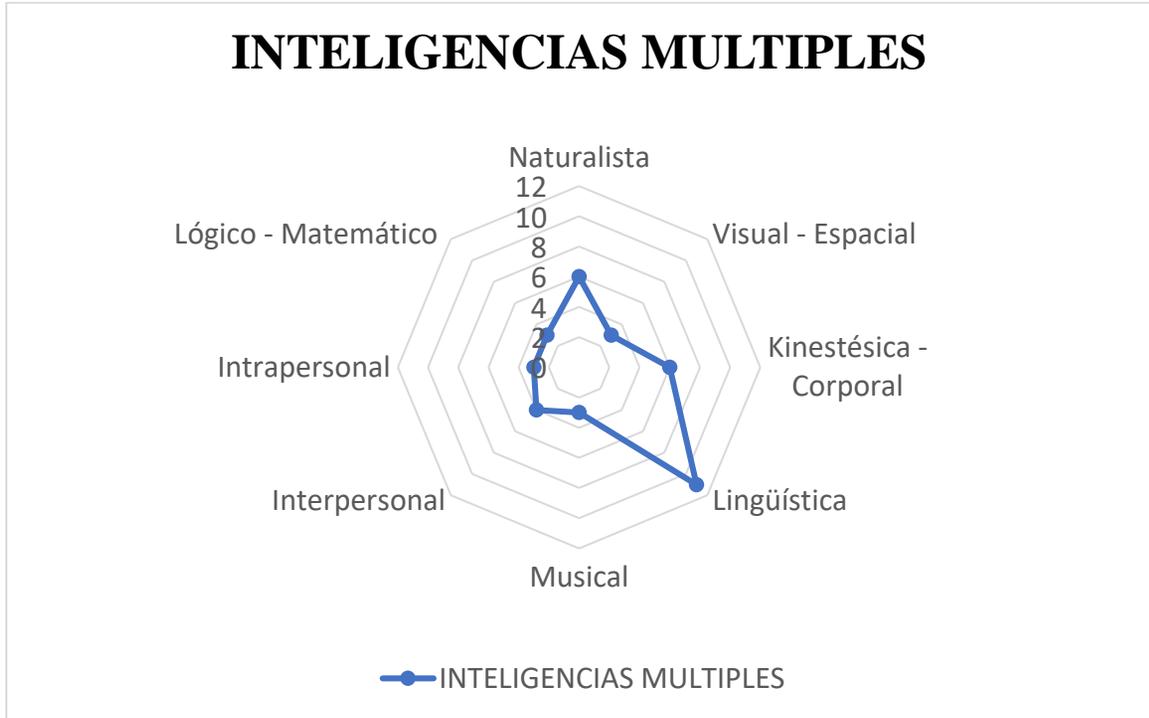
un desempeño alto y un 18% tenían un desempeño superior.

## **7.2 Análisis de la base de datos diagnóstico**

De acuerdo con los resultados obtenidos por medio de la implementación de los pretest, se logra observar que del total de 39 estudiantes, 11 de ellos (25%) tienen un tipo de inteligencia lingüística, entre los cuales 6 de los estudiantes poseen un tipo de inteligencia naturalista (15%), y el restante constituido por los 22 de estudiantes (58%) se caracterizan por tener un tipo de inteligencia kinestésica corporal, inteligencia interpersonal, inteligencia intrapersonal, inteligencia lógico matemática, inteligencia visual espacial e inteligencia musical (Figura 20).

a) Tipos de inteligencias Múltiples

**FIGURA 20:** *Tipos de Inteligencias Múltiples de los estudiantes de 604.*

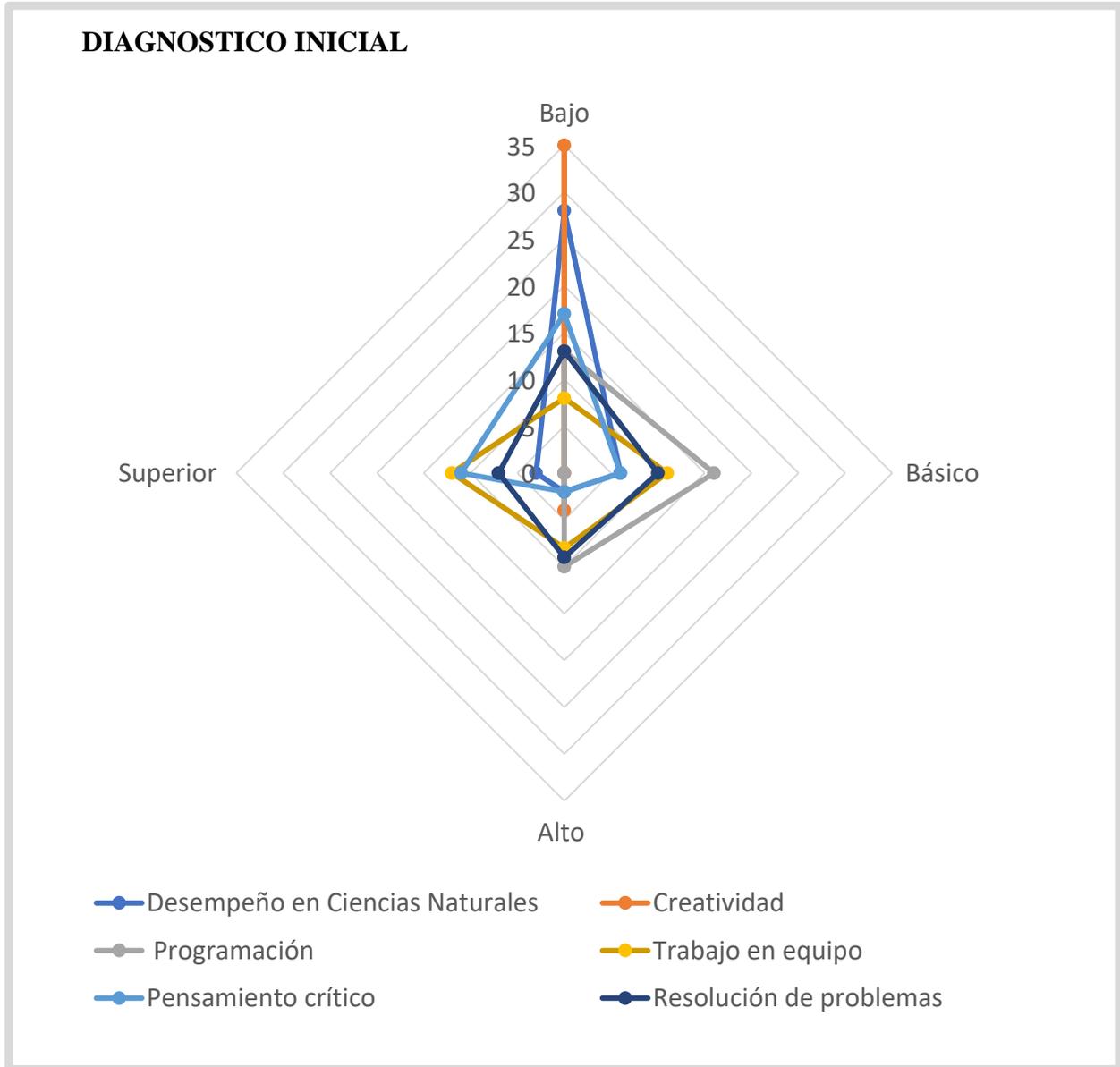


Nota: Fuente: elaboración propia

En cuanto a las habilidades científicas que se identificaron en los estudiantes del grado 604, los resultados obtenidos se representaron en una sola gráfica (Figura 20), cuyas variables compartían un mismo criterio de evaluación.

## b. Habilidades científicas

**FIGURA 21:** *Habilidades científicas en estudiantes del grado 604.*



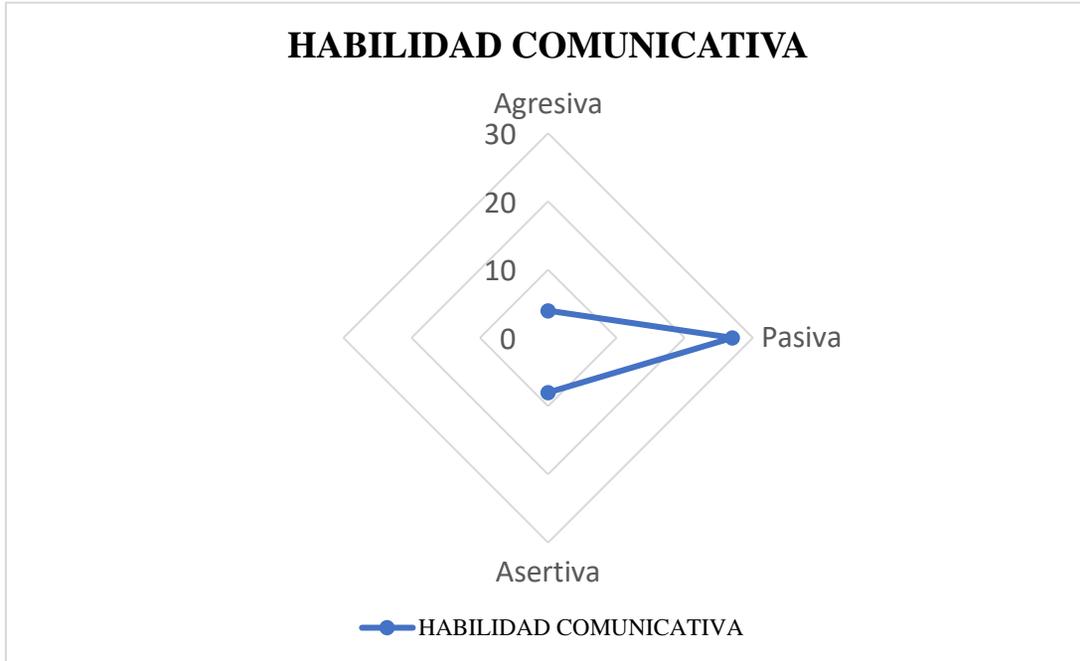
NOTA: Los resultados de las habilidades científicas agrupadas se encuentran en el siguiente orden desempeño en Ciencias Naturales, creatividad, programación, trabajo en equipo, pensamiento crítico y resolución de problemas. Fuente: Elaboración propia.

En relación con la figura 21, los datos obtenidos nos muestran que más de la mitad de los estudiantes (71%) se encuentran en un desempeño bajo en el área de las Ciencias Naturales, al igual que en la creatividad, un porcentaje mayor (90%) de estudiantes presentan un índice bajo en habilidad creativa y se solamente una minoría (10%) se encuentran en un desempeño alto. Del mismo modo, en la habilidad de programación se logra visualizar que la mayoría de los estudiantes están una categoría básica (41%) y baja (33%), no obstante, se rescata que algunos de ellos obtuvieron un desempeño alto (25%). Por último, se deduce que los estudiantes tienen un buen trabajo en equipo ya que la mayoría tienen un desempeño entre los criterios de evaluación de básico, alto y superior, a diferencia que el pensamiento crítico que más del 58% de estudiantes están en un desempeño básico y bajo. En el caso de la resolución de problemas, se observa que un poco más de la mitad (58%) de estudiantes presentan un desempeño bajo.

A continuación, se definen los estilos de comunicación que poseen los estudiantes de acuerdo con las siguientes categorías asertivo, pasivo y agresivo.

### c. Tipos de comunicación

**FIGURA 22:** *Estilos de comunicación en estudiantes del grado 604.*



NOTA: Estilos de comunicación que poseen los estudiantes de acuerdo a las categorías clasificadas en asertivo, pasivo y agresivo. Fuente: Elaboración propia.

Con respecto a los estilos de comunicación que se obtuvieron del grupo de los 39 estudiantes de 604, reflejan que 27 de los estudiantes (70%) tienen un tipo de comunicación pasiva, entre los cuales 8 de ellos (20%) presentan un tipo de comunicación asertiva y el restante (10%) poseen una comunicación agresiva.

#### **7.2.1 Análisis de Resultados de la Fase de Diagnóstico en WEKA**

En primer lugar, se estructuró una base de datos que consolida la caracterización de las habilidades científicas y cognitivas de treinta y nueve (39) estudiantes del grado 604 del colegio

INEM Julián Motta Salas de la ciudad de Neiva, matriculados para la vigencia 2022, (Ver Anexo 1)

### ***Diagnóstico del desempeño en Ciencias Naturales.***

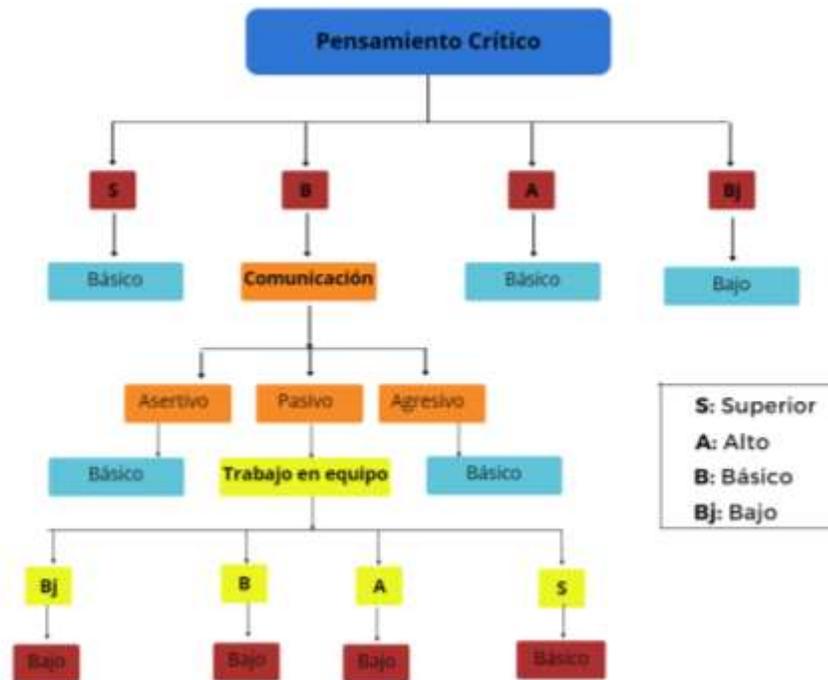
Los resultados obtenidos de la fase diagnóstico fueron los siguientes tres arboles de decisión, con tres variables de salida (desempeño en Ciencias Naturales, creatividad y pensamiento crítico).

En el siguiente árbol de decisión (Figura 23), se consideraron como variables de entrada:

- Inteligencias Múltiples (IM), género (GÉNERO), habilidad de programación (D\_HAB\_PROGRAMACIÓN), creatividad (D\_CREATIVIDAD), trabajo en equipo (D\_T\_EQUIPO), desarrollo del pensamiento crítico (D\_P\_CRÍTICO), habilidad comunicativa (D\_COM), resolución de problemas (D\_RES\_PROBLEMAS); y como variable de salida: el desempeño en Ciencias Naturales (D\_CIENCIAS).

Por consiguiente, se obtuvo el siguiente resultado:

**FIGURA 23:** *Árbol de decisión del resultado de la fase de diagnóstico de la variable de salida: Desempeño en Ciencias naturales. Confiabilidad: 84.6154%. Algoritmo: J48 (Entropía de Shannon).*



NOTA: Árbol de decisión del resultado de la fase de diagnóstico de la variable de salida: Desempeño en Ciencias naturales. Fuente: Elaboración propia

Según la figura 23, para la población de estudio, los factores determinantes en el desempeño en Ciencias Naturales es **el desarrollo del pensamiento crítico, la habilidad comunicativa, y el trabajo en equipo**, ya que:

- Si el pensamiento crítico es superior y alto, entonces el desempeño en Ciencias Naturales es básico.
- Si el pensamiento crítico es bajo, entonces el desempeño en Ciencias Naturales es bajo.
- Si el pensamiento crítico es básico, entonces el desempeño en Ciencias Naturales

depende de la habilidad comunicativa.

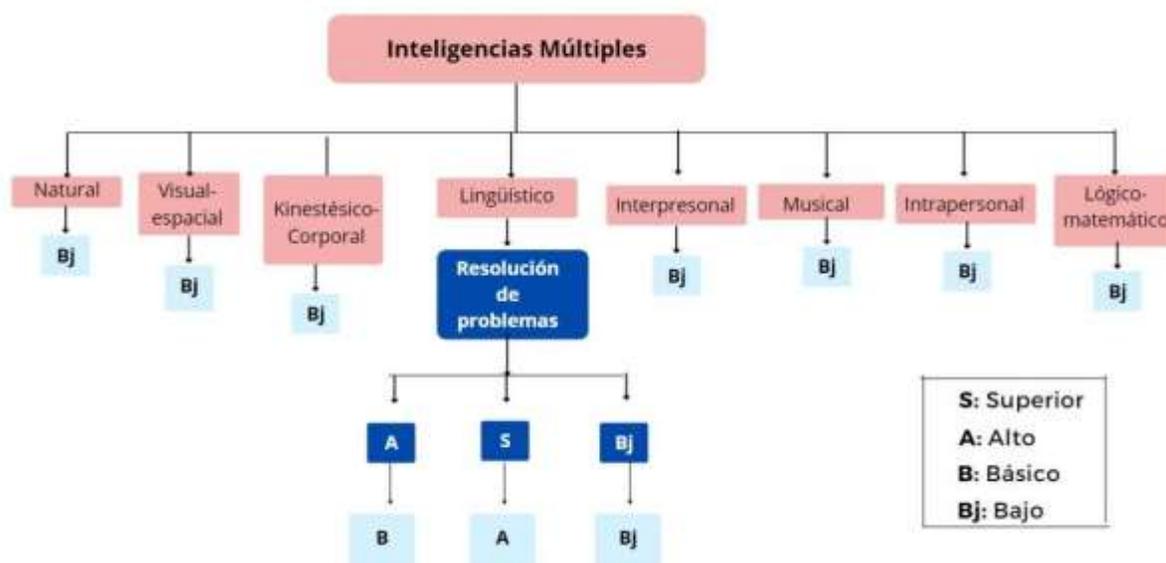
- Si el pensamiento crítico es básico y la habilidad de la comunicación es asertiva y agresiva, entonces, el desempeño en Ciencias Naturales es básico.
- Si el pensamiento crítico es básico y la habilidad de comunicación es pasiva, entonces, el desempeño en Ciencias Naturales depende del trabajo en equipo.
- Si el pensamiento crítico es básico, la habilidad de comunicación es pasiva y el trabajo en equipo es bajo, o básico, o alto, entonces, el desempeño en Ciencias Naturales es bajo.
- Si el pensamiento crítico es básico, la habilidad de comunicación es pasiva y el trabajo en equipo es superior, entonces, el desempeño en Ciencias Naturales es básico.

### ***Diagnóstico del Desempeño en Creatividad.***

En el siguiente árbol de decisión (Figura 24), se consideran como variables de entrada: Inteligencias Múltiples (IM), género (GÉNERO), habilidad de programación (D\_HAB\_PROGRAMACION), trabajo en equipo (D\_T\_EQUIPO), desarrollo del pensamiento crítico (D\_P\_CRITICO), habilidad comunicativa (D\_COM), resolución de problemas (D\_RES\_PROBLEMAS); y el .desempeño en Ciencias Naturales (D\_CIENCIAS) y como variable de salida: la creatividad (D\_CREATIVIDAD).

De acuerdo con lo anterior, se obtuvo el siguiente resultado:

**FIGURA 24:** *Árbol de decisión del resultado de la fase de diagnóstico de la variable de salida: Creatividad. Confiabilidad: 89.7436%. Algoritmo: J48 (Entropía de Shannon).*



NOTA: Árbol de decisión del resultado de la fase de diagnóstico de la variable de salida: Creatividad. Fuente: Elaboración propia

Según la figura 24, para la población de estudio, los factores determinantes en la creatividad, es el tipo de inteligencia múltiple (lingüística) y la resolución de problemas.

- Si el tipo de inteligencia múltiple es natural, visual, kinestésica - corporal, interpersonal, musical, intrapersonal, visual - espacial y lógico - matemático, entonces, el nivel de creatividad es bajo.
- Si el tipo de inteligencia múltiple es lingüística, entonces, el nivel de creatividad depende de la resolución de problemas.
- Si el tipo de inteligencia múltiple es Lingüística y la resolución de problemas es

baja, entonces, el nivel de creatividad es bajo.

- Si el tipo de inteligencia múltiple es Lingüística y la resolución de problemas es alta, entonces el nivel de creatividad es básico.

- Si el tipo de inteligencia múltiple es lingüística y la resolución de problemas es alta, entonces, el nivel de creatividad es alto.

### ***Resultado del Diagnóstico del Pensamiento Crítico.***

En el siguiente árbol de decisión (Figura 25), se consideraron como variables de entrada:

Inteligencias Múltiples (IM), Género (GÉNERO), Habilidad de programación (D\_HAB\_PROGRAMACIÓN), La creatividad (D\_CREATIVIDAD), Trabajo en equipo (D\_T\_EQUIPO), Habilidad comunicativa (D\_COM), Resolución de problemas (D\_RES\_PROBLEMAS), desempeño en Ciencias Naturales (D\_CIENCIAS) y como variable de salida: El desarrollo del pensamiento crítico (D\_P\_CRÍTICO).

**FIGURA 25:** *Árbol de decisión del resultado de la fase de diagnóstico de la variable de salida: desarrollo el pensamiento crítico. Confiabilidad: 74.359%. Algoritmo: J48 (Entropía de Shannon).*



NOTA: Árbol de decisión del resultado de la fase de diagnóstico de la variable de salida: desarrollo el pensamiento crítico. Fuente: Elaboración propia

Según la figura 25, para la población de estudio, el factor determinante en el desarrollo del pensamiento crítico es **la resolución de problemas y el trabajo en equipo**.

- Si la resolución de problemas es baja, entonces, el desarrollo del pensamiento crítico es bajo.
- Si la resolución de problemas es alta, entonces, el desarrollo del pensamiento crítico es básico.
- Si la resolución de problemas es superior, entonces, el desarrollo del pensamiento

crítico depende del trabajo en equipo.

- Si la resolución de problemas es superior y el trabajo en equipo es bajo, entonces, el desarrollo del pensamiento crítico es básico.

- Si la resolución de problemas es superior y el trabajo en equipo es básico, o alto, o superior, entonces, el desarrollo del pensamiento crítico es alto.

### **7.3 Resultado de la estructuración de la estrategia didáctica**

En este apartado, se tuvo en cuenta los factores determinantes de la fase diagnóstico para elaborar la estrategia didáctica.

#### ***7.3.1 Resultados del Diseño de la Estrategia***

Para el diseño de la estrategia didáctica se tuvieron en cuenta los principales resultados de la caracterización en la fase de diagnóstico tales como:

- El desarrollo del pensamiento crítico
- La habilidad comunicativa
- El trabajo en equipo
- La inteligencia múltiple lingüística
- La resolución de problemas
- La creatividad
- La programación

La propuesta de investigación diseña y desarrolla una estrategia didáctica para la enseñanza

de la biología computacional, enfocada en la comunicación en animales. Dicha estrategia, está fundamentada en la modelación basada en agentes, la cual busca fortalecer las habilidades científicas tales como: la creatividad, la resolución de problemas, el desarrollo del pensamiento crítico, la programación, el trabajo en equipo y las inteligencias múltiples. La siguiente propuesta se lleva a cabo durante siete (8) sesiones con los estudiantes del grado sexto de la Institución Educativa INEM Julián Motta Salas de la ciudad de Neiva.

A continuación, se sintetizan en un collage de fotos las presentaciones del módulo de biología computacional:

**FIGURA 26:** Versión PPT de la estrategia didáctica SimAnts.



NOTA: Fuente: Elaboración propia

7.3.1.1 Guías de aprendizaje en *Biología Computacional* (Anexo 2)

**TABLA 8:** *Guía de Estrategia Didáctica Sim Ants. Fuente: elaboración propia.*

<b>SESIONES</b>	<b>Objetivo de la Sesión</b>	<b>Saber Curricular</b>	<b>Recurso Tecnológico</b>	<b>Habilidad Científica</b>	<b>Inteligencia Múltiple</b>
<b>1. Introducción a la Biología Computacional.</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Reconocer el significado de la Biología Computacional en las Ciencias Naturales.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Concepto de biología computacional.</li> <li>•Importancia de la biología computacional.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Video beam.</li> <li>•Portátil.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Comunicativa</li> <li>•Pensamiento crítico.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Lingüística</li> <li>•Intrapersonal.</li> <li>•Visual-espacial.</li> </ul>
<b>2. Caracterización de habilidades de investigación.</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Identificar las habilidades científicas de los estudiantes del grado 604.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Tipos de habilidades científicas.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Video beam.</li> <li>•Portátil.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Comunicativa</li> <li>•Pensamiento crítico.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Lingüística</li> <li>•Intrapersonal.</li> <li>•Visual-espacial.</li> <li>•Intrapersonal.</li> </ul>
<b>2. Introducción al concepto comunicación en animales.</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Comprender el concepto de comunicación en animales.</li> <li>•Jugar al videojuego “Simants” en Scratch.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Concepto de comunicación en animales.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Video beam.</li> <li>•Portátil.</li> <li>•Parlantes.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Programación.</li> <li>•Comunicativa.</li> <li>•Pensamiento crítico.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Intrapersonal</li> <li>•Lógico-matemática-</li> <li>•Visual-espacial.</li> <li>•Kinestésica-corporal.</li> </ul>
<b>3. Tipos de comunicación</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Reconocer los diferentes tipos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Tipos de comunicación.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Video beam.</li> <li>•Parlantes.</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>•Musical</li> <li>•Visual-espacial.</li> </ul>

<b>auditiva y visual.</b>	de comunicación en animales. •Diferenciar los tipos de comunicación en animales. •Explicar los tipos de comunicación mediante diferentes ejemplos de la vida real.	•Comunicación Auditiva. •Comunicación Visual.	•Portátil.	•Comunicativa. •Pensamiento crítico.	•Kinestésica-corporal. •Lingüística •Intrapersonal •Natural.
<b>4. Tipos de comunicación táctil y química.</b>	•Reconocer los diferentes tipos de comunicación en animales. •Diferenciar los tipos de comunicación en animales. •Explicar los tipos de comunicación mediante diferentes ejemplos de la vida real.	Tipos de comunicación. •Comunicación Táctil. •Comunicación Química.	•Video beam. •Parlantes •Portátil.	•Comunicativa. •Pensamiento crítico.	•Visual-espacial. •Kinestésica-corporal. •Lingüística •Intrapersonal
<b>5. NetLogo.</b>	•Simular	•Comunicación	•Video beam.	•Pensamiento	•Lingüística

	mediante un modelo computarizado el proceso de comunicación química en una colonia de hormigas.	Química. •Modelación Basada en Agentes.	•Parlantes •Portátil.	crítico. •Resolución de problemas. •Programación. •Comunicativa. •Creatividad.	•Interpersonal •Visual-espacial. •Lógico-matemática.
<b>6 y 7. Exposiciones de los tipos de comunicación.</b>	•Domina y explica muy bien los tipos de comunicación en animales mediante ejemplos de la vida real.	•Tipos de comunicación.	•Video beam. •Parlantes •Portátil.	•Trabajo en equipo. •Creatividad. •Comunicativa. •Pensamiento crítico.	•Interpersonal •Kinestésica-corporal. •Visual-espacial. •Lingüística

NOTA: Fuente: Elaboración propia

En la estrategia pedagógica fortalece las habilidades científicas promoviendo procesos de aprendizaje caracterizados por:

- **Aprendizaje por Simulaciones**

Los simuladores son herramientas digitales de apoyo para la enseñanza de las diferentes disciplinas del saber, su uso facilita la formación académica, promoviendo el conocimiento analítico y práctico, igualmente contribuye al desarrollo de destrezas y habilidades en la incorporación de la tecnología. (Ortega, 2021, pp.100). Según Cabero y Costas (2016) explica que los simuladores permiten crear escenarios de la vida real de manera computarizada, haciendo uso de un software y hardware, que permite que el usuario lo manipule con sus propios parámetros con la finalidad de estudiarlos. Este tipo de aprendizaje mejora la creatividad, el pensamiento crítico y la capacidad para resolver problemas gracias al pensamiento computacional (Díaz, 2020, pp.1).

- **Aprendizaje Experiencial**

Aprendizaje experiencial se trata básicamente de aprender a través de la experiencia cotidiana, en otras palabras, aprender haciendo. Según Kolb (2005), el aprendizaje experiencial no está patrocinado por ninguna institución educativa formal sino por las mismas personas. Cabe resaltar, que este tipo de aprendizaje permite que los estudiantes construyan su propio conocimiento a partir de un proceso de reflexión constante y dar significado a lo vivido (Pawelek, 2013).

- **Aprendizaje Autónomo**

Es un proceso donde el estudiante autorregula su aprendizaje y toma conciencia de sus propios procesos cognitivos y socioafectivos, es decir, él es responsable de su propio aprendizaje (Bernardo, 2011, pp.1). En este caso, los estudiantes son independientes, capaces de tomar sus propias decisiones para adaptar sus comportamientos para un aprendizaje efectivo. Se considera importante ya que no aprende por obligación sino porque quiere y lo necesita para alcanzar sus metas propuestas (Villavicencio, 2004).

- **Aprendizaje Cooperativo**

La cooperación consiste en trabajar en equipo con la finalidad de alcanzar juntos un mismo objetivo. En un grupo cooperativo cada miembro juega un papel importante ya que del esfuerzo de cada uno de ellos dependerá el rendimiento del grupo y así mismo su calificación (Johnson, 1999). Este tipo de aprendizaje es muy reconocido porque promueve las relaciones interpersonales, el buen desempeño académico, el desarrollo de habilidades y destrezas, estimula la motivación y fortalece el trabajo colaborativo (López y Castillo, 2011).

- **Aprendizaje Virtual**

El aprendizaje virtual promueve la autonomía, ya que el estudiante sigue su propio proceso de aprendizaje y evalúa la evolución de su conocimiento. La enseñanza - aprendizaje virtual mediante las TICs, permite que el estudiante pueda organizar su propio horario y acceder en

cualquier momento al aula virtual, teniendo la posibilidad de elegir sus actividades obligatorias y optativas e itinerarios que se adapten a su demanda (Vera, 2004).

### ***7.3.1.2 Diseño y Desarrollo de un videojuego “SimAnts” como Contextualización o Paisaje de Aprendizaje.***

Durante esta sesión, se explica de forma detallada todos los aspectos a tener en cuenta para el diseño de un videojuego en Scratch, empezando en la selección o creación del personaje, seguidamente de los escenarios o contextos donde se irá a desarrollar, y finalmente la programación que le dio funcionalidad al videojuego (Figura 27).

**FIGURA 27:** *Estructura del videojuego*



NOTA: Fuente: Elaboración propia

El siguiente videojuego se denominó “SimAnts”, el cual significa por sus siglas en inglés “simulation in ants”, que traducido al español se define como simulación en hormigas; cuyo

objetivo principal es estimular y desarrollar en los estudiantes actitudes y aptitudes favorables frente al aprendizaje de la Biología.

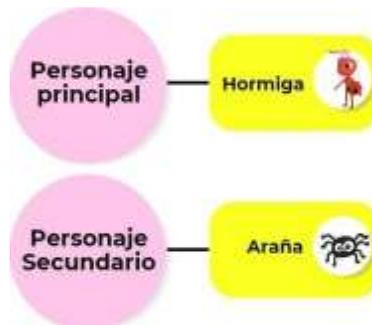
A continuación, se mencionan algunas características generales del videojuego:

- Scratch es una plataforma gratuita, que se encuentra disponible en la web, dado el caso que no tenga conexión a internet puede descargarlo e instalarlo en cualquier sistema operativo Windows, Linux y Mac.
- El Entorno del juego es de 2D.
- Su género es Educativo.
- El Modo de juego es monousuario.

### **Personajes del videojuego**

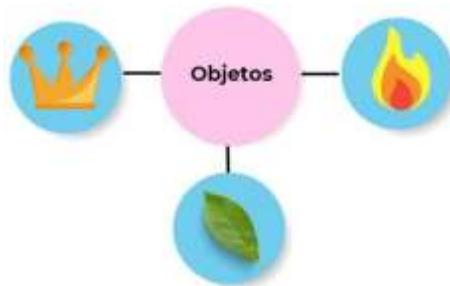
De acuerdo con los objetivos establecidos y los contenidos apropiados de la temática, se procede a seleccionar los personajes o elementos que estarían implicados en la narrativa del juego. En este caso, los personajes (Figura 28) y los objetos (Figura 29) que se necesitaron para recrear los diferentes escenarios fueron las hormigas, arañas, fuego, hojas y una corona.

**FIGURA 28:** *Personajes del Videojuego.*



Nota: Fuente: Elaboración propia.

**FIGURA 29:** *Objetos del Videojuego.*

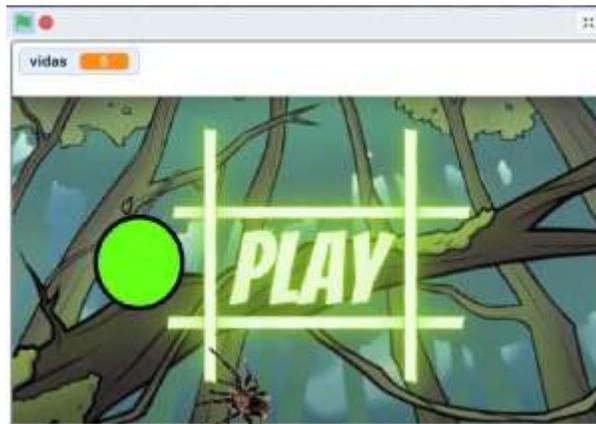


Nota: Fuente: Elaboración propia.

### **Contexto del videojuego**

Una vez definida la misión, se elaboran los diferentes niveles o escenarios que se llevará a cabo dicha misión. Durante el primer nivel, el personaje principal recibe información sobre la misión que debe cumplir (Figura 31), posteriormente siguen los niveles 1 (Figura 32) y 2 (Figura 33); en donde el personaje debe pasar una serie de desafíos para obtener su alimento. Por último, llega a su destino final “GAME OVER” cumpliendo su misión (Figura 34).

**FIGURA 30:** *Menú principal.*



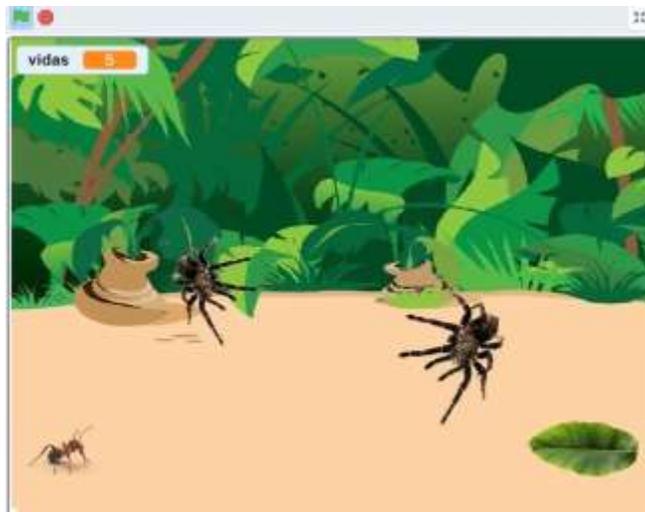
Nota: Fuente: Elaboración propia.

**FIGURA 31:** *Mensaje de la misión.*



Nota: Fuente: Elaboración propia.

**FIGURA 32:** *Primer nivel*



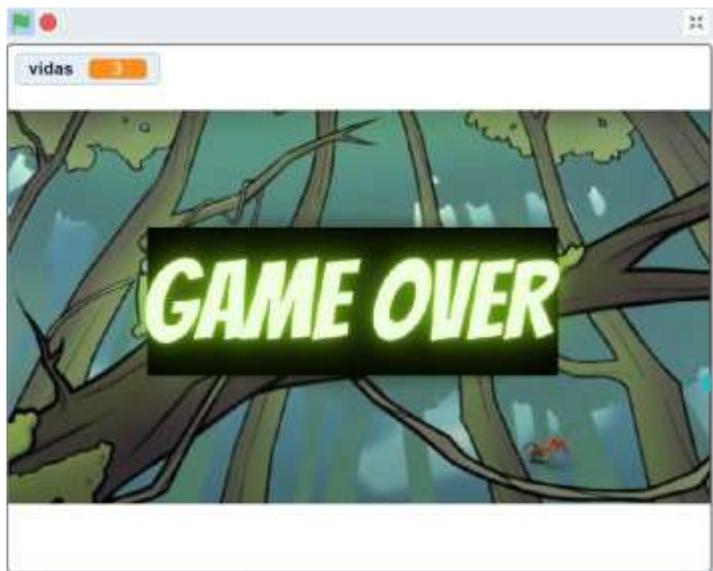
Nota: Fuente: Elaboración propia.

**FIGURA 33:** *Segundo nivel*



Nota: Fuente: Elaboración propia

**FIGURA 34:** *Misión cumplida*



Nota: Fuente: Elaboración propia

## Programación

Scratch es un software con un lenguaje de programación simple y de código abierto que permite a los jóvenes crear historias digitales, juegos y animaciones. Además, dispone de un entorno colaborativo que permite compartir proyectos, scripts y personajes en la web. En este sentido, el lenguaje de programación de Scratch está basado en bloques que pueden ser de movimiento, apariencia, sonido, eventos, control, sensores, operadores, variables y mis bloques tal y como lo ilustra la figura 35; estos bloques se pueden arrastrar hasta la interfaz para ejecutar instrucciones en los objetos o personajes.

A continuación, se muestra la interfaz de trabajo en Scratch:

**FIGURA 35:** *Partes de la interfaz de Scratch 3.3*

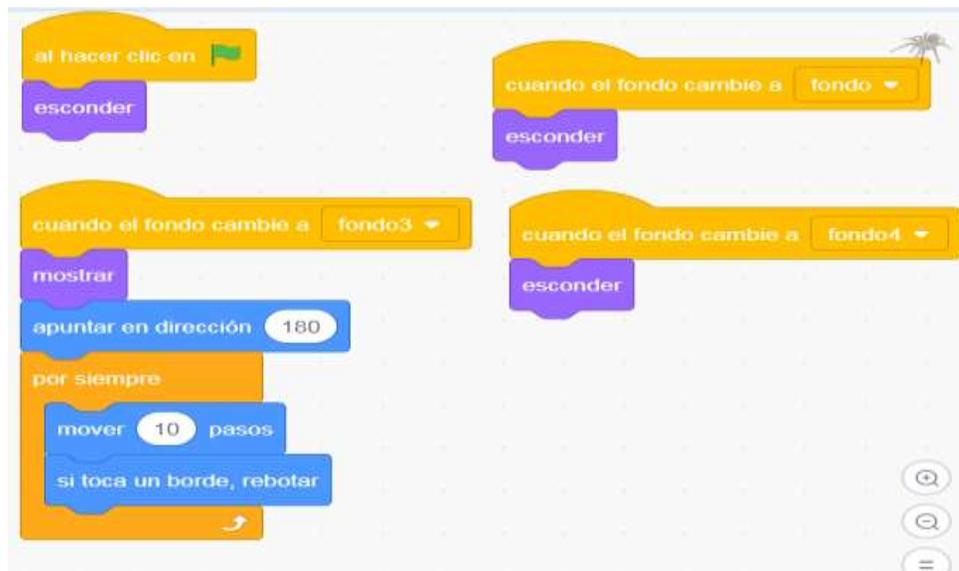


Nota: Fuente: Elaboración propia.

En el proceso de programación se ejecutaron los siguientes bloques con el objetivo de darle instrucciones tanto a los personajes, objetos y escenario.



**FIGURA 38:** Programación de la araña 2 en Scratch.



Nota: Fuente: Elaboración propia.

**FIGURA 39:** Programación de la hoja en Scratch.



Nota: Fuente: Elaboración propia.

**FIGURA 40:** Programación de la hormiga 2 en Scratch.



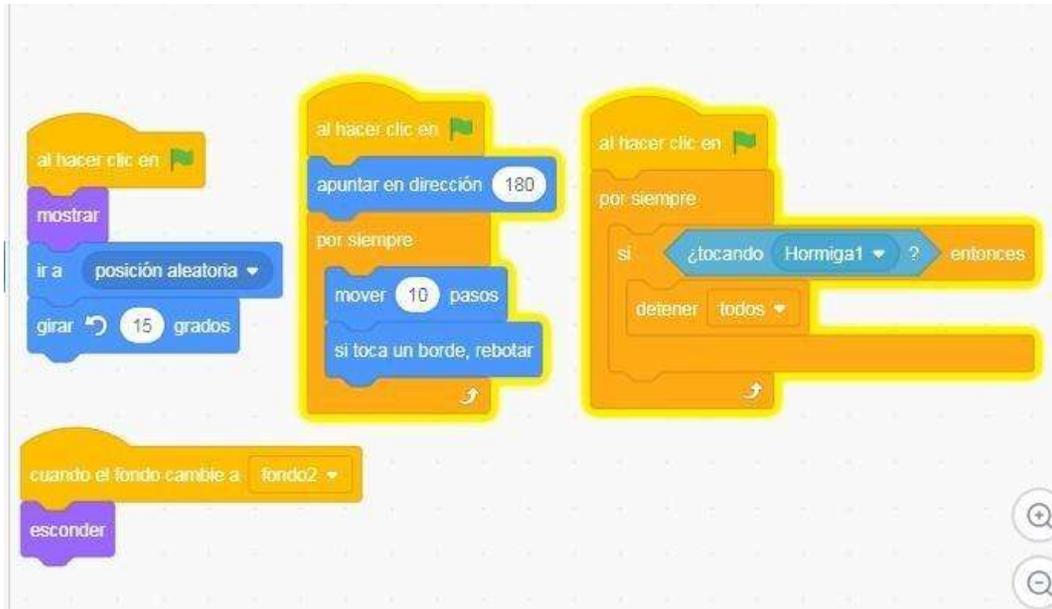
Nota: Fuente: Elaboración propia.

**FIGURA 41:** Programación de la corona en Scratch araña.



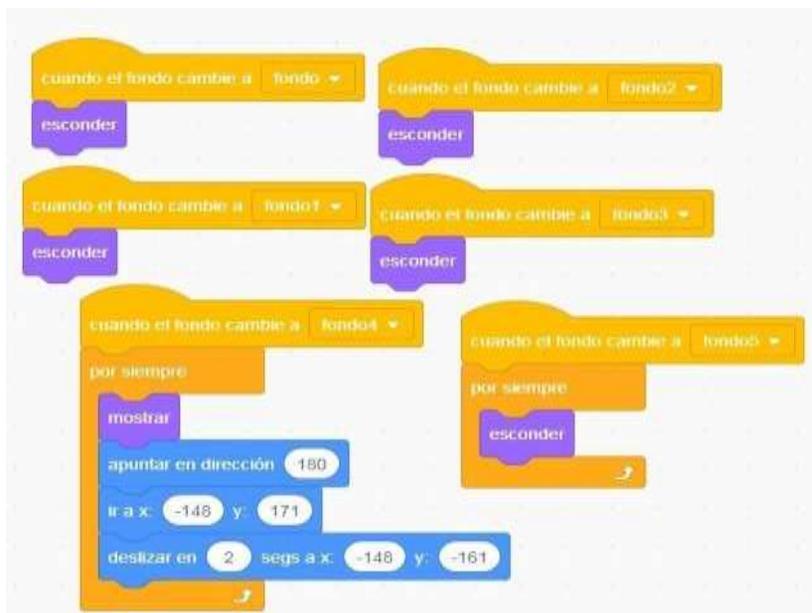
Nota: Fuente: Elaboración propia.

**FIGURA 42:** Programación de la araña 3 en Scratch.



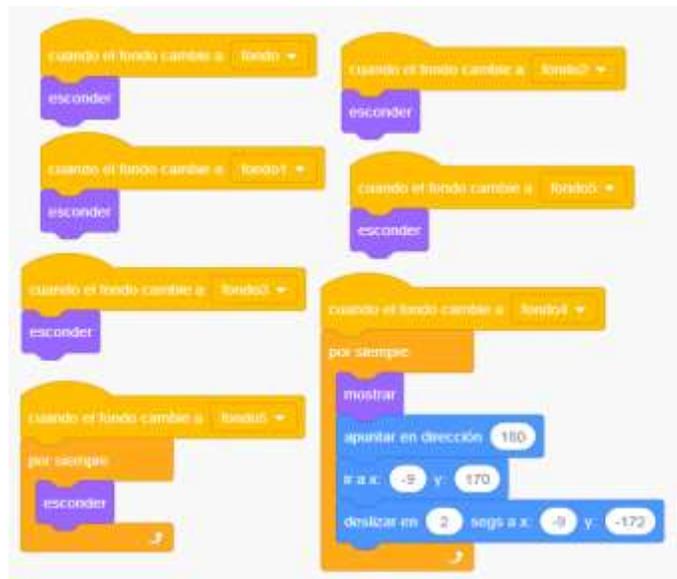
Nota: Fuente: Elaboración propia.

**FIGURA 43:** Programación de fuego 1 en Scratch



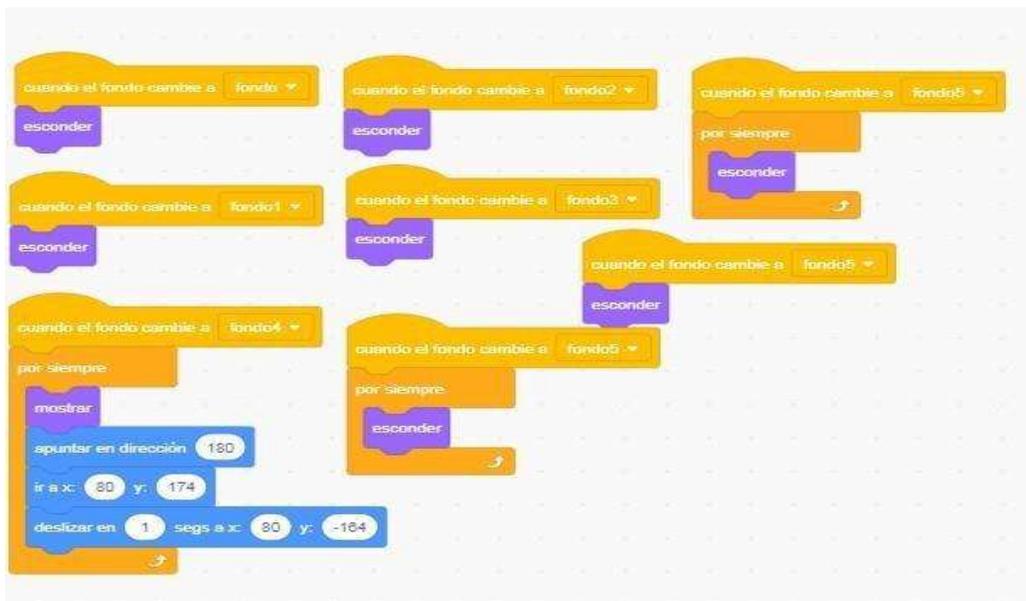
Nota: Fuente: Elaboración propia.

**FIGURA 44:** Programación del fuego 2 en Scratch.



Nota: Fuente: Elaboración propia.

**FIGURA 45:** Programación del fuego 3 en Scratch.



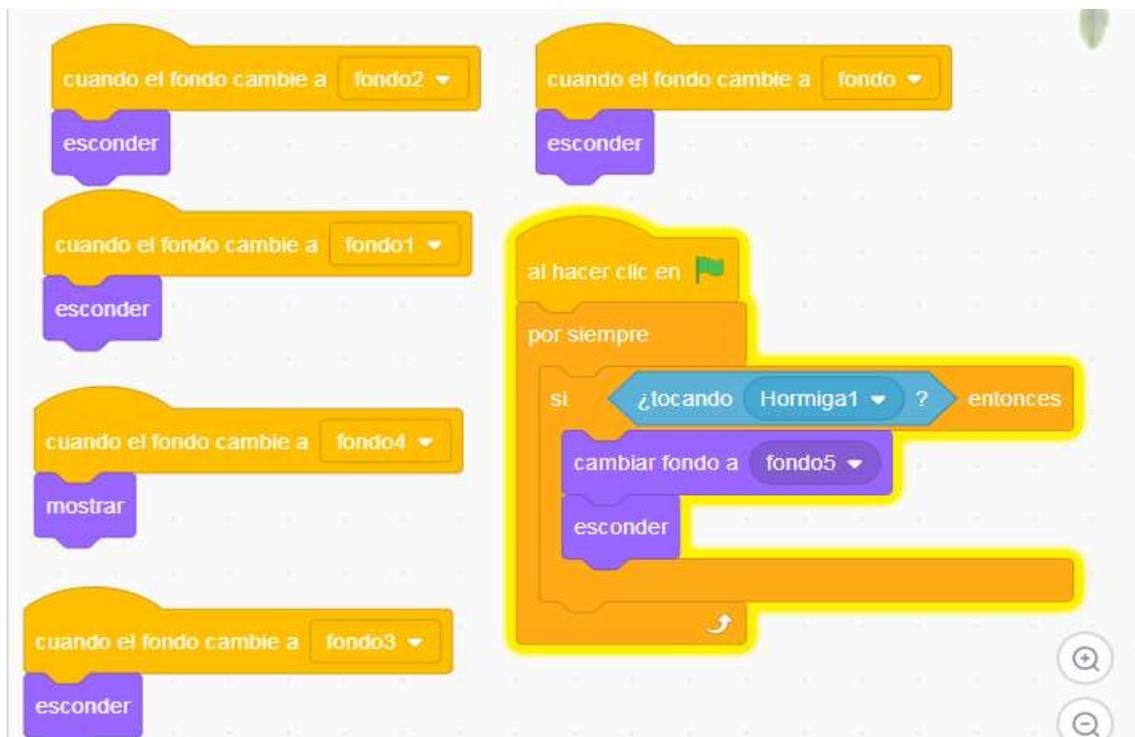
Nota: Fuente: Elaboración propia.

**FIGURA 46:** Programación del Botón PLAY en Scratch.



Nota: Fuente: Elaboración propia.

**FIGURA 47:** Programación de la hoja 2 en Scratch.



Nota: Fuente: Elaboración propia

## **7.4 Resultados de la Implementación de la Estrategia Didáctica en Biología Computacional.**

En este apartado se presenta la descripción de cada una de las fases desarrolladas durante la intervención de la estrategia didáctica: fase diagnóstica, fase de diseño, fase de implementación y la fase de evaluación; llevado a cabo con los 39 estudiantes de la Institución Educativa “Julián Motta Salas” sobre la comunicación en animales, fundamentada en la modelación basada en agentes.

### ***7.4.1 Proceso de Implementación de la Fase Diagnóstico***

En primer lugar, se identificaron los tipos de inteligencias de los estudiantes del grado 604 por medio de la aplicación de un pre-test (Anexo 5), con los 5 ítems validados por los expertos según lo planteado por Hernández, Fernández & Baptista (1991). Cabe mencionar que los resultados obtenidos del pre-test de inteligencias múltiples se tuvieron en cuenta para la realización de las respectivas actividades desarrolladas durante la implementación de la estrategia, al igual que para su diseño. De igual manera, los conocimientos previos respecto a las ciencias naturales y las diferentes habilidades científicas que tenían los estudiantes en su estado inicial, mediante los correspondientes test.

## 7.4.2 Proceso de Implementación Diseño de la Estrategia didáctica

En esta fase, se muestra y explica el proceso de planeación de las diferentes actividades para la enseñanza de la comunicación en animales fundamentada en la modelación basada en agentes, teniendo en cuenta los objetivos propuestos en la investigación.

**FIGURA 48:** Secciones de la estrategia didáctica SimAnts.



Nota: Fuente: Elaboración propia

**TABLA 9:** Descripción de Actividades realizadas durante la estrategia didáctica SimAnts.

Actividad	Descripción
<b>Video</b>	De manera de introducción, los estudiantes visualizan un video acerca del desarrollo de la biología computacional con el propósito de generar conclusiones y socializar con sus compañeros.
<b>Ruleta</b>	Al finalizar el tema, se llaman 3 estudiantes aleatoriamente, para jugar a la ruleta; cada estudiante debe responder según la pregunta seleccionada.
<b>¿Mi habilidad?</b>	En esta clase, se proyecta una imagen donde están representadas algunas "habilidades", con el fin de que los estudiantes nombrados mencionan que tipo de habilidad observan en la imagen.

<b>Videojuego “SimAnts”</b>	Los estudiantes que respondan a la pregunta ¿Qué es Scratch? tienen el privilegio de pasar a jugar el videojuego , y los demás lo visualizan.
<b>Construye tu propio concepto</b>	Los estudiantes construyen su propio concepto de comunicación en su cuaderno y luego llaman al azar a 3 estudiantes para que compartan su definición.
<b>Activa tus sentidos</b>	En esta sección, se llevaron diferentes objetos (celular, juguete), para que cada uno pudiera identificarlo, según las instrucciones de su compañero. Se usaron los tres tipos de comunicación Visual y Auditiva.
<b>Adivina quien soy</b>	Se escogen 2 estudiantes aleatoriamente, cada una con los ojos vendados debe adivinar el objeto que están tocando.
<b>Simulando con NetLogo</b>	Con el apoyo del videobeam y el portátil, se explicó paso a paso como ingresar al programa NetLogo y abrir en la biblioteca el modelo de “hormigas”. Consecutivamente, se repartieron las guías a los estudiantes con el objetivo de que respondieran las preguntas de acuerdo a lo observado en la simulación virtual.
<b>Tingo y tango</b>	Jugamos con los estudiantes “tingo y tango” para hacerle preguntas relacionadas con la temática de la clase.
<b>Mural de ideas</b>	Los grupos son organizados por filas, en donde el primero de la fila es quien lideraba el grupo y recibía el material (papel bond, colbon, figuras de animales y marcadores), para luego asignar las tareas a cada miembro y así presentar el mural.

Nota: Fuente: Elaboración propia

Esta estrategia pedagógica se desarrolló implementando metodologías activas de forma híbrida, tal como lo ilustra la tabla 10.

Por otra parte, esta estrategia tuvo en cuenta la siguiente ruta:

**TABLA 10:** *Evolución de la estrategia didáctica Sim Ants.*

<b>SESIONES</b>	<b>Saber Curricular</b>	<b>Recurso tecnológico</b>	<b>Inteligencia Múltiple</b>	<b>Metodología Activa Implementada</b>
<b>1.Introducción a la Biología Computacional</b>	•Biología Computacional	•Videobeam •Parlantes •Portátil	•Lingüística •Intrapersonal •Visual-espacial.	•Aprendizaje basado en retos

<b>2.Caracterización de habilidades de investigación.</b>	•Habilidades Científicas	•Videobeam •Parlantes •Portátil	•Lingüística •Intrapersonal. •Visual-espacial. •Intrapersonal.	Aprendizaje basado en retos.
<b>3.Introducción al concepto comunicación en animales.</b>	•Comunicación en animales.	•Videobeam •Parlantes •Portátil	•Intrapersonal •Lógico matemática- •Visual-espacial. •Kinestésica corporal.	Design Thinking
<b>3.Preámbulos a los tipos de comunicación auditiva y visual en animales.</b>	•Tipos de comunicación -Comunicación Auditiva. -Comunicación Visual.	•Videobeam •Parlantes •Portátil	•Musical •Visual-espacial. •Kinestésica corporal. •Lingüística •Intrapersonal •Natural.	Aprendizaje basado en retos.
<b>4.Comunicación Táctil y Química en animales.</b>	•Tipos de comunicación -Comunicación Táctil. -Comunicación Química.	•Videobeam •Parlantes •Portátil	•Visual-espacial. •Kinestésica corporal. •Lingüística •Intrapersonal	Aprendizaje basado en retos.
<b>6.Introducción a NetLogo.</b>	•Simulación •Programación •Modelación Basada en Agentes.	•Videobeam •Parlantes •Portátil	•Lingüística •Interpersonal •Visual-espacial. •Lógico matemática.	Aprendizaje basado en retos.
<b>6 y 7. Mural de tipos de comunicación en Animales.</b>	•Tipos de comunicación: -Comunicación Auditiva. -Comunicación Visual. -Comunicación Táctil. -Comunicación Química.	•Videobeam •Parlantes •Portátil	•Interpersonal •Kinestésica corporal. •Visual-espacial. •Lingüística	Design Thinking

Nota: Fuente: Elaboración propia

Los momentos más importantes desarrollados durante la secuencia didáctica se pueden sintetizar de la siguiente manera (Figura 50).

**FIGURA 49:** *Secuencia didáctica.*



Nota: Fuente: Adaptada de proyectos SET XXI, Santillana 2016

**TABLA 11:** *Diseño de unidades didácticas de aprendizaje (UDA)*

<b>Nombre de la Unidad Didáctica: Comunicación en Animales</b>		
<b>Intencionalidad:</b> Explicar los tipos de comunicación en animales (visual, auditiva, táctil y química), en especial, la comunicación química por medio de la modelación basada en agentes (ABM), cuyo fin es fortalecer las habilidades científicas de los estudiantes.		
<b>Grado al que se aplica:</b> 604		
<b>Asignatura:</b> Ciencias Naturales		
<b>Tiempo estimado de duración:</b> 8 horas		
<b>Estándar a desarrollar:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Establezco relaciones entre individuo, población, comunidad y ecosistema.</li> <li>• Identifico adaptaciones de los seres vivos teniendo en cuenta las características de los ecosistemas en que viven.</li> </ul>		
<b>Contenidos Curriculares a Desarrollar</b>		
<b>Conceptual</b>	<b>Procedimental</b>	<b>Actitudinal</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Introducción a la Biología computacional.</li> <li>• Introducción a las habilidades científicas.</li> <li>• Definición de comunicación en animales.</li> <li>• Tipos de comunicación en animales.</li> </ul>	<p>Construye su propio concepto de la comunicación en animales a partir de la información suministrada por el profesor.</p> <p>Expresa y comparte sus conocimientos acerca de la temática.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Escuchar activamente a los compañeros, respetando los diferentes puntos de vista pero al mismo tiempo generar una crítica reflexiva de lo que sucede en el aula.</li> </ul>

-Comunicación auditiva.		<p>Planifica y desarrolla en grupo las exposiciones acerca de los tipos de comunicación en animales.</p> <p>Simula mediante NetLogo, el proceso de comunicación química en las hormigas.</p> <p>Analiza y explica las preguntas formuladas con respecto a la simulación observada en NetLogo.</p> <p>Desarrolla y entrega las consultas, trabajos y talleres asignados por el profesor.</p> <p>Indaga en diferentes fuentes bibliográficas sobre sus dudas e inquietudes.</p> <p>Diferencia los diferentes tipos de comunicación en animales.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Seguir con las pautas establecidas durante la clase.</li> <li>● Cumplir mi función cuando trabajo individual o en grupo, respetando las funciones y opiniones de los demás compañeros.</li> <li>● Participar activamente durante la clase, sin fomentar el desorden.</li> </ul>
-Comunicación táctil.			
-Comunicación química.			
<ul style="list-style-type: none"> <li>● Introducción a NetLogo.</li> <li>● Simulación del proceso de comunicación</li> <li>● Introducción a Scratch.</li> <li>● Química en NetLogo.</li> </ul>			
<b>Competencias para desarrollar:</b>			
<b>USO COMPRENSIVO DEL CONOCIMIENTO CIENTÍFICO</b>	<b>INDAGACIÓN</b>	<b>EXPLICACION DE FENOMENOS</b>	

<p>El uso de la modelación basada en agentes y las técnicas de gamificación desarrollan habilidades científicas de los estudiantes entre ellas se encuentra la creatividad, la curiosidad, la resolución de problemas, el pensamiento crítico, la experimentación y la competencia digital, las cuales contribuyen al aprendizaje significativo de la comunicación química.</p> <p>Se suministran a los estudiantes conceptos, significados o definiciones con un lenguaje estructurado y complejo, con el fin de que incorporen nuevos términos de la actualidad. Además de que buscan, seleccionan y organizan información, formulan y resuelven preguntas, referentes a la temática. Por otro lado, el uso de las TIC contribuye al desarrollo de competencias científicas.</p>	<p>Los estudiantes se cuestionan y se interesan en investigar mayor información del tema; lo que le permite compartir y discutir con sus compañeros los diferentes puntos de vista. Además, al incorporar las Tecnologías, información y comunicación (TIC) dentro del aula, genera un óptimo aprendizaje, al igual que una clase dinámica e interesante para los estudiantes.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Formula explicaciones posibles, para responder preguntas en base a conocimientos previos o cotidianos.</li> <li>• Proponer respuestas a preguntas y comparar con las respuestas de los demás compañeros para llegar a la solución de un problema.</li> <li>• Utilizar analogías que permitan asociar conceptos con experiencias de la vida real.</li> </ul> <p>Los estudiantes adquieren conocimientos básicos con los cuales pueden argumentar y debatir la importancia de la comunicación en los animales. Adicional a ello, reconocen y explican los diferentes tipos de comunicación que existen entre animales (visual, auditiva, táctil y química). Por otra parte, el uso de la simulación del proceso de comunicación química en hormigas fortaleció el desarrollo de habilidades y destrezas, lo que se evidenció en el análisis, la formulación de preguntas y la explicación del fenómeno observado.</p>
--	--	--

Nivel de Prerrequisitos:

- Animales
- Relaciones en un ecosistema

El uso de las Tecnología, información y comunicación (TIC).

Recursos específicos tanto bibliográficos como didácticos:

- Juegos didácticos “Tingo tango”
- Videos
- Realización de cuadro comparativos
- Test (Ciencias naturales, Programación, Pensamiento crítico, NetLogo, Creatividad, Inteligencias múltiples, Comunicación, Trabajo en equipo)
- Portátil
- Parlantes
- Marcadores
- Videobeam
- Papel Bond
- Diapositivas del tema
- Figuras de animales
- Colbon
- Tijeras

BIBLIOGRAFIA

- López, J.,C. (2019). Biología computacional: así es como esta ciencia aspira a resolver algunos de los grandes problemas de la humanidad. <https://www.xataka.com/investigacion/biologia-computacional-asi-como-esta-ciencia-aspira-a-resolver-algunos-grandes-problemas-humanidad>
- Cornell Cals. Sf.Computational Biology. <https://compbio.cornell.edu/about/computational-biology/>
- Universidad de la sabana.Sf. Cómo desarrollar en casa las habilidades científicas de

tus hijos.<https://www.unisabana.edu.co/portaldenoticias/tutoriales/como-desarrollar-en-casa-las-habilidades-cientificas-de-tus-hijos/#:~:text=Las%20habilidades%20cient%C3%ADficas%20son%20las,se%20presentan%20en%20la%20naturaleza.>

• Concepto. (2021). Creatividad. Editorial, Etecé. Argentina. Disponible en: <https://concepto.de/creatividad-2/>.

• Unicef. (2020). ¿Qué es la resolución de problemas?. <https://www.unicef.org/lac/misi%C3%B3n-4-resoluci%C3%B3n-de-problemas>

• Concepto. (2022). Pensamiento crítico. Editorial, Etec. Argentina. Disponible en: <https://concepto.de/pensamiento-critico/>.

• Tecnológico de Monterrey. Sf.Habilidades de comunicación.

[http://www.cca.org.mx/cca/cursos/administracion/artra/habad/habadm/habcom\\_had.htm#:~:text=Las%20habilidades%20de%20comunicaci%C3%B3n%2C%20se,hacia%20objetivos%20personales%20y%20organizaci%20onales](http://www.cca.org.mx/cca/cursos/administracion/artra/habad/habadm/habcom_had.htm#:~:text=Las%20habilidades%20de%20comunicaci%C3%B3n%2C%20se,hacia%20objetivos%20personales%20y%20organizaci%20onales)

• Fude.(2017).Características del trabajo en equipo. <https://www.educativo.net/articulos/en-que-consiste-el-trabajo-en-equipo-896.html>.

• Bembibre, C. (2009). Definición de Experimento. Definición ABC. Disponible en

<https://www.definicionabc.com/ciencia/experimento.php> [...] | vía Definición ABC

<https://www.definicionabc.com/ciencia/experimento.php>

<https://www.definicionabc.com/ciencia/experimento.php>

• Banks, J. (1999, December). Introduction to simulation. In Proceedings of the 31st conference on Winter simulation: Simulation---a bridge to the future-Volume 1 (pp. 7-13). <https://dl.acm.org/doi/pdf/10.1145/324138.324142>

• Johson, R.(2022).What is a Programming Language. <https://study.com/learn/lesson/programming-language-types-examples.html>

**Evaluación (qué?, cómo?, cuándo?, por qué? y para qué?)**

**¿Qué?**

- Participación en clase por parte de los estudiantes.
- Las unidades temáticas abordadas durante las clases.
- Las exposiciones realizadas durante la clase.
- La realización de los test
- Responsabilidad y puntualidad en el momento de entregar trabajos.
- Respeto y buena convivencia con sus compañeros y profesores.
- Disposición y comportamiento de los estudiantes durante el desarrollo del tema.

**¿Cómo y Cuándo?**

La evaluación no sólo será escrita y teórica, también se tendrá en cuenta

el desempeño que hayan desarrollado durante las actividades propuestas en las clases. Esta evaluación, se realizará todos los días, de tal manera que se pueda generar un aprendizaje continuo desde el inicio de cada actividad (exposiciones, preguntas problemas, realización de test, juegos, asistencia) hasta finalizar cada uno de estos. Al final de la unidad temática se realizó una evaluación final acerca de la simulación en el programa de Netlogo; donde se evidenciaron los conocimientos adquiridos después de desarrollar la estrategia didáctica.

### **¿Por qué y para qué?**

La finalidad de la evaluación es comprobar la manera en que los logros propuestos en cada unidad se estén cumpliendo a cabalidad, no sólo por los estudiantes sino también por la docente practicante. Esta evaluación permitirá establecer las dificultades y fortalezas de cada uno de los estudiantes para así mismo realizar una reflexión y plantear nuevas propuestas para alcanzar los logros.

### **Estrategia metodológica**

Las estrategias didácticas son importantes para llevar a cabo el cumplimiento de los objetivos propuestos en el plan de clase, cuya función es generar un óptimo aprendizaje en los estudiantes; entre ellas se utilizarán la lluvia de ideas, mapas conceptuales, exposiciones, simulaciones y juegos. Adicional a ello, se integrará a las clases el uso de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC), tales como video beam, portátil, parlantes y programas como NetLogo y Scratch; con la finalidad de que la clase sea interesante y motivadora; de esta manera los estudiantes enfocarán su atención, y al mismo tiempo se promoverá la participación. Cabe resaltar, que el uso de las TIC en el aula de clase permite que los estudiantes desarrollen las habilidades científicas necesarias para enfrentar los desafíos de una sociedad globalizada.

Nota: Fuente: Elaboración propia..

**TABLA 12: Plan de clase (desarrollo de la UDA).**

<b>Nº SECCIÓN.</b>	<b>CONTENIDOS DE ENSEÑANZA</b>	<b>SITUACIÓN Y PREGUNTAS PROBLEMA U ORIENTADORAS</b>	<b>SECUENCIA DE CADA CLASE (INTRODUCCIÓN, DESARROLLO Y CIERRE) /ACTIVIDADES A DESARROLLAR EN CADA MOMENTO/ TIEMPO POSIBLE DE DURACIÓN.</b>	<b>ROL DOCENTE Y ESTUDIANTES</b>	<b>EVALUACIÓN (Qué?, Cómo?).</b>
<p><b>PRIMER MOMENTO</b></p> <p><b>1ª. Sección</b></p> <p><b>18 de mayo de 2022.</b></p>	<p><b>Conceptual</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>•Introducción a la Biología Computacional.</li> </ul> <p><b>Procedimental</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>•Elaboran sus propias conclusiones del video y las discuten con sus compañeros.</li> </ul>	<p><b>¿Qué es la biología computacional?</b></p> <p><b>¿Qué herramientas computacionales contribuyen a la Resolución de los problemas más complejos que plantea la biología?</b></p>	<p><b>Tema: INTRODUCCIÓN A LA BIOLOGÍA COMPUTACIONAL</b></p> <p><b>Inicio</b></p> <p><b>Actividad (15min)</b> Para comenzar, el docente del curso nos presentará ante los estudiantes, luego se procederá a confirmar asistencia. Posteriormente, se proyectará un video de manera introductoria; una vez visto el video, se socializa y se</p>	<p><b>Rol del profesor</b></p> <p>El docente actúa como un guía, facilitador y mediador del proceso de aprendizaje.</p> <p>EL docente desarrolla actividades que Fortalezcan las habilidades</p>	<p><b>¿Qué evaluó?</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- La comprensión al realizar las preguntas problematizadoras.</li> <li>- Los conocimientos previos de los estudiantes.</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Emplean los conocimientos adquiridos durante la clase para responder a las preguntas del juego.</li> <li>• Expresan frente al profesor las dudas e inquietudes acerca de la temática.</li> <li>• Registran la información suministrada por el profesor en el cuaderno.</li> </ul> <p>Actitudinal</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Demuestran interés por aprender del tema.</li> <li>• Cooperan junto a sus compañeros para realizar los trabajos de grupo.</li> <li>• Respetan y escuchan atentamente las</li> </ul>		<p>sacarán conclusiones en el tablero.</p> <p><b>Desarrollo Actividad (20min)</b></p> <p>Consecutivamente, se explicará la definición e importancia de la “Biología Computacional” en la investigación; con el apoyo de los medios audiovisuales.</p> <p><b>Final Actividad (15min)</b></p> <p>Para concluir, se proyectará el juego de la ruleta, el cual consiste en responder las preguntas.</p>	<p>científicas y Promuevan la participación de los estudiantes.</p> <p>El docente diseña guías de aprendizaje que integren las TIC, durante el desarrollo de las clases.</p> <p><b>Rol del estudiante</b></p> <p>El estudiante mostrará interés por profundizar más sobre el tema y participará activamente durante el desarrollo de clase, simultáneamente hará preguntas y realizará las actividades asignadas por el docente.</p>	<p>-La actitud durante el desarrollo de la clase.</p> <p><b>¿Cómo evaluó?</b></p> <p>-Participación de los estudiantes.</p> <p>-Se realizan preguntas en el desarrollo de la clase, con respecto a la temática.</p> <p>-Las actividades realizadas durante la clase.</p>
--	--	--	---	--	--

	<p>opiniones de sus compañeros.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Reflexionan acerca de sus conocimientos adquiridos durante la clase.</li> </ul>				
<p><b>PRIMER MOMENTO</b></p> <p>2 sesión de mayo del 2022</p>	<p><b>Conceptual</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Definición de habilidades científicas.</li> <li>- Tipos de habilidades científicas.</li> </ul> <p><b>Procedimental</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Realizan mapas conceptuales que describen los tipos de habilidades científicas.</li> <li>• Identifican y usan las diferentes habilidades científicas, dentro o fuera del aula.</li> </ul>	<p>¿Qué habilidad identificas en la imagen?</p> <p>¿Qué son las habilidades científicas?</p>	<p><b>Tema: INTRODUCCIÓN A LAS HABILIDADES CIENTÍFICAS.</b></p> <p><b>Inicio</b></p> <p><b>Actividad (15min)</b></p> <p>Al inicio, se verificará la asistencia, al rato después se proyectará una imagen relacionada a las habilidades; con la finalidad de que 3 estudiantes elegidos al azar indiquen los tipos de habilidades que observan.</p> <p><b>Desarrollo</b></p> <p><b>Actividad (25min)</b></p> <p>Por consiguiente, se abordarán las “habilidades científicas”, tanto su definición como los tipos de</p>	<p><b>Rol del profesor</b></p> <p>El docente actúa como un guía, facilitador y mediador del Proceso de aprendizaje.</p> <p>El docente desarrolla actividades que fortalezcan las habilidades científicas y promuevan la participación de los estudiantes.</p> <p>El docente diseña guías de aprendizaje que integren las TIC, durante el</p>	<p><b>¿Qué evaluó?</b></p> <p>-La comprensión al realizar las preguntas problematiza doras.</p> <p>-Los conocimientos previos de los estudiantes.</p> <p>¿Cómo evaluó?</p> <p>-Participación de los estudiantes.</p> <p>-Las respuestas a las preguntas</p>

<ul style="list-style-type: none"> <li>• Expresan sus dudas e inquietudes acerca de la temática.</li> <li>• Registran la información suministrada por el profesor en el cuaderno.</li> </ul> <p>Actitudinal</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Demuestran interés por aprender del tema.</li> <li>• Cooperan junto a sus compañeros para realizar los trabajos de grupo.</li> <li>• Respetan y escuchan atentamente las opiniones de sus compañeros.</li> <li>• Reflexionan acerca de sus conocimientos adquiridos durante la clase.</li> </ul>		<p>habilidades desarrolladas en las ciencias, explicando las más importantes y las que se irán a desarrollar en la estrategia didáctica.</p> <p><b>Final</b> <b>Actividad (10min)</b> Para finalizar, se socializa y se generan las conclusiones del tema desarrollado.</p>	<p>desarrollo de las clases.</p> <p><b>Rol del estudiante</b></p> <p>El estudiante mostrará interés por profundizar más sobre el tema y participará activamente durante el desarrollo de clase, simultáneamente hará preguntas y realizará las actividades asignadas por el docente.</p>	
---	--	---	--	--

**REFLEXION:** Durante este primer momento que se dividió en dos secciones de clase, se logra destacar grandes momentos en el aula de clase. En primera medida cabe resaltar que fue un gran reto lograr despertar el interés de los estudiantes de un nuevo tema que para algunos era desconocido y que en el momento quizás no era de su interés. En la primera semana se realizó una inducción acerca de la importancia de la biología computacional y el reconocimiento de las habilidades científicas, de manera que los estudiantes se contextualicen para llevar a cabo la estrategia didáctica. Cabe resaltar, que encontramos estudiantes que asociaron el tema de la biología computacional como escribir o buscar todo en línea, lo que nos arrojó a buscar alternativas para lograr crear en el estudiante el verdadero concepto teniendo siempre en cuenta la idea principal del estudiante para poderlo transformar en una confrontación de saberes y así llegar a la creación del concepto. Seguidamente encontramos los resultados de la solución del test de inteligencias múltiples, lo cual nos permitió entrar en la búsqueda de nuevas estrategias pedagógicas para llevar a la clase y poder llegar a cada estudiante

<p><b>3. Sección</b></p> <p><b>25 de mayo de 2022.</b></p>	<p><b>Conceptual</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>•Introducción a la comunicación en animales.</li> </ul> <p><b>Procedimen tal</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>•Construyen su propio concepto de comunicación teniendo en cuenta la información proporcionad a por el docente.</li> <li>•Comparten e intercambian los diferentes puntos de vista respecto al tema.</li> <li>•Escriben en su</li> </ul>	<p>¿Qué es Scratch?</p> <p>Si los animales no pueden hablar, entonces,</p> <p>¿Cómo hacen para comunicarse?</p> <p>¿Qué crees que es comunicación n?</p>	<p><b>TEMA: COMUNICACIÓN EN ANIMALES</b></p> <p><b>Inicio</b></p> <p><b>Actividad (15 min)</b></p> <p>Al inicio, se saludará a los estudiantes, seguidamente se hará el llamado a lista, y luego de esto, se hablará un poco de Scratch y se proyectará el videojuego.</p> <p><b>Desarrollo Actividad (20 min)</b></p> <p>Después de terminar la actividad, se abordará el concepto de “comunicación en animales”, a partir de la siguiente pregunta problema: si los animales no pueden hablar, entonces, ¿Cómo hacen para comunicarse?, con la cual se hará una lluvia de ideas y se</p>	<p><b>Rol del profesor</b></p> <p>El docente actúa como un guía, facilitador y Mediador del Proceso de aprendizaje.</p> <p>El docente desarrolla actividades que fortalezca las habilidades científicas y promuevan la participación de los estudiantes.</p> <p>El docente diseña guías de</p>	<p><b>¿Qué evaluó?</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-La comprensión al realizar las preguntas problematiza doras.</li> <li>-Los conocimientos previos de los estudiantes.</li> </ul> <p><b>¿Cómo evaluó?</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-Participación de los estudiantes.</li> <li>-Las respuestas a las preguntas</li> </ul>
--	---	--	--	--	--

	<p>cuaderno las ideas y conclusiones sobre la temática.</p> <p>Actitudinal</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Cooperan junto a sus compañeros para realizar los trabajos de grupo.</li> <li>• Respetan y escuchan atentamente las opiniones de sus compañeros.</li> <li>• Reflexionan acerca de sus conocimientos adquiridos durante la clase.</li> </ul>		<p>desarrollará la temática.</p> <p><b>Cierre</b></p> <p><b>Actividad (15 min)</b></p> <p>Para finalizar, cada estudiante realizará la construcción del concepto en su cuaderno, posteriormente se escogerá al azar 3 estudiantes para que compartieran el concepto con sus compañeros y, finalmente se hará una socialización.</p>	<p>aprendizaje que integren las TIC, durante el desarrollo de las clases.</p> <p><b>Rol del estudiante</b></p> <p>El estudiante mostrará interés por profundizar más sobre el tema y participará activamente durante el desarrollo de clase, simultáneamente hará preguntas y realizará las actividades asignadas por el docente.</p>	
<p><b>4.Sección</b></p> <p><b>26 de mayo del 2022</b></p>	<p><b>Conceptual</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>•Tipos de comunicación en animales .</li> <li>- Comunicación</li> </ul>	<p><b>¿Cómo lograste identificar el objeto que tenías en tu mano, sin poder verlo?</b></p> <p><b>¿Qué dicen los</b></p>	<p><b>Tema: TIPOS DE COMUNICACIÓN ANIMALES</b></p> <p><b>Inicio</b></p> <p><b>Actividad (20 min)</b></p>	<p><b>Rol del profesor</b></p> <p>El docente actúa como un guía, facilitador y mediador del</p>	<p><b>¿Qué evaluó?</b></p> <p>-La comprensión al realizar las preguntas problematizadoras.</p>

	<p>Visual en Animales .</p> <p>- Comunicación Auditiva en Animales .</p> <p>•Ejemplos de los tipos de comunicación Visual y Auditiva..</p> <p><b>Procedimen tal</b></p> <p>Comparten algunos ejemplos de los tipos de comunicación en los animales, según sus propias experiencias.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Elaboran conclusiones acerca del tema y la socializan con sus compañeros.</li> <li>• Registran la información suministrada por el profesor en el</li> </ul>	<p><b>pájaros cuando cantan fuera de tu ventana?</b></p>	<p>Primeramente se dará la bienvenida a los estudiantes, al instante se llamará a lista, y luego se elegirán aleatoriamente dos participantes; uno de ellos deberá vendarse los ojos y su otro compañero por medio de pistas lo guiará para encontrar el objeto que se ha escondido dentro del aula (teléfono, juguete).</p> <p><b>Desarrollo Actividad (20 min)</b></p> <p>Por consiguiente, se lleva a cabo la explicación teórica de los “Tipos de comunicación: Visual y Auditiva” mediante el uso de diapositivas.</p> <p><b>Cierre</b></p> <p><b>Actividad (10 min)</b></p> <p>Finalmente, se hace una socialización del tema visto, la cual permitirá crear la respectiva consignación en el cuaderno, obteniendo una confrontación entre sus saberes previos y la creación de sus conceptos.</p>	<p>proceso de aprendizaje.</p> <p>El docente desarrolla actividades que fortalezcan las habilidades científicas y promuevan la participación de los estudiantes.</p> <p>El docente diseña guías de aprendizaje que integren las TIC, durante el desarrollo de las clases.</p> <p><b>Rol del estudiante</b></p> <p>El estudiante mostrará interés por profundizar más sobre el tema y participará</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Los conocimientos previos de los estudiantes.</li> </ul> <p><b>¿Cómo evaluó?</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Realizando preguntas problemas al iniciar la temática.</li> <li>- Participación de los estudiantes.</li> <li>-Las actividades desarrolladas durante la clase.</li> <li>-Observando el comportamiento de los estudiantes durante la clase.</li> </ul>
--	--	--	--	--	---

	<p>cuaderno.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Desarrollan las actividades asignadas por el docente.</li> </ul> <p>Actitudinal</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Cooperan junto a sus compañeros para realizar los trabajos de grupo.</li> <li>• Respetan y escuchan atentamente las opiniones de sus compañeros.</li> <li>• Reflexionan acerca de sus conocimientos adquiridos durante la clase.</li> <li>• Reconocen su comportamiento y buscan mejorar.</li> </ul>			<p>activamente durante el desarrollo de clase, simultáneamente hará preguntas y realizará las actividades asignadas por el docente.</p>	
<p><b>5ta Sección.</b></p> <p><b>27 de mayo 2022</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Tipos de comunicación en animales.</li> <li>- Comunicación Táctil en</li> </ul>	<p><b>¿Por qué los perros machos marcan su territorio meando en arbustos y</b></p>	<p><b>TEMA: TIPOS DE COMUNICACIÓN ANIMALES</b></p> <p><b>Inicio Actividad (15 min)</b></p>	<p><b>Rol del profesor</b></p> <p>El docente actúa como un guía, facilitador</p>	<p>--La comprensión al realizar las preguntas problematizadoras.</p>

	<p>Animales.</p> <p>Comunicación en Química en Animales.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>•Ejemplos de los tipos de comunicación Táctil y Química.</li> </ul> <p><b>Procedimiento</b></p> <p>Comparten algunos ejemplos de los tipos de comunicación en los animales, según sus propias experiencias.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>•Elaboran conclusiones acerca del tema y la socializan con sus compañeros.</li> <li>• Registran la información suministrada por el profesor en el cuaderno.</li> <li>• Desarrollan las</li> </ul>	<p><b>farolas cuando los sacas a pasear?</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>•</li> </ul>	<p>Para comenzar, se saludará al grupo, seguidamente se realizará una actividad donde los estudiantes con los ojos cerrados tocarán diferentes objetos con el propósito de identificarlos.</p> <p><b>Desarrollo</b>  <b>Actividad (25 min)</b>  A Continuación se explicará los “Tipos de Comunicación en Animales”, específicamente, la Comunicación Táctil y Química, con sus respectivos ejemplos.</p> <p><b>Cierre</b>  <b>Actividad (10 min)</b>  Al terminar la explicación, se realizará la respectiva socialización y se generan conclusiones.</p>	<p>y mediador del proceso de aprendizaje.</p> <p>El docente desarrolla actividades que fortalezcan las habilidades científicas y promuevan la participación de los estudiantes.</p> <p>El docente diseña guías de aprendizaje que integren las TIC, durante el desarrollo de las clases.</p> <p><b>Rol del estudiante</b></p> <p>El estudiante mostrará interés por profundizar más sobre el tema y participará</p>	<p>Los conocimientos previos de los estudiantes.</p> <p><b>¿Cómo evaluó?</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Realizando preguntas problemas al iniciar la temática.</li> <li>- Participación de los estudiantes.</li> <li>-Las actividades desarrolladas durante la clase.</li> <li>-Observando el comportamiento de los estudiantes durante la clase.</li> </ul>
--	--	--	--	---	--

	<p>actividades asignadas por el docente.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Trabajan en equipo para preparar exposiciones acerca de los tipos de comunicación.</li> <li>• Asignan tareas específicas cuando están en grupo, para mejorar el rendimiento.</li> </ul> <p><b>Actitudinal</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Cooperan junto a sus compañeros para realizar los trabajos de grupo.</li> <li>• Respetan y escuchan atentamente las opiniones de sus compañeros.</li> <li>• Reflexionan acerca de su conocimiento adquiridos durante la clase.</li> <li>• Reconocen su</li> </ul>			<p>activamente durante el desarrollo de clase, simultáneamente hará preguntas y realizará las actividades asignadas por el docente.</p>	
--	--	--	--	---	--

	comportamiento y busca mejorar.				
<p>REFLEXION: Durante este segundo momento la experiencia estuvo dividida en tres secciones de clase:          En la primera sección logramos despertar el interés y el entusiasmo de los estudiantes a través de la presentación del video juego de scratch ya que ninguno de los 39 estudiantes tenía conocimiento de este juego; a partir de ello logramos realizar una introducción a nuestro tema principal que es la comunicación en animales, donde a partir de preguntas problematizadoras se logra introducir al niño en una especie de viaje en la cual tendrá que colocar en confrontación sus saberes previos y los que va obteniendo durante la clase para poder crear una construcción del concepto. Dicha construcción del concepto fue acompañada por situaciones metafóricas de la vida cotidiana donde el estudiante tendrá que poner a prueba el uso de sus sentidos (tacto, vista, gusto, oído y olfato) para realizar una comparación con los distintos tipos de comunicación en animales.</p>					
<b>6ta Sesión</b>  <b>01 de junio</b> <b>2022</b>	<p><b>Conceptual</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>•Introducción de Netlogo.</li> </ul> <p><b>Procedimen tal</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Simulan mediante modelos computacionales el proceso de comunicación química en animales.</li> <li>•Explican con sus propias palabras lo observado en la simulación.</li> <li>•Escuchan los diferentes puntos</li> </ul>	<p>¿Qué es una simulación ?</p> <p>¿Qué es la modelación basada en agentes?</p> <p>¿Qué es programación?</p> <p>¿Alguna vez te has preguntado cómo las hormigas siguen lo que parecen ser senderos invisibles que conducen a la comida?</p>	<p><b>TEMA: Introducción a Netlogo</b></p> <p><b>Inicio</b></p> <p><b>Actividad (15 min)</b></p> <p>Primeramente se dará la bienvenida a los estudiantes, al instante se llamará a lista y luego se hará la retroalimentación de la clase anterior, simultáneamente se les preguntará</p> <p>¿Qué es una simulación?; ¿Qué es la modelación basada en agentes?; ¿Qué es programación?</p> <p><b>Desarrollo Actividad (25 min)</b></p> <p>Por consiguiente, se realizará</p>	<p><b>Rol del profesor</b></p> <p>El docente actúa como un guía, facilitador y mediador del proceso de aprendizaje.</p> <p>El docente desarrolla actividades que fortalezcan las habilidades científicas y promuevan la participación de los estudiantes.</p>	<p><b>¿Qué evaluó?</b></p> <p>-La comprensión al realizar las preguntas problematizadoras.</p> <p>- Los conocimientos previos de los estudiantes.</p> <p><b>¿Cómo evaluó?</b></p> <p>- Realizan do preguntas problemas al iniciar la temática.</p> <p>- Participación de los estudiantes.</p> <p>-Las actividades</p>

	<p>de vista y sacan conclusiones</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>•Formulan preguntas relacionadas con la temática.</li> <li>•Registran la información suministrada por el profesor en el cuaderno.</li> </ul> <p><b>Actitudinal</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>•Cooperan junto a sus compañeros para realizar los trabajos de grupo.</li> <li>•Respetan y escuchan atentamente las opiniones de sus compañeros.</li> <li>•Reflexionan acerca de sus conocimientos adquiridos durante la clase.</li> <li>•Reconocen su</li> </ul>		<p>una simulación en el programa Netlogo, donde los estudiantes puedan observar el comportamiento de una colonia de hormigas al momento de ir a buscar su alimento, cuya intención es que el estudiante comprenda que durante la comunicación entre hormigas se producen unas sustancias químicas llamadas “feromonas”. Luego de hacer la simulación, se hará el siguiente cuestionario (Ver Anexo 6).</p>	<p>El docente diseña guías de aprendizaje que integren las TIC, durante el desarrollo de las clases.</p> <p><b>Rol del estudiante</b></p> <p>El estudiante mostrará interés por profundizar más sobre el tema y participará activamente durante el desarrollo de clase, simultáneamente hará preguntas y realizará las actividades asignadas por el docente.</p>	<p>desarrolladas durante la clase.</p> <p>-Observando el comportamiento de los estudiantes durante la clase.</p>
--	---	--	--	--	--

	comportamiento y busca mejorar				
<b>7. Sesión</b>  <b>2 de junio del 2022</b>	<p><b>Conceptual</b></p> <p>Tipos de Comunicación en Animales (Visual, Auditiva, Táctil y Química).</p> <p><b>Procedimental</b></p> <p>-Realizan exposiciones explicando algunos ejemplares de tipos de comunicación en animales, desde su experiencia.</p> <p>-Reflexionan y elaboran sus propias conclusiones acerca del tema y las socializan con sus compañeros.</p> <p>-Registran las ideas más importantes</p>	¿Describe el tipo De comunicación que tiene cada animal presente en las fichas?	<p><b>TEMA: EXPOSICIONES DE COMUNICACIÓN EN ANIMALES</b></p> <p><b>Inicio</b></p> <p><b>Actividad (15min)</b></p> <p>Se saludará a los estudiantes, luego se verificará la asistencia y después se realizará la retroalimentación de los tipos de comunicación en animales.</p> <p><b>Desarrollo</b></p> <p><b>Actividad (25min)</b></p> <p>En este momento, se les pedirá a los estudiantes que se organicen en grupos; posteriormente se le asignará a uno de ellos el rol de líder y se le entregará los materiales (Ver Anexo 18) con el objetivo de que construyan un mural de ideas para luego exponerlo.</p> <p><b>Cierre</b></p>	<p><b>Rol del profesor</b></p> <p>El docente actúa como un guía, facilitador y mediador del proceso de aprendizaje.</p> <p>El docente desarrolla actividades que fortalezcan las habilidades científicas y promuevan la participación de los estudiantes.</p> <p>El docente diseña guías de aprendizaje que integren las TIC, durante el desarrollo de las clases.</p> <p><b>Rol del</b></p>	<p><b>¿Qué evaluó?</b></p> <p>-La comprensión al realizar las preguntas problematizadoras.</p> <p>- Los conocimientos previos de los estudiantes.</p> <p><b>¿Cómo evaluó?</b></p> <p>- Exposiciones de los estudiantes.</p> <p>- Participación de los estudiantes.</p> <p>-Observando el comportamiento de los estudiantes durante la clase.</p>

	<p>suministrada por su compañero en el cuaderno.</p> <p>-Desarrollan las actividades asignadas por el docente, de manera individual o grupal.</p> <p>Actitudinal</p> <p>Demuestran interés por aprender, buscando otras fuentes de información.</p> <p>Cooperan junto a sus compañeros para realizar los trabajos de grupo.</p> <p>Respetan y escuchan atentamente las opiniones de sus compañeros.</p> <p>Reflexionan acerca de sus conocimientos adquiridos durante la clase.</p> <p>Reconocen su</p>		<p><b>Actividad (10min)</b></p> <p>Al final, se les brinda la información de las exposiciones, que se irán a desarrollar en la próxima clase, por esa razón deben traerla preparada.</p>	<p><b>estudiante</b></p> <p>El estudiante mostrará interés por profundizar más sobre el tema y participará activamente durante el desarrollo de clase, simultáneamente hará preguntas y realizará las actividades asignadas por el docente.</p>	
--	---	--	--	---	--

	comportamiento y buscan mejorar.				
<b>8.Sesión</b>  <b>2 de junio del 2022</b>	<p><b>Conceptual</b></p> <p>Tipos de Comunicación en Animales (Visual, Auditiva, Táctil y Química).</p> <p><b>Procedimental</b></p> <p>--Realizan exposiciones explicando algunos ejemplares de los tipos de comunicación en animales, desde su experiencia.</p> <p>-Reflexionan y elaboran sus propias conclusiones acerca del tema y las socializan con sus compañeros.</p>	<p>¿Describe el tipo De comunicación que tiene cada animal presente en las memo- fichas?</p>	<p><b>Tema: EXPOSICIONES DE TIPOS DE COMUNICACIÓN EN ANIMALES</b></p> <p><b>Inicio</b></p> <p><b>Actividad (15min)</b> Se hará el correspondiente saludo, luego se hará el respectivo llamado a lista y después se observará un video corto del comportamiento de las hormigas.</p> <p><b>Desarrollo</b></p> <p><b>Actividad (20min)</b> Consecutivamente se dará apertura a las exposiciones sobre el mural de ideas sobre los tipos de comunicación en animales (Ver Anexo 18).</p> <p><b>Cierre</b></p> <p><b>Actividad (15min)</b> Para finalizar se realizará un conversatorio donde cada estudiante aportó sus ideas teniendo cuenta los conocimientos que adquirió durante</p>	<p><b>Rol del profesor</b></p> <p>El docente actúa como un guía, facilitador y mediador del proceso de aprendizaje.</p> <p>El docente desarrolla actividades que fortalezcan las habilidades científicas y promuevan la participación de los estudiantes.</p> <p>El docente diseña guías de aprendizaje que integren las TIC, durante el desarrollo de las</p>	<p><b>¿Qué evaluó?</b></p> <p>-La comprensión al realizar las preguntas problematizadoras.</p> <p>- Los conocimientos previos de los estudiantes.</p> <p>-Los conocimientos adquiridos después del desarrollo de la temática.</p> <p><b>¿Cómo evaluó?</b></p> <p>- Realizando preguntas problemas al iniciar la temática.</p> <p>- Participación de los estudiantes.</p>

	<p>-Registran las ideas más importantes suministrada por su compañero en el cuaderno.</p> <p>-Desarrollan las actividades asignadas por el docente, de manera individual o grupal.</p> <p>Actitudinal</p> <p>Demuestran interés por aprender, buscando otras fuentes de información.</p> <p>Cooperan junto a sus compañeros para realizar los trabajos de grupo.</p> <p>Respetan y escuchan atentamente las opiniones de sus compañeros.</p> <p>Reflexionan acerca de sus conocimientos adquiridos</p>		<p>cada una de las secciones trabajadas a partir de los 3 momentos, obteniendo de esta manera las conclusiones de:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Comunicación en animales</li> <li>• Scratch.</li> <li>• Modelación basada en agentes.</li> </ul>	<p>clases.</p> <p><b>Rol del estudiante</b></p> <p>El estudiante mostrará interés por profundizar más sobre el tema y participará activamente durante el desarrollo de clase, simultáneamente hará preguntas y realizará las actividades asignadas por el docente.</p>	<p>-Observando el comportamiento de los estudiantes durante la clase.</p>
--	--	--	--	--	---

	durante la clase. Reconocen su comportamiento y buscan mejorar.				
--	--	--	--	--	--

**REFLEXIÓN:** Durante el desarrollo de este momento desarrollado durante dos secciones de clase, se puede mencionar que la participación por parte de los estudiantes mejoró significativamente a este momento las preguntas ya eran realizadas por parte de los estudiantes en la gran mayoría de tiempo. El interés por aprender acerca de la programación en scratch, aclarar dudas e inclusive realizar su propia versión del video juego. Es así como logramos reconocer que la implementación de nuevas estrategias pedagógicas en el aula de clase permite llegar de manera asertiva al estudiante logrando alcanzar saberes que ayudaran al niño a realizar confrontaciones con sucesos de su vida cotidiana, que quedaran sumergidos en su diario vivir.

Nota: Fuente: Elaboración propia.

### **7.5 Evaluación de la Estrategia Didáctica**

Tal y como se describieron anteriormente las actividades llevadas a cabo durante el desarrollo de la estrategia, se logró hacer un análisis de los resultados obtenidos antes y después de su implementación, con el propósito de evaluar las habilidades adquiridas por los estudiantes del grado 604. Por lo tanto, las actividades fueron evaluadas mediante 6 test; entre ellos se encuentran el test de inteligencias múltiples (Ver anexo 3), el test de programación (Ver anexo 4), test de creatividad (Ver anexo 5), el cuestionario del desempeño en Ciencias Naturales (Ver anexo 6), el test de trabajo en equipo (Ver anexo 7), el test de pensamiento crítico (Ver anexo 8), test de comunicación (Ver anexo 9), test de resolución de problemas comunicación (Ver anexo 10) y las exposiciones (Ver anexo 18).

## 7.6 Resultados de la Base Datos Finales

A continuación, se presentan los resultados obtenidos en una fase final de los cuestionarios del postest, cuya información se ordena y se agrupa en una sola base de datos (Tabla 13).

**TABLA 13: Base de Resultados Finales de Habilidades Científicas.**

<b>N</b>	<b>GENERO</b>	<b>INTELIGENCIAS A MULTIPLES</b>	<b>D_HAB_ PROGRAMA CION</b>	<b>D_ CREATIVIDAD</b>	<b>D_DES_ CIENCIAS</b>	<b>D_T_ EQUIPO</b>	<b>D_P_ CRITICO</b>	<b>D_COM</b>	<b>D_RES_ PROBLEMAS</b>
1	M	NAT	S	B	S	B	S	ASERTI VO	A
2	M	VIS	A	B	B	B	B	PASIVO	S
3	M	KIS_COR	A	A	B	A	B	AGRESI VO	A
4	M	LIN	S	B	S	S	S	PASIVO	S
5	M	INTER	A	B	B	B	A	PASIVO	S
6	M	INTER	S	B	B	A	A	ASERTI VO	S
7	F	MUS	A	B	B	S	B	ASERTI VO	A
8	M	LIN	S	BJ	S	B	B	ASERTI VO	A
9	M	LIN	S	B	B	B	B	ASERTI VO	S
10	M	INTRA	A	A	B	S	B	ASERTI VO	A
11	M	LIN	S	A	S	B	B	ASERTI VO	B
12	M	NAT	A	A	B	B	B	PASIVO	A

13	F	KIN_COR	A	B	B	A	S	PASIVO	A
14	M	LIN	S	B	S	B	S	PASIVO	S
15	F	LIN	A	B	B	S	B	AGRESIVO	S
16	F	LIN	S	A	B	S	B	PASIVO	A
17	F	LIN	S	B	S	S	S	PASIVO	A
18	F	VIS_ESP	A	B	B	S	A	PASIVO	S
19	M	NAT	S	B	B	S	B	PASIVO	A
20	M	LIN	S	B	B	S	B	AGRESIVO	S
21	F	LOG_MAT	A	BJ	B	B	B	PASIVO	A
22	F	LIN	A	B	B	A	B	PASIVO	S
23	F	NAT	S	B	B	B	B	PASIVO	A
24	F	NAT	A	A	B	B	S	ASERTIVO	A
25	M	INTER	A	B	B	B	B	PASIVO	S
26	M	LIN	S	B	S	S	S	PASIVO	S
27	F	INTER	A	A	B	B	S	ASERTIVO	S
28	F	LOG_MAT	A	B	B	B	A	ASERTIVO	S
29	F	MUS	A	B	B	A	B	ASERTIVO	B
30	M	KIS_COR	S	B	B	B	S	PASIVO	S
31	F	VIS_ESP	S	B	B	B	B	PASIVO	B
32	F	KIS_COR	A	BJ	B	B	S	ASERTIVO	S
33	M	LOG_MAT	S	B	B	S	S	AGRESIVO	S
34	M	NAT	A	B	B	A	A	ASERTIVO	S
35	M	LIN	A	B	B	B	B	PASIVO	S

<b>36</b>	M	INTRA	A	A	B	A	A	ASERTI VO	S
<b>37</b>	M	INTRA	S	B	B	B	B	PASIVO	A
<b>38</b>	F	NAT	A	B	B	A	S	PASIVO	S
<b>39</b>	F	KIN_COR	A	B	B	S	B	ASERTI VO	S

Nota: Fuente: Elaboración propia.

A continuación, presentamos los cambios vistos en las variables que se evidencio evolución después de la aplicación de la estrategia didáctica las cuales fueron en la programación, creatividad, desempeño en Ciencias Naturales, trabajo en equipo, pensamiento crítico, comunicación y resolución de problemas. Acto seguido se mostrarán algunos de los resultados obtenidos de los cuestionarios destacados de este proyecto de investigación.

En base a los resultados obtenidos del cuestionario de programación se logró evidenciar que los estudiantes presentaron un desempeño bajo y básico desde un inicio, lo cual se puede observar que dicha estrategia permitió potenciar su habilidad alcanzando un desempeño alto en el 46% de los estudiantes y un desempeño superior en un 43% de los estudiantes, resaltando el cuestionario de la estudiante E37 con un desempeño superior (Figura 50).

**FIGURA 50:** Respuesta del estudiante (E37) en el postest de programación.

Institución Educativa Julian Motta Salas Nerva-Hulla  
 Test de Programación

*John Alexander Trujillo*

En el siguiente juego se debe guiar un pequeño robot para que llegue a su destino y en su camino vaya prendiendo luces (en los cuadros azules).

En cada casilla indica la instrucción que debe realizar el robot para llegar a su destino, es decir, en orden escribe las acciones que debe ejecutar el robot para llegar a la meta, ten en cuenta las siguientes instrucciones:





 Caminar hacia adelante  
 Iluminar  
 Girar a la izquierda  
 Girar a la derecha  
 Salto

1. En cada casilla indica la instrucción que debe realizar el robot para llegar a su destino, es decir, en orden escribe las acciones que debe ejecutar el robot para llegar a la meta.

2. Nivel 2

3. Nivel 3

4. Nivel 4

5

6

7

8

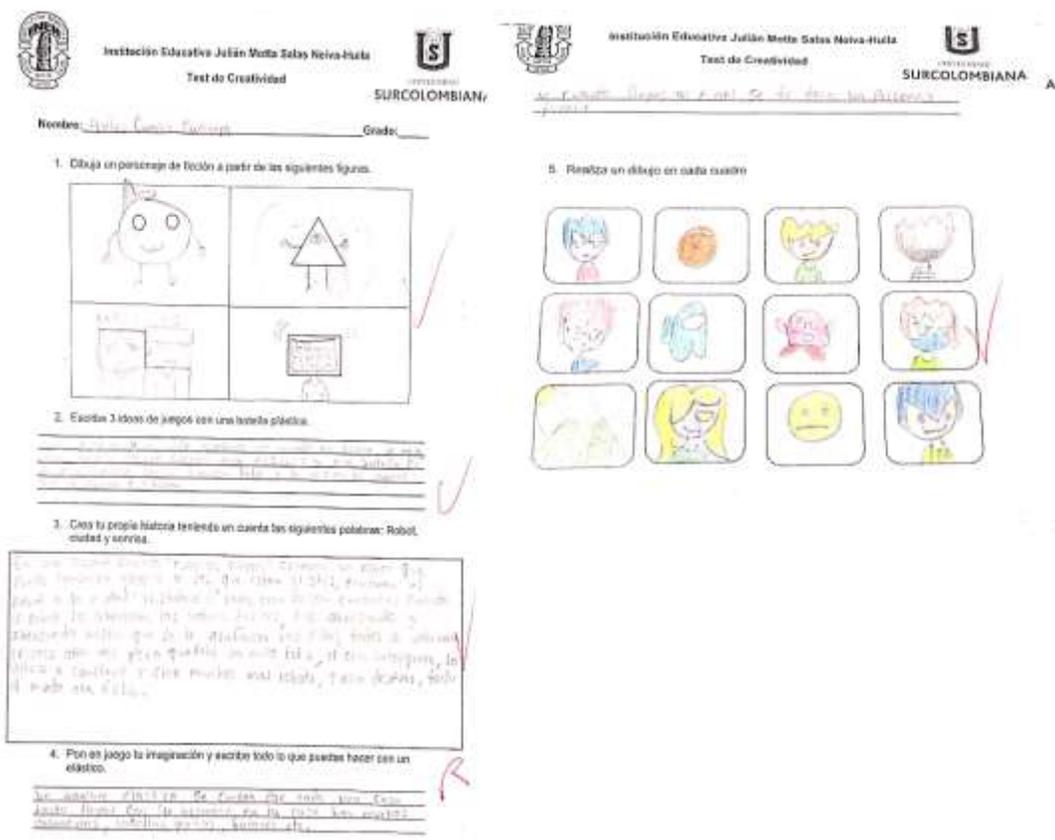
9

10

Fuente: Elaboración propia

Con respecto a los datos recolectados, en el cuestionario de creatividad se logró evidenciar que los estudiantes que se situaban en un desempeño bajo ahora se posicionan en un desempeño básico y alto, donde un 20% de los estudiantes tienen un desempeño bajo. A continuación, destacamos a la estudiante E3 con un desempeño alto (Figura 51).

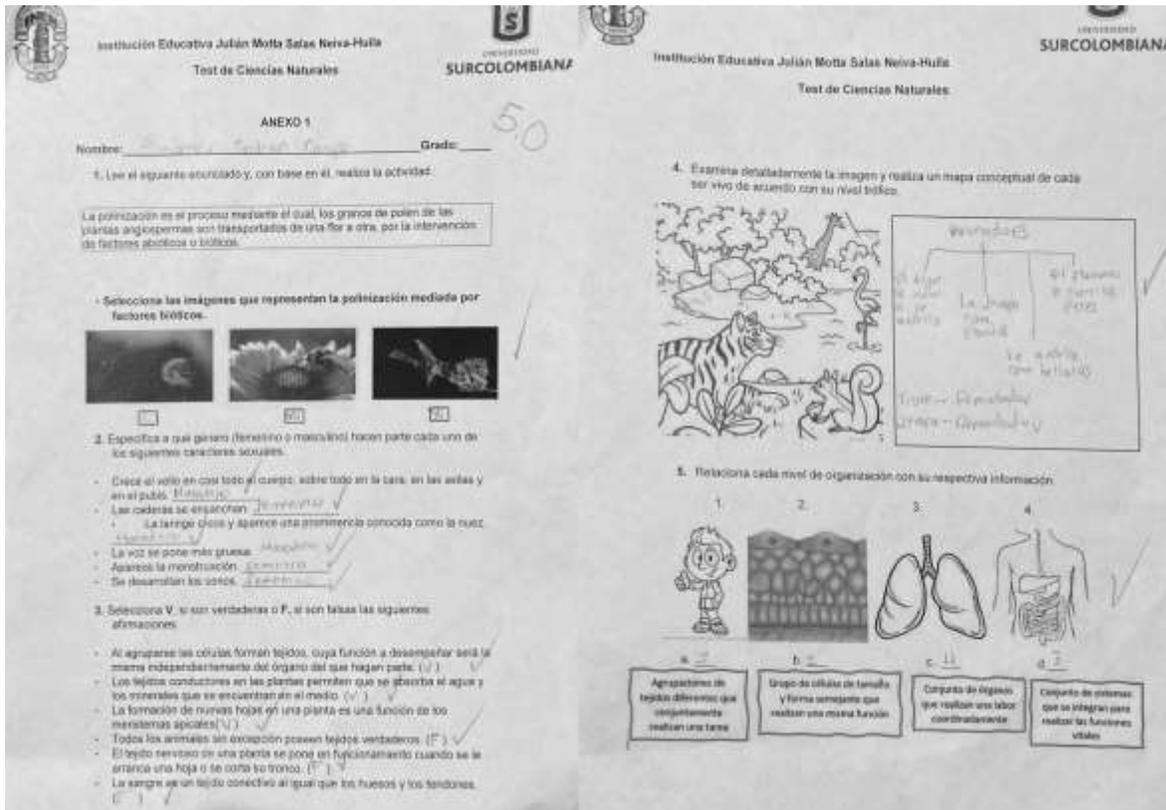
**FIGURA 51:** *Respuesta del estudiante (E3) en el postest de creatividad*



Fuente: Elaboración propia

En cuanto a los resultados obtenidos del desempeño en Ciencias Naturales encontramos que se evidencio una mejoría en los estudiantes demostrando un desempeño básico, alto y superior, entre ellos, encontramos el estudiante E4 que mostro una evolución en su aprendizaje mejorando de un desempeño bajo a un desempeño superior, su calificación se observa en la Figura 52.

**FIGURA 52:** Respuesta del estudiante (E4) en el postest de desempeño en Ciencias Naturales.



Fuente: Elaboración propia

En el caso de los resultados obtenidos del cuestionario de trabajo en equipo, se observa que ya no hay estudiantes con desempeño bajo, es decir, que algunos de ellos pasaron de un desempeño bajo a un desempeño básico, alto o superior (Table 13). A continuación, ponemos de ejemplo al estudiante E25 que demostró al principio un desempeño bajo a tener actualmente un desempeño básico, obteniendo en el cuestionario final las siguientes respuestas (Figura 53).

**FIGURA 53:** Respuesta del estudiante (E25) en el postest de trabajo en equipo.


**Institución Educativa Julián Motta Salas Neiva-Hulla**  
**Test de Trabajo en Equipo** SURCOLOMBIANA

Nombre: Thompson Arias Grado: \_\_\_\_\_

Este test está diseñado con la intención de ayudarle a usted a detectar cuáles son las actitudes y condiciones que debería tener un buen trabajo en equipo, respóndalo en función de lo que usted crea que debe ser. No es necesario mencionar que de la honestidad con que usted tiene esta prueba, dependerá la efectiva evaluación de su capacidad para trabajar en equipo. Solo responda con una "S" o "No" a las siguientes cuestiones:

Pregunta	SI	No
Debe saber usted quién hará qué y cómo se rebana el trabajo suyo con el de otros		✓
En todo equipo se requiere que al menos uno de los miembros sea el de las ideas.		✓
Es necesario que uno de los miembros actúe como conciliador, negociador, etc.	✓	
La planeación del trabajo del equipo debe estar a cargo de todos.		✓
La planeación del trabajo del equipo debe estar a cargo de todos.	✓	
El pedir cuentas o llamar la atención es contraproducente para el buen funcionamiento.		✓
El buen humor es un requisito para la eficacia de un equipo de trabajo.		✓
La administración del trabajo debe correr a cargo de todos en el equipo.	✓	
Controlar los resultados es responsabilidad de cada miembro.		✓
Socializar entre los miembros facilita un buen resultado de trabajo.	✓	
El miembro con más conocimientos es quien debe ser el líder del equipo.		✓
Todos deben expresar y defender con firmeza sus puntos de vista aunque difieran.	✓	
Un solo miembro con mala actitud puede arruinar el trabajo de todos.		✓
El miembro más tímido y sencillo puede aportar una gran idea.		✓
Es común que en un equipo ocurran las luchas por el poder.	✓	
La mayoría suele tener siempre la razón.	✓	
Todos buscan aunque sea inconscientemente el reconocimiento por su esfuerzo.	✓	
Las personas necesitan pertenecer a algo y un equipo de trabajo satisface su necesidad.	✓	
La pheromona es una prueba de la eficiencia del equipo de trabajo.		✓
Los objetivos personales deben coincidir con los de la organización.		✓
Todos los miembros deben tener la misma motivación en tipo e intensidad.		✓
El establecimiento de límites favorece el desempeño efectivo.		✓
Es normal y hasta beneficioso que surjan conflictos y desavenencias.	✓	

La diplomacia y la política entre los miembros solo entorpecen la dinámica del equipo.	✓	
Un buen equipo de trabajo, soporta y se adapta mejor a los cambios.		✓
La comunicación debe restringirse solo a aspectos operativos y técnicos.	✓	
El juicio del grupo se afina a medida que van más unidos.	✓	
El desarrollo de virtudes y cualidades se dan como resultado de trabajo en equipo.		✓
Los equipos de trabajo no son seleccionados sino formados.		✓
El grado de autonomía de un equipo es el reflejo de su alto desempeño.	✓	
La solución de problemas debe estar a cargo del jefe del equipo.	✓	

Fuente: Elaboración propia

Por otro lado, los resultados obtenidos en el cuestionario postest del pensamiento crítico, se obtiene que ya no hay estudiantes con desempeño bajo, es decir, que algunos pasaron de un desempeño bajo a un desempeño básico, alto o superior (Tabla 13). Por lo tanto, escogimos a la estudiante E29, que demuestra un cambio en su desempeño bajo a un desempeño básico (Figura 54).

**FIGURA 54:** Respuesta del estudiante (E29) en el postest del pensamiento crítico.

Nombre: Gloria E. Rojas Fecha: 16-02-20  
 Objetivo: Simular mediante NetLogo el comportamiento de una colonia de hormigas en la búsqueda de alimento.  
 En el momento que una hormiga encuentra un bocado de comida, la lleva de regreso al nido, dejando caer una sustancia química en su camino. Cuando una de sus compañeras " huelen " el químico, lo siguen hasta llegar a la fuente de alimento. De esta manera, cada una refuerza el camino hasta recolectar toda la comida disponible.  
 Según el texto anterior seguir las siguientes instrucciones:  
 1. Ir a Inicio y abrir NetLogo.  
 2. Seleccionar en el menú la pestaña "activa" y dar clic en Biblioteca de modelos.  
 3. Seleccionar el modelo "ANT".  
 4. Presionar el botón "Set Up" y pulse el botón "go" para iniciar simulación.  
 De acuerdo a lo observado en la simulación, responde las siguientes preguntas:  
 • ¿Qué sucede con la población de hormigas?  
 • ¿Qué es modelación basada en agentes?  
 • ¿Qué son las feromonas?  
 • ¿Por qué son importantes las feromonas en la comunicación química en insectos?  
 • ¿Representa mediante un dibujo dicha simulación?

Porque sucede es que cuando las hormigas encuentran la comida van dejando un rastro de feromonas.  
 Ellos andan con las que salen a buscar la comida y van dejando feromonas para que las otras hormigas se guíen.  
 Elas feromonas son sustancias químicas que van dejando un olor para guiar a sus compañeras.

Las feromonas son importantes para los insectos que van dejando un rastro de químicos para que sus compañeras las encuentren en diferentes lugares.

Fuente: Elaboración propia

Por otra parte, los resultados obtenidos en el cuestionario de comunicación se evidencio que algunos de los estudiantes que presentaban un tipo de comunicación pasiva potenciaron la comunicación a un tipo de comunicación asertiva, destacamos las repuestas del estudiante E8, quien mejoro de una comunicación agresiva a una comunicación asertiva (Figuras 55).

**FIGURA 55: Respuesta del estudiante (E8) en el postest de comunicación.**

Institución Educativa Julián Marín Salas Nervo-Huila  
Test de Comunicación  
UNIVERSIDAD SURCOLOMBIANA

Nombre: Paul Steven Suarez Londo Grado: 5

Instrucciones: Subraye aquella opción que refleje mejor su actuación. Recuerde que la calidad del resultado dependerá de la veracidad de sus respuestas.

1. Busca la solución del problema que plantea:  
A. Mediante la negociación  
B. A través de frases intermeditarias  
C. Arbitrando de la discusión sus argumentos  
D. Invirtiendo tiempo para buscar consenso

2. En una conversación entre compañeros:  
A. Pide opinión sobre el tema de conversación  
B. No deja hablar a los demás  
C. Escucha atentamente...pero no emite opinión  
D. Utiliza la frase "dame una oportunidad"

3. En una sesión de preguntas y respuestas:  
A. Realiza preguntas abiertas con lo planteado  
B. Le replica a quien le da la respuesta  
C. Responde con un "no sé"  
D. Repregunta porque no queda satisfecho con la respuesta

4. Cuando les transmite información a sus compañeros:  
A. Escucha sus planteamientos y los discute con ellos  
B. Les dice que la información es solicitada por la Gerencia  
C. Le hace por escrito  
D. Va a sus oficinas y les da la información

5. Cuando le piden una opinión:  
A. Se centra en el tema tratado  
B. Escribe la solicitud  
C. Dice que opina lo mismo que los demás  
D. Responde con una pregunta

6. Cuando va a elaborar una presentación:  
A. Incorpora ideas de otros personas  
B. Deja a un lado los asuntos de otros  
C. Se limita a memorizar ideas de otros  
D. No le dice a nadie lo que está haciendo

7. Si alguien le critica, usual:  
A. Agradecer el comentario  
B. Se pone a la defensiva  
C. No presta atención a lo que dicen  
D. Escucha y luego decide si está o no de acuerdo

8. Al hablar con personas del otro género:  
A. Le hace ironía naturalidad  
B. Utiliza expresiones ofensivas  
C. Se avergüenza  
D. Le pide a un amigo que le presente a la otra persona

9. Cuando quiere que su interlocutor no lo está escuchando:  
A. La interacción por la idea que está planteando  
B. Utiliza frases amenazatorias  
C. Resalta irónicamente el mensaje, si le es solicitado  
D. Le llama la atención cortésmente

10. Cuando dos personas están conversando:  
A. Pregunto si es posible emitir una opinión  
B. Interrumpo bruscamente la conversación  
C. Demuestro pero que estoy su presencia  
D. Emite una opinión sobre la conversación

Fuente: Elaboración propia

Por último, los resultados obtenidos del cuestionario postest de resolución de problemas según la tabla 13, se concluye de manera general que un 88% de los estudiantes se desempeñaron en un nivel alto y superior, donde solamente una minoría (8%) presentó un desempeño bajo. De esta manera se demuestra la potencialización de esta habilidad en los estudiantes, destacando el resultado obtenido por la estudiante E2 quien obtuvo un desempeño superior (Figura 56).

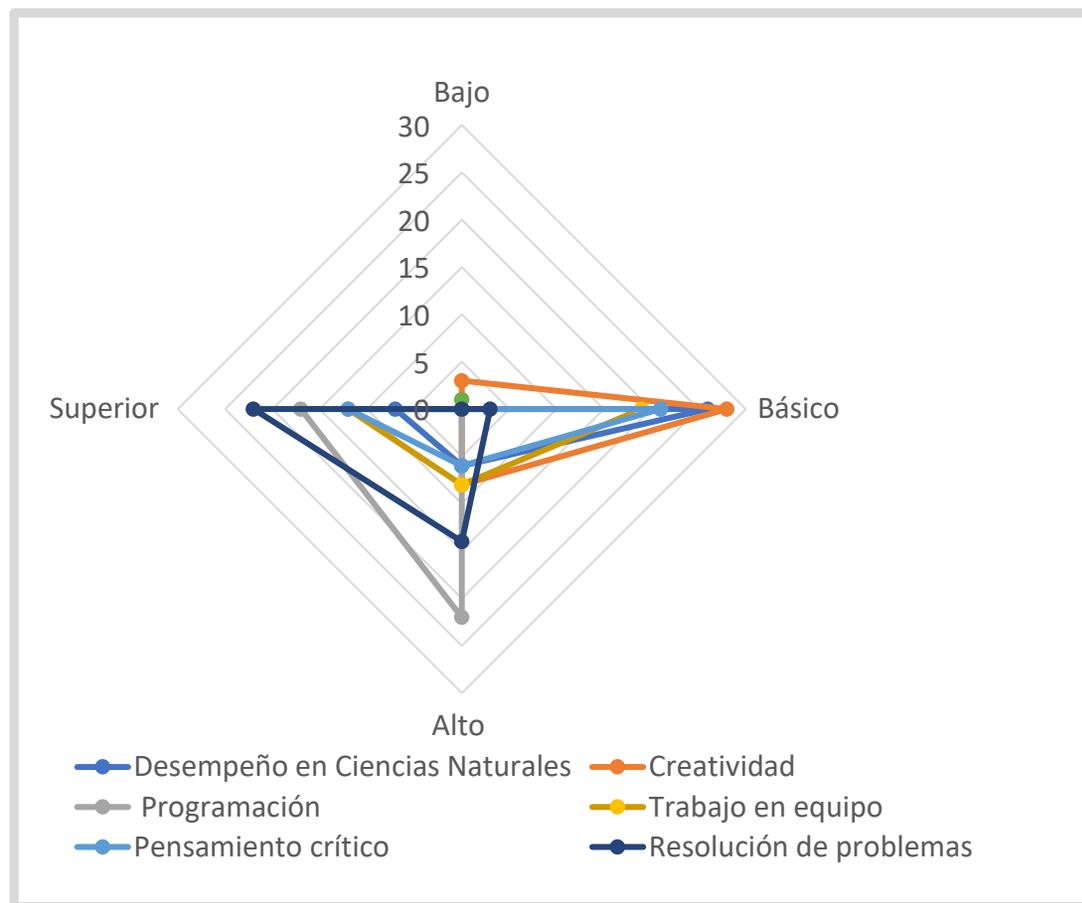


## 7.7 Análisis de Resultados Finales

Posteriormente se representarán gráficamente los resultados obtenidos luego de la implementación de la estrategia didáctica. Teniendo en cuenta que algunas habilidades científicas comparten el mismo criterio de evaluación clasificado en 4 categorías: bajo, básico, alto y superior (Figura 57).

### a. Habilidades científicas

**FIGURA 57:** *Habilidades Científicas de los estudiantes de 604.*

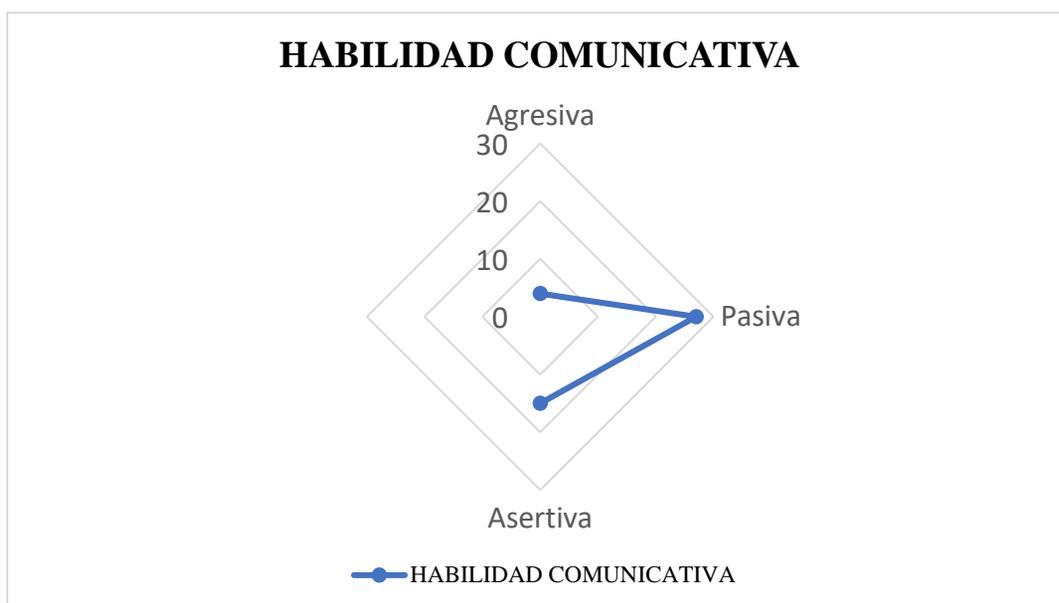


Nota: Fuente: Elaboración propia.

En el grafico anterior, se puede observar que los estudiantes demostraron una evolución en su aprendizaje de un desempeño bajo a un desempeño básico, alto y superior en las ciencias naturales, lo cual demuestra la efectividad de dicha estrategia. Por otro lado, se puede evidenciar que los estudiantes que presentaban un desempeño bajo obtuvieron al finalizar un desempeño básico y alto, lo cual demuestra una mejoría en dicha habilidad. También se puede evidenciar que la minoría de estudiantes que presentaban niveles bajos ahora demuestran tener niveles alto y superior en la habilidad de programación. Al igual que, en el trabajo en equipo los estudiantes fortalecieron esta habilidad donde se observó un mejoramiento con un desempeño bajo a un desempeño básico, alto y superior. En el caso del pensamiento crítico, la mayoría de los es estudiantes que tenían un desempeño bajo potenciaron la habilidad obteniendo un desempeño básico, alto y superior. Por último, podemos visualizar que gran parte de los estudiantes con niveles de desempeño bajo y básico, lograron obtener un desempeño alto y superior en el cuestionario de resolución de problemas.

## **b. Comunicación**

**FIGURA 58:** *Estilos de comunicación en estudiantes del grado 604.*



NOTA: Estilos de comunicación que poseen los estudiantes de acuerdo a las categorías clasificadas en asertivo, pasivo y agresivo. Fuente: Elaboración propia.

Con respecto a los estilos de comunicación que se obtuvieron los 39 estudiantes después de la implementación de la estrategia se reflejan que 20 de los estudiantes (51%) tienen un tipo de comunicación pasiva, entre los cuales 15 de ellos (38%) presentan un tipo de comunicación asertiva y el restante (11%) poseen una comunicación agresiva.

### **7.7.1 Análisis de Resultados Finales en Weka**

#### **Resultados finales del desempeño en Ciencias Naturales.**

A continuación, se presentan los resultados obtenidos luego de la implementación de la

estrategia didáctica.

En este sentido, se consideraron como variables de entrada: Inteligencias Múltiples (IM), Género (GÉNERO), Habilidad de programación (D\_HAB\_PROGRAMACIÓN), Creatividad (D\_CREATIVIDAD), Trabajo en equipo (D\_T\_EQUIPO), Desarrollo del pensamiento crítico (D\_P\_CRÍTICO), Habilidad comunicativa (D\_COM), Resolución de problemas (D\_RES\_PROBLEMAS) y como variable de salida: El desempeño en Ciencias Naturales (D\_CIENCIAS).

Por consiguiente, se obtuvo el siguiente resultado:

**FIGURA 59:** *Árbol de decisión del resultado de la fase de diagnóstico de la variable de salida: Desempeño en Ciencias naturales. Confiabilidad: 79.4872 % Algoritmo: J48 (Entropía de Shannon).*



Nota: Fuente: Elaboración propia.

Según la figura 59, para la población de estudio, los factores determinantes en el desempeño en Ciencias Naturales es **el desarrollo del pensamiento crítico y habilidad de programación.**

- Si la habilidad de programación es alta, entonces el desempeño en Ciencias Naturales es básico.
- Si la habilidad de programación, entonces, el desempeño en ciencias naturales depende del pensamiento crítico.
- Si el pensamiento crítico es superior, el desempeño en ciencias naturales es superior.
- Si el pensamiento crítico es alto, el desempeño en ciencias naturales es básico.

## **7.8 Discusión de los Resultados**

Durante la fase diagnóstico se logró analizar que los estudiantes presentaron bajo niveles de desempeño de las habilidades científicas evaluadas, de manera similar en el área de las ciencias naturales. Entre estos resultados se encontró que los estudiantes tenían poco conocimiento en programación, índices bajos de la habilidad creativa y pensamiento crítico, dificultades en la comprensión y resolución problemas, adicional a ello se caracterizaban por tener un tipo de comunicación pasiva (Ver anexo 14). No obstante, los resultados finales demostraron una evolución del aprendizaje de los estudiantes ya que adquirieron conocimientos básicos en programación, despertaron la creatividad, desarrollaron el pensamiento crítico, trabajaron la resolución de

problemas, fortalecieron los diferentes tipos de inteligencias múltiples, mejoraron el desempeño de las ciencias naturales y desarrollaron una comunicación asertiva (Ver anexo 15).

De la fase de diseño y desarrollo de la estrategia didáctica se tuvieron en cuenta los intereses de los estudiantes y el tipo de inteligencias múltiples que dominaba en el grupo de estudiantes, utilizándolo como factor determinante para un aprendizaje significativo. Durante las actividades realizadas se implementaron estrategias que permitieron fortalecer cada una de las actividades científicas.

Durante la fase de implementación se observó que los estudiantes aumentaron su nivel de participación durante las actividades desarrolladas, las cuales permitieron evidenciar la existencia de lagunas frente a conocimientos conceptuales de los temas trabajados, sin embargo, se logró atraer su atención y despertar el interés y curiosidad por la adquisición de nuevos saberes. Cabe resaltar, que el uso de las TIC, como recurso educativo contribuye al mejoramiento del proceso de aprendizaje; donde el estudiante es capaz de establecer conexiones entre los conocimientos previos y la nueva información, de tal manera que revolucioné la forma que se obtiene, se maneja y se interpreta la información.

## 8 CONCLUSIONES

Este trabajo de investigación contribuyó a la integración de las TIC en las aulas de clase, al uso de la modelación basada en agentes para comprender procesos complejos en la naturaleza de las ciencias, obteniendo como resultado final una estrategia didáctica a disposición de los docentes para promover habilidades científicas, donde el uso de herramientas tecnológicas durante las clases promueve un ambiente motivador y dinámico de los contenidos a desarrollar, propiciando la emoción en el aula y el aprendizaje significativo. De igual manera, se encontró que las actividades implementadas durante el desarrollo de la estrategia didáctica permitieron fortalecer la motivación de los estudiantes hacia los contenidos y las diferentes habilidades científicas con el fin de promover el uso de herramientas computacionales en el desarrollo de las clases.

Por otra parte, la implementación de la estrategia didáctica ha contribuido al desarrollo del aprendizaje basado en retos (ABR) en el campo de la biología computacional; puesto que se observó que el uso de esta metodología desarrollo la formulación de preguntas problematizadoras por parte del estudiante y su capacidad de resolver situaciones problemas, permitiendo que estos se introduzcan en la investigación aportado diferentes alternativas para resolver dicho problema

La importancia de integrar la biología computacional en el currículo de las ciencias naturales permite brindar herramientas computacionales durante el proceso de enseñanza - aprendizaje, tanto a docentes como estudiantes; lo que permite aumentar la motivación generando una mayor

interacción entre el estudiante y el contenido. Además de mencionar que el uso de las Tics dentro del aula de clase mejora la cooperación entre alumno y docente.

Al igual que, con este trabajo de investigación se logró evidenciar la evolución por parte de los estudiantes en los resultados obtenidos con sistema experto en minería de datos (weka), demostrando una mejora en el desempeño de las ciencias naturales y un fortalecimiento en las habilidades científicas tales como creatividad, programación, comunicación, pensamiento crítico, trabajo en equipo y resolución de problemas.

## 9 RECOMENDACIONES

Una vez concluido este proyecto de investigación y de acuerdo con los resultados obtenidos, es necesario destacar la efectividad de la estrategia didáctica en el fortalecimiento de habilidades científicas, para ello, vemos la necesidad de mencionar algunas recomendaciones las cuales podrán ser de gran utilidad al momento de que una institución o docente desee implementar esta estrategia de enseñanza en el aula:

✓ En primera medida, para llevar a cabo la implementación de la estrategia didáctica, debemos tener en cuenta los recursos disponibles por la institución educativa.

✓ Si la Institución educativa no cuenta con los recursos tecnológicos, el docente deberá apoyarse del medio natural, realizando la simulación por medio de una colonia de hormigas.

✓ Otra de las opciones disponibles, es realizar el proceso con uso de los recursos propios del docente.

✓ Por otro lado, es importante capacitar a docentes y estudiantes en el uso de herramientas computacionales tales como NetLogo y Scratch, es decir, anticipadamente brindar los conocimientos básicos para poder llevar cabo el desarrollo de la estrategia didáctica.

✓ Adicionalmente, se resalta que el videojuego puede utilizarse como herramienta motivacional en diferentes temáticas relacionadas con los diferentes tipos de ecosistema.

## 10 BIBLIOGRAFÍA

Almanza Díaz, D. (2015). Evaluación del programa de simulación NetLogo como herramienta motivadora y eficaz para trabajar destrezas científicas.

Ameerbakhsh, O., Maharaj, S., Hussain, A. y McAdam, B. (2019). Una comparación de dos métodos de utilizar un juego serio para enseñar ecología marina en un entorno universitario. *Revista internacional de estudios humanos-informáticos* , 127 , 181-189.

Ampatzidis, G., & Ergazaki, M. (2018). Challenging Students' Belief in the "Balance of Nature" Idea. *Science & Education*. doi:10.1007/s11191-018-0017-5

Ángel Zamora, C. (2 de junio del 2010). Proyecto Educativo Institucional Institución Educativa INEM Julián Motta Salas. 11- 22. <https://es.calameo.com/books/001035546d44db7f4d89e>

Bandini, S., Manzoni, S., & Vizzari, G. (2009). Agent based modeling and simulation: an informatics perspective. *Journal of Artificial Societies and Social Simulation*, 12(4), 4. <https://www.jasss.org/12/4/4.html>

Barton, A. (2005). Modelling the Foraging Patterns of a Colony of Co-operating Army Ant Agents using NetLogo.

Barton, A. (2005). Modelling the Foraging Patterns of a Colony of Co-operating Army Ant

Agents using NetLogo.

Basu, S., Sengupta, P., & Biswas, G. (2014). A Scaffolding Framework to Support Learning of Emergent Phenomena Using Multi-Agent-Based Simulation Environments.

Research in Science Education, 45(2), 293–324. doi:10.1007/s11165014-9424-z

Berrocal Santos, D. (25 de noviembre de 2013). Revista de investigación de la Facultad de Educación de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Obtenido de Análisis crítico de la “pedagogía constructivista, Vol. 17, N.º 2, 97-104.

<https://revistasinvestigacion.unmsm.edu.pe/index.php/educa/article/view/8210>

Bernal González, M. D. C., & Martínez Dueñas, M. S. (2009). Metodologías activas para la enseñanza y el aprendizaje.

OPENAIRE.[https://scripta.up.edu.mx/bitstream/handle/20.500.12552/5823/Methodolog%  
c3%adas%20activas%20para%20la%20ense%  
c3%blanza%20y%20el%20aprendizaje.pdf?  
sequence=1&isAllowed=y](https://scripta.up.edu.mx/bitstream/handle/20.500.12552/5823/Methodolog%c3%adas%20activas%20para%20la%20ense%c3%blanza%20y%20el%20aprendizaje.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

Blikstein, P., Wilensky, U. An Atom es conocido por la empresa que mantiene: un entorno de aprendizaje construccionista para la ciencia de los materiales mediante el modelado basado en agentes. Int J Comput Math Learning 14, 81-119 (2009). [https://doi.org/10.1007/s10758-009-9148-](https://doi.org/10.1007/s10758-009-9148-8)

8

Bobadilla Ramírez , D. (octubre de 2010). Rresearchgate. Obtenido de El conductismo: orígenes, trayectoria y significado. Revista Colombiana de Psicología, 22(2), 389-39.

[https://www.researchgate.net/publication/266261125\\_EL\\_CONDUCTISMO\\_ORIGENES\\_TRAYECTORIA\\_Y\\_SIGNIFICADO](https://www.researchgate.net/publication/266261125_EL_CONDUCTISMO_ORIGENES_TRAYECTORIA_Y_SIGNIFICADO)

Brunner, E., Kroiss, J., Trindl, A. y col. Feromonas reinas en hormigas *Temnothorax* : ¿control o señal honesta ?. *BMC Evol Biol* 11, 55 (2011).

<https://doi.org.usco.basesdedatosezproxy.com/10.1186/1471-2148-11-55>

Brown, T. (2008). Design thinking. *Harvard business review*, 86(6), 84.

[https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/62206916/Design\\_Thinking\\_por\\_Tim\\_Brown\\_Septiembre20200226-88457-1bayaa7-libre.pdf?1582749032=&response-content-disposition=inline%3B+filename%3DDesign\\_Thinking\\_por\\_Tim\\_Brown\\_Septiembre.pdf&Expires=1686021303&Signature=JwrxsgsDP0MZD1FLrumleTRHvkOtfNf33GSy7s4KBqgyu-bK9jb2MK1gpDL8IGXdxXJsh~Kyz40Te3fKOj0mPB34pfTLOsMsHMPZ5H0LAL24u-9r3NJYhvvb3FZmmQ0tFQMxQgsVIEhg-mC6Dz2O0QhHsDBNf11Z2HdmbjGU-DWn-QeH6NIVDFoyw9XWn1G3sPL07PAVmAJnuIuZZiaDbsK9khfBj~Szt~IUmnM3Va5m0-KLMJgR2mQ5jpUTZiFj9zt-RY-zsZDnFnJCiwCRaDye-mLOBXIfm4G1eZTol2AI8bpD9HIHjXxj0PD7Jlaxk66I5fH8oMXzSsTa98-DA &Key-Pair-Id=APKAJLOHF5GGSLRBV4ZA](https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/62206916/Design_Thinking_por_Tim_Brown_Septiembre20200226-88457-1bayaa7-libre.pdf?1582749032=&response-content-disposition=inline%3B+filename%3DDesign_Thinking_por_Tim_Brown_Septiembre.pdf&Expires=1686021303&Signature=JwrxsgsDP0MZD1FLrumleTRHvkOtfNf33GSy7s4KBqgyu-bK9jb2MK1gpDL8IGXdxXJsh~Kyz40Te3fKOj0mPB34pfTLOsMsHMPZ5H0LAL24u-9r3NJYhvvb3FZmmQ0tFQMxQgsVIEhg-mC6Dz2O0QhHsDBNf11Z2HdmbjGU-DWn-QeH6NIVDFoyw9XWn1G3sPL07PAVmAJnuIuZZiaDbsK9khfBj~Szt~IUmnM3Va5m0-KLMJgR2mQ5jpUTZiFj9zt-RY-zsZDnFnJCiwCRaDye-mLOBXIfm4G1eZTol2AI8bpD9HIHjXxj0PD7Jlaxk66I5fH8oMXzSsTa98-DA &Key-Pair-Id=APKAJLOHF5GGSLRBV4ZA)

D. Cobos-Sanchiz, E. López-Meneses, L. Molina-García, A. Jaén-Martínez y A.H. Martín-Padilla. Claves para la innovación pedagógica ante los nuevos retos: respuestas en la vanguardia de la práctica educativa. España. 2021

Calderon Diaz , A., Medina, A. F., & Quesado Quintero, C. (23 de abril de 2021).

Repositorio de tesis de la maestría en estudios interdisciplinarios de la complejidad. Obtenido

de Potenciamiento del pensamiento computacional mediante la resolución de problemas en estudiantes de grado tercero y octavo:

<https://repositoriotesiscomplejidad.blogspot.com/2021/04/potenciamiento-del-pensamiento.html>

Cano Espinosa, D. (2009). Teleología en el pensamiento Biofilosófico de F. J. Ayala. *Pensamiento*, 65 (246), 915-946. file:///D:/User/Downloads/4792-Texto%20del%20art%C3%ADculo-10838-1-10-20150127.pdf

Caño, A., & Luque, J. L. (1995). El conexionismo: un nexo entre las neurociencias y las ciencias cognitivas. *Contrastes: Revista Internacional de Filosofía*, Vol. 27 Núm. 2. [https://www.uma.es/contrastes/pdfs/PHIMAL1995/PHILMAL95-3-Cano\\_y\\_Luque.pdf](https://www.uma.es/contrastes/pdfs/PHIMAL1995/PHILMAL95-3-Cano_y_Luque.pdf)

Cañal, P., Criado, A. M., García Carmona, A., & Muñoz, G. (2013). La enseñanza relativa al medio en las aulas españolas de educación infantil y primaria: concepciones didácticas y práctica docente. *Investigación En La Escuela*, (81), 21–42. <https://revistascientificas.us.es/index.php/IE/article/view/6895>

Cárdenas Rodríguez, D., & Ome Jiménez, Y. (14 de junio de 2022). Repositorio de tesis de la maestría en estudios interdisciplinarios de la complejidad. Obtenido de Propuesta de diseño curricular no lineal e interdisciplinar, basado procesos de gamificación para el fortalecimiento en la adquisición de inglés: <https://repositoriotesiscomplejidad.blogspot.com/>

Castro Moreno, J. A. y Valbuena Ussa, E.O. (2018). Algunas relaciones entre la autonomía de la Biología y la emergencia de su Didáctica: consideraciones la complejidad de enseñar una ciencia

compleja. Ciencias de la Educación, 24(2),267-282. <file:///D:/User/Downloads/1516-7313-ciedu-24-02-0267.pdf>

Cedeno, E. F. A., Gavidia Catalan, V., & Mayoral García-Berlanga, O. (2020). PROGRESIÓN DE LAS IDEAS DEL PROFESORADO EN FORMACIÓN SOBRE LAS PRÁCTICAS DE CAMPO EN UNA SECUENCIA DE APRENDIZAJE. Revista Contexto & Educação, 35(111), 259–271. <https://doi.org/10.21527/2179-1309.2020.111.259-271>

Centro de Psicoterapia Cognitiva . (2007). Obtenido de Teoría del desarrollo cognitivo de Piaget. pp1 <https://www.terapia-cognitiva.mx/wp-content/uploads/2015/11/Teoria-Del-Desarrollo-Cognitivo-de-Piaget.pdf>

Chaverri, F. Q. (2018). Introducción al lenguaje Netlogo y la programación basada en agentes. <http://franciscoquesada.com/wp-content/uploads/2020/11/netlogo13.pdf>.

Chevallard, Y. (1991) La Transposition Didactique du Savoir Savant au Savoir Enseigné. Grenoble, La Pensée Sauvage éditions.

Coll, C. (1996). Constructivismo y educación escolar: ni hablamos siempre de lo mismo ni lo hacemos siempre desde la misma perspectiva epistemológica. Anuario de Psicología, #69, 153-178. Obtenido de <https://revistes.ub.edu/index.php/Anuario-psicologia/article/view/9094/11604>

DeMar, G. (1997). Contra Mundum. Obtenido de El Conductismo: <https://www.contra->

[mundum.org/index\\_htm\\_files/Dem\\_Conductismo.pdf](http://mundum.org/index_htm_files/Dem_Conductismo.pdf)

Deterding, S., Sicart, M., Nacke, L., O'Hara, K., & Dixon, D. (2011). Gamification. using game-design elements in non-gaming contexts. In *CHI'11 extended abstracts on human factors in computing systems* (pp. 2425-2428).

Denning P. J. (2007) Computing is a natural science, *Commun. ACM*, 50(7), pp. 13-18.

Díaz, Francisco Javier, Claudia Alejandra Queiruga, and Laura Andrea Fava. "Juegos serios y educación." XVII Workshop de Investigadores en Ciencias de la Computación (Salta, 2015). 2015.

Erazo Valencia, L. D., Morales Cuellar , S. Z., Torrente, T., & Amórtegui Cedeño, E. F. (2022). Las bebidas azucaradas como una cuestión socio-científica para promover la competencia crítica, cuestionar la información. *Revista Latinoamericana De Educación Científica, Crítica Y Emancipadora*, 1(1), 279–301. Recuperado a partir de <https://revistaladecin.com/index.php/LadECiN/article/view/10>

Ertmer, P., & Newby, T. (1993). Conductismo, cognitivismo y constructivismo: una comparación de los aspectos críticos desde la perspectiva del diseño de instrucción. *Performance improvement quarterly*, 6(4), 50-72.

Facione, P. (2013). Critical thinking: What it is and why it counts. Recuperado de <http://www.insightassessment.com/CT-Resources/Teaching-For-andAboutCritical->

Thinking/Critical-Thinking-What-It-Is-and-Why-It-Counts/ Critical-ThinkingWhat-It-Is-and-Why-It- Counts-PDF

Ferguson, J. y Lynch, S. (enero de 2014). Razonamiento colaborativo de los estudiantes sobre la selección natural como un sistema complejo mediante el uso de netLogo como representación digital. En ACTC 2014: Individuo, comunidad, sociedad: conexión, aprendizaje, crecimiento: Actas de la 4ª Conferencia Asiática Anual sobre Tecnología en el Aula (págs. 99- 118). Foro Académico Internacional.

Flavell, J. (1992). Desarrollo cognitivo: pasado, presente y futuro. *Developmental Psychology*, 28(6), 998-1005.

Fuhrmann, T., Schneider, B., & Blikstein, P. (2018). Should students design or interact with models? Using the Bifocal Modelling Framework to investigate model construction in high school science. *International Journal of Science Education*, 40(8), 867-893.

García Carmona, A. (24 de agosto de 2020). STEAM, ¿una nueva distracción para la enseñanza de la ciencia?. Repositorio Universidad Coruña, Revista de Educación Científica, 4 (2). <https://ruc.udc.es/dspace/handle/2183/26884>

Ginovart, M. Descubriendo el poder del modelado individual en la enseñanza y el aprendizaje: el estudio de un sistema depredador-presa. *J Sci Educ Technol* 23, 496–513 (2014). <https://doi-org.usco.basesdedatosezproxy.com/10.1007/s10956-013-9480-6>

Gkiolmas, A., Papaconstantinou, M., Chalkidis, A. y Skordoulis, C. Aprendiendo acerca de las poblaciones en los ecosistemas “construyéndolas desde adentro” con NetLogo: un enfoque construccionista para enseñar los principios de la ecología de poblaciones.

Glaser, S.M., Feitosa, R.M., Koch, A. et al. Tandem communication improves ant foraging success in a highly competitive tropical habitat. *Insect. Soc.* (2021). <https://doi-org.usco.basesdedatosezproxy.com/10.1007/s00040-021-00810-y>

Gobert, J. D., O’Dwyer, L., Horwitz, P., Buckley, B. C., Levy, S. T., & Wilensky, U. (2011). Examining the relationship between students’ understanding of the nature of models and conceptual learning in biology, physics, and chemistry. *International Journal of Science Education*, 33(5), 653-684.

GÓMEZ-FIERRO, W., LOZANO-RODRÍGUEZ, A. ., & AMÓRTEGUI-CEDENO, E. (2021). DESARROLLANDO “GRANDES IDEAS DE LA CIENCIA” A TRAVÉS DE UNA PRÁCTICA PEDAGÓGICA EN UN COLEGIO OFICIAL DE NEIVA. *Revista Electrónica EDUCyT*, 11(Extra), 327–338. Recuperado a partir de <https://die.udistrital.edu.co/revistas/index.php/educyt/article/view/49>

Gómez Martín, M., Gómez Martín, P. y González Calero, PP., 2012. Aprendizaje basado en juegos. *Revista ICONO 14*, 2 (2), pp.1. <https://icono14.net/ojs/index.php/icono14/article/view/436>

Gómez-Mendoza, M. Á. (2005). La transposición didáctica: historia de un concepto.

*Revista Latinoamericana de Estudios Educativos*, 1, 83-115.

Guénard, B., Silverman, J. Transporte en tándem, una nueva estrategia de alimentación en hormigas: descripción, función y significado adaptativo en relación con otras estrategias de alimentación descritas. *Naturwissenschaften* 98, 651–659 (2011). <https://doi-org.usco.basesdedatosezproxy.com/10.1007/s00114-011-0814-z>

Hernández Valencia, S., & Vidal Rojas, L. G. (23 de abril de 2019). Repositorio de tesis de la maestría en estudios interdisciplinarios de la complejidad. Obtenido de *Fractalidad, caos y el lenguaje*

Hernández, R., Fernández, C. & Baptista, P. (1991). *Metodología de la Investigación*. México: Mc Graw Hill. [https://www.uv.mx/personal/cbustamante/files/2011/06/Metodologia-de-la-Investigaci%C3%83%C2%B3n\\_Sampieri.pdf](https://www.uv.mx/personal/cbustamante/files/2011/06/Metodologia-de-la-Investigaci%C3%83%C2%B3n_Sampieri.pdf)

Hernández (s.f.), adaptado en las tesis de grado de Zepeda (2016)., *Test de Estilos de Comunicación*. Recuperado en la tesis: *Diagnostico de los Estilos de Comunicación Organizacional Utilizados por los Colaboradores en la Operadora Comercial SINERGIA, S.A COBAN, Alta Verapaz., Universidad Rafael Landivar*. <http://recursosbiblio.url.edu.gt/tesisjcem/2016/05/43/Paa-Jackeline.pdf>

JACOB, F. *La lógica de lo viviente: una historia de la herencia*. Barcelona: Tusquets, 1999.

Jacobson, M. J., Kim, B., Pathak, S., & Zhang, B. (2015). To guide or not to guide: issues in the sequencing of pedagogical structure in computational model-based learning. *Interactive Learning*

Environments, 23(6), 715-730.

Jordan, R. C., Brooks, W. R., Hmelo-Silver, C., Eberbach, C., & Sinha, S. (2014).

Balancing broad ideas with context: An evaluation of student accuracy in describing ecosystem processes after a system-level intervention. *Journal of Biological Education*, 48(2), 57-62.

Jordan, R. C., Hmelo-Silver, C., Liu, L., & Gray, S. A. (2013). Fostering reasoning about complex systems: using the aquarium to teach systems thinking. *Applied Environmental Education & Communication*, 12(1), 55-64.

Joshua A. Danish (2014) Applying an Activity Theory Lens to Designing Instruction for Learning About the Structure, Behavior, and Function of a Honeybee System, *Journal of the Learning Sciences*, 23:2, 100-148, DOI: 10.1080/10508406.2013.856793

Juneja, P. Learning Theories: Classical Conditioning, Operant Conditioning and Learning by Observation. Management Study Guide (MSG). <https://www.managementstudyguide.com/learning-theories-classical-conditioning-operant-conditioning-and-learning-by-observation.htm>

Khanna, N. (2021). J48 Classification (C4.5 Algorithm) in a Nutshell. Medium. <https://medium.com/@nilimakhanna1/j48-classification-c4-5-algorithm-in-a-nutshell-24c50d20658e>

Klerk, G.J. (1079). Mechanism and vitalism. A history of the controversy. *Acta Biotheoretica* 28, 1-10.

[https://www.researchgate.net/publication/226404876 Mechanism and vitalism A history of the controversy](https://www.researchgate.net/publication/226404876_Mechanism_and_vitalism_A_history_of_the_controversy)

Langbeheim, E., & Levy, S. T. (2018). Feeling the forces within materials: bringing inter-molecular bonding to the fore using embodied modelling. *International Journal of Science Education*, 40(13), 1567-1586.

Leiva, C. (2015). Conductismo, cognitivismo y aprendizaje. *Tecnología en Marcha*, Vol. 18 N. ° 1. [https://revistas.tec.ac.cr/index.php/tec\\_marcha/article/view/442/370](https://revistas.tec.ac.cr/index.php/tec_marcha/article/view/442/370)

Leary, H., Severance, S., Penuel, W. R., Quigley, D., Sumner, T., & Devaul, H. (2016). Designing a deeply digital science curriculum: Supporting teacher learning and implementation with organizing technologies. *Journal of Science Teacher Education*, 27(1), 61-77.

Leong, J. (2017). QUT Research Data Finder. 'When You Can't Envision, You Can't Give Permission': Learning and Teaching Through A STEAM Network: [https://eprints.qut.edu.au/103761/1/Jacina\\_Leong\\_Thesis.pdf](https://eprints.qut.edu.au/103761/1/Jacina_Leong_Thesis.pdf)

Linares, A. R. (2007). Paidopsiquiatria. Obtenido de Desarrollo Cognitivo: Las Teorías de Piaget y de Vygotsky.: [http://www.paidopsiquiatria.cat/FILES/TEORIAS\\_DESARROLLO\\_COGNITIVO\\_0.PDF](http://www.paidopsiquiatria.cat/FILES/TEORIAS_DESARROLLO_COGNITIVO_0.PDF)

LÓPEZ, A. La explicación teleológica en la enseñanza y aprendizaje de la biología. In: CARRETERO, M., et al. *Construir y enseñar las ciencias experimentales*. Buenos Aires: Aique,

1996. p. 153-172

Lourenço, GM, Keesen, F., Fagundes, R. et al. El reclutamiento y la entropía disminuyen durante la formación de senderos al buscar hormigas. *Insecto. Soc.*67, 59– 69 (2020). <https://doi-org.usco.basesdedatosezproxy.com/10.1007/s00040-019-00728-6>

Macal, C. M. & North, M. J. (2010). Tutorial on agent-based modelling and simulation. *Journal of Simulation*, 4(3), 151-162. <https://doi.org/10.1057/jos.2010.3>

MAYR, E. Así es la biología. Madrid: Debate, 1998.

MAYR, E. Por qué es única la biología: consideraciones sobre la autonomía de una disciplina científica. Buenos Aires: Katz, 2006

Maiztegui , A., Acevedo Díaz, J. A., Cachapuz, A., Cañal de León, P., Pessoa de Carvalho, , A., del Carmen Martín, , L., . . . González, E. (2002). Papel de la tecnología en la educación científica : una dimensión olvidada. *Redined. Revista iberoamericana de educación*, v. 28, pp. 129-155. <https://redined.educacion.gob.es/xmlui/handle/11162/20934>

Marsteller, RB, Bodzin, AM La eficacia de un plan de estudios en línea sobre la comprensión de la evolución biológica por parte de los estudiantes de secundaria. *JSci Educ Technol* 24, 803–817 (2015). <https://doiorg.usco.basesdedatosezproxy.com/10.1007/s10956-015-9565-5>

Meece, J. L. (2001). *Desarrollo del Niño y del Adolescente Para Educado*. McGraw-Hill Companies

Méndez Mantuano, M. O., Egüez Caviedes, E. C., Ochoa Ladines, K. V., Plúas Rogel, D. R., & Paredes Yuqui, C. E. (15 de octubre de 2021). *South Florida Publishing LLC*. Obtenido de Análisis del conductismo, cognitivismo, constructivismo y su interrelación con el conectivismo en la educación postpandemia: Analysis of behaviorism, cognitivism, constructivism and their interrelation with connectivism in post-pandemic education, 2(5), 6850–6863. <https://southfloridapublishing.com/ojs/index.php/jdev/article/view/854>

Mesa Agudelo, W. (2004). *Repositorio Institucional Universidad de Antioquia*.

Obtenido de Modelación computacional para la enseñanza y aprendizaje del movimiento rectilíneo (Trabajo de grado de especialización): <https://bibliotecadigital.udea.edu.co/handle/10495/216>

Merzendorfer, H. (2014). Una nueva proteína de hormiga para la comunicación química.

Revista de biología experimental. 217 (15), págs.2624-2625 extraído de <https://journals.biologists.com/jeb/article/217/15/2624/12177/A-novel-ant-protein-for-chemical-communication>.

MONOD, J. *El azar y la necesidad: ensayo sobre la filosofía natural de la biología moderna*.

Barcelona: Tusquets, 1993. [https://www.elboomeran.com/upload/ficheros/obras/z3\\_el\\_azar\\_y\\_la\\_necesidad.pdf](https://www.elboomeran.com/upload/ficheros/obras/z3_el_azar_y_la_necesidad.pdf)

Moreno-León, Jesús & Robles, Gregorio & Román-González, Marcos. (2016). Comparing Computational Thinking Development Assessment Scores with Software Complexity Metrics. 10.1109/EDUCON.2016.7474681.

Maset, P. P., Lago, J. R., & Naranjo, M. (2013). Aprendizaje cooperativo y apoyo a la mejora de las prácticas inclusivas. Revista de investigación en educación, 11(3), 207-218. <https://revistas.uvigo.es/index.php/reined/article/view/1979/1890>

Muntaner Guasp, J. J., Pinya Medina, C., & Mut Amengual, B. (2020). El impacto de las metodologías activas en los resultados académicos. Profesorado: revista de curriculum y formación del profesorado. <https://redined.educacion.gob.es/xmlui/bitstream/handle/11162/199184/Impacto.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Muñoz-Repiso, A. G. V., & Gómez-Pablos, V. B. (2017). Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP): evaluación desde la perspectiva de alumnos de Educación Primaria. Revista de investigación educativa, 35(1), 113-131.

OGBORN, J. et al. Formas de explicar: la enseñanza de las ciencias en secundaria. Madrid: Santillana, 1998.

Ortega, A. O. (2018). Enfoques de investigación. Extraído de [https://www.researchgate.net/profile/Alfredo\\_Otero\\_Ortega/publication/326905435\\_ENFOQUESDE\\_INVESTIGACION\\_TABLA\\_DE\\_CONTENIDO\\_Contenido/links/5b6b7f9992851ca650526dfd/ENFOQU](https://www.researchgate.net/profile/Alfredo_Otero_Ortega/publication/326905435_ENFOQUESDE_INVESTIGACION_TABLA_DE_CONTENIDO_Contenido/links/5b6b7f9992851ca650526dfd/ENFOQU)

ES-DE-INVESTIGACION-TABLADECONTENIDO-Contenido. pdf el, 14.

Ortiz Rojas , E. S., & Chavarro Barrera, L. (12 de Julio de 2007). Repositorio Institucional Universidad Surcolombiana. Obtenido de diseño e diseño e implementacion de un software como estrategia didáctica para la enseñanza de cinética química en: <https://repositoriousco.co/handle/123456789/106>

Ortiz Granja, D. (2015). El constructivismo como teoría y método de enseñanza. Revista Sophia de la Universidad Politécnica Salesiana de Ecuador, 1(19), 93. <https://revistas.ups.edu.ec/index.php/sophia/article/view/19.2015.04>

Ovalle Pinilla, D. (2014). Red de repositorios latinoamericanos. Obtenido de Estado situacional de los modelos basados en agentes y su impacto en la investigación organizacional: <https://repositorioslatinoamericanos.uchile.cl/handle/2250/2404609>

Paul, R., & Elder, L. (2005). Estándares de competencia para el pensamiento crítico.

Estándares, Principios, Desempeño, Indicadores y Resultados. Con una Rubrica maestra en el pensamiento crítico. Recuperado el, 20(3), 2015.

Peláez Gómez, A. M., & Lizcano Salazar , M. A. (2014). Repositorio Universidad Surcolombiana. Obtenido de Diseño y aplicación de una unidad didáctica para la enseñanza de la genética basada en la resolución de problemas, a estudiantes del grado noveno del colegio piaget de neiva”.: <https://repositoriousco.co/handle/123456789/154>

4PAR. (2022). Test de Solución de Problemas y Toma de Decisiones.

consultori<https://www.consultoriadeproseso.com.mx/test.html>.

Pellon Suarez de Puga, R. (14 de Septiembre de 2013). Scientific Electronic Library Online. Obtenido de Watson, Skinner y Algunas Disputas dentro del Conductismo.. <http://www.scielo.org.co/pdf/rcps/v22n2/v22n2a12.pdf>

Perales Palacios, F. J., & Aguilera, D. (21 de enero de 2020). Ciencia-Tecnología- Sociedad vs. STEM: ¿evolución, revolución o disyunción. Revista de Educación Científica, 4 (1). <https://digibug.ugr.es/handle/10481/62362>

Pawelek, J. G. (2013). El aprendizaje experiencial. Universidad de Buenos Aires. [http://www.ecominga.uqam.ca/ECOMINGA\\_2011/PDF/BIBLIOGRAPHIE/GUIDE\\_LECTURE\\_5/1/3.Gomez\\_Pawelek.pdf](http://www.ecominga.uqam.ca/ECOMINGA_2011/PDF/BIBLIOGRAPHIE/GUIDE_LECTURE_5/1/3.Gomez_Pawelek.pdf)

Phan, P.T., Wilson Rankin, E.E. & Purcell, J. Formica francoeuri responds to pheromones and defensive chemical cues of social bees. Insect. Soc. 67, 547–556 (2020). <https://doi-org.usco.basesdedatosezproxy.com/10.1007/s00040-020-00788z>

Phan, PT, Wilson Rankin, EE & Purcell, J. Formica francoeuri responde a las feromonas y las señales químicas defensivas de las abejas sociales. Insecto. Soc. 67, 547–556 (2020). <https://doiorg.usco.basesdedatosezproxy.com/10.1007/s0004002>

Piaget, J. (1976). Obtenido de Desarrollo cognitivo. pp2 <https://cmapspublic3.ihmc.us/rid=1H30ZJVMP-10MKYH2-QWH/Desarrollo%20Cognitivo.pdf>

Porlán, R. (2018). Didáctica de las ciencias con conciencia. Enseñanza de las Ciencias,36(3), 5–22. <https://ensciencias.uab.cat/article/view/v36-n3-porlan>

Psicoactiva. (2011). Test de las inteligencias múltiples. <https://www.psicoactiva.com/test/educacion-y-aprendizaje/test-de-las-inteligencias-multiples/>

Pulley, M., Rodriguez, L., Lewis, M., Kohler, B., & Gordillo, L. (2020). Guiding Students to Understand Functional Responses: Holling's Disc Experiment Revisited. PRIMUS, 1-13.

Ramos García, V. A. (16 de diciembre de 2019). El conexionismo y el estudio del lenguaje. Cienciorama, N° 11, 1988 [http://www.cienciorama.unam.mx/a/pdf/623\\_cienciorama.pdf](http://www.cienciorama.unam.mx/a/pdf/623_cienciorama.pdf)

Richard, FJ., Hunt, JH Comunicación química intracolonia en insectos sociales. Insecto. Soc. 60, 275-291 (2013). <https://doi-org.usco.basesdedatosezproxy.com/10.1007/s00040-013-0306-6>

Roa Almanza, C. L. (2014). Repositorio Institucional Universidad Surcolombiana. Obtenido de Elaboración de un material didáctico, para el aprovechamiento del etiquetado de alimentos en la enseñanza de las ciencias naturales: <https://repositoriousco.co/handle/123456789/160>

Roehrig, G. H., Dare, E. A., Ellis, J. A., & Ring Whale, E. (diciembre de 2021). Beyond the basics: a detailed conceptual framework of integrated STEM. Researchgate, 3

(11). [https://www.researchgate.net/publication/357012243\\_Beyond\\_the\\_basics\\_a\\_detailed\\_conceptual\\_framework\\_of\\_integrated\\_STEM](https://www.researchgate.net/publication/357012243_Beyond_the_basics_a_detailed_conceptual_framework_of_integrated_STEM)

Róndon Barragán, A. G. (2020). Repositorio UNAB. Obtenido de Propuesta para desarrollar habilidades de pensamiento computacional en estudiantes de décimo grado del Colegio Facundo Navas Mantill: <https://repository.unab.edu.co/handle/20.500.12749/11689>

Rodríguez Celis, Harold & Marroquín Ciendúa, Paola. (2019). Modelo Basado en Agentes para el desarrollo del pensamiento crítico en estudiantes universitarios. Una revisión sistemática.

Rodríguez Miranda, F.P. y Pozuelos Estrada, F.J. (2009). Aportaciones sobre el desarrollo de la formación del profesorado en los centros TIC. Estudios de casos. Pixel-Bit. Revista de Medios y Educación, 35, 33-43. <https://www.redalyc.org/pdf/368/36812381003.pdf>

Riascos, J. C., & Molina Muñoz, J. E. (2016). Breves consideraciones acerca de la importancia de los árboles de decisión en el análisis de carteras. Tendencias, 17(1), 11. <https://doi.org/10.22267/rtend.161701.11>

Ruiz, A. B. M. (2010). Formación Docente en TICS. ¿están los docentes preparados para la (R) evolución TIC?. International Journal of Developmental and Educational Psychology, 4(1), 35-44. <https://www.redalyc.org/pdf/3498/349832327003.pdf>

Ruiz, I., Anguita, R., Jorrín, I. (2006). Un estudio de casos basado en el análisis de competencias para el nuevo maestro/a experto en Nuevas Tecnologías Aplicadas a la Educación.

Revista Latinoamericana de Tecnología Educativa, 5 (2), 357-368.

Sakellariou, I., Kefalas, P., & Stamatopoulou, I. (2008, October). Enhancing NetLogo to simulate BDI communicating agents. In Hellenic Conference on Artificial Intelligence (pp. 263-275). Springer, Berlin, Heidelberg.

Sarmiento Santana, M. (2007). La Enseñanza de las Matemáticas y las Nuevas Tecnologías de la Información y Comunicación (Tesis doctoral). Universidad Rovira y Virgili. [https://www.tdx.cat/bitstream/handle/10803/8927/D-TESIS\\_CAPITULO\\_2.pdf](https://www.tdx.cat/bitstream/handle/10803/8927/D-TESIS_CAPITULO_2.pdf)

Sánchez, A. C., & Gómez, R. R. (2013). Enseñanza de las ciencias naturales para el desarrollo de competencias científicas. Amazonia investiga, 2(3), 30-53.

Schunk, D.H. (2012). Teorías del aprendizaje: Una perspectiva educativa.

Pearson.pp.3 <https://ciec.edu.co/wp-content/uploads/2017/06/Teorias-del-Aprendizaje-Dale-Schunk.pdf>

Sengupta, P., Wilensky, U. Aprendiendo electricidad con NIELS: pensar con electrones y pensar en niveles. Int J Comput Math Learning 14, 21–50 (2009). <https://doi-org.usco.basesdedatosezproxy.com/10.1007/s10758-009-9144-z>

Sharma, A. (2016). STEM-ification of Education: The Zombie Reform Strikes Again.

Journalfor Activist Science & Technology Education, 7(1), 42–51. Recuperado de: <https://jps.library.utoronto.ca/index.php/jaste/article/view/26826>

Sklar, E. (2007). NetLogo, a multi-agent simulation environment. *Artificial life*, 13(3),303-311.

Sterling Sandoval, E. (2020). Repositorio Institucional UNAL. Obtenido de Diseño de una estrategia de: <https://repositorio.unal.edu.co/bitstream/handle/unal/77922/10487309.2020.pdf.pdf?sequence=3&isAllowed=y>

Stieff, M., Wilensky, U. Química conectada: incorporación de simulaciones interactivas en el aula de química. *Revista de educación científica y tecnología* 12, 285-302 (2003). <https://doi.org.usco.basesdedatosezproxy.com/10.1023/A:1025085023936>

Svihla, V., & Linn, M. C. (2012). A design-based approach to fostering understanding of global climate change. *International Journal of Science Education*, 34(5), 651-676.

Takeuchi, M. A., Sengupta, P., Shanahan, M.-C., Adams, J. D. y Hachem, M. (2020). Transdisciplinarity in STEM education: a critical review. *Studies in Science Education*, 56(2), 213-253. DOI: <https://doi.org/10.1080/03057267.2020.1755802>

Tisue, S., & Wilensky, U. (2004, October). NetLogo: Design and implementation of a multi-agent modeling environment. In *Proceedings of agent* (Vol. 2004, pp. 7-9).

Useche, M. A., & Montealegre, Á. P. (Marzo de 2022). Repositorio de tesis de la maestría en

estudios interdisciplinarios de la complejidad. Obtenido de El pensamiento computacional en niños de grado 5° desde las Ciencias de la:

<https://repositoriotesiscomplejidad.blogspot.com/search?q=El+pensamiento+computacion+al+en+ni%C3%B1os+de+grado+5%C2%B0+desde+las+Ciencias+de+la+complejidad+++para+la+resoluci%C3%B3n+de+problemas>.

VALBUENA, E.; CORREA, M.; AMÓRTEGUI, E. La enseñanza de la biología ¿un campo de conocimiento?: estado del arte 2007-2008. *Tecné, Episteme y Didaxis*, Bogotá, n. 31, p. 67-9, 2012 <https://revistas.pedagogica.edu.co/index.php/TED/article/view/1649/1607>

Vargas Bilbao, C., Test Trabajo en Equipo. (2013). StuDocu. <https://www.studocu.com/cl/document/universidad-san-sebastian/recursos-humanos/test-trabajo-en-equipo/5505283>

Van Oudenhove, L., Billoir, E., Boulay, R. et al. La temperatura limita el comportamiento del seguimiento del rastro a través de la descomposición de las feromonas en las hormigas.

*Naturwissenschaften* 98, 1009–1017 (2011). <https://doiorg.usco.basesdedatosezproxy.com/10.1007/s00114-011-0852-6>

VERRET M. (1975) *Le temps des études*, Paris, Librairie Honoré Champion.

Von Thienen, W., Metzler, D., Choe, DH. et al. Comunicación de feromonas en hormigas: un análisis detallado de las decisiones dependientes de la concentración en tres especies. *Behav Ecol*

Sociobiol 68, 1611–1627 (2014). <https://doi.org.usco.basesdedatosezproxy.com/10.1007/s00265-014-1770-3>

Vallejo Ballesteros, H. F., Guevara Iñiguez, E. y Medina Velasco, S. R. (2018). Minería de Datos. RECIMUNDO, 2(Esp), 339–349.

Villavicencio, L. M. (2004). El aprendizaje autónomo en la educación a distancia. In Primer congreso Virtual Latinoamericano de educación a distancia (pp. 1-11). <https://www.renovacionmagisterial.org/portada/sites/default/files/adjuntos/2019/07/19/AprendizajeAutonomoEnEducacionADistancia-LileyaManrique.pdf>

Waight, N., Liu, X. & Gregorius, RM Comprender el ciclo de vida de los modelos basados en computadora: el papel de las contribuciones de los expertos en el diseño, desarrollo e implementación. Education Tech Research Dev 63, 831–859 (2015). <https://doi.org/10.1007/s11423-015-9402-9>

Yela, M. (1980). Obtenido de La evolución del conductismo, Sistema de Información Científica Redalyc, Psicothema, vol. 8, núm. Sup, 1996, pp. 165-186 <https://www.redalyc.org/pdf/727/72780408.pdf>

Yoon, S. A., Koehler-Yom, J., Anderson, E., Lin, J., & Klopfer, E. (2015). Using an adaptive expertise lens to understand the quality of teachers' classroom implementation of computer-supported complex systems curricula in high school science. Research in Science & Technological Education, 33(2), 237-251.

## ANEXOS

En este capítulo se presentan las evidencias generadas por el desarrollo de la investigación.

En este sentido, se han consolidado y precisado en la siguiente tabla:

<b>N°</b>	<b>DESCRIPCION DEL ANEXO</b>
<b>1</b>	Listados de Estudiantes
<b>2</b>	Guía de Aprendizaje
<b>3</b>	Test de Inteligencia Múltiples
<b>4</b>	Test de Programación
<b>5</b>	Test de Creatividad
<b>6</b>	Test de Desempeño en Ciencias Naturales
<b>7</b>	Test de Desempeño de Trabajo en Equipo
<b>8</b>	Test de Pensamiento Crítico (Netlogo)
<b>9</b>	Test de Comunicación
<b>10</b>	Test de Resolución de Problemas
<b>11</b>	Módulo de Biología Computacional
<b>12</b>	Plan de Clases
<b>13</b>	Código de Programación
<b>14</b>	Base de Datos del Diagnostico
<b>15</b>	Base Datos de Resultados Finales
<b>16</b>	Video de la Implementación
<b>17</b>	Carta Autrización de la Institución Educativa
<b>18</b>	Evidencia Fotográfica
<b>19</b>	Cronograma de actividades

### Anexo 1. Listado de Estudiantes

<b>No</b>	<b>NOMBRE DEL ESTUDIANTE</b>
1	BARRIOS VALVUENA JOHANN STEVEN
2	BONILLA ACOSTA HARETH GIOVANNY
3	CACHAYA QUIZA ANDRES CAMILO
4	CAMPO CALDERON NICOLAS ALEXANDER
5	CARO TRUJILLO JOHAN ANDRES
6	CASTAÑEDA CORTÉS DAVID
7	CHAVES SORA SARA NIKOLL
8	CUJIÑOS LOSADA ANGEL STIVEN
9	DELGADO TRUJILLO MIGUEL ANGEL
10	DIAZ TIMAURE STIVEN GERARD
11	ESCALLON GOMEZ JOHAN STEVEN
12	FANDIÑO DIEGO ALEJANDRO
13	FERNANDEZ CHAVARRO UBER ALEJANDRO
14	FIERRO MENDEZ NICOLLE FERNANDA
15	GALINDO ARTUNDUANGA DANIEL SANTIAGO
16	GONZALEZ RAMIREZ JUNITA
17	GUEVARA GARCIA SARA LUCIA
18	GUZMAN ALVAREZ SOL MAIA
19	LAISECA PEREZ EMILY GAEDY
20	LOZADA OSPINA SAMUEL
21	MARCHAN MARCHAN JOSE GABRIEL
22	MARROQUIN HERNANDEZ TALIANA
23	MOSQUERA ARANGO CRYSTAL
24	ORTIZ CHARRY CHARIT NICOL
25	PARRA ALAN JHOSEP
26	PARRA BAHAMON LUIS ESTEBAN
27	PINZON RAMIREZ ALLISON

28	POLANIA MENDEZ DULCE MARIA
29	RAMIREZ REINA CLARA
30	RICO RIERA GREIKER GABRIEL
31	RIVERA BARRERA DANA SOFIA
32	RODRIGUEZ PERDOMO PAULA JOHANA
33	RODRIEGUEZ VANEGA SAMUEL
34	SANMIGUEL SALAS BRAHIAN FERNANDO
35	SILVA ARGUELLO FABIO ALEJANDRO
36	TORRES CUENCA JUAN DAVID
37	TRUJILLO CORONADO JHON ALEXANDER
38	VALDES PAREDES SARA SOFIA
39	VARGAS AMAYA ANA SOFIA

## Anexo 2. Guía de Aprendizaje





**Anexo 3. Test de Inteligencias Múltiples**  
**Institución Educativa Julián Motta Salas Neiva-Huila**  
**Test de Inteligencias Múltiples**



Nombre: \_\_\_\_\_ Grado: \_\_\_\_\_

El propósito de este instrumento es ayudarte a identificar las inteligencias que más has desarrollado hasta ahora. Aunque no se trate de una prueba, pues no existen respuestas correctas o incorrectas, debes responder todo el test con mucha atención y sinceridad.

Califica de 1 a 5, siendo 1 la actividad con la que menos te identificas.

N	Ítems	1	2	3	4	5
<b>INTELIGENCIA MATEMÁTICAS</b>						
1	Haces operaciones aritméticas mentalmente con mucha rapidez.					
2	Haces muchas preguntas acerca del funcionamiento de las cosas.					
3	Disfrutas las clases de matemáticas					
4	Te interesan los juegos de matemática en computadoras.					
5	Te gusta los juegos de rompecabezas que requieran de la lógica.					
6	Te gusta clasificar y jerarquizar cosas.					
7	Tus ideas las expresas teniendo en cuenta un fundamento.					
8	Me gusta trabajar con calculadoras y entretenerme con juegos electrónicos.					
	<b>Puntaje total:</b>					
<b>INTELIGENCIA LINGÜÍSTICA</b>						
1	Escribe poema cuento pensamiento reflexión con frecuencia.					
2	Cuentas bromas y chistes o inventas cuentos increíbles.					
3	Tienes buena memoria para nombres, lugares, fechas y sucesos.					
4	Disfrutas los juegos de palabras.					
5	Disfrutas leer libros.					
6	Escribes las palabras correctamente.					
7	Aprecias las rimas absurdas, ocurrencias., trabalenguas etc.					
8	Te gusta escuchar la palabra hablada (historias, comentarios en la radio etc).					
	<b>Puntaje total:</b>					

<b>INTELIGENCIA VISUAL-ESPACIAL</b>						
<b>1</b>	Representas imágenes visuales nítidas					
<b>2</b>	Interpretas mapas, gráficos y diagramas con mayor facilidad que un texto .					
<b>3</b>	Fantaseas la mayor parte del tiempo					
<b>4</b>	Realizas esquemas explicativos o gráficos.					
<b>5</b>	Te gusta ver películas, fotografías u otras.					
<b>6</b>	Te gusta resolver rompecabezas, laberintos o juegos.					
<b>7</b>	Creas construcciones tridimensionales					
<b>8</b>	Cuando lees, aprovechas más las imágenes que los textos.					
	<b>Puntaje total:</b>					
<b>INTELIGENCIA CORPORAL-KINESTÉSICA</b>						
<b>1</b>	Te destacas en uno o más deportes.					
<b>2</b>	Te mueves o estás inquieto cuando permaneces sentado mucho tiempo.					
<b>3</b>	Imitas bien los gestos o movimientos característicos de otras personas.					
<b>4</b>	Disfrutas desarmar cosas y volver a armarlas.					
<b>5</b>	Cuando ves algo, lo tocas con las manos.					
<b>6</b>	Te gusta correr, saltar, moverte rápidamente.					
<b>7</b>	Tienes destreza manual o con las artesanías.					
<b>8</b>	Tienes una manera teatral de expresarse.					
	<b>Puntaje total:</b>					
<b>INTELIGENCIA MUSICAL</b>						
	Te das cuenta cuando la música está desentonada.					
	Recuerdas las melodías de las canciones.					
	Tienes buena voz para cantar.					
	Tocas un instrumento, cantas en un coro o similar.					
	Tamborileas rítmicamente sobre la mesa mientras.					
	Eres sensible a los ruidos ambientales					
	Respondes favorablemente cuando alguien reproduce una canción.					
	Me gusta cantar y silbar cuando estoy en la ducha o haciendo tareas distraídamente.					
	<b>Puntaje total:</b>					

<b>INTELIGENCIA INTERPERSONAL</b>						
<b>1</b>	Disfrutas conversar con tus compañeros.					
<b>2</b>	Tienes características de líder natural.					
<b>3</b>	Aconsejas a los amigos que tienen problemas.					
<b>4</b>	Pertenece a clubes, comités y otras organizaciones.					
<b>5</b>	Disfrutas enseñar informalmente a otros compañeros.					
<b>6</b>	Tienes dos o más buenos amigos.					
<b>7</b>	Tienes buen sentido de empatía o interés por los demás.					
<b>8</b>	Otros generalmente buscan tu compañía.					
	<b>Puntaje total:</b>					
<b>INTELIGENCIA INTRAPERSONAL</b>						
<b>1</b>	Demuestras sentido de independencia o voluntad.					
<b>2</b>	Tienes un concepto práctico de tus habilidades.					
<b>3</b>	Presentas buen desempeño cuando estás jugando.					
<b>4</b>	Llevas un ritmo completamente diferente en cuanto a tu estilo de vida y aprendizaje.					
<b>5</b>	Tienes un interés o pasatiempo sobre el que no hablas mucho con los demás.					
<b>6</b>	Tienes buen sentido de la autodisciplina.					
<b>7</b>	Prefieres trabajar solo.					
<b>8</b>	Expresas acertadamente tus sentimientos.					
	<b>Puntaje total:</b>					



## Anexo 4. Test de Programación

Institución Educativa Julián Motta Salas Neiva-Huila

### Test de Programación

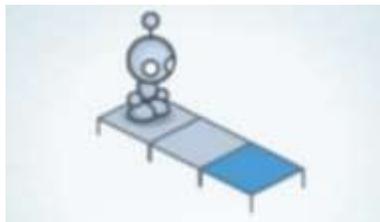


UNIVERSIDAD  
SURCOLOMBIANA

Nombre: \_\_\_\_\_ Grado \_\_\_\_\_

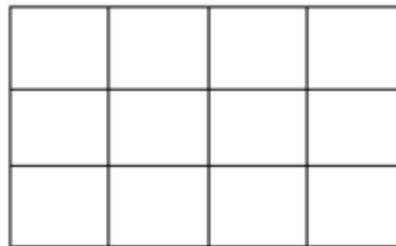
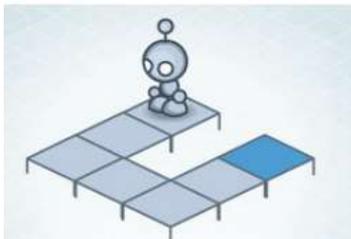
En el siguiente juego se debe guiar un pequeño robot para que llegue su destino y en su camino vaya prendiendo luces (en los cuadros azules).

En cada casilla indicas la instrucción que debe realizar el robot para llegar a su destino, es decir, en orden escribes las acciones que debe ejecutar el robot para llegar a la meta, ten en cuenta las siguientes instrucciones:

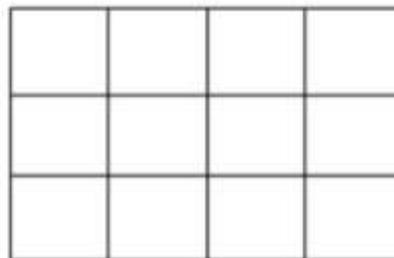
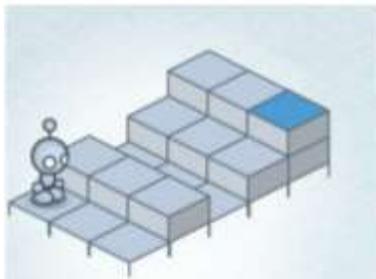


- Caminar hacia delante
- Iluminar
- Girar a la izquierda
- Girar a la derecha
- Salto

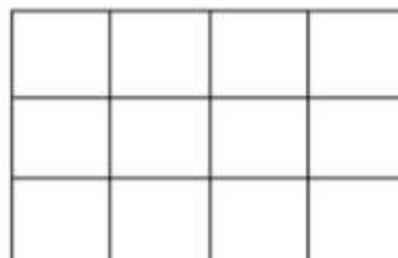
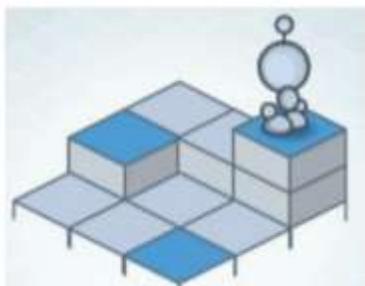
1. En cada casilla indicas la instrucción que debe realizar el robot para llegar a su destino, es decir, en orden escribes las acciones que debe ejecutar el robot para llegar a la meta.



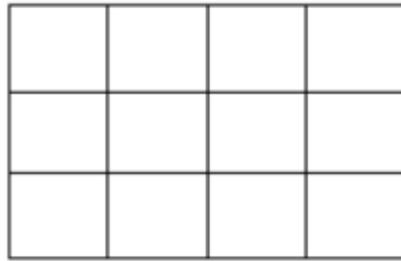
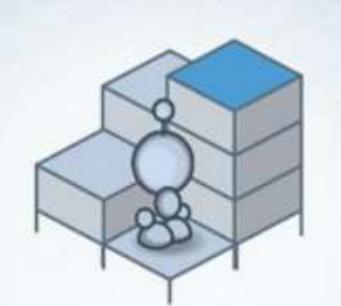
2. Nivel 2



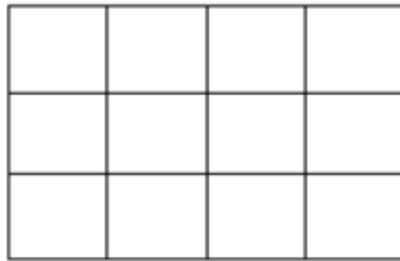
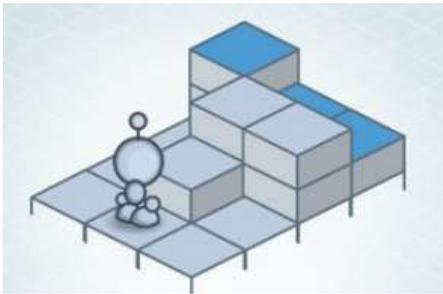
3. Nivel 3



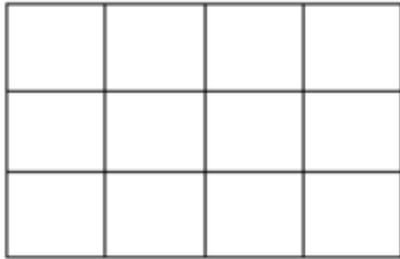
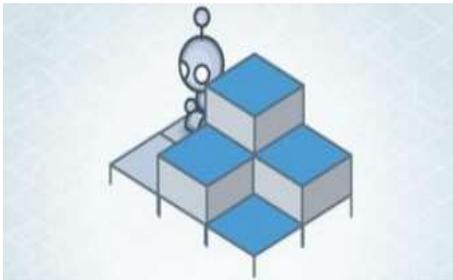
4. Nivel 4



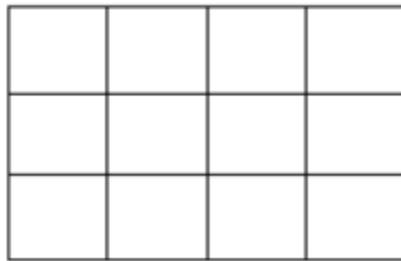
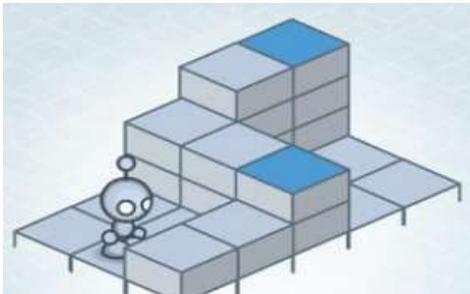
5. Nivel 5



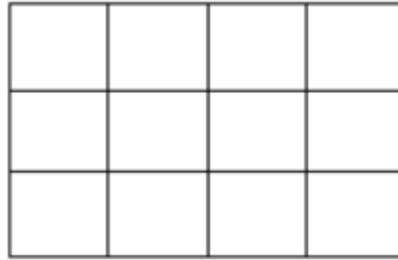
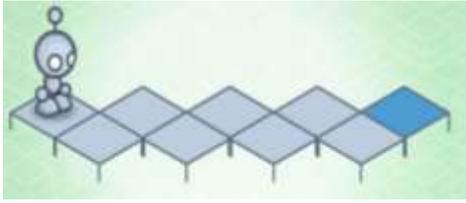
6. Nivel 6



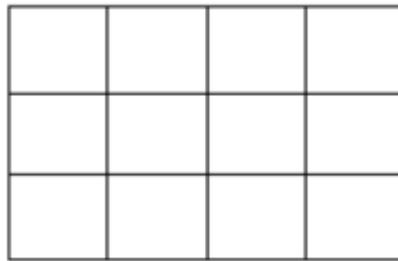
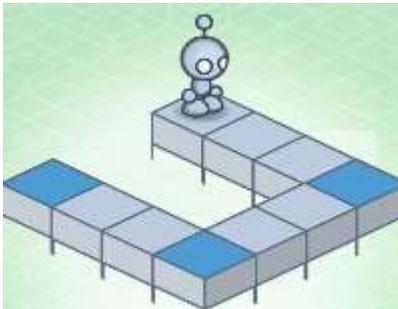
7. Nivel 7



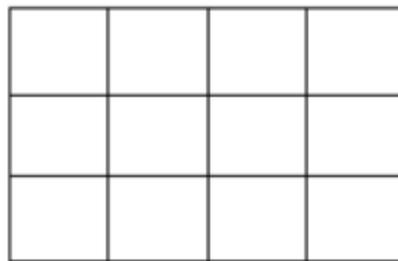
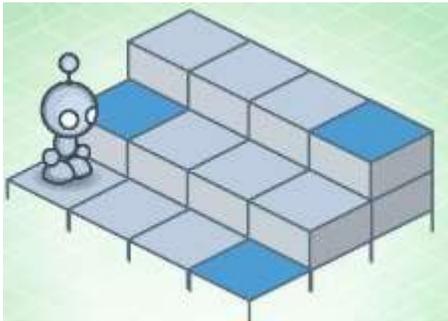
8. Nivel 8



9. Nivel 9



10. Nivel 10





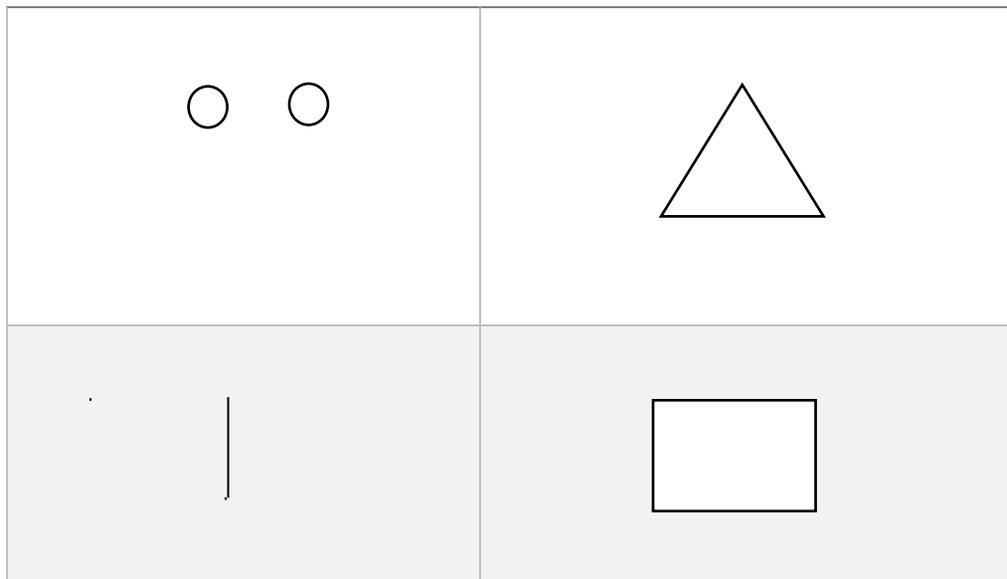
**Anexo 5. Test de Creatividad**  
**Institución Educativa Julián Motta Salas Neiva-Huila**

**Test de Creatividad**



**Nombre:** \_\_\_\_\_ **Grado:** \_\_\_\_\_

1. Dibuja un personaje de ficción a partir de las siguientes figuras.



2. Escribe 3 ideas de juegos con una botella plástica.

---

---

---

---

---

---

---

3. Crea tu propia historia teniendo en cuenta las siguientes palabras: Robot, ciudad y sonrisa.

4. Pon en juego tu imaginación y escribe todo lo que puedas hacer con un elástico.

---

---

---

---

---

5. Realiza un dibujo en cada cuadro




**Anexo 6. Test de desempeño en Ciencias Naturales**  
**Institución Educativa Julián Motta Salas Neiva-Huila**  
**Test de Ciencias Naturales**



Nombre: \_\_\_\_\_ Grado: \_\_\_\_\_

1. Lee el siguiente enunciado y, con base en él, realiza la actividad.

La polinización es el proceso mediante el cual, los granos de polen de las plantas angiospermas son transportados de una flor a otra, por la intervención de factores abióticos o bióticos.

• **Selecciona las imágenes que representan la polinización mediada por factores bióticos.**



2. Específica a qué género (femenino o masculino) hacen parte cada uno de los siguientes caracteres sexuales.

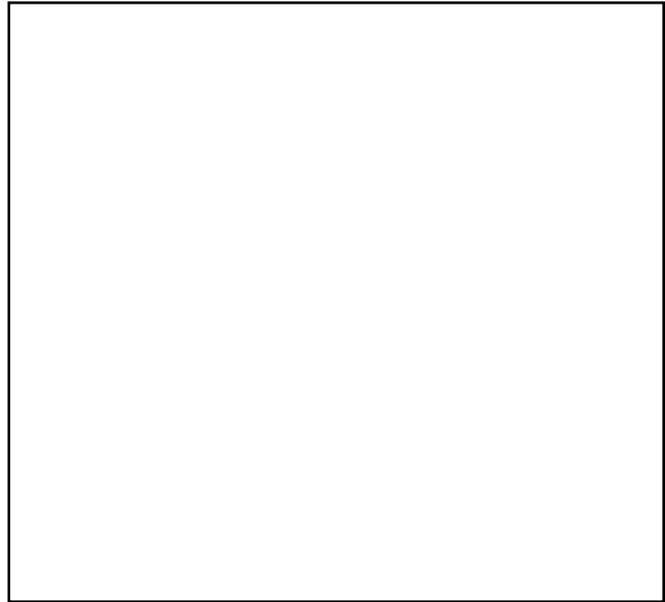
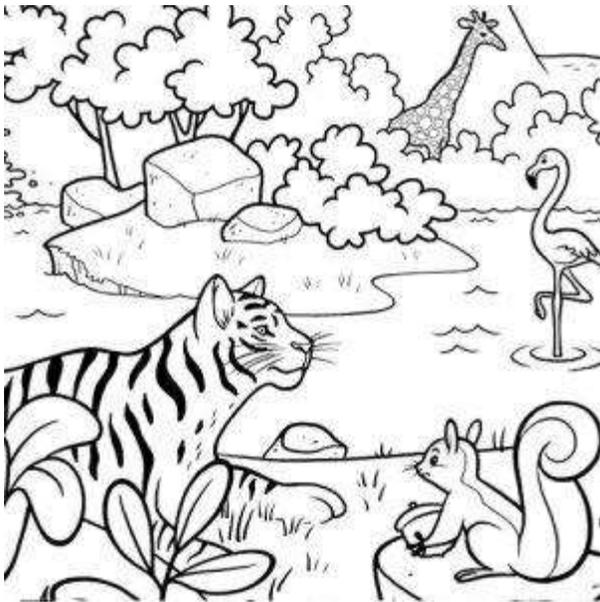
• Crece el vello en casi todo el cuerpo, sobre todo en la cara, en las axilas y en el pubis.

- Las caderas se ensanchan. \_\_\_\_\_
- La laringe crece y aparece una prominencia conocida como la nuez. \_\_\_\_\_
- La voz se pone más gruesa. \_\_\_\_\_
- Aparece la menstruación. \_\_\_\_\_
- Se desarrollan los senos. \_\_\_\_\_

3. Selecciona **V**, si son verdaderas o **F**, si son falsas las siguientes afirmaciones.

- Al agruparse las células forman tejidos, cuya función a desempeñar será la misma independientemente del órgano del que hagan parte. ( )
- Los tejidos conductores en las plantas permiten que se absorba el agua y los minerales que se encuentran en el medio. ( )
- La formación de nuevas hojas en una planta es una función de los meristemas apicales( )
- Todos los animales sin excepción poseen tejidos verdaderos. ( )
- El tejido nervioso de una planta se pone en funcionamiento cuando se le arranca una hoja o se corta su tronco. ( )
- La sangre es un tejido conectivo al igual que los huesos y los tendones. ( )

4. Examina detalladamente la imagen y realiza un mapa conceptual de cada ser vivo de acuerdo con su nivel trófico.



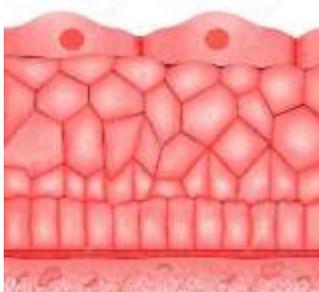
5. Relaciona cada nivel de organización con su respectiva información.

1.



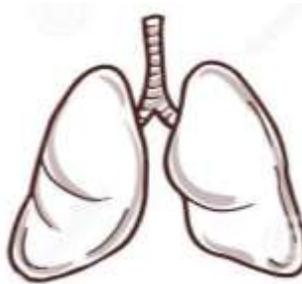
a. \_\_\_\_

2.



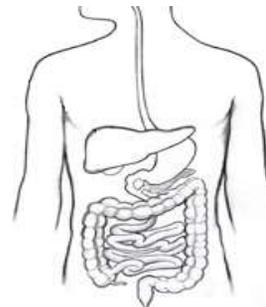
b. \_\_\_\_

3.



c. \_\_\_\_

4.



d. \_\_\_\_

Agrupaciones de tejidos diferentes que conjuntamente realizan una tarea

Grupo de células de tamaño y forma semejante que realizan una misma función

Conjunto de órganos que realizan una labor coordinadamente

Conjunto de sistemas que se integran para realizar las funciones vitales



## Anexo 7. Test de Trabajo en Equipo

### Institución Educativa Julián Motta Salas Neiva-Huila Test de Trabajo en Equipo



Nombre: \_\_\_\_\_ Grado: \_\_\_\_\_

Este test está diseñado con la intención de ayudarle a usted a detectar cuáles son las actitudes y condiciones que debiera tener un buen trabajo en equipo, respóndalo en función de lo que usted crea que debe ser. No es necesario mencionar que de la honestidad con que usted llene esta prueba, dependerá la efectiva evaluación de su capacidad para trabajar en equipo. Solo responda con una X “Sí” o “No” a las siguientes cuestiones:

KM	Pregunta	Si	No
1	Debe saber usted quién hará qué y cómo embona el trabajo suyo con el de otros		
2	En todo equipo se requiere que al menos uno de los miembros sea el de las ideas.		
3	Es necesario que uno de los miembros actúe como conciliador, negociador, etc.		
4	La planeación del trabajo del equipo debe estar a cargo de todos.		
5	El pedir cuentas o llamar la atención es contraproducente para el buen funcionamiento.		
6	El buen humor es un requisito para la eficacia de un equipo de trabajo.		
7	La administración del trabajo debe correr a cargo de todos en el equipo.		
8	Controlar los resultados es responsabilidad de cada miembro.		
9	Socializar entre los miembros facilita un buen resultado de trabajo.		
10	El miembro con más conocimientos es quien debe ser el líder del equipo.		
11	Todos deben expresar y defender con firmeza sus puntos de vista aunque difieran.		
12	Un solo miembro con mala actitud puede arruinar el trabajo de todos.		
13	El miembro más tímido y sencillo puede aportar una gran idea.		
14	Es común que en un equipo ocurran las luchas por el poder.		
15	La mayoría suele tener siempre la razón.		
16	Todos buscan aunque sea inconscientemente el reconocimiento por su esfuerzo.		
17	Las personas necesitan pertenecer a algo y un equipo de trabajo sacia su necesidad.		
18	La sinergia es una prueba de la eficiencia del equipo de trabajo.		
19	Los objetivos personales deben coincidir con los de la organización.		
20	Todos los miembros deben tener la misma motivación en tipo e intensidad.		
21	El establecimiento de límites favorece el desempeño efectivo.		
22	Es normal y hasta benéfico que surjan conflictos y desavenencias.		

23	La diplomacia y la política entre los miembros solo entorpecen la dinámica del equipo.		
24	Un buen equipo de trabajo, soporta y se adapta mejor a los cambios.		
25	La comunicación debe restringirse solo a aspectos operativos y técnicos.		
26	El juicio del grupo se afina a medida que son más unidos.		
27	El desarrollo de virtudes y cualidades se dan como resultado de trabajo en equipo.		
28	Los equipos de trabajo no son seleccionados sino formados.		
29	El grado de autonomía de un equipo es el reflejo de su alto desempeño		
30	La solución de problemas debe estar a cargo del jefe del equipo.		



## Anexo 8. Test de Pensamiento Crítico

### Institución Educativa Julián Motta Salas Neiva-Huila Test de Pensamiento Crítico



UNIVERSIDAD  
**SURCOLOMBIANA**

Nombre: \_\_\_\_\_ Grado: \_\_\_\_\_

**Objetivo:** Simular mediante Netlogo el comportamiento de una colonia de hormigas en la búsqueda de alimento. En el momento que una hormiga encuentra un trozo de comida, la lleva de regreso al nido, dejando caer una sustancia química en su camino. Cuando una de sus compañeras “huelen” el químico, lo siguen hasta llegar a la fuente de alimento. De esta manera, cada una refuerza el camino hasta recolectar toda la comida disponible.

**Según el texto anterior seguir las siguientes instrucciones:**

- Ir a Inicio y abrir NetLogo.
- Seleccionar en el menú la pestaña "archivo" y dar clic en Biblioteca de modelos.
- Seccionar el modelo "ANT".
- Presiona el botón "Set Up" y pulse el botón "go" para iniciar simulación.

**De acuerdo con lo observado en la simulación, responde las siguientes preguntas.**

1. ¿Qué sucede con la población de hormigas?
2. ¿Qué es modelación basada en agentes?
3. ¿Qué son las feromonas?
4. ¿Por qué son importantes las feromonas en la comunicación química en insectos?
5. ¿Representa mediante un dibujo dicha simulación?



## Anexo 9. Test de Comunicación

### Institución Educativa Julián Motta Salas Neiva-Huila Test de Comunicación



Nombre: \_\_\_\_\_ Grado: \_\_\_\_\_

Instrucciones: Subraye aquella opción que refleja mejor su actuación. Recuerde que la calidad Del resultado dependerá de la veracidad de sus respuestas.

#### 1. Busca la solución del problema que plantea:

- A. Mediante la negociación
- B. A través de frases intimidatorias
- C. Retirando de la discusión sus argumentos
- D. Invirtiendo tiempo para buscar consenso

#### 2. En una conversación entre compañeros:

- A.
- B. Pide opinión sobre el tema de conversación
- C. No deja hablar a los demás
- D. Escucha atentamente...pero no emite opinión
- E. Utiliza la frase “denme una oportunidad”

#### 3. En una sesión de preguntas y respuestas:

- A. Realiza preguntas acordes con lo planteado
- B. Le replica a quien le dio la respuesta
- C. Responde con un “no se”
- D. Repregunta porque no queda satisfecho con la respuesta

#### 4. Cuando les transmite información a sus compañeros:

- A. Escucha sus planteamientos y los discute con ellos
- B. Les dice que la información es solicitada por la Gerencia
- C. Lo hace por escrito
- D. Va a sus oficinas y les da la información

#### 5. Cuando le piden una opinión:

- A. Se centra en el tema tratado
- B. Elude la solicitud
- C. Dice que opina lo mismo que los demás
- D. Responde con una pregunta

#### 5. Cuando va a elaborar una presentación:

- A. Incorpora ideas de otras personas
- B. Deja a un lado los aportes de otros
- C. Se limita a transmitir ideas de otros
- D. No le dice a nadie lo que está haciendo

**6.Si alguien le critica, usted:**

- A. Agradece el comentario
- B. Se pone a la defensiva
- C. No presta atención a lo que dicen
- D. Escucha y luego decide si está o no de acuerdo

**7.Al hablar con personas del otro género:**

- A. Lo hace con naturalidad
- B. Utiliza expresiones ofensivas
- C. Se avergüenza
- D. Le pide a un amigo que le presente a la otra persona

**8.Cuando siente que su interlocutor no lo está escuchando:**

- A. Lo interesa por la idea que está transmitiendo
- B. Utiliza frases amenazantes
- C. Repite airadamente el mensaje, si le es solicitado
- D. Le llama la atención cortésmente

**9.Cuando dos personas están conversando:**

- A. Pregunta si es posible emitir una opinión
- B. Interrumpe bruscamente la conversación
- C. Carraspea para que noten su presencia
- D. Emite una opinión sobre lo conversado



## Anexo 10. Resolución de problemas y Toma de Decisiones

### Institución Educativa Julián Motta Salas Neiva-Huila Test de Resolución de problemas y Toma de Decisiones



Nombre: \_\_\_\_\_ Grado: \_\_\_\_\_

Este test está diseñado con la intención de medir su nivel de competencia completa estas afirmaciones según sea el caso:

1. Reviso, acuerdo con mi equipo de trabajo, y documento la prioridad de las situaciones por resolver:
  - a. Nunca
  - b. Algunas veces
  - c. Casi siempre
  - d. Siempre
2. Defino el proceso para resolver la situación más prioritaria:
  - a. Yo solo, sin involucrar a nadie.
  - b. En ocasiones muy especiales involucro a mi equipo de trabajo
  - c. Casi siempre junto con mi equipo de trabajo
  - d. En consenso con mi equipo de trabajo, sin excepción
3. Antes de sugerir la solución de un problema, lo describo claramente y lo documento con información comprobable:
  - a. Nunca
  - b. Algunas ocasiones
  - c. Casi siempre
  - d. Siempre

4. Busco las posibles causas de un problema antes de describirlo:
  - a. Siempre
  - b. Casi siempre
  - c. Algunas veces
  - d. Nunca
5. Cuando soluciono un problema:
  - a. Me concentro solamente en solucionarlo, no presto atención a las acciones para contener sus efectos y corregir su causa.
  - b. Algunas veces documento las acciones para contener sus efectos y corregir su causa.
  - c. Casi siempre documento las acciones para contener sus efectos y corregir su causa.
  - d. Siempre identifico y documento las acciones de contención y la acción correctiva.
6. Cuando tomo una decisión:
  - a. Nunca pienso en lo que quiero lograr ni me preocupo de lo que va a modificarse con la misma.
  - b. Algunas ocasiones tomo en cuenta lo que quiero lograr y a veces me preocupo lo que va a modificarse con la misma.
  - c. Casi siempre considero lo que quiero lograr y generalmente me preocupo lo que va a modificarse con la misma.
  - d. Siempre sé lo que quiero lograr y me preocupo lo que va a modificarse con la misma.
7. Cuando tomo una decisión considero las condiciones obligatorias que debo satisfacer y las restricciones que enfrentaré:
  - a. Nunca
  - b. Algunas veces
  - c. Casi siempre
  - d. Siempre

- 8.** Cuando tomo una decisión:
- a.** Nunca pienso en los riesgos
  - b.** En casos especiales considero los riesgos
  - c.** Pienso en los riesgos la mayoría de las veces
  - d.** Siempre pienso en los riesgos para elegir la alternativa mejor balanceada entre beneficios y riesgos
- 9.** Cuando hago planes importantes, aplico acciones preventivas y elaboro un plan de contingencia:
- a.** Nunca tengo tiempo
  - b.** Solamente en las escasas ocasiones que tengo tiempo
  - c.** Casi siempre, excepto cuando considero que no es necesario
  - d.** Siempre
- 10.** Documento y aplico las mejores prácticas en beneficio de la organización:
- a.** No, me costó mucho trabajo personal y no es justo que quienes no trabajaron en ello se beneficien.
  - b.** Algunas veces, dependiendo del caso
  - c.** Casi siempre, a menos que lo olvide
  - d.** En todas las ocasiones

# ¿QUÉ ES LA BIOLOGÍA COMPUTACIONAL?



## BIOLOGÍA COMPUTACIONAL

Es una disciplina que utiliza la informática, la estadística y las matemáticas para resolver los problemas de la biología.



# IMPORTANCIA DE LA BIOLOGÍA COMPUTACIONAL



La biología computacional nos permite estudiar procesos biológicos mediante el desarrollo de algoritmos, modelos teóricos, simulaciones computacionales y modelos matemáticos para la inferencia estadística.

# ¿Qué herramientas computacionales contribuyen a la resolución de los problemas más complejos que plantea la biología?

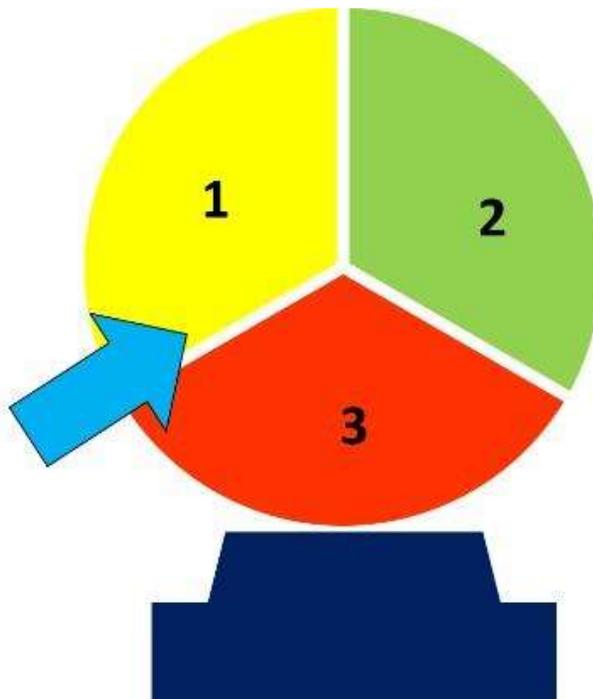


El conocimiento que nos proporcionan estas herramientas informáticas, se considera valioso porque además de ayudarnos a entender mejor los sistemas biológicos, también nos permiten crear modelos matemáticos y simulaciones a través de un ordenador, capaz de predecir el comportamiento que tendrán en el futuro.

# RULETA



76



1. ¿Qué es biología computacional?

2. ¿Por qué es importante en la investigación?

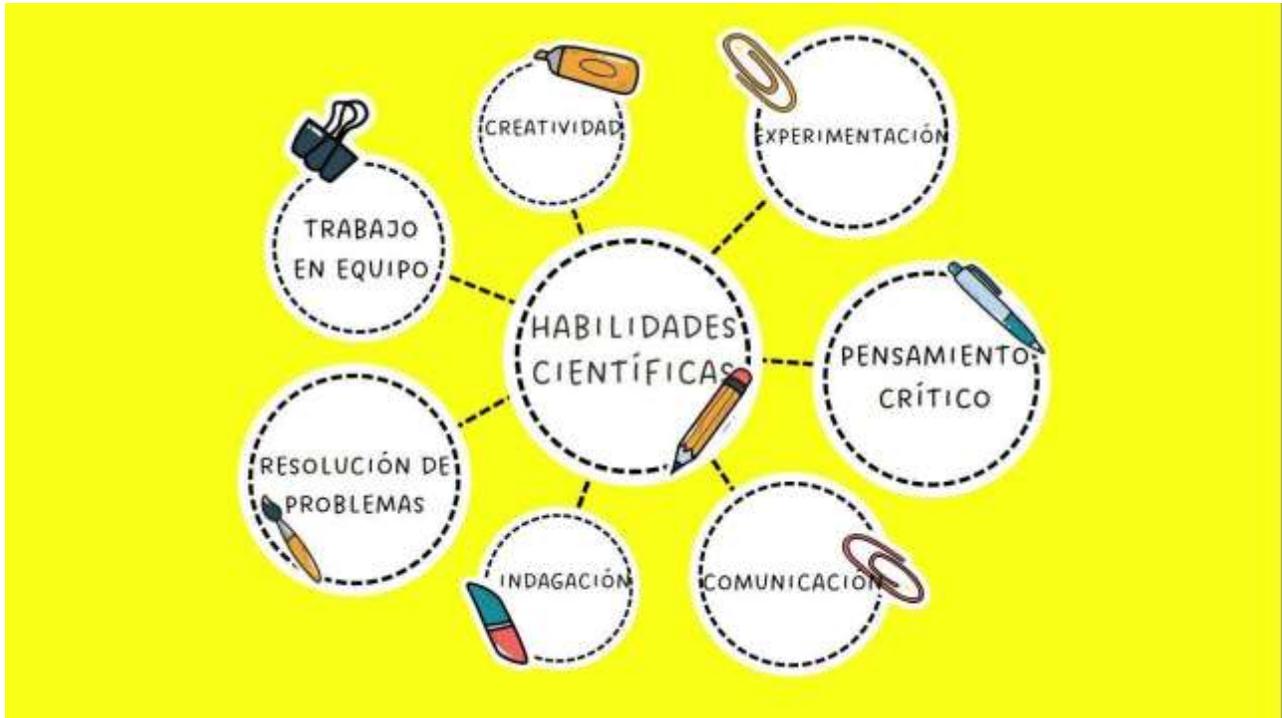
3. Menciona un ejemplo de la biología que utilice la computación?



## ¿Que son las habilidades científicas?

Las habilidades científicas son las capacidades que tenemos las personas para conocer, comprender y explicar los fenómenos que se presentan en la naturaleza.





## HABILIDADES CIENTÍFICAS

<p><b>Experimentación</b></p> <p>Definimos el experimento como el momento de la investigación científica en la que se ponen en práctica las teorías y las hipótesis de modo tal de observar los resultados de los mismos.</p>	<p><b>Indagación</b></p> <p>La indagación científica se refiere a las diversas formas en las cuales los científicos obtienen el conocimiento de la naturaleza y proponen explicaciones basadas en las pruebas derivadas de su trabajo.</p>
<p><b>Pensamiento crítico</b></p> <p>El pensamiento crítico es un proceso que ayuda a organizar y analizar conceptos, ideas y conocimientos. Este tipo de pensamiento se utiliza para llegar de la forma más adecuada a la postura correcta que obtenemos al tener sobre un tema.</p>	<p><b>Resolución de problemas</b></p> <p>La habilidad de resolución de problemas se puede definir como la capacidad para identificar un problema, tomar medidas lógicas para encontrar una solución adecuada, y suplenar y evaluar la implementación de tal solución.</p>
<p><b>Comunicación</b></p> <p>Las habilidades de comunicación, se refieren a la capacidad para enviar, recibir, almacenar y enviar información, ideas, opiniones y actitudes de primera calidad y entendidas hacia objetivos personales y organizacionales.</p>	<p><b>Trabajo en equipo</b></p> <p>El trabajo en equipo se caracteriza por su capacidad para reunir talentos individuales y representados positivamente para lograr un objetivo en común.</p>
<p><b>Creatividad</b></p> <p>La creatividad es la capacidad o habilidad del ser humano para inventar o crear cosas que pueden ser objetos físicos, ideas, representaciones o simplemente fantasías.</p>	

# SCRATCH

Scratch es la comunidad de programación para niños y niñas más grande del mundo, y un lenguaje de programación con una interfaz sencilla que permite a los jóvenes crear historias digitales, juegos y animaciones. Scratch está diseñado, desarrollado y moderado por la Fundación Scratch, una organización sin ánimo de lucro.

## VIDEOJUEGO



# SCRATCH





## Jugando con SCRATCH

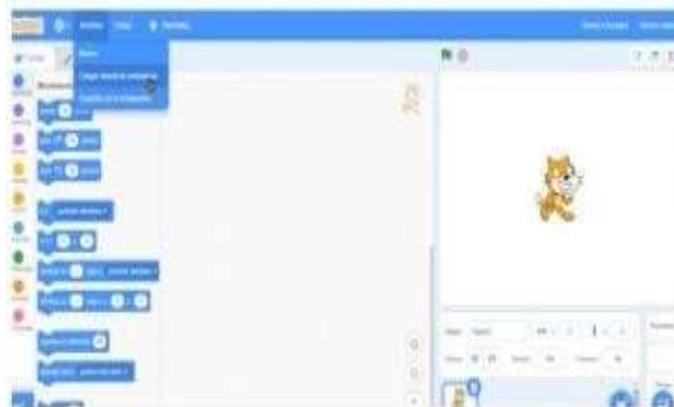


Nivel 1

### Institución Educativa Julian Motta Salas Neiva-Huila

La hormiga tiene una misión y es buscar comida (hojas), para ello debe pasar por una serie de desafíos, pero con mucho cuidado para cumplir con su objetivo y llegar a la meta.

1. Abrir programa Scratch
2. Seleccionar Archivo
3. Cargar desde tu ordenador
4. Escoger el juego "comunicación química"

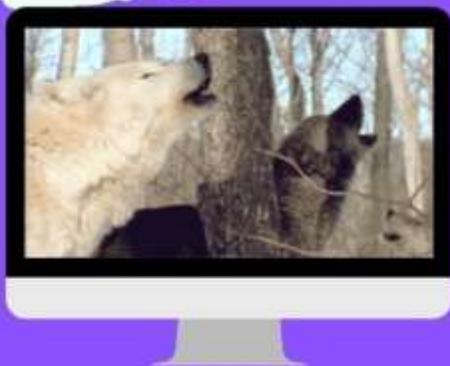


# ¿QUE ES LA COMUNICACIÓN EN ANIMALES?



"La comunicación es la transmisión de información de un animal a otro, lo que provoca algún tipo de cambio en el animal que obtiene la información."

La comunicación suele darse entre animales de una misma especie, pero también puede darse entre dos animales de especies diferentes.



# TIPOS DE COMUNICACIÓN

Visual



Auditiva



Táctil



Química



# Comunicación Visual

La comunicación visual implica señales que se pueden ver. Ejemplos de estas señales incluyen gestos, expresiones faciales, posturas corporales y coloración.



**GESTO**

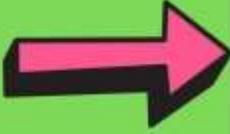
**COLORACIÓN**





**COLORACIÓN**

**GESTOS**



**EXPRESIONES  
FACIALES**

**POSTURAS  
CORPORALES**

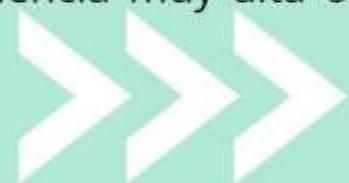


**¿HAS ESCUCHADO EN LAS MAÑANAS  
LOS PAJAROS CANTAR EN TU VENTANA?**



# Comunicación Auditiva

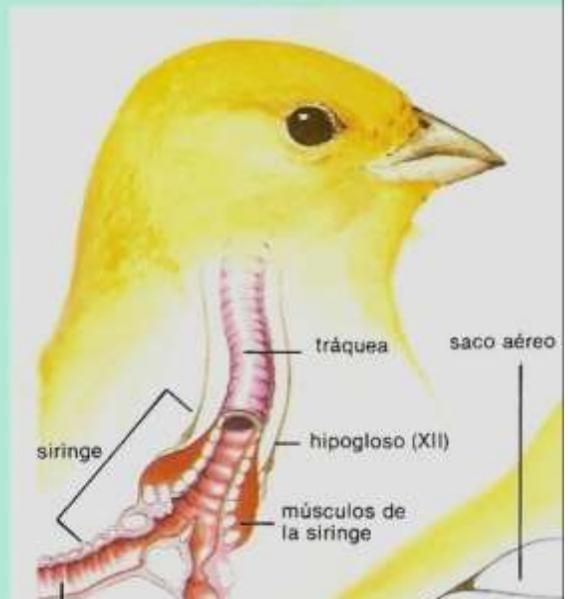
La comunicación auditiva se lleva a cabo a través de sonidos emitidos de maneras muy diversas. Algunos sonidos de animales no son percibidos por el oído del hombre, pues pueden tener una frecuencia muy alta o muy baja.



Como ejemplo tenemos que la cigarra produce sonido por medio de vibraciones de su cuerpo, algunos insectos por medio del zumbido con las alas; otros por medio de chirridos con sus mandíbulas.

Los pájaros lo hacen por medio de un órgano llamado siringa y no con la laringe o la lengua como se pensaba. La chachalaca o guaco bate sus alas contra un tronco. Un pájaro carpintero genera el sonido staccato cuando barrena un árbol en busca de insectos.

77





Los mamíferos los emiten a través de las cuerdas vocales, pero también se comunican con ruidos que se obtienen con otras partes del cuerpo.



## Comunicación Táctil

Las señales táctiles están más limitadas en rango que los otros tipos de señales, puesto que dos organismos deben estar uno justo al lado del otro para tocarse. Sin embargo, estas señales son una parte importante del repertorio de comunicación de muchas especies.



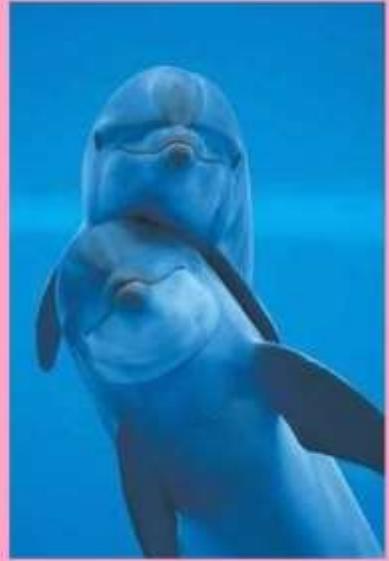
Las señales táctiles están más limitadas en rango que los otros tipos de señales, puesto que dos organismos deben estar uno justo al lado del otro para tocarse.

La comunicación táctil tiene muchas formas y significados, y cada especie tiene sus propios métodos de contacto corporal para satisfacer sus necesidades. Lo que puede ser un saludo amistoso para una especie puede ser una demostración de dominio para otra.



La comunicación táctil requiere un contacto real entre los animales e incluye gestos como lamer, morder, abofetear, empujar, frotar o acariciar



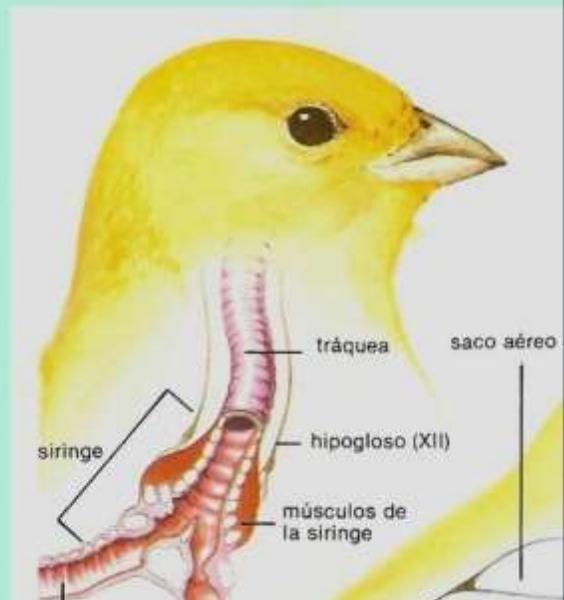


## Comunicación Auditiva



La comunicación auditiva se lleva a cabo a través de sonidos emitidos de maneras muy diversas. Algunos sonidos de animales no son percibidos por el oído del hombre, pues pueden tener una frecuencia muy alta o muy baja.







Como ejemplo tenemos que la cigarra produce sonido por medio de vibraciones de su cuerpo, algunos insectos por medio del zumbido con las alas; otros por medio de chirridos con sus mandíbulas. Los pájaros lo hacen por medio de un órgano llamado siringa y no con la laringe o la lengua como se pensaba. La chachalaca o guaco bate sus alas contra un tronco. Un pájaro carpintero genera el sonido staccato cuando barrena un árbol en busca de insectos. Los mamíferos los emiten a través de las cuerdas vocales, pero también se comunican con ruidos que se obtienen con otras partes del cuerpo.

# Comunicación Táctil

Las señales táctiles están más limitadas en rango que los otros tipos de señales, puesto que dos organismos deben estar uno justo al lado del otro para tocarse. Sin embargo, estas señales son una parte importante del repertorio de comunicación de muchas especies.



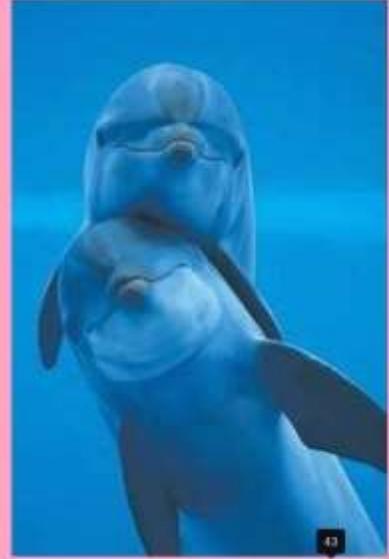
Las señales táctiles están más limitadas en rango que los otros tipos de señales, puesto que dos organismos deben estar uno justo al lado del otro para tocarse. Sin embargo, estas señales son una parte importante del repertorio de comunicación de muchas especies.

La comunicación táctil tiene muchas formas y significados, y cada especie tiene sus propios métodos de contacto corporal para satisfacer sus necesidades. Lo que puede ser un saludo amistoso para una especie puede ser una demostración de dominio para otra.



La comunicación táctil requiere un contacto real entre los animales e incluye gestos como lamer, morder, abofetear, empujar, frotar o acariciar





## COMUNICACIÓN QUIMICA

### ¿Sabías que?

¡ Las plantas utilizan como estrategia fragancias para atraer a los polinizadores que en su mayoría son insectos!



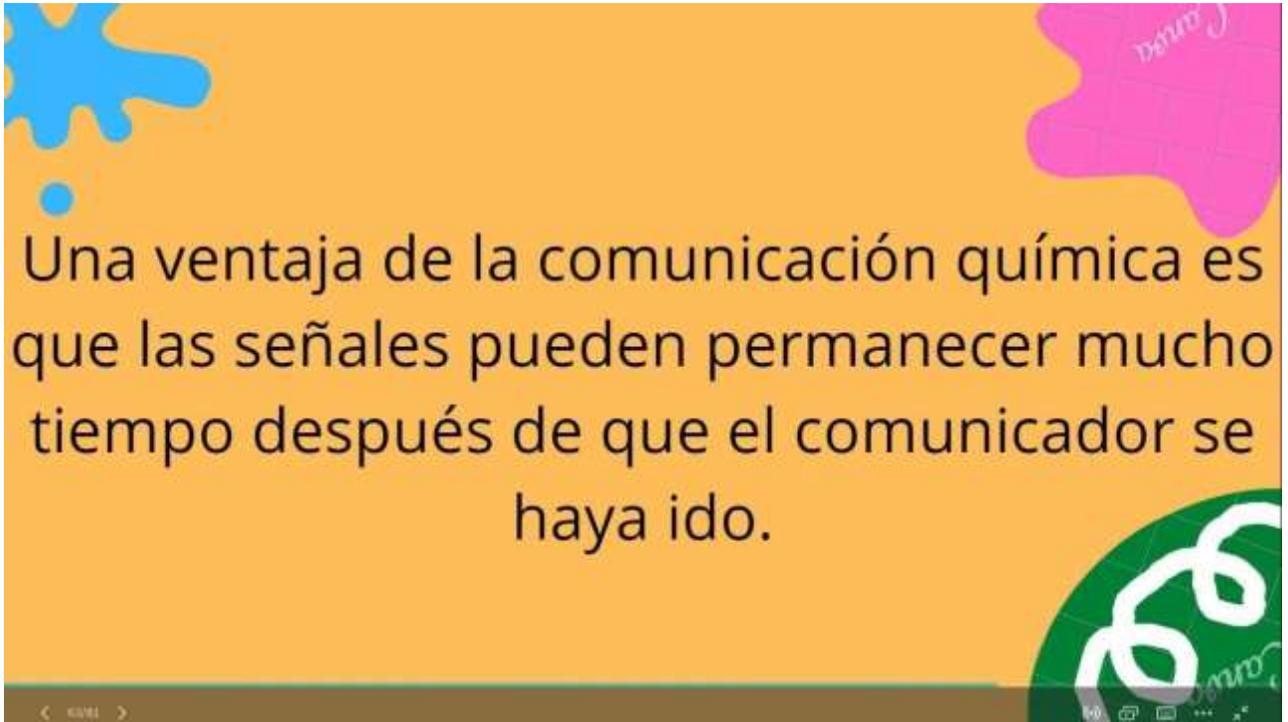
## COMUNICACIÓN QUIMICA

### ¿Por qué?

Los perros machos marcan su territorio meando en arbustos y farolas cuando los sacas a pasear.

## COMUNICACIÓN QUÍMICA

Este tipo de comunicación se da a través de la producción de moléculas químicas secretadas por organismos de la misma especie como señal de identidad de especies, subespecies e individuos; estado reproductivo; estado de dominio; miedo; y límites territoriales.



Una ventaja de la comunicación química es que las señales pueden permanecer mucho tiempo después de que el comunicador se haya ido.



Los insectos sociales como las hormigas y las abejas poseen glándulas que secretan feromonas al exterior, para intercambiar información como activar una alarma, marcar un rastro de comida, atraer al sexo opuesto, o activar otros comportamientos más complejos.



## simulando con Netlogo

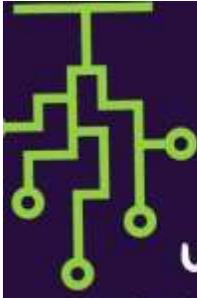


# ¿Que es simulación?

Una simulación imita la operación de procesos o sistemas del mundo real con el uso de modelos. El modelo representa los comportamientos y características clave del proceso o sistema seleccionado, mientras que la simulación representa cómo evoluciona el modelo bajo diferentes condiciones a lo largo del tiempo.

77

Las simulaciones suelen estar basadas en computadora, utilizando un modelo generado por software para brindar apoyo a las decisiones de los gerentes e ingenieros, así como con fines de capacitación. Las técnicas de simulación ayudan a la comprensión y la experimentación, ya que los modelos son tanto visuales como interactivos.



# ¿Que es programación?

Un lenguaje de programación es un conjunto de instrucciones que se pueden usar para interactuar y controlar una computadora. Estos lenguajes se utilizan para diseñar sitios web, crear aplicaciones, desarrollar sistemas operativos, controlar naves espaciales y analizar datos.

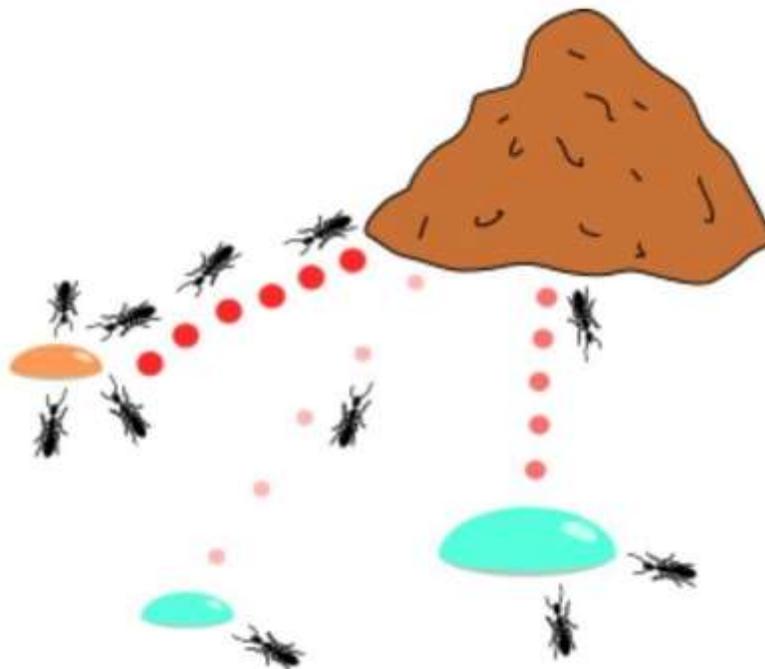


## Modelación basada en agentes

La simulación basada en agentes (ABS) es un enfoque para modelar sistemas compuestos por "agentes" individuales, autónomos e interactivos. El modelado basado en agentes ofrece formas de modelar más fácilmente los comportamientos individuales y cómo los comportamientos afectan a los demás de maneras que no estaban disponibles antes.

# ¿Sabías que?

¿las hormigas dejan pistas para que otras hormigas puedan rastrear la ruta más corta hacia la fuente de alimento?





## ¡Simulando ando!



Una colonia de hormigas busca alimento; en el momento que una hormiga encuentra un trozo de comida, la lleva de regreso al nido, dejando caer una sustancia química a medida que avanza. Cuando otras hormigas "huelen" el químico, lo siguen hacia la comida. A medida que más hormigas llevan comida al nido, refuerzan el rastro químico.

Teniendo en cuenta el texto anterior, se lleva a cabo una simulación de dicho comportamiento. Leer y seguir las siguientes instrucciones.

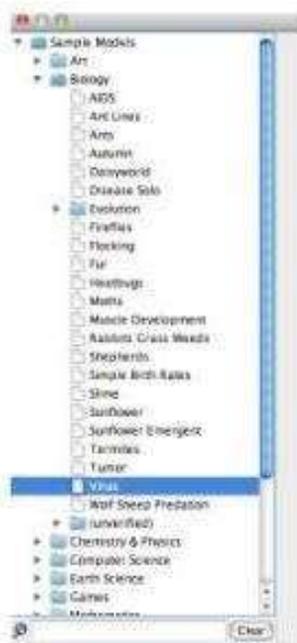
### 1. Abrir NetLogo



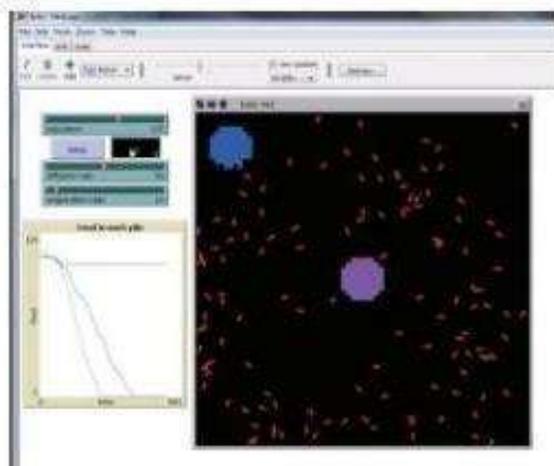
### 2. Seleccionar pestaña archivo y dar clic en Biblioteca de modelos



### 3. Seccionar el modelo "ANT"



### 4. Dar clic en Sep Up



- ¿Qué son las feromonas?
- ¿Importancia de las feromonas en la comunicación química en insectos?
- ¿Qué sucede con el rastro químico si disminuye o aumenta la población de hormigas?
- ¿Qué sucede con el rastro químico si la fuente de alimento está cercana o alejada?



## Anexo 12. Plan de Clases (ruta del docente)

### DISEÑO DE UNIDADES DIDÁCTICAS DE APRENDIZAJE (UDA)

<b>Nombre de la Unidad Didáctica: Comunicación en Animales</b>		
<b>Intencionalidad:</b> Explicar los tipos de comunicación en animales, en especial, la comunicación química por medio de la modelación basada en agentes (ABM), cuyo fin es fortalecer las habilidades científicas de los estudiantes.		
<b>Grado al que se aplica: 604</b>		
<b>Asignatura: Ciencias Naturales</b>		
<b>Tiempo estimado de duración: 8 horas</b>		
<p style="text-align: center;"><b>Estándar a desarrollar :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Establezco relaciones entre individuo, población, comunidad y ecosistema</li> <li>• Identifico adaptaciones de los seres vivos teniendo en cuenta las características de los ecosistemas en que viven.</li> </ul>		
<b>Contenidos Curriculares a Desarrollar</b>		
<b>Conceptual</b>	<b>Procedimental</b>	<b>Actitudinal</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Definición de comunicación en animales.</li> <li>• Tipos de comunicación en animales.</li> </ul> <p>-Comunicación visual.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Construye su propio concepto de la comunicación en animales a partir de la información suministrada por el profesor.</li> <li>• Expresa y comparte sus conocimientos acerca de la temática.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Escuchar activamente a los compañeros, respetando los diferentes puntos de vista pero al mismo tiempo generar una crítica reflexiva de lo que sucede en el aula.</li> <li>• Cumplir con las pautas</li> </ul>

<p>-Comunicación aditiva.</p> <p>-Comunicación táctil.</p> <p>-Comunicación química.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Introducción a NetLogo.</li> <li>• Simulación del proceso de Comunicación Química en NetLogo.</li> <li>• Introducción a Scratch.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Planifica y desarrolla en grupo las exposiciones acerca de los tipos de comunicación en animales.</li> <li>• Simula mediante NetLogo, el proceso de comunicación química en las hormigas.</li> <li>• Analiza y explica las preguntas formuladas con respecto a la simulación observada en NetLogo.</li> <li>• Desarrolla y entrega las consultas, trabajos y talleres asignados por el profesor</li> <li>• Indaga en diferentes fuentes bibliográficas.</li> <li>• Diferencia los diferentes tipos de comunicación en animales.</li> </ul>	<p>establecidas durante la clase</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Cumplir mi función cuando trabajo individual o en grupo, respetando las funciones y opiniones de los demás compañeros.</li> <li>• Participar activamente durante la clase, sin fomentar el desorden.</li> </ul>
<b>Competencias para desarrollar:</b>		
<b>USO COMPRENSIVO DEL CONOCIMIENTO CIENTÍFICO</b>	<b>INDAGACIÓN</b>	<b>EXPLICACION DE FENOMENOS</b>

<p>El uso de la modelación basada en agentes y las técnicas de gamificación desarrollan habilidades científicas de los estudiantes entre ellas se encuentra la creatividad, la curiosidad, la resolución de problemas, el pensamiento crítico, la experimentación y la competencia digital, las cuales contribuyen al aprendizaje significativo de la comunicación química.</p> <p>Se suministran a los estudiantes conceptos, significados o definiciones con un lenguaje estructurado y complejo, con el fin de que incorporen nuevos términos de la actualidad. Además de que buscan, seleccionan y organizan información, formulan y resuelven preguntas, referentes a la temática. Por otro lado, el uso de las TIC contribuye al desarrollo de competencias científicas.</p>	<p>Los estudiantes se cuestionan y se interesan en investigar mayor información del tema; lo que le permite compartir y discutir con sus compañeros los diferentes puntos de vista. Además, al incorporar las Tecnologías, información y comunicación (TIC) dentro del aula, genera un óptimo aprendizaje, al igual que una clase dinámica e interesante para los estudiantes.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Formula explicaciones posibles, para responder preguntas en base a conocimientos previos o cotidianos.</li> <li>• Proponer respuestas a preguntas y comparar con las respuestas de los demás compañeros para llegar a la solución de un problema. <ul style="list-style-type: none"> <li>- Utilizar analogías que me permitan asociar conceptos.</li> </ul> </li> </ul> <p>Los estudiantes adquieren conocimientos básicos con los cuales pueden argumentar y debatir la importancia de la comunicación en los animales. Adicional a ello, reconocen y explican los diferentes tipos de comunicación que existen entre animales (visual, auditiva, táctil y química). Por otra parte, el uso de la simulación del proceso de comunicación química en hormigas fortaleció el desarrollo de habilidades y destrezas, lo que se evidencio en el análisis, la formulación de preguntas y la explicación del fenómeno observado.</p>
--	--	--

Nivel de Prerrequisitos:

- Animales
- Relaciones en un ecosistema
- El uso de las Tecnología, información y comunicación (TIC).

**Recursos específicos tanto bibliográficos como didácticos:**

- Juegos didácticos “Tingo tango” ,
- Test
- Videos
- Realización de cuadro comparativos
- Test (ciencias naturales, de programación, de NeTlogo, creatividad, inteligencias múltiples)
- Portatil
- Parlantes
- Marcadores
- Videobeam
- Papel Bond
- Diapositivas del tema
- Figuras de animales
  
- López, J.,C. (2019).
- Biología computacional: así es como esta ciencia aspira a resolver algunos de los grandes problemas de la humanidad. <https://www.xataka.com/investigacion/biologia-computacional-asi-como-esta-ciencia-aspira-a-resolver-algunos-grandes-problemas-humanidad>
- Cornell CALS. Sf.Computational Biology. <https://compbio.cornell.edu/about/computational-biology/>
- Universidad de la sabana.Sf. Cómo desarrollar en casa las habilidades científicas de tus hijos. <https://www.unisabana.edu.co/portaldenoticias/tutoriales/como-desarrollar-en-casa-las-habilidades-cientificas-de-tus-hijos>

[hijos/#:~:text=Las%20habilidades%20cient%C3%ADficas%20son%20las,se%20presentan%20en%20la%20naturaleza.](#)

- Concepto. (2021). Creatividad. Editorial, Etecé. Argentina. Disponible en: <https://concepto.de/creatividad-2/>.
- Unicef. (2020). ¿Qué es la resolución de problemas?. <https://www.unicef.org/lac/misi%C3%B3n-4-resoluci%C3%B3n-de-problemas>
- Concepto. (2022). Pensamiento crítico. Editorial, Etec.Argentina. Disponible en: <https://concepto.de/pensamiento-critico/>.
- Tecnológico de Monterrey. Sf.Habilidades de comunicación. [http://www.cca.org.mx/cca/cursos/administracion/artra/habad/habadm/habcom\\_had.htm#:~:text=Las%20habilidades%20de%20comunicaci%C3%B3n%20se,hacia%20objetivos%20personales%20y%20organizacionales](http://www.cca.org.mx/cca/cursos/administracion/artra/habad/habadm/habcom_had.htm#:~:text=Las%20habilidades%20de%20comunicaci%C3%B3n%20se,hacia%20objetivos%20personales%20y%20organizacionales)
- Fude.(2017).Características del trabajo en equipo. <https://www.educativo.net/articulos/en-que-consiste-el-trabajo-en-equipo-896.html>.
- Bembibre, C. (2009). Definición de Experimento. Definición ABC. Disponible en <https://www.definicionabc.com/ciencia/experimento.php> [...] | vía Definición ABC <https://www.definicionabc.com/ciencia/experimento.php>
- Banks, J. (1999, December). Introduction to simulation. In Proceedings of the 31st conference on Winter simulation: Simulation---a bridge to the future-Volume 1 (pp. 7-13). <https://dl.acm.org/doi/pdf/10.1145/324138.324142>
- Johson, R.(2022).What is a Programming Language. <https://study.com/learn/lesson/programming-language-types-examples.html>
- 

**Evaluación (qué?, cómo?, cuándo?, por qué? y para qué?)**

### ¿Qué?

- Participación en clase por parte de los estudiantes.
- Las unidades temáticas abordadas durante las clases.
- Las exposiciones realizadas durante la clase.
- La realización de los test
- Responsabilidad y puntualidad en el momento de entregar trabajos.
- Respeto y buena convivencia con sus compañeros y profesores.
- Disposición y comportamiento de los estudiantes durante el desarrollo del tema.

### ¿Cómo y Cuándo?

La evaluación no sólo será escrita y teórica, también se tendrá en cuenta el desempeño que hayan desarrollado durante las actividades propuestas en las clases. Esta evaluación, se realizará todos los días, de tal manera que se pueda generar un aprendizaje continuo desde el inicio de cada actividad (exposiciones, preguntas problemas, realización de test, juegos, asistencia) hasta finalizar cada uno de estos. Al final de la unidad temática se realizará una evaluación final acerca de la simulación en el programa de Netlogo y el desarrollo del juego en Scratch; donde se evidenciaron los conocimientos adquiridos después de desarrollar la estrategia didáctica.

### **¿Por qué y para qué?**

La finalidad de la evaluación es comprobar la manera en que los logros propuestos en cada unidad se estén cumpliendo a cabalidad, no sólo por los estudiantes sino también por la docente practicante. Esta evaluación permitirá establecer las dificultades y fortalezas de cada uno de los estudiantes para así mismo realizar una reflexión y plantear nuevas propuestas para alcanzar los logros.

### **Estrategia metodológica**

Las estrategias didácticas son importantes para llevar a cabo el cumplimiento de los objetivos propuestos en el plan de clase, cuya función es generar un óptimo aprendizaje en los estudiantes; entre ellas se utilizarán la lluvia de ideas, mapas conceptuales, exposiciones, simulaciones y juegos. Adicional a ello, se integrará a las clases el uso de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC), tales como video beam, portátil, parlantes y programas como NetLogo y Scratch; con la finalidad de que la clase sea interesante y motivadora; de esta manera los estudiantes enfocarán su atención, y al mismo tiempo se promoverá la participación. Cabe resaltar, que el uso de las TIC en el aula de clase, permite que los estudiantes desarrollen las habilidades científicas necesarias para enfrentar los desafíos de una sociedad globalizada.

**PLAN DE CLASE (desarrollo de la UDA)**

<b>CRITERIO</b>  N° S.	<b>CONTENIDOS DE ENSEÑANZA</b>	<b>SITUACIÓN Y PREGUNTAS PROBLEMAS U ORIENTADORAS.</b>	<b>SECUENCIA DE CADA CLASE (INTRODUCCIÓN, DESARROLLO Y CIERRE) /ACTIVIDADES A DESARROLLAR EN CADA MOMENTO/ TIEMPO POSIBLE DE DURACIÓN.</b>	<b>ROL DOCENTE Y ESTUDIANTES</b>	<b>EVALUACIÓN (Qué?, Cómo?).</b>
------------------------------	--------------------------------	--	--	----------------------------------	----------------------------------

<p><b>PRIMER MOMENTO</b></p> <p><b>1ª. Sección</b></p> <p><b>18 de mayo de 2022.</b></p>	<p><b>Conceptual</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Introducción a la Biología Computacional.</li> </ul> <p><b>Procedimental</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Elaboran sus propias conclusiones del video y las discuten con sus compañeros.</li> <li>• Emplean los conocimientos adquiridos durante la clase para responder a las preguntas del juego.</li> <li>• Expresan</li> </ul>	<p><b>¿Qué es la biología computacional?</b></p> <p><b>¿Qué herramientas computacionales contribuyen a la resolución de los problemas más complejos que plantea la biología?</b></p>	<p><b>Tema: INTRODUCCIÓN A LA BIOLOGÍA COMPUTACIONAL</b></p> <p><b>Inicio</b></p> <p><b>Actividad (15min)</b></p> <p>Para comenzar, el docente del curso nos presentará ante los estudiantes, luego se procederá a confirmar asistencia. Posteriormente, se proyectará un video de manera introductoria; una vez visto el video, se socializa y se sacarán conclusiones en el tablero.</p> <p><b>Desarrollo</b></p> <p><b>Actividad (20min)</b></p> <p>Consecutivamente, se explicará la definición e importancia de la “Biología Computacional” en la investigación; con el apoyo de los medios audiovisuales.</p> <p><b>Final</b></p> <p><b>Actividad (15min)</b></p> <p>Para concluir, se proyectará el juego de la ruleta, el cual consiste en responder las preguntas.</p>	<p><b>Rol del profesor</b></p> <p>El docente actúa como un guía, facilitador y mediador del proceso de aprendizaje.</p> <p>El docente desarrolla actividades que fortalezcan las habilidades científicas y promuevan la participación de los estudiantes.</p> <p>El docente diseña guías de aprendizaje que integren las TIC, durante el desarrollo de las clases.</p> <p><b>Rol del estudiante</b></p>	<p><b>¿Qué evaluó?</b></p> <p>-La comprensión al realizar las preguntas problematizadoras.</p> <p>-Los conocimientos previos de los estudiantes.</p> <p>-La actitud durante el desarrollo de la clase.</p> <p><b>¿Cómo evaluó?</b></p> <p>- Participación de los estudiantes.</p>
--	--	--	---	---	---

	<p>frente al profesor las dudas e inquietudes acerca de la temática.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Registran la información suministrada por el profesor en el cuaderno.</li> </ul> <p><b>Actitudinal</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Demuestran interés por aprender del tema.</li> <li>• Cooperan junto a sus compañeros para realizar los trabajos de grupo.</li> <li>• Respetan y escuchan atentamente las opiniones</li> </ul>			<p>El estudiante mostrará interés por profundizar más sobre el tema y participará activamente durante el desarrollo de clase, simultáneamente hará preguntas y realizará las actividades asignadas por el docente.</p>	<p>-Se realizan preguntas en el desarrollo de la clase, con respecto a la temática.</p> <p>-Las actividades realizadas durante la clase.</p>
--	---	--	--	--	--

	<p>de sus compañeros .</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Reflexiona n acerca de sus conocimien tos adquiridos durante la clase.</li></ul>				
--	---	--	--	--	--

<p><b>PRIMER MOMENTO</b></p> <p>2 sesión 19 de mayo del 2022</p>	<p><b>Conceptual</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Definición de habilidades científicas.</li> <li>Tipos de habilidades científicas.</li> </ul> <p><b>Procedimental</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Realizan mapas conceptuales que describen los tipos de habilidades científicas.</li> <li>Identifican y usan las diferentes habilidades científicas, dentro o fuera del aula.</li> <li>Expresan sus dudas e</li> </ul>	<p>¿Qué habilidad identificas en la imagen?</p> <p>¿Qué son las habilidades científicas?</p>	<p><b>Tema: INTRODUCCIÓN A LAS HABILIDADES CIENTÍFICAS.</b></p> <p><b>Inicio</b></p> <p><b>Actividad (15min)</b> Al inicio, se verificará la asistencia, al rato después se proyectará una imagen relacionada a las habilidades; con la finalidad de que 3 estudiantes elegidos al azar indiquen los tipos de habilidades que observan.</p> <p><b>Desarrollo</b></p> <p><b>Actividad (25min)</b> Por consiguiente, se abordarán las “habilidades científicas”, tanto su definición como los tipos de habilidades desarrolladas en las ciencias, explicando las más importantes y las que se irán a desarrollar en la estrategia didáctica.</p> <p><b>Final</b></p> <p><b>Actividad (10min)</b> Para finalizar, se socializa y se generan las conclusiones del tema desarrollado.</p>	<p><b>Rol del profesor</b></p> <p>El docente actúa como un guía, facilitador y mediador del proceso de aprendizaje.</p> <p>El docente desarrolla actividades que fortalezcan las habilidades científicas y promuevan la participación de los estudiantes.</p> <p>El docente diseña guías de aprendizaje que integren las TIC, durante el desarrollo de las clases.</p> <p><b>Rol del estudiante</b></p>	
--	---	--	--	---	--

	<p>inquietudes acerca de la temática.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>•Registran la información suministrada por el profesor en el cuaderno.</li> </ul> <p><b>Actitudinal</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>•Demuestran interés por aprender del tema.</li> <li>•Cooperan junto a sus compañeros para realizar los trabajos de grupo.</li> <li>•Respetan y escuchan atentamente las opiniones de sus compañeros.</li> </ul>			<p>El estudiante mostrará interés por profundizar más sobre el tema y participará activamente durante el desarrollo de clase, simultáneamente hará preguntas y realizará las actividades asignadas por el docente.</p>	
--	---	--	--	--	--

	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Reflexiona acerca de sus conocimientos adquiridos durante la clase.</li> </ul>				
--	--	--	--	--	--

**REFLEXION:** durante este primer momento que se dividió en dos secciones de clase, se logra destacar grandes momentos en el aula de clase.

En primera medida cabe resaltar que fue un gran reto lograr despertar el interés de los estudiantes de un nuevo tema que para algunos era desconocido y que en el momento quizás no era de su interés.

Durante la primera sección encontramos estudiantes que asociaron el tema de la biología computacional como escribir o buscar todo en línea, lo que nos arrojó a buscar alternativas para lograr crear en el estudiante el verdadero concepto teniendo siempre en cuenta la idea principal del estudiante para poderlo transformar en una confrontación de saberes y así llegar a la creación de concepto.

Seguidamente encontramos los resultados de la solución del test de inteligencias múltiples, lo cual nos permitió entrar en la búsqueda de nuevas estrategias pedagógicas para llevar a la clase y poder llegar a cada estudiante.

<p><b>3. Sección</b></p> <p><b>25 de mayo de 2022.</b></p>	<p><b>Conceptual</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>•Introducción a la comunicación en animales.</li> </ul> <p><b>Procedimental</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>•Construye su propio concepto de comunicación teniendo en cuenta la información proporcionada por el docente.</li> <li>•Comparten e intercambian los diferentes puntos de vista respecto al tema.</li> <li>•Escriben</li> </ul>	<p>¿Qué es Scratch?</p> <p>Si los animales no pueden hablar, entonces, ¿Cómo hacen para comunicarse?</p> <p>Si los animales no pueden hablar, entonces, ¿Cómo se comunican?</p> <p>¿Qué crees que es comunicación?</p>	<p><b>TEMA: COMUNICACIÓN EN ANIMALES</b></p> <p><b>Inicio</b></p> <p><b>Actividad (15min)</b></p> <p>Al inicio, se saludará a los estudiantes, seguidamente se hará el llamado a lista, y luego de esto, se hablará un poco de Scratch y se proyectará el videojuego.</p> <p><b>Desarrollo</b></p> <p><b>Actividad (20 min)</b></p> <p>Después de terminar la actividad, se abordará el concepto de “comunicación en animales”, a partir de la siguiente pregunta problema: si los animales no pueden hablar, entonces, ¿Cómo hacen para comunicarse?, con la cual se hará una lluvia de ideas y se desarrollará la temática.</p> <p><b>Cierre</b></p> <p><b>Actividad (15 min)</b></p> <p>Para finalizar, cada estudiante realizará la construcción del concepto en su cuaderno, posteriormente se escogerá al azar 3 estudiantes para que compartieran el concepto con sus compañeros y, finalmente se hará una socialización.</p>	<p><b>Rol del profesor</b></p> <p>El docente actúa como un guía, facilitador y mediador del proceso de aprendizaje.</p> <p>El docente desarrolla actividades que fortalezcan las habilidades científicas y promuevan la participación de los estudiantes.</p> <p>El docente diseña guías de aprendizaje que integren las TIC, durante el desarrollo de las clases.</p> <p><b>Rol del estudiante</b></p>	<p><b>¿Qué evaluó?</b></p> <p>-La comprensión al realizar las preguntas problematizadoras.</p> <p>-Los conocimientos previos de los estudiantes.</p> <p><b>¿Cómo evaluó?</b></p> <p>- Participación de los estudiantes.</p> <p>-Las respuestas a las preguntas</p>
--	--	--	--	---	--

	<p>en su cuaderno las ideas y conclusiones sobre la temática.</p> <p><b>Actitudinal</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>•Cooperan junto a sus compañeros para realizar los trabajos de grupo.</li> <li>•Respetan y escuchan atentamente las opiniones de sus compañeros .</li> <li>•Reflexionan acerca de sus conocimientos adquiridos durante la</li> </ul>			<p>El estudiante mostrará interés por profundizar más sobre el tema y participará activamente durante el desarrollo de clase, simultáneamente hará preguntas y realizará las actividades asignadas por el docente.</p>	<p>problematizadoras.</p> <p>-Las actividades realizadas durante la clase.</p>
--	---	--	--	--	--

	clase.				
--	--------	--	--	--	--

<p><b>4.Sección</b></p> <p><b>26 de mayo del 2022</b></p>	<p><b>Conceptual</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>•Tipos de comunicación en animales .</li> <li>- Comunicación Visual en Animales .</li> <li>.</li> <li>- Comunicación Auditiva en Animales .</li> </ul> <p>•Ejemplos de los tipos de comunicación Visual y Auditiva..</p> <p><b>Procedimental</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>•Comparten algunos ejemplos de</li> </ul>	<p><b>¿Cómo lograste identificar el objeto que tenías en tu mano, sin poder verlo?</b></p> <p><b>¿Qué dicen los pájaros cuando cantan fuera de tu ventana?</b></p>	<p><b>Tema: Tipos de Comunicación en Animales</b></p> <p><b>Inicio</b></p> <p><b>Actividad (20 min)</b> Primeramente se dará la bienvenida a los estudiantes, al instante se llamará a lista, y luego se elegirán aleatoriamente dos participantes; uno de ellos deberá vendarse los ojos y su otro compañero por medio de pistas lo guiará para encontrar el objeto que se ha escondido dentro del aula (teléfono, juguete).</p> <p><b>Desarrollo</b></p> <p><b>Actividad (20 min)</b> Por consiguiente, se lleva a cabo la explicación teórica de los “Tipos de comunicación: Visual y Auditiva” mediante el uso de diapositivas.</p> <p><b>Cierre</b></p> <p><b>Actividad (10 min)</b> Finalmente, se hace una socialización del tema visto, la cual permitirá crear la respectiva consignación en el cuaderno, obteniendo una confrontación entre sus saberes previos y la creación de sus conceptos.</p>	<p><b>Rol del profesor</b></p> <p>El docente actúa como un guía, facilitador y mediador del proceso de aprendizaje.</p> <p>El docente desarrolla actividades que fortalezcan las habilidades científicas y promuevan la participación de los estudiantes.</p> <p>El docente diseña guías de aprendizaje que integren las TIC, durante el</p>	<p><b>¿Qué evaluó?</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-La comprensión al realizar las preguntas problematizadoras.</li> <li>- Los conocimientos previos de los estudiantes.</li> </ul> <p><b>¿Cómo evaluó?</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Realizando preguntas problemas al iniciar la temática.</li> <li>- Participación de los estudiantes.</li> <li>-Las actividades desarrolladas durante la clase.</li> <li>-Observando el comportamiento de los estudiantes durante la clase.</li> </ul>
---	---	--	---	--	--

	<p>los tipos de comunicaci ón en los animales, según sus propias experiencia s.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>•Elaboran conclusiones acerca del tema y la socializan con sus compañeros .</li> <li>•Registran la información suministrada por el profesor en el cuaderno.</li> <li>•Desarrollan las actividades asignadas por el docente.</li> </ul>			<p>desarrollo de las clases.</p> <p><b>Rol del estudiante</b></p> <p>El estudiante mostrará interés por profundizar más sobre el tema y participará activamente durante el desarrollo de clase, simultáneamente hará preguntas y realizará las actividades asignadas por el docente.</p>	
--	---	--	--	--	--

	<p><b>Actitudinal</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>•Cooperan junto a sus compañeros para realizar los trabajos de grupo.</li> <li>•Respetan y escuchan atentamente las opiniones de sus compañeros .</li> <li>•Reflexiona n acerca de sus conocimien tos adquiridos durante la clase.</li> <li>•Reconocen su comportami</li> </ul>				
--	--	--	--	--	--

	ento y buscan mejorar.				
<b>5. Sesión</b> <b>27 de mayo</b> <b>2022</b>	<p><b>Conceptual</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>•Tipos de comunicación en animales.</li> <li>- Comunicación Táctil en Animales.</li> <li>- Comunicación Química en Animales.</li> </ul> <p>•Ejemplos de los tipos de comunicación Táctil y Química.</p> <p><b>Procedimental</b></p>	<p><b>¿Por qué los perros machos marcan su territorio meando en arbustos y farolas cuando los sacas a pasear?</b></p>	<p><b>TEMA: TIPOS DE COMUNICACIÓN EN ANIMALES</b></p> <p><b>Inicio</b></p> <p><b>Actividad (15 min)</b> Para comenzar, se saludará al grupo, seguidamente se realizará una actividad donde los estudiantes con los ojos cerrados tocarán diferentes objetos con el propósito de identificarlos.</p> <p><b>Desarrollo</b></p> <p><b>Actividad (25 min)</b> A Continuación se explicará los “Tipos de Comunicación en Animales”, específicamente, la Comunicación Táctil y Química, con sus respectivos ejemplos.</p> <p><b>Cierre</b></p> <p><b>Actividad (10 min)</b> Al terminar la explicación, se realizará la respectiva socialización y se generan</p>	<p><b>Rol del profesor</b></p> <p>El docente actúa como un guía, facilitador y mediador del proceso de aprendizaje.</p> <p>El docente desarrolla actividades que fortalezcan las habilidades científicas y promuevan la participación de los estudiantes.</p> <p>El docente diseña guías de</p>	<p><b>¿Qué evaluó?</b></p> <p>--La comprensión al realizar las preguntas problematizadoras.</p> <p>- Los conocimientos previos de los estudiantes.</p> <p><b>¿Cómo evaluó?</b></p> <p>- Realizando preguntas problemas al iniciar la temática.</p> <p>- Participación de los estudiantes.</p> <p>-Las actividades desarrolladas durante la clase.</p> <p>-Observando el comportamiento de los estudiantes durante la clase.</p>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Comparten algunos ejemplos de los tipos de comunicación en los animales, según sus propias experiencias.</li> <li>•Elaboran conclusiones acerca del tema y la socializan con sus compañeros.</li> <li>•Registran la información suministrada por el profesor en el cuaderno.</li> <li>•Desarrollan las actividades asignadas</li> </ul>		<p>conclusiones.</p>	<p>aprendizaje que integren las TIC, durante el desarrollo de las clases.</p> <p><b>Rol del estudiante</b></p> <p>El estudiante mostrará interés por profundizar más sobre el tema y participará activamente durante el desarrollo de clase, simultáneamente hará preguntas y realizará las actividades asignadas por el docente.</p>	
--	---	--	----------------------	---	--

	<p>por el docente.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>•Trabajan en equipo para preparar exposiciones acerca de los tipos de comunicación.</li> <li>•Asignan tareas específicas cuando están en grupo, para mejorar el rendimiento .</li> </ul> <p><b>Actitudinal</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>•Cooperan junto a sus compañeros para realizar los trabajos de grupo.</li> <li>•Respetan y</li> </ul>				
--	---	--	--	--	--

	<p>escuchan atentamente las opiniones de sus compañeros .</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>•Reflexionan acerca de sus conocimientos adquiridos durante la clase..</li> <li>•Reconocen su comportamiento y busca mejorar.</li> </ul>				
--	---	--	--	--	--

**REFLEXION:** Durante este segundo momento la experiencia estuvo dividida en tres secciones de clase: En la primera sección logramos despertar el interés y el entusiasmo de los estudiantes a través de la presentación del video juego de scratch ya que ninguno de los 39 estudiantes tenía conocimiento de este juego; a partir de ello logramos realizar una introducción a nuestro tema principal que es la comunicación en animales, donde a partir de preguntas problematizadoras se logra introducir al niño en una especie de viaje en la cual tendrá que colocar en confrontación sus saberes previos y los que va obteniendo durante la clase para poder crear una construcción del concepto. Dicha construcción del concepto fue acompañada por situaciones metafóricas de la vida cotidiana donde el estudiante tendrá que poner a prueba el uso de sus sentidos (tacto, vista, gusto, oído y olfato) para realizar una comparación con los distintos tipos de comunicación en

animales.

<p><b>6. SESION</b></p> <p><b>01 de junio 2022</b></p>	<p><b>Conceptual</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>•Introducción de Netlogo.</li> </ul> <p><b>Procedimental</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>•Simulan mediante modelos computacionales el proceso de comunicación química en animales.</li> <li>•Explican con sus propias palabras lo observado en la simulación.</li> <li>•Escuchan los</li> </ul>	<p><b>¿Qué es una simulación?</b></p> <p><b>¿Qué es la modelación basada en agentes?</b></p> <p><b>¿Qué es programación?</b></p> <p><b>¿Alguna vez te has preguntado cómo las hormigas siguen lo que parecen ser senderos invisibles que conducen a la comida?</b></p>	<p><b>TEMA: Introducción a Netlogo</b></p> <p><b>Inicio</b></p> <p><b>Actividad (15 min)</b></p> <p>Primeramente se dará la bienvenida a los estudiantes, al instante se llamará a lista y luego se hará la retroalimentación de la clase anterior, simultáneamente se les preguntará ¿Qué es una simulación?; ¿Qué es la modelación basada en agentes?; ¿Qué es programación?</p> <p><b>Desarrollo</b></p> <p><b>Actividad (25 min)</b></p> <p>Por consiguiente, se realizará una simulación en el programa Netlogo, donde los estudiantes puedan observar el comportamiento de una colonia de hormigas al momento de ir a buscar su alimento, cuya intención es que el estudiante comprenda que durante la comunicación entre hormigas se producen unas sustancias químicas llamadas “feromonas”. Luego de hacer la simulación, se hará el siguiente</p>	<p><b>Rol del profesor</b></p> <p>El docente actúa como un guía, facilitador y mediador del proceso de aprendizaje.</p> <p>El docente desarrolla actividades que fortalezcan las habilidades científicas y promuevan la participación de los estudiantes.</p> <p>El docente diseña guías de aprendizaje que integren</p>	<p><b>¿Qué evaluó?</b></p> <p>--La comprensión al realizar las preguntas problematizadoras.</p> <p>- Los conocimientos previos de los estudiantes.</p> <p><b>¿Cómo evaluó?</b></p> <p>- Realizando preguntas problemas al iniciar la temática.</p> <p>- Participación de los estudiantes.</p> <p>-Las actividades desarrolladas durante la clase.</p> <p>-Observando el comportamiento de los estudiantes durante la clase.</p>
--	--	--	--	--	---

	<p>diferentes puntos de vista y sacan conclusiones.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>•Formulan preguntas relacionadas con la temática.</li> <li>•Registan la información suministrada por el profesor en el cuaderno.</li> </ul> <p><b>Actitudinal</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>•Cooperan junto a sus compañeros para realizar los trabajos de grupo.</li> <li>•Respetan y escuchan</li> </ul>		<p>cuestionario (ANEXO 3 NETLOGO ).</p> <p><b>Actividad (10 min)</b></p> <p>Al terminar la actividad, se realizará la socialización, la cual se llevará a cabo por medio de un juego (tingo tango) con el objetivo de que este sea más didáctico y divertido para los estudiantes; de esta manera podremos obtener las conclusiones de los alumnos con respecto al programa simulador NeTlogo.</p>	<p>las TIC, durante el desarrollo de las clases.</p> <p><b>Rol del estudiante</b></p> <p>El estudiante mostrará interés por profundizar más sobre el tema y participará activamente durante el desarrollo de clase, simultáneamente hará preguntas y realizará las actividades asignadas por el docente.</p>	
--	--	--	--	--	--

	<p>atentamente las opiniones de sus compañeros .</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>•Reflexiona acerca de sus conocimientos adquiridos durante la clase.</li> <li>•Reconocen su comportamiento y busca mejorar</li> </ul>				
<p><b>7. Sesión</b> <b>2 de junio del 2022</b></p>	<p><b>Conceptual</b></p> <p>Tipos de Comunicación en Animales (Visual, Auditiva, Táctil y Química).</p>	<p>¿Cómo crees que se comunican cada uno de los animales que están en el memo-fichas?</p>	<p><b>TEMA: EXPOSICIONES DE COMUNICACIÓN EN ANIMALES</b></p> <p><b>Inicio</b></p> <p><b>Actividad (15min)</b></p> <p>Se saludará a los estudiantes, luego se verificará la asistencia y después se</p>	<p>Rol del profesor</p> <p>El docente actúa como un guía, facilitador y mediador del proceso de</p>	<p><b>¿Qué evaluó?</b></p> <p>-La comprensión al realizar las preguntas problematizadoras.</p> <p>- Los conocimientos previos de los estudiantes.</p>

	<p><b>Procedimental</b></p> <p>-Realizan exposiciones explicando algunos ejemplos de tipos de comunicación en animales, desde su experiencia.</p> <p>- Reflexionan y elaboran sus propias conclusiones acerca del tema y las socializan con sus compañeros.</p> <p>-Registran la información</p>		<p>realizará la retroalimentación de los tipos de comunicación en animales.</p> <p><b>Desarrollo</b></p> <p><b>Actividad (25min)</b></p> <p>En este momento, se les pedirá a los estudiantes que se organicen en grupos; posteriormente se le asignará a uno de ellos el rol de líder y se le entregará los materiales (con el objetivo de que construyan un mural de ideas para luego exponerlo.</p> <p><b>Cierre</b></p> <p><b>Actividad (10min)</b></p> <p>Al final, se les brinda la información de las exposiciones, que se irán a desarrollar en la próxima clase, por esa razón deben traerla preparada.</p>	<p>aprendizaje.</p> <p>El docente desarrolla actividades que fortalezcan las habilidades científicas y promuevan la participación de los estudiantes.</p> <p>El docente diseña guías de aprendizaje que integren las TIC, durante el desarrollo de las clases.</p> <p>Rol del estudiante</p> <p>El estudiante mostrará interés por profund</p>	<p><b>¿Cómo evaluó?</b></p> <p>- Realizando preguntas problemas al iniciar la temática.</p> <p>- Participación de los estudiantes.</p> <p>-Las actividades desarrolladas durante la clase.</p> <p>-Observando el comportamiento de los estudiantes durante la clase.</p>
--	--	--	---	--	--

	<p>suministrada por el profesor en el cuaderno.</p> <p>- Desarrollan las actividades asignadas por el docente, de manera individual o grupal.</p> <p><b>Actitudinal</b></p> <p>Demuestran interés por aprender, buscando otras fuentes de información .</p> <p>Cooperan junto a sus compañeros para realizar</p>			<p>izar más sobre el tema y participará activamente durante el desarrollo de clase, simultáneamente hará preguntas y realizará las actividades asignadas por el docente.</p>	
--	--	--	--	--	--

	<p>los trabajos de grupo.</p> <p>Respetan y escuchan atentamente las opiniones de sus compañeros .</p> <p>Reflexionan acerca de sus conocimientos adquiridos durante la clase..</p> <p>Reconocen su comportamiento y buscan mejorar.</p>				
--	--	--	--	--	--

<p><b>8.Sesión</b></p> <p><b>2 de junio del 2022</b></p>	<p><b>Conceptual</b></p> <p>Tipos de comunicación en animales</p> <p><b>Procedimental</b></p> <p>--Realizan exposiciones explicando algunos ejemplos de tipos de comunicación en animales, desde su experiencia.</p> <p>- Reflexionan y elaboran</p>		<p><b>Tema: EXPOSICIONES DE TIPOS DE COMUNICACIÓN EN ANIMALES</b></p> <p><b>Inicio</b></p> <p><b>Actividad (15min)</b></p> <p>Se hará el correspondiente saludo, luego se hará el respectivo llamado a lista y después se observará un video corto del comportamiento de las hormigas.</p> <p><b>Desarrollo</b></p> <p><b>Actividad (20min)</b></p> <p>Consecutivamente se dará apertura a las exposiciones sobre el mural de ideas sobre los tipos de comunicación en animales (Ver Anexo 10).</p> <p><b>Cierre</b></p> <p><b>Actividad (15min)</b></p> <p>Para finalizar se realizará un</p>	<p>Rol del profesor</p> <p>El docente actúa como un guía, facilitador y mediador del proceso de aprendizaje.</p> <p>El docente desarrolla actividades que fortalezcan las habilidades científicas y promuevan la participación de los estudiantes.</p> <p>El docente diseña guías de</p>	<p><b>¿Qué evaluó?</b></p> <p>-La comprensión al realizar las preguntas problematizadoras.</p> <p>- Los conocimientos previos de los estudiantes.</p> <p>-Los conocimientos adquiridos después del desarrollo de la temática.</p> <p><b>¿Cómo evaluó?</b></p> <p>- Realizando preguntas problemas al iniciar la temática.</p> <p>- Participación activa de los estudiantes.</p> <p>-Las actividades desarrolladas durante la clase.</p>

	<p>sus propias conclusiones acerca del tema y las socializan con sus compañeros .</p> <p>-Registran la información suministrada por el profesor en el cuaderno.</p> <p>- Desarrollan las actividades asignadas por el docente, de manera individual o grupal.</p> <p>Actitudinal</p> <p>Demuestran interés por</p>		<p>conversatorio donde cada estudiante apporta sus ideas teniendo cuenta los conocimientos que adquirió durante cada una de las secciones trabajadas a partir de los 3 momentos, obteniendo de esta manera las conclusiones de:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Comunicación en animals.</li> <li>- Programación</li> <li>- Biología computacional</li> </ul>	<p>aprendizaje que integren las TIC, durante el desarrollo de las clases.</p> <p>Rol del estudiante</p> <p>El estudiante mostrará interés por profundizar más sobre el tema y participará activamente durante el desarrollo de clase, simultáneamente hará preguntas y realizará las actividades asignadas por el docente.</p>	<p>-Observando el comportamiento de los estudiantes durante la clase.</p>
--	--	--	--	--	---

	<p>aprender, buscando otras fuentes de información .</p> <p>Cooperan junto a sus compañeros para realizar los trabajos de grupo.</p> <p>Respetan y escuchan atentamente las opiniones de sus compañeros .</p> <p>Reflexionan acerca de sus conocimientos adquiridos durante la clase..</p> <p>Reconocen</p>				
--	---	--	--	--	--

	<p>su comportamiento y buscan mejorar.</p>				
--	--	--	--	--	--

**REFLEXIÓN:** Durante el desarrollo de este momento desarrollado durante dos secciones de clase, se puede mencionar que la participación por parte de los estudiantes mejoro significativamente a este momento las preguntas ya eran realizadas por parte de los estudiantes en la gran mayoría de tiempo. El interés por aprender acerca de la programación en scratch, aclarar dudas e inclusive realizar su propia versión del video juego. Es así como logramos reconocer que la implementación de nuevas estrategias pedagógicas en el aula de clase permite llegar de manera asertiva al estudiante logrando alcanzar saberes que ayudaran al niño a realizar confrontaciones con sucesos de su vida cotidiana, que quedaran sumergidos en su diario vivir.

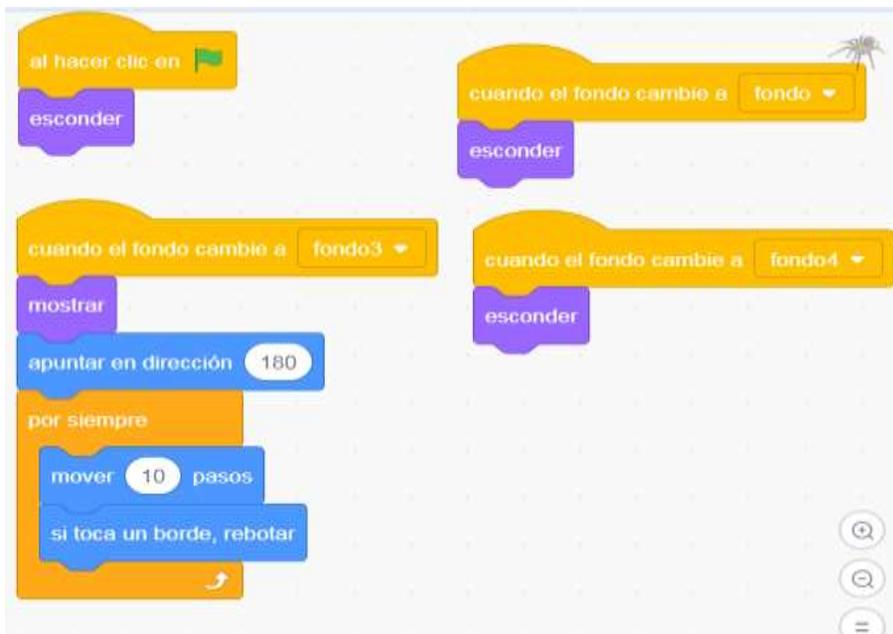
### Anexo 13. Código de Programación del Videojuego

- *Programación de la hormiga 1 en Scratch.*



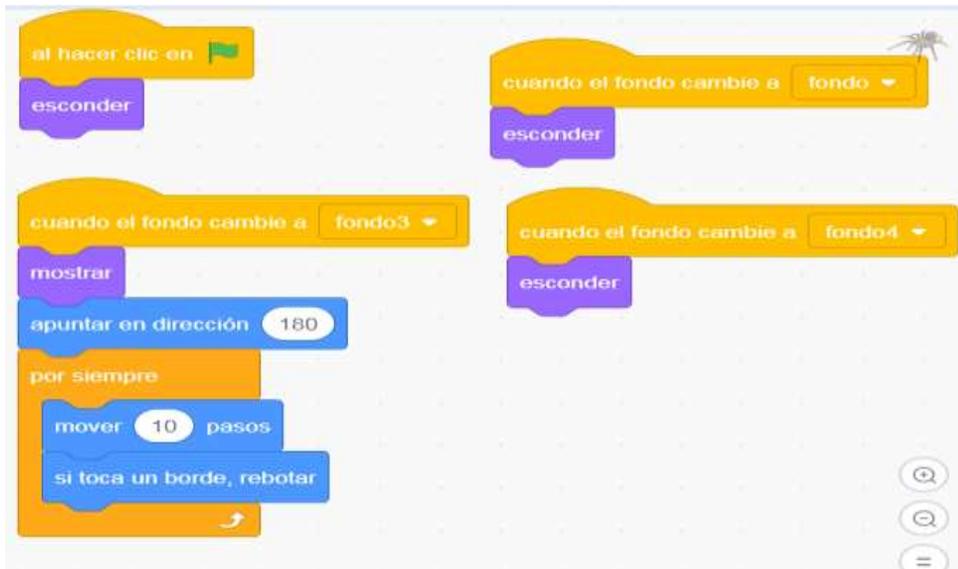
Nota: Fuente: Elaboración propia.

- *Programación de la araña 1 en Scratch.*



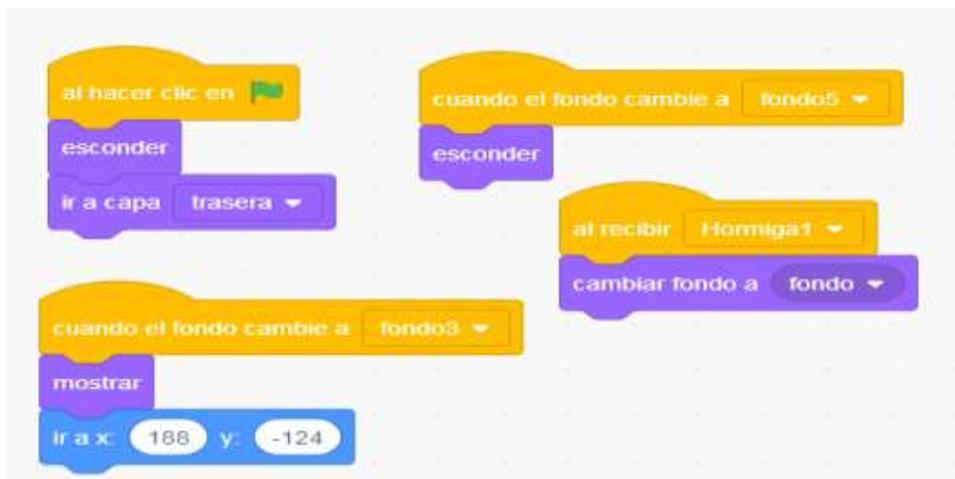
Nota: Fuente: Elaboración propia.

- *Programación de la araña 2 en Scratch.*



Nota: Fuente: Elaboración propia.

- *Programación de la hoja en Scratch.*



Nota: Fuente: Elaboración propia.

- *Programación de la hormiga 2 en Scratch.*



Nota: Fuente: Elaboración propia.

- *Programación de la corona en Scratch araña.*



Nota: Fuente: Elaboración propia.

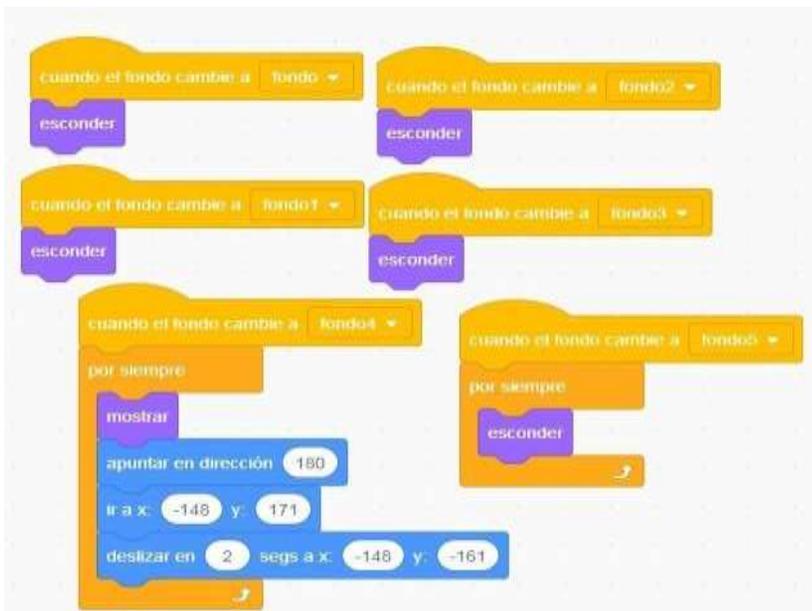
- *Programación de la araña 3 en Scratch.*



Nota:

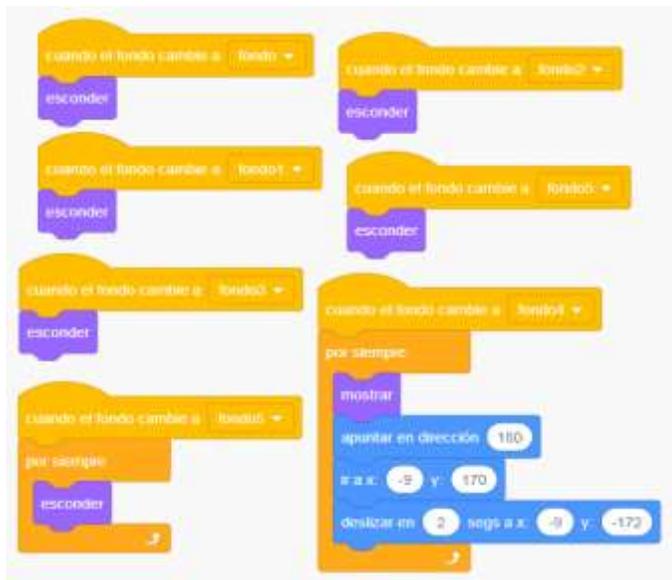
Fuente: Elaboración propia.

- *Programación de fuego 1 en Scratch*



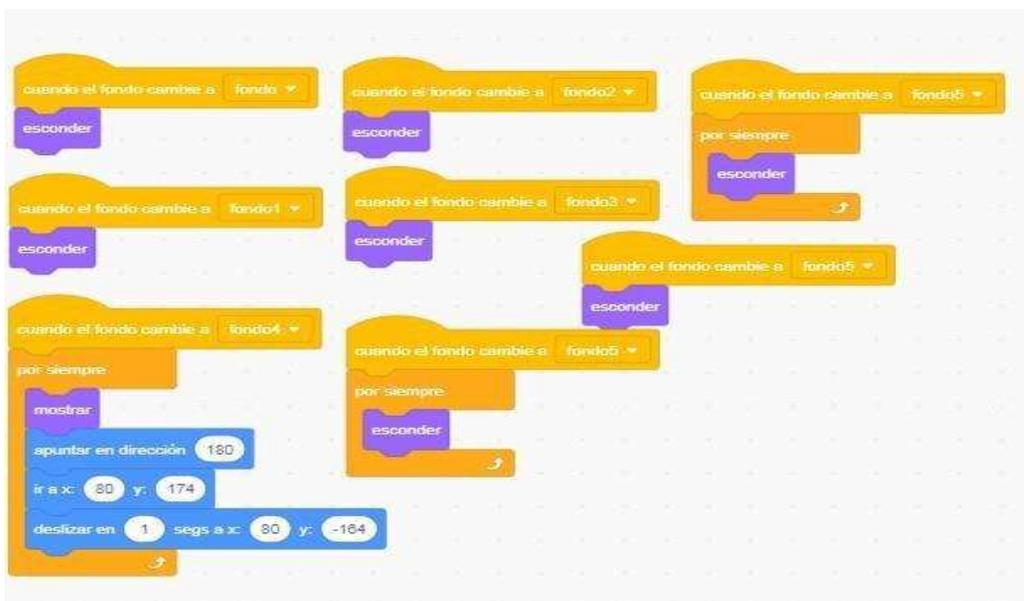
Nota: Fuente: Elaboración propia.

• *Programación del juego 2 en Scratch.*



Nota: Fuente: Elaboración propia.

• *Programación del juego 3 en Scratch.*



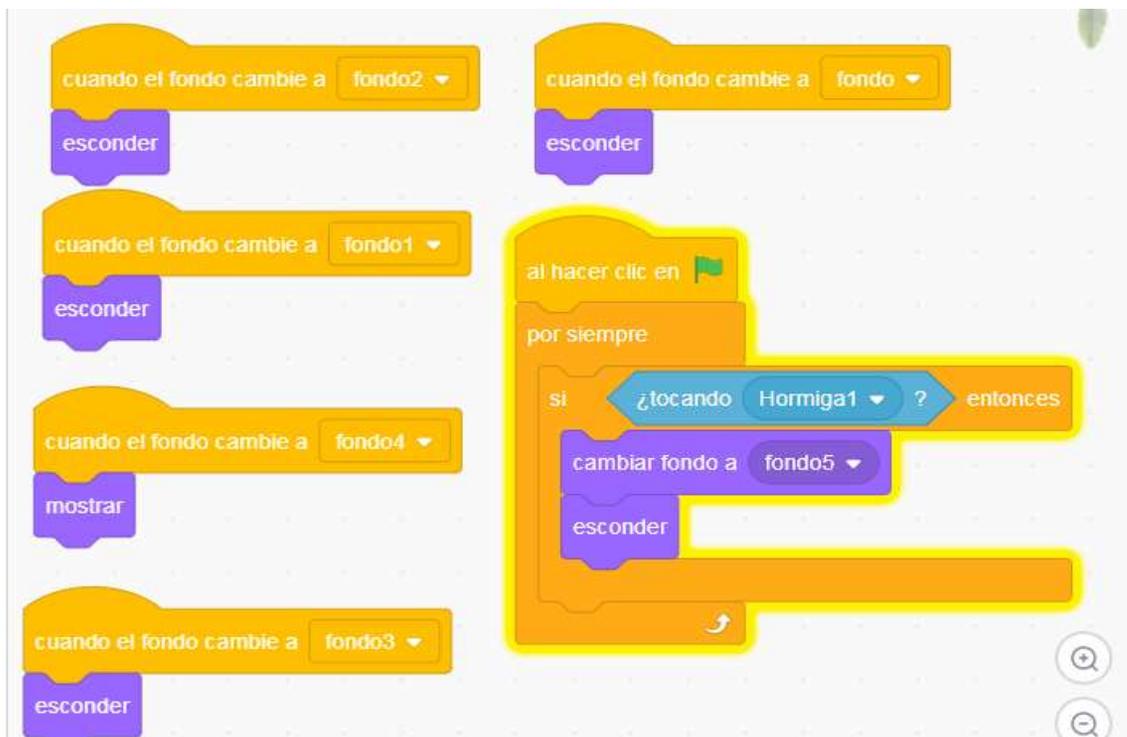
Nota: Fuente: Elaboración propia.

- **Programación del Botón PLAY en Scratch.**



Nota: Fuente: Elaboración propia.

- **Programación de la hoja 2 en Scratch.**



Nota: Fuente: Elaboración propia

### Anexo 14. Base de Datos del Diagnóstico

<b>N</b>	<b>GENERO</b>	<b>INTELIGENCIAS A MULTIPLES</b>	<b>D_HAB_ PROGRAMACION</b>	<b>D_ CREATIVIDAD</b>	<b>D_DES_ CIENCIAS</b>	<b>D_T_ EQUIPO</b>	<b>D_P_ CRITICO</b>	<b>D_COM</b>	<b>D_RES_ PROBLEMAS</b>
1	M	NAT	B	Bj	B	Bj	Bj	ASERTI VO	Bj
2	M	VIS	Bj	Bj	Bj	B	Bj	PASIVO	Bj
3	M	KIS_COR	Bj	Bj	Bj	A	Bj	PASIVO	A
4	M	LIN	B	Bj	Bj	S	S	PASIVO	B
5	M	INTER	Bj	Bj	Bj	Bj	A	PASIVO	Bj
6	M	INTER	B	Bj	Bj	A	A	ASERTI VO	B
7	F	MUS	Bj	Bj	Bj	S	Bj	ASERTI VO	A
8	M	LIN	B	Bj	A	Bj	Bj	AGRESI VO	Bj
9	M	LIN	B	Bj	Bj	Bj	B	ASERTI VO	Bj
10	M	INTRA	Bj	A	Bj	S	Bj	PASIVO	Bj
11	M	LIN	B	Bj	S	B	Bj	PASIVO	B
12	M	NAT	A	A	B	Bj	B	PASIVO	A
13	F	KIN_COR	Bj	Bj	Bj	A	S	PASIVO	A
14	M	LIN	B	Bj	S	B	S	PASIVO	Bj
15	F	LIN	Bj	Bj	Bj	S	B	AGRESI VO	Bj
16	F	LIN	B	A	Bj	S	Bj	PASIVO	A
17	F	LIN	B	Bj	A	S	B	PASIVO	Bj
18	F	VIS_ESP	A	Bj	Bj	S	A	PASIVO	S
19	M	NAT	B	Bj	Bj	S	Bj	PASIVO	A
20	M	LIN	Bj	Bj	Bj	S	B	AGRESI VO	Bj
21	F	LOG_MAT	A	Bj	B	B	Bj	PASIVO	A
22	F	LIN	A	Bj	Bj	A	B	PASIVO	S
23	F	NAT	B	Bj	Bj	Bj	B	PASIVO	A

24	F	NAT	A	Bj	Bj	B	S	ASERTI VO	B
25	M	INTER	B	Bj	Bj	Bj	Bj	PASIVO	A
26	M	LIN	B	Bj	S	S	S	PASIVO	B
27	F	INTER	A	A	Bj	B	S	ASERTI VO	S
28	F	LOG_MAT	A	Bj	Bj	B	A	PASIVO	B
29	F	MUS	A	Bj	Bj	A	Bj	PASIVO	B
30	M	KIS_COR	Bj	Bj	Bj	B	S	PASIVO	S
31	F	VIS_ESP	B	Bj	Bj	B	Bj	PASIVO	Bj
32	F	KIS_COR	Bj	Bj	Bj	B	S	ASERTI VO	Bj
33	M	LOG_MAT	B	Bj	Bj	S	S	AGRESI VO	S
34	M	NAT	A	Bj	Bj	A	B	PASIVO	S
35	M	LIN	Bj	Bj	Bj	Bj	B	PASIVO	S
36	M	INTRA	Bj	Bj	B	A	Bj	ASERTI VO	Bj
37	M	INTRA	B	Bj	B	B	Bj	PASIVO	B
38	F	NAT	Bj	Bj	B	A	Bj	PASIVO	B
39	F	KIN_COR	A	Bj	Bj	S	Bj	PASIVO	B

**Anexo 15. Base de Datos de Resultados Finales**

<b>N</b>	<b>GENERO</b>	<b>INTELIGENCIAS A MULTIPLES</b>	<b>D_HAB_ PROGRAMA CION</b>	<b>D_ CREATIVIDAD</b>	<b>D_DES_ CIENCIAS</b>	<b>D_T_ EQUIPO</b>	<b>D_P_ CRITICO</b>	<b>D_COM</b>	<b>D_RES_ PROBLEMAS</b>
1	M	NAT	S	B	S	B	S	ASERTI VO	A
2	M	VIS	A	B	B	B	B	PASIVO	S
3	M	KIS_COR	A	A	B	A	B	AGRESI VO	A
4	M	LIN	S	B	S	S	S	PASIVO	S
5	M	INTER	A	B	B	B	A	PASIVO	S
6	M	INTER	S	B	B	A	A	ASERTI VO	S
7	F	MUS	A	B	B	S	B	ASERTI VO	A
8	M	LIN	S	BJ	S	B	B	ASERTI VO	A
9	M	LIN	S	B	B	B	B	ASERTI VO	S
10	M	INTRA	A	A	B	S	B	ASERTI VO	A
11	M	LIN	S	A	S	B	B	ASERTI VO	B
12	M	NAT	A	A	B	B	B	PASIVO	A
13	F	KIN_COR	A	B	B	A	S	PASIVO	A
14	M	LIN	S	B	S	B	S	PASIVO	S
15	F	LIN	A	B	B	S	B	AGRESI VO	S
16	F	LIN	S	A	B	S	B	PASIVO	A
17	F	LIN	S	B	S	S	S	PASIVO	A
18	F	VIS_ESP	A	B	B	S	A	PASIVO	S
19	M	NAT	S	B	B	S	B	PASIVO	A
20	M	LIN	S	B	B	S	B	AGRESI VO	S
21	F	LOG_MAT	A	BJ	B	B	B	PASIVO	A

22	F	LIN	A	B	B	A	B	PASIVO	S
23	F	NAT	S	B	B	B	B	PASIVO	A
24	F	NAT	A	A	B	B	S	ASERTIVO	A
25	M	INTER	A	B	B	B	B	PASIVO	S
26	M	LIN	S	B	S	S	S	PASIVO	S
27	F	INTER	A	A	B	B	S	ASERTIVO	S
28	F	LOG_MAT	A	B	B	B	A	ASERTIVO	S
29	F	MUS	A	B	B	A	B	ASERTIVO	B
30	M	KIS_COR	S	B	B	B	S	PASIVO	S
31	F	VIS_ESP	S	B	B	B	B	PASIVO	B
32	F	KIS_COR	A	BJ	B	B	S	ASERTIVO	S
33	M	LOG_MAT	S	B	B	S	S	AGRESIVO	S
34	M	NAT	A	B	B	A	A	ASERTIVO	S
35	M	LIN	A	B	B	B	B	PASIVO	S
36	M	INTRA	A	A	B	A	A	ASERTIVO	S
37	M	INTRA	S	B	B	B	B	PASIVO	A
38	F	NAT	A	B	B	A	S	PASIVO	S
39	F	KIN_COR	A	B	B	S	B	ASERTIVO	S



## Anexo 16. Video de Implementación



## Anexo 17. Carta de Autorización de la Institución Educativa



Neiva, 02 de mayo del 2022

Señores (as)  
Institución Educativa Julián Motta Salas  
Departamento de Ciencias Naturales

Asunto: Proyecto de Investigación

Cordial Saludo,

Comendidamente, me permito presentar el proyecto de investigación denominado "Desarrollo de una estrategia didáctica para la enseñanza de la biología computacional a través de la modelación basado en agentes (abm) y la gamificación, en estudiantes de grado sexto de la Institución Educativa Julián Motta Salas" que será desarrollado por las estudiantes Elizabeth Novoa García y Astrid Johanna Garzón Perdomo, inscritas actualmente en el Programa de Licenciatura en Ciencias Naturales y Educación Ambiental de la Universidad Surcolombiana. Por tal motivo, solicitamos respetuosamente su autorización y colaboración para que se lleve a cabo el presente trabajo en su institución.

El programa agradece la atención prestada a la presente.

Atte,

Elizabeth Novoa Garcia  
C.c. 1075299705

Astrid Johanna Garzón Perdomo  
C.c. 1075302169

Jhon Fredy Castañeda Gómez  
Jefe de Programa

*Anexo 18. Evidencia fotográfica*

***PRIMER MOMENTO***



*Fotografía N 1. Presentación del proyecto a los estudiantes*

## ***SEGUNDO MOMENTO***



***Fotografía N 3. Presentación del tema***



***Fotografía N 4. consignación en el cuaderno teniendo en cuenta la confrontación entre saberes previos y saberes obtenidos el tema.***



*Fotografía N 5. Realización de actividades mediante el uso metafórico de los sentidos en situaciones de la vida cotidiana.*



*Fotografía N 6. Realización de consignación en el cuaderno.*

***TERCER MOMENTO***



***Fotografía N 7. Presentación de Netlogo a los estudiantes.***



***Fotografía N 8. Presentación de Scratch a los estudiantes***



***Fotografía N 9. Realización del Mural de Ideas.***



*Fotografía N 10. Exposición del Mural de Ideas*

