

**Aplicación de un Juego Serio en el Desarrollo de Habilidades STEAM a Partir del
Estudio de la Germinación de Alverjas (*Pisium Sativum*) en el Grado Octavo de la
Institución Educativa Técnico Comercial “Sagrado Corazón de Jesús”**

Leidy Johana García Rivera

Universidad Santo Tomás

Facultad de Educación

Licenciatura en Biología

2026

Aplicación de un juego serio en el desarrollo de habilidades STEAM a partir del estudio de la germinación de alverjas (*Pisium sativum*) en el grado octavo de la Institución Educativa Técnico Comercial “Sagrado Corazón de Jesús”

Leidy Johana García Rivera

**Trabajo presentado como requisito parcial
para optar por el título de Licenciada en Biología**

Asesora del trabajo de grado:

Msc. Bibiana Carolina Gómez Salgado

Universidad Santo Tomás

Facultad de Educación

Licenciatura en Biología

2026

Tabla de Contenido

1.	Planteamiento del problema	9
2.	Justificación.....	12
3.	Objetivos	15
	3.1 Objetivo General.....	15
	3.2 Objetivos Específicos	15
4.	Marco Referencial	16
	4.1 Antecedentes.....	16
	4.1.1 Antecedentes internacionales	16
	4.1.2 Antecedentes Nacionales.....	18
	4.1.3 Antecedentes Locales	20
	4.2 Marco Teórico	22
	4.2.1 Las TIC en la Educación	22
	4.2.2 Problemas de aprendizaje y necesidad de nuevas metodologías	25
	4.2.3 El enfoque STEAM en la educación	30
	4.2.4 Juegos serios en la educación	33
	4.2.5 Proceso de germinación de la Alverja (Pisum sativum)	35
	4.2.6 Aprendizaje significativo y la educación experimental	39
	4.3 Marco conceptual	40
	4.3.1 Aprendizaje Significativo	40
	4.3.2 Ciencia, Tecnología, Ingeniería, Arte y Matemáticas (STEAM).....	41
	4.3.3 Gamificación	42
	4.3.4 Germinación.....	43
	4.3.5 Juegos serios.....	43
	4.3.6 Metodologías activas	44

4.3.7 Simulaciones educativas.....	45
4.4 Marco Legal.....	45
5. Diseño metodológico	47
5.1 Tipo de investigación	47
5.2 Enfoque investigativo.....	47
5.3 Universo y muestra.....	49
5.4 Técnicas e instrumentos de la investigación.....	50
5.5 Proceso metodológico	51
5.5.1 Análisis de los estudiantes	52
5.5.2 Formulación de objetivos	52
5.5.3 Selección de medios, métodos y materiales.....	54
5.5.4 Uso de medios y materiales	56
5.5.5 Participación de los estudiantes	57
5.5.6 Evaluación y revisión	58
6. Resultados y Análisis.....	59
6.1 Diagnostico.....	59
6.1.1 Acceso tecnológico	59
6.1.2 Pre-test: Diagnóstico de Competencias STEAM	66
6.2 Diseño del juego serio ARVELAB	78
6.3 Análisis del Postest y Sistematización del Diario de Campo	81
6.3.1 Diario de campo docente	81
6.3.2 Valoración Estudiantil del Juego Serio ARVELAB	99
6.3.3 Postest: Evaluación de competencias STEAM.....	107
7. Conclusiones	119
8. Impacto	121
9. Proyecto de mejora	122

Referencias.....	123
------------------	-----

Índice de tablas

Tabla 1 <i>Habilidades por Disciplina</i>	32
Tabla 2 <i>Taxonomía Pisium Sativum</i>	36
Tabla 3 <i>Procesos biológicos – DBA. Germinación y experimentación con apoyo tecnológico</i>	53
Tabla 4 <i>Uso de medios y materiales</i>	56
Tabla 5 <i>Registro de avance por nivel</i>	58
Tabla 6 <i>Niveles de dominio según porcentajes de acierto</i>	66
Tabla 7 <i>Diario de campo: primera sesión</i>	82
Tabla 8 <i>Diario de campo: Segunda sesión</i>	86
Tabla 9 <i>Diario de campo: Tercera Sesión</i>	91
Tabla 10 <i>Diario de campo: Cuarta sesión</i>	96
Tabla 11 <i>Niveles de dominio para pretest y postest</i>	107

Tabla de anexos

Anexo 1: Cuestionario de acceso tecnológico.....	136
Anexo 2: Encuesta Pre test: Diagnóstico de Competencias STEAM.....	137
Anexo 3: Consentimiento Informado.....	140

Tabla de figuras

Figura 1 <i>Evolución de las TIC</i>	23
Figura 2 <i>Retos de la educación del siglo XXI</i>	26
Figura 3 <i>Aportes de la Escuela nueva</i>	27
Figura 4 <i>Autores del paradigma constructivista</i>	28
Figura 5 <i>Competencias STEAM</i>	31
Figura 6 <i>Planta de Alverja (Pisum sativum)</i>	36
Figura 7 <i>Caracterización sociodemográfica</i>	49
Figura 8 <i>Fases del modelo ASSURE</i>	51
Figura 9 <i>ARVELAB Misión Germina la Alverja</i>	55
Figura 10 <i>Acceso a computador y dispositivos móviles en los estudiantes</i>	59
Figura 11 <i>Acceso y lugar de conexión a internet</i>	62
Figura 12 <i>Frecuencia de uso de internet y recursos digitales para el estudio</i>	64
Figura 13 <i>Aciertos en habilidades científicas</i>	67
Figura 14 <i>Aciertos en habilidades tecnológicas</i>	70
Figura 15 <i>Aciertos en habilidades ingenieriles</i>	72
Figura 16 <i>Aciertos en habilidades artísticas</i>	74
Figura 17 <i>Aciertos en habilidades matemáticas</i>	76
Figura 18 <i>Presentación del juego serio y sus niveles</i>	86
Figura 19 <i>Inicio del experimento de germinación y registro en el diario de campo</i>	90
Figura 20 <i>Imágenes del experimento de germinación</i>	95
Figura 21 <i>Imagen de comentarios relacionados al juego, nivel 4</i>	95
Figura 22 <i>Dispositivo de acceso y tiempo de duración en el juego serio</i>	100
Figura 23 <i>Tiempo invertido y nivel de dificultad percibida</i>	101

Figura 24 <i>Comprensión del contenido científico e interés por la ciencia y experimentación</i>	102
Figura 25 <i>Experiencia general del juego y recomendaciones a otros estudiantes</i>	105
Figura 26 <i>Aspectos mejor valorados del juego serio</i>	106
Figura 27 <i>Aciertos en habilidades científicas, pretest vs posttest</i>	109
Figura 28 <i>Aciertos en habilidades tecnológicas, pretest vs posttest</i>	111
Figura 29 <i>Aciertos en habilidades ingenieriles, pretest vs posttest</i>	112
Figura 30 <i>Aciertos en habilidades artísticas, pretest vs posttest</i>	114
Figura 31 <i>Aciertos en habilidades matemáticas, pretest vs posttest</i>	115
Figura 32 <i>Grafica comparativa global por áreas STEAM</i>	117

Introducción

La presente investigación aborda el fortalecimiento de las habilidades STEAM, por medio de la implementación de un juego serio como estrategia pedagógica para la enseñanza de la germinación de la alverja (*Pisum sativum*) en estudiantes de educación básica. La propuesta surge ante la necesidad de incorporar estrategias didácticas innovadoras que fortalezcan una participación más activa en los estudiantes en el aprendizaje de las ciencias naturales articulando conocimientos de ciencia, tecnología, ingeniería, arte y matemáticas a partir de una experiencia educativa contextualizada, experimental y mediada por recursos digitales. En este sentido se diseñó y se implementó el juego serio ARVELAB – Misión germina la alverja, orientado a que los estudiantes desarrollaran actividades relacionadas con el proceso de germinación, mientras se fortalecían habilidades científicas, tecnológicas, ingenieriles, artísticas y matemáticas.

La investigación se realizó bajo un enfoque mixto con alcance descriptivo, empleando el modelo instruccional ASSURE para orientar las diferentes etapas de la propuesta pedagógica. En la valoración de resultados de la implementación se aplicaron instrumentos de recolección antes y después de la intervención, permitiendo identificar cambios en las habilidades STEAM de los participantes, de esta manera, la investigación busca aportar una alternativa pedagógica que integre el juego serio, la experimentación y las tecnologías digitales en la enseñanza de las ciencias naturales, favoreciendo las experiencias de aprendizaje más significativas y el desarrollo integral.

1. Planteamiento del problema

Las TIC han revolucionado la forma de aprendizaje a nivel mundial; en China la formación académica está enfocada en la robótica, programación y la inteligencia artificial (IA), como indica el Instituto Nacional de Tecnologías Educativas y de Formación del Profesorado, por sus siglas INTEF (2021). En este mismo ámbito, Japón implementó la programación en todo el sistema educativo, fortaleciendo el pensamiento lógico y persiguiendo el objetivo de ser un líder tecnológico mundial.

Teniendo en cuenta el anterior referente, es visible que América Latina tiene déficits en el uso e implementación de las tecnologías de la información, ya que mientras en otros países hay regulaciones gubernamentales que obligan al sistema educativo a ser actualizado e ir a la par con los avances tecnológicos y pedagógicos, en países como Colombia la implementación de las TIC es ineficaz, enseñando lo mismo y de la misma manera a lo largo de los años.

En Colombia, el acceso a las TIC ha estado en cada presupuesto gubernamental; sin embargo, año tras año se han presentado escándalos con desfalcos multimillonarios, como el contrato adjudicado a la unión temporal de centros poblados. Este llevaría centros digitales a las escuelas rurales del país, firmado en auge de la pandemia por COVID-19 en diciembre del 2020, donde el acceso a las TIC era de máxima prioridad en la educación. Lamentablemente, el proyecto no pudo darse; el desfalco a las arcas nacionales fue por \$70.000 millones de pesos, impidiendo el acceso a miles de estudiantes en zonas apartadas del país. Lo anterior ha creado un retroceso inconcebible en el acceso a las TIC (El tiempo, 2021). Este no ha sido el único escándalo por estafas en el acceso a las TIC: los computadores entregados por el programa Educar en los años 2020 y 2022, donde al menos 30.000 de los computadores presentan fallas, (Pluralidad, 2024).

Teniendo en cuenta lo anterior, las cifras dadas por el DANE o Departamento Administrativo Nacional de Estadística (2023), solo reflejan el detrimento en el acceso por

maniobras fraudulentas, pues se evidencia que hay departamentos como Vichada, en el que solo el 20% de su población tiene acceso a telefonía celular. En siete departamentos se identifica que menos del 20% de la población tiene acceso a un computador y en seis departamentos menos de la mitad de la población tiene conexión a internet, configurando un panorama desalentador para un estado que ha contado con los recursos para que la población tenga acceso a la tecnología y comunicación que ofrece el siglo XXI.

En el mismo informe, se determinó que el departamento de Boyacá aproximadamente el 60% de la población cuenta con internet móvil o fijo, donde la principal razón de no tener conexión es su alto costo, dejando a un gran porcentaje de la población sin posibilidades de acceso a la información. Adicionalmente, se establece que, más del 93% de la población utiliza un teléfono celular y menos del 35% ha usado una computadora (DANE, 2023), es claro que estos indicadores, no satisfacen la necesidad de acceso de la población, las cifras presentadas son insuficientes para garantizar una inclusión de la tecnología, reflejando una desconexión en una era digitalizada.

Puesto en consideración el acceso a las TIC, la enseñanza de las ciencias naturales en la educación enfrenta diferentes desafíos, desde la falta de metodologías que desarrollen el pensamiento crítico y científico, falta de recursos tecnológicos, capacitaciones docentes limitadas y poca motivación de los estudiantes en disciplinas científicas (Soares, Teixeira, & Avendaño, 2023). Desde esta perspectiva, se destaca la restricción de la investigación y experimentación en el aula, lo cual conlleva excluir a los estudiantes de experiencias valiosas, limitando el desarrollo del pensamiento crítico y competencias básicas.

La Institución Educativa Técnico Comercial “Sagrado Corazón de Jesús” enfrenta la necesidad de fortalecer el aprendizaje de las ciencias naturales; su principal problema radica en que la enseñanza sigue dependiendo de los textos y ejercicios de conceptualización, lo que dificulta que los estudiantes construyan y comprendan los conceptos a partir de experiencias

concretas, así como la relación entre teoría y práctica. Esta situación se evidencia en el aprendizaje de procesos biológicos como la germinación, donde la falta de experimentación y observación directa limita la comprensión del fenómeno; en este sentido, los juegos serios se presentan como una alternativa transformadora en el aula al fortalecer experiencias de aprendizaje más prácticas e interactivas.

Teniendo en cuenta lo anterior, la formulación del problema para el presente proyecto es:

¿Cómo aplicar un juego serio como estrategia educativa en el desarrollo de habilidades científicas, tecnologías, artísticas, matemáticas e ingenieriles en estudiantes del grado octavo de la Institución Educativa Técnico Comercial “Sagrado Corazón de Jesús”, dentro del marco del aprendizaje STEAM a partir del estudio de la germinación de alverjas (*Pisum Sativum*)?

2. Justificación

La tecnología ha cobrado una relevancia en el proceso pedagógico, con una nueva forma en la concepción del aprendizaje, donde las fuentes de información son innumerables, variadas y con acceso directo, sin embargo, como lo expone Escontrela y Stojanovic (2004) el ingreso de las TIC al entorno educativo requiere de transformaciones, establecimiento de nuevas visiones pedagógicas que involucren el acceso a tecnologías y al manejo de nuevas metodologías que incluyan las TIC el aula.

En la generación actual se evidencian problemas significativos en el aprendizaje en las instituciones educativas, lo que obliga a que, como educadores, se deban proponer nuevas metodologías que reformen la experiencia en el aula para mejorar la calidad de la enseñanza; esto sumado a la integración de tecnologías en el salón de clases, tal como lo menciona la Fundación Universitaria CEIPA (2023).

Es así como la educación en las ciencias naturales enfrenta desafíos, con el fin de ir a la par con nuevas metodologías que promueven el pensamiento crítico, trascendiendo a aprendizajes significativos en la comprensión de procesos biológicos, evitando un aprendizaje teórico y llevándolo a la práctica, en este sentido, la innovación en el aula muchas veces va acompañada de la integración de las TIC, obteniendo beneficios en el proceso Enseñanza – Aprendizaje que pueden ser ampliamente utilizados desde el área de ciencias como los simuladores, laboratorios y en general herramientas interactivas que permiten la participación de estudiantes y docentes.

Una de las dificultades más visibles es que el aprendizaje aún sigue dependiendo del libro de texto, la falta de experimentación y motivación del estudiantado; es así como el presente proyecto busca que el estudiante sea participé del proceso de aprendizaje por medio de la experimentación tanto en recursos virtuales como en aplicación de técnicas reales de germinación de alverjas, adquiriendo un aprendizaje significativo en procesos biológicos.

La educación basada en la metodología STEAM se ha establecido como una estrategia óptima para el desarrollo de habilidades como el pensamiento crítico, lógico, matemático y tecnológico; adicionalmente, permite un aprendizaje basado en la indagación y experimentación, impulsando un pensamiento creativo. Dentro de esta metodología se hace indispensable el uso de las TIC tanto en el aula como en el desarrollo de actividades en el hogar (Colombia Aprende, s.f.). En aplicación al STEAM el uso de juegos serios es un recurso utilizado, ya que, al aplicar recursos de los juegos como puntos, logros y niveles, crean un ambiente para el aprendizaje de temáticas óptimo, promoviendo una competencia sana entre estudiantes, facilitando un aprendizaje gradual y estructurado (Teixes, 2015).

El presente proyecto investigativo se forja en la necesidad de que los estudiantes sean partícipes activos en su proceso de aprendizaje, donde el docente y las herramientas sean facilitadores en la adquisición del conocimiento, es así como el enfoque STEAM se posiciona a como una metodología activista, según Botero (2018), ejemplifica que un individuo instruido con bases STEAM, podrá identificar problemas explicando su naturaleza y en busca de su resolución, tendrá habilidades desarrolladas en ciencias, entendiendo los principios y leyes teóricas, con habilidad para conectar las ciencias con otras disciplinas y la experiencia que permiten la resolución de problemas a través del uso de la ingeniería. Es de esta manera que este enfoque fomenta el trabajo colaborativo, observación y análisis de datos.

El presente proyecto busca diseñar e implementar un proyecto que combine herramientas del juego serio basado en el modelo STEAM con el fin de mejorar la enseñanza, la comprensión teórica de la germinación y crecimiento de *Pisum Sativum* en estudiantes del grado octavo. Proporcionando una metodología dinámica e inmersiva a través de experiencias prácticas y digitales, mejorando así la calidad de aprendizaje, en un espacio donde los estudiantes sean participantes activos en la creación de su propio conocimiento en pro del desarrollo de habilidades esenciales en su formación.

Con base en lo anterior, se propone la implementación de una estrategia pedagógica con estudiantes del grado octavo en la Institución Educativa Técnico Comercial “Sagrado Corazón de Jesús” a través de esta estrategia basada en el enfoque STEAM y con el uso de recursos virtuales de juego serio. En busca de la comprensión de procesos biológicos en el proceso de germinación de Alverja (*Pisum sativum*), respeto por la naturaleza y sus procesos, promover un aprendizaje significativo para el estudiantado, desde una nueva forma de enseñanza, sacando a los estudiantes de la rutina del lápiz y el papel, profundizando en el uso de recursos tecnológicos, desarrollando sus capacidades para enfrentar los retos del mundo.

3. Objetivos

3.1 Objetivo General

- Implementar un juego serio como estrategia educativa para promover el desarrollo de habilidades científicas, tecnológicas, artísticas, matemáticas e ingenieriles en estudiantes del grado octavo de la Institución Educativa Técnico Comercial “Sagrado Corazón de Jesús”, en el marco del modelo de aprendizaje STEAM, a partir del estudio de la germinación de alverjas (*Pisum sativum*).

3.2 Objetivos Específicos

- Diagnosticar las habilidades STEAM de los estudiantes del grado octavo para realizar el diseño de un juego serio sobre la germinación de alverjas (*Pisum sativum*).
- Diseñar un juego serio que facilite el desarrollo de habilidades STEAM, integrando actividades relacionadas con la germinación de alverjas (*Pisum sativum*).
- Analizar los resultados de la aplicación de un juego serio, fortaleciendo la comprensión de procesos biológicos para el estudio de germinación de alverjas (*Pisum sativum*), promoviendo el desarrollo de habilidades científicas, tecnológicas, artísticas, matemáticas y de ingeniería.

4. Marco Referencial

4.1 Antecedentes

4.1.1 Antecedentes internacionales

En el presente se evidenciaron diversas investigaciones que abordaron la germinación como tema de enseñanza, la importancia de la experimentación en el aula, manipulación de condiciones ambientales y como la aplicación de estos conceptos aumenta la motivación del estudiantado en procesos biológicos.

Los investigadores Da Silva, et al. (2015) en su trabajo "*Germinación de semillas: un trabajo interdisciplinario en la escuela secundaria*" tuvo como abordaje la enseñanza como un proyecto transversal entre el área de biología, física y química, explicaron que el objetivo principal de su investigación es enseñar el proceso de germinación, en fomento del aprendizaje práctico facilitando la comprensión de conceptos científicos, desde un enfoque interdisciplinario implementado en la escuela secundaria publica en Brasil.

La metodología de esta investigación se realizó con un enfoque cualitativo, partiendo de ser participativo, activo y experimental, se realizaron actividades de laboratorio donde observaron y manipularon todas las condiciones ambientales para la germinación de las semillas, adicionalmente se incorporaron una conceptualización teórica de los procesos biológicos, químicos y físicos que están inmersos en el proceso de germinación. La investigación también incluyo el uso de recursos didácticos y materiales de fácil visualización, con un acceso práctico al fenómeno estudiado. Dentro de las actividades se encontraron experimentos prácticos donde se modificaron variables como la temperatura, humedad y luz, los cuales influyeron en el proceso.

Como segunda actividad, los estudiantes observaron el crecimiento de las semillas y registraron los hallazgos, posteriormente se lleva a cabo una discusión donde se abordaron los

aspectos físicos, químicos y biológicos del experimento de germinación estableciendo la conexión entre las áreas, por último, se generó un informe con los resultados obtenidos.

Dentro de los resultados obtenidos en la investigación de (Da Silva, et al. 2015) se encontró que los estudiantes mostraron un mayor interés y motivación en temas científicos, dando la oportunidad de participar activamente en experimentos asociados al área. También se obtuvieron resultados positivos en la comprensión de conceptos científicos como el desarrollo de la raíz y crecimiento de la planta, posteriormente, los estudiantes mejoraron la capacidad de trabajar las ciencias de forma interdisciplinaria entendiendo como se interrelaciona en problemas complejos.

Este trabajo permite concluir que el estudiante, como actor principal en el proceso educativo, facilita la comprensión de temas científicos con un aprendizaje integrado y significativo.

Desde este mismo enfoque, los autores Pérez, Soto, & Lagos (2021) desarrollaron su investigación en Neuquén, Argentina. Esta investigación destacó la importancia de innovar en la enseñanza de las ciencias, basándose en establecer un conocimiento profundo y atractivo para los estudiantes en procesos naturales como la germinación de semillas. El objetivo principal fue reflexionar sobre las estrategias pedagógicas que usan en la enseñanza de germinación de semillas, facilitando el aprendizaje de este proceso biológico a través de un enfoque práctico e interactivo.

Su metodología es cualitativa, se centró en la observación y reflexión del trabajo docente, dando énfasis en como enseñaron los procesos biológicos como la germinación; su enfoque es constructivista, ya que favorecieron la experimentación activa y participación de los estudiantes en el proceso de aprendizaje, dentro de sus actividades se plantearon experimentos prácticos en la manipulación y observación de los factores ambientales que

influyen en el crecimiento de las semillas, uso de las TIC en recursos didácticos como modelos visuales y videos, discusión y análisis de los fenómenos biológicos y el registro de observaciones en diarios de campo, incentivando el registro científico y análisis de datos.

Los resultados de la investigación arrojaron un aumento del interés hacia el tema de la germinación, participación activa de las sesiones experimentales y visualización del proceso biológico de germinación, se observó un desarrollo de habilidades científicas en la observación, registro y análisis de datos. Sin embargo, se mencionó que hubo dificultades por parte de los docentes en la implementación y se destacó la falta de recursos en el aula y el poco tiempo disponible en el currículo.

Se propuso la mejora de la enseñanza con el uso de las TIC en actividades interactivas, con visualizaciones atractivas, mejorando así la experiencia de aprendizaje; concluyeron que un enfoque práctico y activo de los estudiantes en el aula permite la comprensión de procesos biológicos y desarrollo de habilidades científicas, resaltando también la necesidad de acceso a recursos TIC para superar desafíos y que estos métodos puedan ser más utilizados en la educación.

4.1.2 Antecedentes Nacionales

El proyecto “El proceso de germinación: modelos expresados por estudiantes de básica primaria”, propuesto en un entorno nacional, se centró en las concepciones y modelos en la germinación con estudiantes de quinto grado; su objetivo estuvo dirigido a identificar los modelos del proceso de germinación a través de una guía didáctica. (Barrera, Lopez, & Morales, 2013). Su investigación fue de carácter cualitativo, con enfoque exploratorio, y se desarrolló con estudiantes del centro educativo rural Miguel Ángel Builes en Antioquia.

Su diseño se centró en Neus Sanmartí, profesora y química española, en la creación de la unidad didáctica, permitiendo su implementación y recolección de datos en cuatro instancias;

la exportación donde se identifican los saberes de los estudiantes sobre la germinación; introducción que presenta unos conceptos básicos sobre la germinación y las semillas; La síntesis como integradora de los conocimientos adquiridos y la aplicación como puesta en marcha de las actividades. A lo largo del desarrollo de la metodología, los estudiantes realizaron representaciones gráficas por medio de redes sistémicas.

Dentro de los resultados los investigadores encuentran que los estudiantes tenían vacíos conceptuales que impedían tener una visión completa del proceso biológico, se evidenciaron vacíos en la comprensión del proceso de fotosíntesis y reproducción en las plantas, por lo cual recomiendo profundizar más en estas temáticas, asociado a esto las experiencias de los estudiantes son enriquecedoras, ya que permiten generar discusiones en torno a la siembra de plantas en su región como papa, frijol y tomate, estas compartidas a partir de su vivencia en el campo.

Por otra parte, Benítez (2024) realizó una profundización teórica y experimental de germinación en plantas, enfocándose en el frijol (*Phaseolus vulgaris*) el desarrollo de la intervención pedagógica y didáctica, con actividades experimentales donde los estudiantes seleccionaron y prepararon las semillas para su germinación en condiciones de control; los estudiantes registran, analizan datos mediante observación; se aviva el fomento de la creación de una hipótesis y análisis de resultados. En este proyecto se utilizó una metodología de aprendizaje basado en proyectos y recursos didácticos como juegos en el proceso de germinación.

Su objetivo principal fue profundizar teórica y experimentalmente el proceso de germinación de plantas en condiciones ambientales diferentes en temperatura y disponibilidad de agua. Los resultados obtenidos proporcionaron información sobre la cantidad de agua y temperatura de exposición pueden afectar la germinación del frijol, también como influye esto en las prácticas agrícolas y educativas relacionadas con el frijol. En el entorno pedagógico el

proyecto resalto la importancia de actividades experimentales en la enseñanza de la germinación, ya que los estudiantes tendrán una comprensión de los factores ambientales que afectan la germinación.

4.1.3 Antecedentes Locales

En la región cundiboyacense, Morales (2022) centró su investigación en una profundización epistemológica, disciplinar y pedagógica de la germinación de la semilla de frijol (*Phaseolus vulgaris*). El objetivo principal se orientó hacia la reflexión en los procesos y condiciones que permiten comprender las plantas como entidades históricas y cómo esta comprensión puede enriquecer la enseñanza de la biología.

Morales, diseño e implemento en intervención en el aula, tuvo una metodología cualitativa con enfoque interpretativo, centrando la construcción de conocimiento a través de la observación y reflexión en el aprendizaje de aula, en su metodología también se tocan aspectos técnicos y teóricos de la germinación como objeto de estudio e integrándolos para evaluar su contribución en la educación básica.

Se realizaron dos actividades prácticas, una como intervención en el aula, con observación y experiencia directa con el proceso de germinación del frijol, facilitando la construcción de explicaciones por parte de los estudiantes. En la segunda se exploraron aspectos técnicos y teóricos en la germinación como objeto de estudio, considerando su evolución histórica y relevancia en el proceso educativo.

La presente investigación obtuvo como resultados, la importancia de abordar la germinación desde una perspectiva epistemológica, disciplinar y pedagógica, también reconoció el papel de la experiencia y la observación de la germinación como un insumo significativo en el aula, generando una comprensión más profunda del proceso y enriqueciendo la enseñanza de la biología en la educación básica. El estudio resalto la consideración de las

plantas como entidades históricas e integrar la biología desde diferentes perspectivas de enseñanza en promoción de una educación completa y contextualizada.

Desde esta misma perspectiva, López (2020) en su proyecto “*El conocimiento escolar sobre la germinación de una planta nativa (Hesperomeles goudotiana) con estudiantes del colegio rural multigrado Las Mercedes*” analizo como los estudiantes de una escuela rural en Bogotá forman conocimiento sobre la germinación del Mortiño (*Hesperomeles goudotiana*), planta nativa de Colombia, a través de una intervención pedagógica buscando integrar el conocimiento con base en un aprendizaje significativo, es de resaltar que este proyecto fue llevado a cabo en pandemia por COVID-19.

Su principal objetivo era caracterizar, reconocer y promover el conocimiento escolar por medio de la germinación de una planta nativa. Este proyecto tuvo un enfoque cualitativo mediante un estudio de caso único, integro la finalidad de la enseñanza de las ciencias, las categorías de criterios escolares, los referentes epistemológicos y los criterios de validez, adicionalmente se establecieron nueve hipótesis de progresión para analizar la evolución de los estudiantes en el proceso de la germinación.

Se realizó inicialmente el diseño de la intervención pedagógica con actividades centradas en la germinación del Mortiño (*Hesperomeles goudotiana*), en busca de la integración de conocimientos previos con los ya adquiridos en su cotidianidad, los estudiantes observaron y realizaron el proceso de germinación, se promovió la interacción con material didáctico y registro de cambios en el proceso de germinación. Se establecieron espacios de diálogo donde los estudiantes podían compartir su experiencia y como los factores del ambiente influyen en el proceso de germinación como la luz, humedad y temperatura.

Los resultados de esta investigación arrojaron que el conocimiento cotidiano de los estudiantes es un referente para la aplicación de temáticas en el contexto escolar, se observó

la comprensión del proceso de germinación en integración de una gama de conocimientos y pre saberes desde un contexto más científico. Resaltó la importancia de considerar los saberes previos en las aplicaciones de estrategias de aprendizaje, especialmente en entornos rurales y en situaciones de excepción como la pandemia.

4.2 Marco Teórico

Con el fin de sustentar el presente proyecto se lleva a cabo una revisión bibliográfica centrada en el uso de las tecnologías de la información como base fundamental en la enseñanza de las ciencias naturales en la educación básica, explorando diferentes metodologías como enfoque STEAM y aprendizaje significativo con el uso de estrategias de experimentación, gamificación y juegos serios en el aula. La presente revisión pretende sustentar la propuesta pedagógica, a continuación, se presentan las temáticas más relevantes.

4.2.1 Las TIC en la Educación

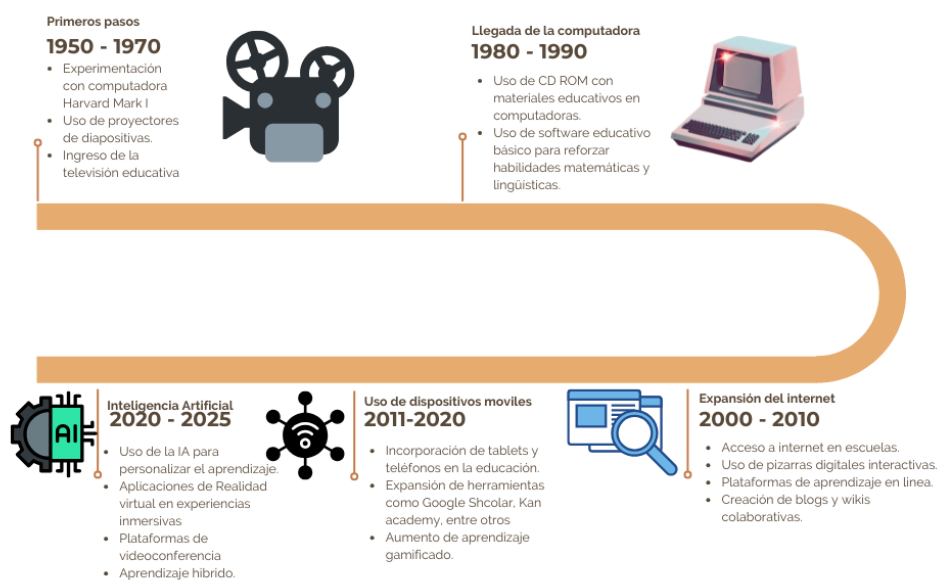
La implementación de las TIC a nivel didáctico y pedagógico han transformado la forma de enseñanza; estas son herramientas digitales que facilitan el acceso al conocimiento mejorando la interactividad en el aula, su correcta implementación facilita la comunicación, acceso a materiales y búsqueda general de información (Trejo, et al. 2014).

Adicionalmente, el artículo de investigación *Tecnología educativa Características y evolución de una disciplina* menciona que, en países desarrollados, por ejemplo, Estados Unidos, se crean programas educativos que vinculan la investigación y el desarrollo tecnológico; eso ha permitido lograr avances que retroalimentan y fortalecen el proceso educativo, como es el caso de adelantos en los medios de comunicación (cine, radio, televisión e internet). Este proceso permite un ciclo continuo de avances en el ámbito educativo, ya que se crean nuevas y diversas formas de generar conocimiento, llegando a un sinnúmero de personas (Valcárcel, 2002).

Como se visualiza en la figura 1, estos avances tecnológicos, se han ido integrando al aula simultáneamente en un proceso intencional y planeado. Como lo indica Salinas (2008), esta innovación genera una transformación de la enseñanza, respondiendo así a las necesidades educativas. El autor indica que, a pesar de que el proceso educativo está en constante transformación, para la incorporación de tecnologías de la información se necesita un proceso de sistematización, formalización, seguimiento y evaluación. También especifica que las innovaciones en el aula deben ser analizadas para determinar sus fortalezas y debilidades, dado que pueden generar cambios en todo el proceso didáctico.

Figura 1

Evolución de las TIC



Nota: Elaboración propia con datos de Tecnología educativa, Características y evolución de una disciplina por A, Valcárcel, 2002, Revista educación y pedagogía, Vol. 14 N 33.

Estos avances tecnológicos han innovado en las últimas décadas el proceso enseñanza-aprendizaje con la incorporación de Entornos Virtuales de Aprendizaje (EVA) o el uso de herramientas virtuales especializadas de enseñanza y plataformas de encuentro entre

docentes y estudiantes; a la par, este proceso también se adapta a la tecnología, como lo hace en este momento el desarrollo de inteligencia artificial, que redefine los límites pedagógicos y didácticos (Bates, 2015).

Por otro lado, no solo se enfoca en la innovación y adaptación, sino también en el acceso en tiempo real a la información; es decir, hay acercamiento a diversas fuentes actualizadas, también funciones instructivas y con aprendizaje personalizado, tienen una función motivadora en el estudiantado, ofreciendo una continua retroalimentación, de igual forma. Fomenta el espíritu investigador e innovador, tiene funciones lúdicas y pedagógicas, además de que ofrece grandes ventajas en estudios a distancia o en modalidades híbridas, como lo menciona Fombella (2018).

Sin embargo, también existen desafíos en la implementación de las TIC, entre los que se encuentran las brechas de acceso y conectividad, obstáculos relacionados con la poca capacitación de los docentes, lo que genera desconfianza en las TIC y falta de confianza en su uso; también relaciona a las instituciones, ya que no ofrecen tiempos de desarrollo de actividades y programaciones de material interactivo, tampoco se cuenta con recursos y materiales (Fombella, 2018).

En el fortalecimiento de las TIC en el aula, se han desarrollado diferentes metodologías que se han adaptado como lo muestra Bates (2015) donde presenta métodos de enseñanza en línea como la metodología ADDIE (Análisis, Diseño, Desarrollo, Implementación y Evaluación), el cual ha dado el estándar en la educación a distancia que consta de cinco fases: análisis, diseño, desarrollo, implementación y evaluación; en la cual sus objetivos de aprendizaje deben claros y delimitados, su contenido estructurado, así como definidas las cargas de trabajo entre docente y estudiante; en estas metodologías también se encuentra el trabajo colaborativo en línea, centrado en la discusión a través de foros. Por otro lado, también menciona el aprendizaje basado en competencias, que permite el desarrollo de estas al ritmo del estudiante;

se desarrolla con la finalidad de tener un reconocimiento por el buen desarrollo de una competencia dada en el aula.

Se evidencia que el uso de la Tecnología es de especial uso en el aula, no solo en el desarrollo de una temática, sino en generar competencias que los estudiantes puedan aprovechar en el largo plazo; en la labor docente es vital perder el temor al uso, existen muchas oportunidades de capacitación a través de videos tutoriales que tienen la capacidad de orientar en uso o programación de actividades interactivas que motiven y generen un toque innovador en el aula.

4.2.2 Problemas de aprendizaje y necesidad de nuevas metodologías

El fortalecimiento del proceso de enseñanza ha venido trabajando en la reestructuración de la educación a nivel mundial, donde su principal objetivo es la evolución de los modelos educativos, pedagógicos y curriculares; avanzando a nuevas formas de enseñanza, que sean flexibles a los cambios sociales, culturales, económicos y tecnológicos que se viven en la actualidad (Botero, 2018).

Es importante destacar que, a pesar de la evolución en la educación, por medio de la creación y aplicación de metodologías innovadoras, aún hay muchos desafíos por superar, especialmente en el área de las ciencias naturales. Ausubel (1963) explica que el aprendizaje significativo se da cuando el estudiante está en la capacidad de relacionar sus conocimientos previos con nueva información; indica que este tipo de aprendizaje es utilizado para adquirir y almacenar una inmensa cantidad de ideas e información. Sin embargo, este proceso de relacionamiento no siempre se da en los modelos de enseñanza tradicionales.

También, Zubiria (2021) expone que la educación tradicional dio respuesta en una sociedad agraria e industrializada; esta educación no responde a los nuevos cambios culturales, económicos y tecnológicos de la sociedad contemporánea. El autor destaca un

enfascamiento de la educación a nivel mundial, ya que las necesidades educativas no han evolucionado de forma correcta. Es así como, en los retos de la educación expuestos en la siguiente gráfica, el primero se refiere al desarrollo del pensamiento, haciendo énfasis en el simbolismo y capacidad de absorción de temáticas de pensamiento lógico e interpretación de la realidad.

Figura 2

Retos de la educación del siglo XXI



Nota: Elaboración propia con datos de *“De la escuela nueva al constructivismo”*, por J. Zubiria, 2021, *Magisterio*.

Es así como las metodologías tradicionalistas presentan entornos poco dinámicos, por otro lado, la falta de experimentación en el aula dificulta la comprensión de conceptos desde un aprendizaje significativo como el propuesto por Ausubel, es por ello que se han implementado metodologías que exploran y priorizan las necesidades educativas.

Frente a esta necesidad la escuela nueva fue catalogada como un modelo innovador, enfocado en acciones y actividades que generen experiencias significativas, convirtiendo así al estudiante en actor principal de su aprendizaje y adquiriendo un rol central en el cual, el

proceso educativo orbita a su alrededor; así lo expone Zubiria (2021), por otro lado, es importante destacar que, un siglo después de su invención la escuela nueva ha podido romper barreras educativas y generar cambios en docentes e instituciones de enseñanza.

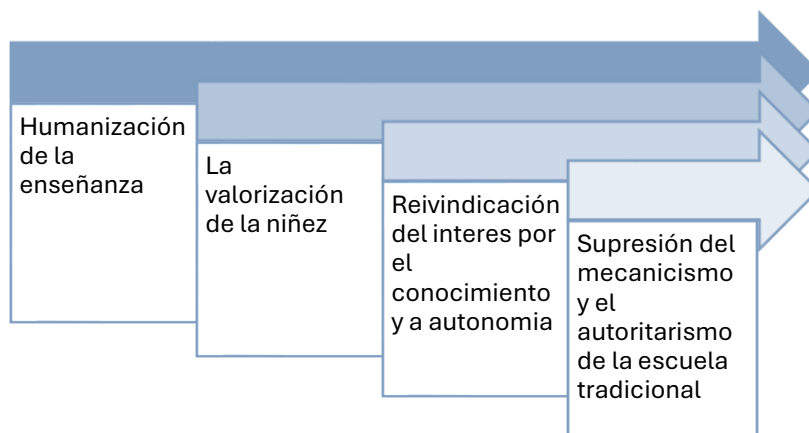
En concordancia, Villar (2010) describe que esta metodología se basa en los principios del aprendizaje activo dando la oportunidad de que la adquisición de conocimientos sea al ritmo del estudiante, con un currículo adaptable; por ende, el proceso de cambio de la educación tradicionalista a escuela nueva, ha ido en proceso de expansión para afrontar los nuevos retos de la educación, de este modo el autor explica que la escuela nueva puede verse como una innovación atractiva para los gobiernos, ya que tiene estrategias definidas en guías de estudiantes, maestros, procesos cortos y capacitación docente.

De esta manera, la escuela activa permite que el alumno cree su propio conocimiento a partir de sus experiencias y vivencias, potencializando así su desarrollo, resaltando que es responsabilidad de la educación la diferenciación en ritmos del desarrollo de los infantes promoviendo así las aptitudes individuales.

En esta línea, este modelo pedagógico se debe practicar en una postura naturalista, que elimine así elementos que le torturan. Su prioridad es jugar y salir del agobiante salón de clases; incrementando así las actividades naturales, manualidades, salidas, laboratorios, experimentación; cultivando de esta manera el interés, ingenio y las artes. Hay que incentivar la enseñanza en las actividades, acercando las vivencias escolares más a la realidad fuera del aula; en esta misma idea, hay que garantizar que el alumno por sí mismo descubra e invente su conocimiento (Zubiria, 2021).

Figura 3

Aportes de la Escuela nueva



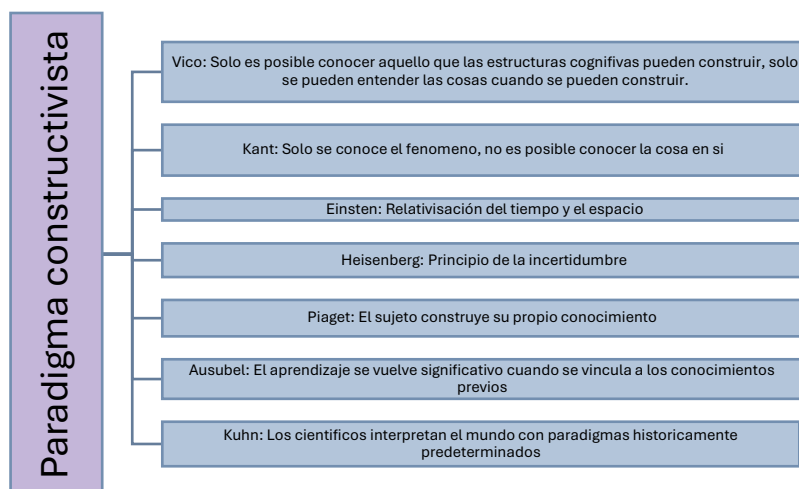
Nota: Elaboración propia con datos de *“De la escuela nueva al constructivismo”*, por J. Zubiria, 2021, *Magisterio*.

Por años, la educación se encargaba básicamente de instruir individuos, limitando su desarrollo y humanización del proceso de aprendizaje; como respuesta, se han venido creando modelos constructivistas, como María Montessori (citado en Flórez Ochoa, 2005) quien recalca que un niño no es un pequeño adulto, tiene un desarrollo afectivo con aprendizaje diferente y, por tanto, debería tratarse de tal manera.

En la década de los sesenta, surge una de las corrientes más representativas y aceptadas en los últimos tiempos, la metodología constructivista. Esta tendría perfeccionamiento durante el siglo XX, produciendo cambios radicales en las concepciones pedagógicas y didácticas de la época, como que maestro y alumno se consideran investigadores, elevando su posición de simples reproductores de información a un ambiente investigativo de actuar, pensar y crear (Zubiria, 2021).

Figura 4

Autores del paradigma constructivista



Nota: Elaboración propia con datos de “*De la escuela nueva al constructivismo*”, por J. Zubiria, 2021, *Magisterio*.

A partir de lo anterior, se hace evidente que el desarrollo pedagógico debe ir enfocado a la implementación de estrategias innovadoras que fomenten la motivación y el pensamiento crítico. Ryan & Deci (2000) establecen que la motivación es un factor determinante en el rendimiento académico, acompañado de la autorregulación y el bienestar, creando un desarrollo psicológico saludable, encuentran que el estudiante aprende mejor cuando encuentra el sentido de lo estudiado y disfruta del proceso, se expone dos tipos de motivación: la intrínseca, dada cuando el estudiante aprende por su propio interés basándose en la curiosidad y la extrínseca, que se da por el uso de recompensas externas, como lo son las calificaciones y reconocimientos.

De este panorama ha surgido estrategias innovadoras aplicadas en las ciencias naturales como el Aprendizaje basado en la indagación (ABI) esta metodología busca que los estudiantes desarrollen sus ideas basadas en la experimentación y construcción, en el desarrollo de destrezas como generación de preguntas, obtención de bases de datos, conclusiones, discusiones de resultados y generación de conocimiento (Sbarbati, 2015); otra metodología utilizada desde las ciencias es el aprendizaje basado en proyectos, que parte del

interés y motivación del estudiante, se presenta como una técnica para el “Saber hacer” partiendo desde la rutina y estrategias de resolución de problemas, desde un aprendizaje colaborativo creando equipos de alto rendimiento como lo explican García y Galindo (2024).

El uso de las metodologías tradicionalistas han contribuido a la afectación del aprendizaje significativo en las ciencias; que afronta desafíos como la falta de experimentación e interés en el estudiantado; es posible abordarlos desde la aplicación de estrategias innovadoras a través de los innumerables recursos, es evidente que la utilización de metodologías como aprendizaje basado en proyectos, experimentos y juegos va a mejorar la comprensión de conceptos científicos, desarrollo de habilidades, a la par que estimulado su creatividad y pensamiento crítico.

4.2.3 El enfoque STEAM en la educación

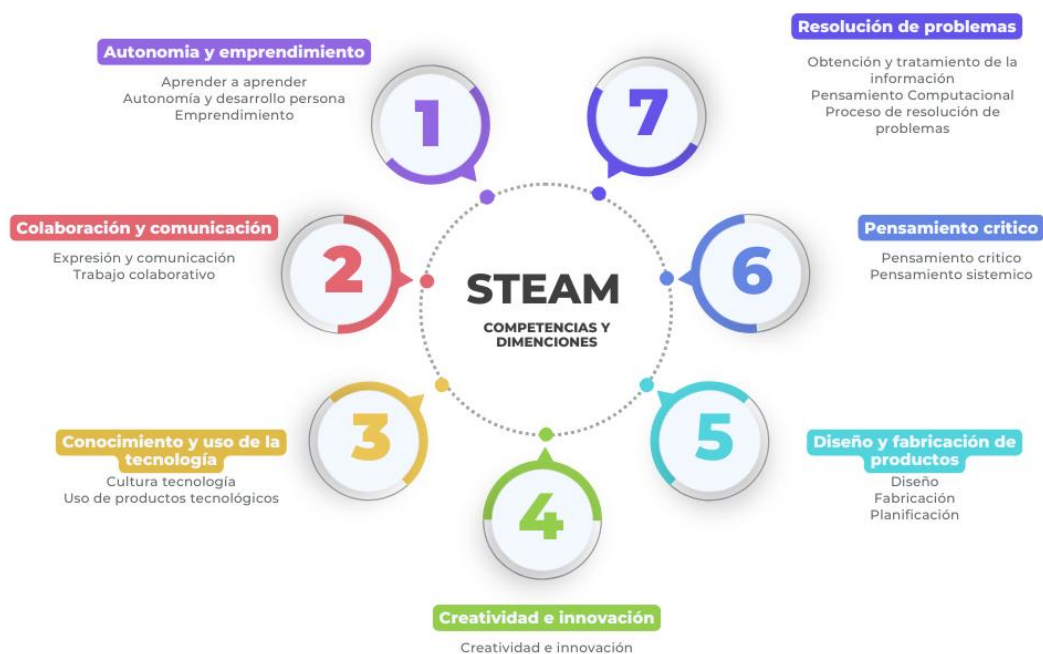
El enfoque STEAM (por sus siglas en inglés Ciencia, Tecnología, Ingeniería, Arte y Matemáticas) es una metodología interdisciplinaria y transversal, que busca el desarrollo de habilidades y competencias como: el pensamiento crítico, la creatividad y resolución de problemas, entre otros. Se basa en la integración de diversas disciplinas al abordar problemas del mundo real, fomentando habilidades esenciales en el siglo XXI, es importante denotar que esta metodología cuenta con una política gubernamental en Estados Unidos y en varios países que lideran la innovación tecnológica en el mundo, dando prioridad al desarrollo de habilidades científicas (Botero, 2018).

Sánchez (2019) sostiene que el STEAM aprovecha los puntos en común de estas cuatro áreas, desarrollando un enfoque interdisciplinar, el cual se centra en la resolución de situaciones y problemas de la vida cotidiana. Esa metodología creada en el 2008 se fundamenta en principios como la colaboración, dando espacios para compartir recursos y creaciones. Esta técnica, según García, et al. (2023) permite la exploración de técnicas y disciplinas creando grupos de interés.

Esta metodología tiene diferentes aristas dependiendo el componente que se examine: es así como en la ciencia, busca dar un método de observación e interpretación de un medio natural; desde la tecnología e ingeniería se requiere el uso herramientas y técnicas que permitan la construcción de objetos en la resolución de problemas, las matemáticas se relacionan con un conjunto de habilidades que le permitan interpretar el entorno fomentando el desarrollo del pensamiento lógico en el uso de expresión y representación de datos (Sanchez, 2019).

Figura 5

Competencias STEAM



Nota: Elaboración propia con datos de “La educación STEAM y la cultura maker”, por L, Sánchez, 2019, Padres y maestros, Vol. 45 N 379.

Las competencias STEAM, se pueden agrupar de diferentes maneras, la figura 5 expone las diferentes competencias y dimensiones que estas pueden tener, como la autonomía

que se genera en el momento en que el estudiante lleva a cabo un proyecto por iniciativa propia con objetivos claros, resolución de problema y trabajo colaborativo.

Adicionalmente, deben ser estudiantes que entiendan cómo funcionan los productos tecnológicos y sepan utilizarlos, con iniciativa de resolver inconvenientes de forma creativa e imaginativa; también van a estar en capacidad de crear, diseñar y construir objetos con uso de herramientas y materiales adecuados; finalmente, evaluarán, analizarán e interpretarán resultados y resolución de situaciones problemáticas. (Sanchez, 2019)

Una persona instruida en STEAM debe tener habilidades específicas en cada una de las disciplinas que ella maneja, Botero (2018) explica cada una a continuación:

Tabla 1

Habilidades por Disciplina

Habilidades por disciplina
Ciencias • El conocimiento, conceptos, principios, leyes y teorías de las ciencias. • Habilidad de hacer interconexiones entre las ciencias y otras disciplinas. • Experiencia a través de prácticas que permitan la resolución de problemas. • Capacidad de razonamiento en confrontación de teorías científicas.
Tecnología • Conceptos claros tecnológicos, existentes, en desarrollo y nuevas tecnologías. • Admiración por las bondades de las tecnologías, teniendo claras las desventajas y riesgos. • Conocimientos de infraestructura que permiten su operación.
Ingeniería • Habilidad de resolución de problemas, objetivos claros, aplicación del proceso de diseño. • Identificación de problemas y subdividirlos en partes. • Aplicación de estrategias efectivas.
Matemáticas • Expresar matemáticamente problemas de la vida diaria. • Claridad de cómo las matemáticas juegan un papel en el mundo.

Nota: Elaboración propia con datos de “Introducción a una nueva forma de enseñar y aprender. Educación STEAM”, por J. Botero (2018), editorial STEAM education Colombia.

El STEAM no representa cada área por individual, es planteada como una estructura holística, que solo une a las asignaturas planteadas en la tabla 1, es decir, tiene la capacidad de ser integral y unirse a diferentes áreas del conocimiento del currículo escolar, esta integración es vital para que la metodología STEAM sea exitosa, al educar a seres instruidos en afrontar los problemas de ahora y del futuro con capacidad de distinción de las necesidades individuales y globales (Botero, 2018).

Esta estrategia innovadora tiene la capacidad de reescribir la enseñanza de las ciencias naturales, entender como los procesos biológicos que comúnmente se imparten teóricamente pueden alinearse a la enseñanza de las matemáticas, artes e ingeniería, es entender que cada proceso hace parte del cosmos y tiene afectaciones a niveles inimaginables. La aplicación en el aula no solo tiene como finalidad el entendimiento de conceptos científicos, sino el desarrollo de habilidades como el pensamiento crítico, resolución de problemas y el uso de tecnologías, además que está alineada con las demandas del siglo XXI y los retos de la educación.

4.2.4 Juegos serios en la educación

Los juegos en la educación se han utilizado en una amplia variedad de actividades, ha sido utilizado en las instituciones como un generador de procesos de desarrollo del pensamiento creativo (Romero, 2013); de este modo los juegos serios según Bellotti, et al. (2014) están delineados con objetivos distintos al ocio y el entretenimiento, están diseñados para incorporar elementos lúdicos en adquisición de conocimientos en aprovechamiento de las tecnologías, donde con el desarrollo de simuladores y visualizaciones busca que el estudiante contextualice su experiencia en entornos desafiantes y realistas.

Este tipo de juegos se facilita como complemento para el aprendizaje formal animando a los estudiantes a explorar nuevas situaciones, Bellotti, et al (2014) muestra que la iniciativa de los juegos serios surge en el 2002, en cabeza de David Rejeski y Ben Sawyer, concebidos inicialmente en temas de capacitación de entrenamiento militar, centrados en la adquisición de

conocimiento y habilidades procedimentales, con el acceso a dispositivos tecnológicos hubo una revolución en cuanto a la generación y uso de juegos.

En la sociedad digital actual, los videojuegos son ampliamente utilizados. Marcano (2008) expone que los jugadores desarrollan agudeza en habilidades como coordinación ojo-mano, agudeza visual, reacción rápida, atención a múltiples estímulos, alta motivación al logro, tolerancia ante la frustración, capacidad para tomar riesgos, resolución de problemas y toma de decisiones, de allí la necesidad de fortalecer pedagogías que promuevan el uso de tecnologías en la educación.

Dentro de las características de los juegos serios están el entrenamiento de habilidades determinadas y la comprensión de procesos complejos; en segundo lugar, los juegos están vinculados con un aspecto de la realidad representado en un ambiente virtual; la construcción de un ambiente tridimensional, permitiendo una práctica segura en un ambiente controlado y, por último, hay un contenido específico en su desarrollo (Marcano, 2008).

Los juegos serios tienen un enfoque pedagógico, dejando un poco de lado la parte ociosa a la que comúnmente está relacionada, según lo expuesto anteriormente se puede decir que estos juegos están diseñados para mejorar el aprendizaje de forma motivadora a través de soluciones interactivas que fomenten habilidades de resolución de problemas y toma de decisiones, estas actividades interactivas deben estar relacionadas a un contenido temático y aspectos reales con los cuales el estudiante pueda tener un aprendizaje significativo.

Dentro de los fundamentos del juego serio (JS) están los planteados por Deterding, et al. (2011), incluyen una narrativa inmersiva, refiriéndose a que los JS deben desarrollarse en contextos en los que se vea envuelto el estudiante, facilitando la conexión con el objetivo de aprendizaje, al crear una narrativa con escenarios realistas facilitara la comprensión y retención de información; como segundo aspecto, la retroalimentación debe ser inmediata, reconociendo

el progreso y puntos de mejora para corregir errores en tiempo real, por último, el aprendizaje experimental, donde se pueda vivenciar el aprendizaje obtenido a través de entornos controlados.

Los elementos clave en el desarrollo de un juego serio que son planteados por Gee P. (2003) son desafíos progresivos, es decir, tienen aumentos graduales de complejidad a medida que se avanza, tienen un sistema de recompensas en motivación de los jugadores, dando una retroalimentación y perseverancia en el juego. Por último, un juego serio debe fortalecer la participación del estudiantado de forma tal que los jugadores puedan tomar decisiones, experimentando causas y consecuencias.

Desde el área de las ciencias naturales, el uso de simuladores en el aprendizaje de procesos biológicos facilita la comprensión y exploración de procesos biológicos y científicos mediante visualización de datos y modelos interactivos. Joolingen (1998) explica que temáticas de aplicación pueden abarcar desde los ciclos de vida de las plantas y animales, análisis de variables en crecimiento de organismos y experimentación de condiciones ambientales.

La implantación de juegos serios en la enseñanza de las ciencias puede integrar elementos innovadores en el proceso de aprendizaje, teniendo como objetivo el fortalecimiento y generación de un aprendizaje significativo desde la comprensión de diversos procesos complejos biológicos, su relación con el mundo y la motivación de los estudiantes en su desarrollo de actividades interactivas y experimentales en el aula.

4.2.5 Proceso de germinación de la Alverja (*Pisum sativum*)

La alverja es una planta herbácea; según Checa, et al. (2021) describe su morfología con tallos huecos de forma cilíndrica con nudos; su ramificación es observada como laxa, compacta o semicompacta; su sistema radical suele tener hasta cincuenta centímetros de

profundidad. Sus hojas son compuestas en conjunto de dos a tres; sus flores son hermafroditas de color blanco verdoso, suelen tener de una a dos flores por racimo.

Figura 6

Planta de Alverja (Pisum sativum)



Nota: Reproducido de Agrosavia.co por N.N, (https://www.agrosavia.co/eventos/ft_6062). Todos los derechos reservados (2025) por corporación colombiana de investigación agropecuaria.

La alverja presenta un fenómeno llamado cleistogamia, que consiste en que las flores se auto fecundan antes de abrirse, en la base del pistilo donde se encuentra el ovario se suelen encontrar de cinco a doce óvulos; su fruto es una vaina con una longitud de cuatro a cinco centímetros, en su interior se alojan de cuatro a diez semillas dependiendo de la variedad. Estas semillas pueden ser circulares, ovaladas o cuadradas y puede ser lisa con alto contenido de hidratos de carbono o rugosa cuando hay altos contenidos de glucosa y dextrina (Checa, et al. 2021). Su taxonomía se presenta así:

Tabla 2

Taxonomía Pisium Sativum

Dominio	Eucariota
Reino	Plantae

Phylum	Espermafroditia
Subphylum	Angiospermae
Clase	Dicotiledónea
Orden	Fabales
Familia	Leguminosae
Subfamilia	Papilionoideae
Tribu	Vicieae
Genero	Pisum
Especie	Sativum
Nombre científico	Pisum Sativum L.
Nombre vulgar	Arveja, Alverja, Guisante, Chicharo

Nota. Elaboración propia con datos de “*La arveja Investigación y Tecnología en el Sur de Colombia*”, por Checa, Ruiz, & Muriel, (2021), Universidad de Nariño.

Las semillas, según lo expuesto por Checa, et al. (2021) es un óvulo fecundado y maduro que se desarrolla en una vaina; el embrión se rodea de un alimento de reserva que permitirá su crecimiento luego de la siembra. Esta semilla consta de tres partes: el embrión, tejido de almacenamiento y su cubierta. Las reservas genéticas que tiene la semilla se componen en su mayoría de grasas y carbohidratos, y menor cantidad de proteínas.

Las semillas suelen ser tratadas, estudiadas y acondicionadas para pasar las mejores con material genético y con unas características fenotípicas óptimas, los agricultores en el departamento de Nariño realizan pruebas de germinación, para determinar si el cultivo de ciertas semillas será viable se realiza una prueba de germinación, proceso comúnmente utilizado para evaluar la calidad de un lote de semillas. En este proceso se toman al menos cien semillas, se colocan en papel periódico o papel de cocina enrollándolas y cubriéndolas durante diez días, en estos días se debe mantener la humedad, al finalizar el tiempo se evaluará la calidad de semillas germinadas (Checa, et al. 2021)

Como esta existen diversos tipos de técnicas de germinación, como la realizada en sustrato el cual consiste en que las semillas se desarrollen en un medio donde haya tierra, turba, perlita (aireación) o vermiculita (retención de agua y nutrientes), el cual permite el

desarrollo de raíces más fuertes (Hartmann, et al. 2014); por otro lado, la germinación en algodón, es una de las prácticas comunes en el área de biología, ya que el crecimiento y germinación es fácilmente visible, en la cual se agregan semillas entre capas de algodón húmedo, visualizando en detalle el crecimiento de la radícula.

La germinación en servilletas de papel también ha sido utilizada en el ámbito escolar y como se describió anteriormente, en procesos de pruebas de germinación con muestras grandes, en esta práctica se emplean servilletas húmedas para mantener las condiciones ambientales que necesita la semilla; en este caso también es de fácil acceso visualizar el crecimiento de semilla. En otras técnicas más especializadas se encuentra la germinación en hidrogel expuesto por Torres, et al. (2009), en la cual se agregan polímeros absorbentes de agua que la retienen y luego suministran humedad a la semilla de forma constante; es utilizada en investigación en ambientes controlados.

El estudio de la germinación en entornos educativos es fundamental para la comprensión de conceptos biológicos claves en la biología, la comprensión de la semilla como el punto de partida de un sinfín de procesos complejos que lleva a cabo una planta, la comprensión de su fisionomía y los factores ambientales que pueden afectar su crecimiento, permitiendo generar un aprendizaje significativo relacionando la teoría con la práctica, promoviendo un desarrollo de habilidades científicas (Mira y Ortega, 2016)

La enseñanza de la germinación de esta leguminosa no solo contribuye al desarrollo de habilidades científicas también aviva la conciencia ambiental y lo concientiza sobre las prácticas agrícolas sostenibles, resaltando la importancia de la biodiversidad al ser conscientes del crecimiento de las plantas y todos los procesos que deben ocurrir para que ella pueda crecer, este tipo de actividades de siembra y germinación promueven el respeto por la naturaleza y admiración por sus procesos.

4.2.6 Aprendizaje significativo y la educación experimental

El postulado de “Solo se aprende aquello que interesa” propuesto por Herbart, asentando las bases de la escuela nueva, donde expone que la educación debe basarse en la experimentación – percepción – interés (Leon, 2020). En este contexto se desarrolla el activismo, el cual, según Zubiria (2021), corresponde al pensamiento que surge de forma espontánea; expone que el pensamiento abstracto es vital desarrollarlo en la escuela, de modo que los estudiantes no estén absorbiendo conceptos empíricos sin acceder a un conocimiento científico y abstracto.

Flórez Ochoa, (2005) explica sobre el constructivismo pedagógico, que el conocimiento en los humanos no es algo que se adquiere pasivamente o que se pueda adquirir de forma espontánea; es un proceso que se construye activamente a través del tiempo, las experiencias y el contexto en el que se encuentre el sujeto. De manera que Ochoa define el constructivismo pedagógico como el aprendizaje que contribuye al desarrollo de un individuo; es decir, el aprendizaje se da por medio de una construcción de cada persona, logrando modificar la estructura mental, alcanzando un nivel de complejidad, diversidad e integración.

De acuerdo con Escontrela y Stojanovic (2004), es fundamental que el estudiante pueda participar de forma activa en su proceso de enseñanza, iniciando con el acceso a tecnologías innovadoras que hacen parte del entorno social del siglo XXI. De la misma manera, recalca la importancia de replantear los modelos pedagógicos y actividades que interactúen con el conocimiento y adquisición del mismo a través del diseño de nuevos ambientes virtuales de aprendizaje.

La autonomía es vista por Zubiria (2021) como un punto crucial en la educación, no al punto de otorgársela sin ganársela, pues no está preparado para manejar la libertad de forma correcta, pero tampoco al punto de coartarla, esta autonomía debe adquirirse gradualmente y la escuela tiene la tarea de formar individuos que se valgan por sí mismos, teniendo en cuenta el

avance de la tecnología y acceso a información, donde estén en disposición de analizar que información es relevante y cuál no.

Uno de los mayores exponentes del aprendizaje significativo es David Ausubel (1963), explica la educación experimental en la adquisición de conocimientos cuando cognitivamente están relacionados con conceptos adquiridos previamente, en contraste con el aprendizaje memorístico. Los conocimientos que son obtenidos a través de vivencias y experimentaciones son duraderos en el tiempo; se hace un énfasis en la correlación que tienen los conocimientos previos con una organización lógica de contenidos y disposición de los estudiantes hacia nuevos contenidos y didácticas. Se destaca el rol del docente como un facilitador, como organizador del proceso de aprendizaje y permitiendo la expresión, observación y experimentación con objetos reales (Ausubel, 1963).

Desde el área de la biología, Lafrancesco (2005) relaciona el aprendizaje significativo con el desarrollo de competencias, indica que genera mejoras en el juicio crítico, pensamiento reflexivo y la capacidad creativa, los cuales son el producto del aprendizaje significativo. Los contenidos deben ser generados de forma secuencial con unidades didácticas óptimas, dando lugar a las actitudes, aptitudes intelectivas y aptitudes procedimentales, refiriéndose a que están en la capacidad de aprender, quieren aprender y se les brindan los métodos para llevarlo a cabo.

4.3 Marco conceptual

4.3.1 Aprendizaje Significativo

El aprendizaje significativo es un suceso que se da cuando hay una integración de nuevos conocimientos con aprendizajes previos; según Ausubel (1963), la relación de este nuevo conocimiento no se realiza de forma arbitraria ni sustancial, es decir, el estudiante no memoriza conceptos o datos de forma aislada, sino que construye el significado a partir de su

conocimiento ya adquirido. Este aprendizaje no es mecánico ni memorístico; tiene como finalidad un aprendizaje duradero en el tiempo.

Dentro de esta misma línea, Moreira (2019), explica que el aprendizaje significativo implica la incorporación constante de nuevos saberes en la estructura cognitiva de los alumnos, estableciendo conexiones relevantes con lo ya aprendido, revela que se deben brindar oportunidades de exploración, análisis, reflexión y vinculación de conceptos, facilitando el desarrollo del pensamiento crítico, comprensión de fenómenos y transferencia de conocimientos, todo lo anterior contando con un docente que facilite este fenómeno.

En este enfoque se da la importancia del aprendizaje significativo en el desarrollo de habilidades, tomando como base conceptos que el estudiante ya posee, enriqueciéndola y dando una perspectiva más extensa, volviéndose un participante activo en el proceso de enseñanza, este tipo de aprendizaje es muy importante en el desarrollo de las ciencias naturales, donde la experimentación, creación e interacción son base fundamental en el reconocimiento de conceptos y procesos biológicos específicos.

4.3.2 Ciencia, Tecnología, Ingeniería, Arte y Matemáticas (STEAM)

La metodología STEAM tiene un enfoque interdisciplinario por sus siglas en inglés (Science, Technology, Engineerring, Arts, Mathematics), donde su objetivo es el desarrollo de habilidades en resolución de problemas, pensamiento crítico, creatividad, entre otras. El enfoque es la evolución del STEM, adicionando un componente artístico, dando posicionamiento a la creatividad como una habilidad en procesos de aprendizaje.

Yakman (2008) expone que el enfoque STEAM prepara a los estudiantes para afrontar los retos del siglo XXI, conectando el conocimiento académico a situaciones reales por medio de una educación activa, contextualizada e interdisciplinaria, indica que este enfoque promueve el aprendizaje exploratorio y significativo permitiendo que el estudiante explore y de soluciones

prácticas en integración con diversas áreas del saber, Yakman también revela que el arte en esta metodología favorece la estética, además es el punto de encuentro en diferentes pensamientos y realidades.

En esta misma idea, Beers (2011) señala que el STEAM tiene la capacidad de potencializar habilidades como la curiosidad, innovación y trabajo colaborativo, adicionalmente mejorando el rendimiento académico en áreas técnicas estructuradas en una educación integral centrada en el estudiante, en pro de la comprensión de fenómenos científicos en exploraciones prácticas, diseño de proyectos y resolución de problemas en un contexto real.

4.3.3 Gamificación

Deterding, et al. (2011), exponen la gamificación como el diseño de juegos en contextos educativos, con la finalidad de motivar y generar compromiso por parte de los estudiantes, estos juegos incorporan mecánicas como las recompensas, narrativas, niveles, recompensas, misiones, entre otras, en una transformación del proceso de enseñanza, dando una experiencia más activa y entretenida para los participantes.

La gamificación es la aplicación de dinámicas de juegos en contextos lúdicos con el objetivo de mejorar el aprendizaje de los estudiantes, aprovechando el atractivo que tienen los juegos en el proceso de enseñanza con la superación de retos, narrativas inmersivas, reconocimientos y retroalimentación a través del paso entre niveles, esta estrategia permite la explotación de tecnologías para generar experiencias significativas en el aula.

Por otro lado, la gamificación no solo incrementa la participación del estudiantado, también favorece su autorregulación, resolución de problemas y aprendizaje autónomo, como lo sostienen Zichermann y Cunningham (2011) la transformación del aula se enfoca directamente en el estudiante, tiene adaptaciones en entornos digitales, también en implementación de metodologías activas y aprendizaje basado en proyectos.

4.3.4 Germinación

La germinación es un proceso mediante el cual, una semilla inicia su desarrollo hasta convertirse en una planta, este proceso se lleva a cabo en condiciones ambientales adecuadas. La germinación está enmarcada en el inicio del ciclo de vida de las plantas, fundamental en el estudio de la biología y las ciencias, permitiendo la comprensión de fenómenos como la reproducción, crecimiento y su importancia en el ecosistema.

Raven, et al. (2005) explican que el proceso de germinación ocurre cuando la semilla es viable, expuesta a condiciones con presencia de agua, oxígeno y a una temperatura adecuada, una vez se cumplan estas condiciones, la semilla comienza a desarrollar el embrión; el surgimiento de la radícula es la primera en aparecer, luego el crecimiento de tallo y hojas, lo que permitirá iniciar el proceso de fotosíntesis.

La semilla inicia su proceso de germinación, en el momento en que absorbe agua, en un proceso llamado imbibición, y culmina cuando emerge la radícula; es el primer órgano visible en una plántula, como lo mencionan Azcon y Talon (2013), enfatizando en que este proceso se da en condiciones ambientales y hormonales, en las plantas llamadas fitohormonas, como lo son el ácido abscísico y la giberelina.

4.3.5 Juegos serios

Michael & Sande (2006) establecen que los juegos serios tienen un propósito educativo, es decir, su objetivo principal no es generar entretenimiento; buscan especialmente enseñar, entrenar o sensibilizar un tema de aprendizaje, estos juegos incorporan mecanismos propios de videojuegos como retos y niveles, pero con la importante diferencia en que buscan motivar al jugador a lograr un aprendizaje de una temática específica o generar un cambio comportamental.

En esta misma línea, autores como Gee (2003) destacan su importancia, ya que involucran a los jugadores en un entorno inmersivo y participativo, generando aprendizajes en entornos controlados, promoviendo el aprendizaje significativo; indican que este tipo de juegos aumenta habilidades en toma de decisiones, pensamiento crítico, creatividad y trabajo en equipo.

Es de resaltar que los juegos serios son aplicaciones didácticas diseñadas en procesos formativos con objetivos de aprendizaje delimitados, los juegos se han venido integrando a la educación, sin embargo, la aplicación las TIC favorecen la adquisición de conocimientos, reestructuración de saberes y generar un aprendizaje profundo en las temáticas a trabajar.

4.3.6 Metodologías activas

Son consideradas metodologías activas aquellas en las que el estudiante se vuelve el eje central en el proceso de aprendizaje, es decir, será un partícipe activo en la adquisición de nuevos conocimientos. Mayorga, et al. (2024) exponen que estas metodologías buscan transformar el proceso de enseñanza aprendizaje, fomentando en el estudiante autonomía, traduciéndose en una mejora en el rendimiento académico, preparándolos para tener una mejor adaptación y resolución de problemas en los retos cotidianos. Indican que las metodologías activas ayudan al desarrollo de competencias blandas, incremento de la motivación y aumento de la creatividad.

Pérez (2017) menciona que las metodologías activas responden a las necesidades educativas del siglo XXI, en busca del desarrollo de competencias transversales como la creatividad, comunicación, trabajo en equipo y la resolución de problemas.

Dentro de este contexto se identifica que las metodologías activas son fundamentales en la enseñanza de las ciencias naturales, despertando la curiosidad en los estudiantes y la

comprensión de procesos biológicos con bases científicas fomentando la experimentación y volviéndolo participe en la adquisición de conocimientos.

4.3.7 Simulaciones educativas

Las simulaciones son herramientas tecnológicas y pedagógicas; estas permiten visualizar, experimentar y dar el control al estudiante en procesos y fenómenos, facilitando su aprendizaje. Según Gredler (2004) son modelos simples diseñados en representación de procesos o sistemas complejos donde los estudiantes tienen potestad en la toma de decisiones; esta simulación permite la observación de resultados, generación de hipótesis y contrastación de la teoría con la práctica.

Salinas (2004) señala que las simulaciones educativas promueven el aprendizaje significativo, facilitando la comprensión de procesos complejos como las temáticas que generalmente son enseñadas desde las ciencias naturales, como procesos biológicos, químicos o físicos, a través de representaciones visuales e interactivas que puedan ser adaptadas al ritmo y conocimiento del estudiante.

4.4 Marco Legal

La Constitución Política de Colombia (1991) reglamenta en el artículo 67. “La educación es un derecho de la persona y un servicio público que tiene una función social; con ella se busca el acceso al conocimiento, a la ciencia, a la técnica, y a los demás bienes y valores de la cultura” (pág. 24) . Este apartado indica que la educación es un derecho social en Colombia al que todo ciudadano puede acceder y que debe brindar conocimientos técnicos y científicos.

Por consiguiente, la Ley General de Educación o Ley 115 (1994) fundamentada en el artículo descrito anteriormente, establece que uno de los fines de la educación es “El acceso al conocimiento, la ciencia, la técnica y demás bienes y valores de la cultura, el fomento de la investigación y el estímulo a la recreación artística en sus diferentes manifestaciones” (pág. 3)

este fin promueve el uso de medios didácticos y tecnológico en procesos educativos en pro del desarrollo integral de los estudiantes, en su formación crítica y científica.

Es así como normativamente también se regula el sector de las TIC, a través de la Ley 1978 (2019) por la cual se regula el sector de las tecnologías de la información y la comunicación, en la presente se establece el derecho al acceso al conocimiento por medio de las tecnologías; también promueve la enseñanza, fortaleciendo la equidad y la inclusión en instituciones educativas, teniendo como objetivo el cierre de la brecha digital que existe en Colombia.

El MEN propone las orientaciones curriculares para el área de tecnología e informática (2022) en los cuales se incluye el desarrollo de competencias por medio del uso de herramientas digitales y simuladores, también menciona que el aprendizaje STEAM contribuye a *“superar la fragmentación curricular entre áreas de tecnología, ciencias, ingeniería y matemáticas”* (pág. 89), del mismo modo agrega como estrategias didácticas con el uso de las TIC al aprendizaje basado en juegos, gamificación y juegos serios.

Desde la institución Educativa Técnico Comercial “Sagrado corazón de Jesús” en su Proyecto Educativo Institucional (PEI) se menciona que el modelo pedagógico está basado en los postulados de la pedagogía activa, donde el estudiante tiene un rol activo en el proceso de aprendizaje y el docente como orientador en el proceso.

5. Diseño metodológico

5.1 Tipo de investigación

La investigación descriptiva se caracteriza por la observación, registro, análisis y caracterización de fenómenos sin manipulación de variables; el objetivo es mantener una documentación precisa de una situación en un momento adecuado, busca explorar propiedades y rasgos del fenómeno a estudiar (Sampieri & Mendoza, 2018).

En este sentido la investigación descriptiva fue adecuada para la presente investigación, ya que buscó la caracterización del desarrollo de habilidades científicas, tecnológicas, artísticas, matemáticas e ingenieriles en estudiantes del grado octavo - cuatro (8-4) de la Institución Educativa Técnico Comercial “Sagrado Corazón de Jesús” a partir de la aplicación de un juego serio como estrategia educativa centrada en el fenómeno de la germinación de alverjas (*Pisum Sativum*). Este diseño permitió la recolección de datos mediante encuestas aplicadas en el pretest y pos-test, observación y análisis cualitativo, para describir los efectos causados tras la implementación de la estrategia.

5.2 Enfoque investigativo

La presente investigación utiliza el enfoque mixto, tomando en consideración que este, brinda una “perspectiva más amplia y profunda” (Hernández, et al. 2014, pág. 533) ya que combina elementos cualitativos y cuantitativos ofreciendo una comprensión amplia y profunda del fenómeno educativo estudiado. El enfoque mixto integra datos numéricos y narrativos generados en procesos sistemáticos favoreciendo el análisis de datos y su interpretación, esta combinación da validez de los resultados abordando la medición objetiva en los cambios evaluados en las diferentes competencias STEAM, así como las percepciones del estudiantado en el uso del juego serio como estrategia pedagógica.

En variables cualitativas, se recolecta información mediante el uso del diario de campo en el cual se registra las observaciones del proceso de enseñanza en la aplicación de la secuencia didáctica, donde se identifican:

- Percepciones de los estudiantes, registrando el interés, la motivación y participación.
- Interacción entre pares y el docente.
- Impacto formativo recibido en la comprensión de conceptos científicos.

En las variables cuantitativas, se recurrió al uso del pre-test y el pos-test, donde se midieron los cambios en las habilidades STEAM, antes y después de la implementación de la secuencia didáctica. Esta secuencia tendrá en una primera fase la interacción con el juego serio y en una segunda parte la experimentación directa con la germinación de alverjas (*Pisum sativum*) en condiciones reales, comparando los resultados con el entorno virtual. Se tendrán en cuenta las siguientes variables:

- Nivel de conocimiento inicial.
- Grado de aprendizaje logrado, diferencias entre el pre-test y el pos-test
- Nivel de desarrollo de habilidades STEAM.
- Nivel de participación en actividades propuestas.

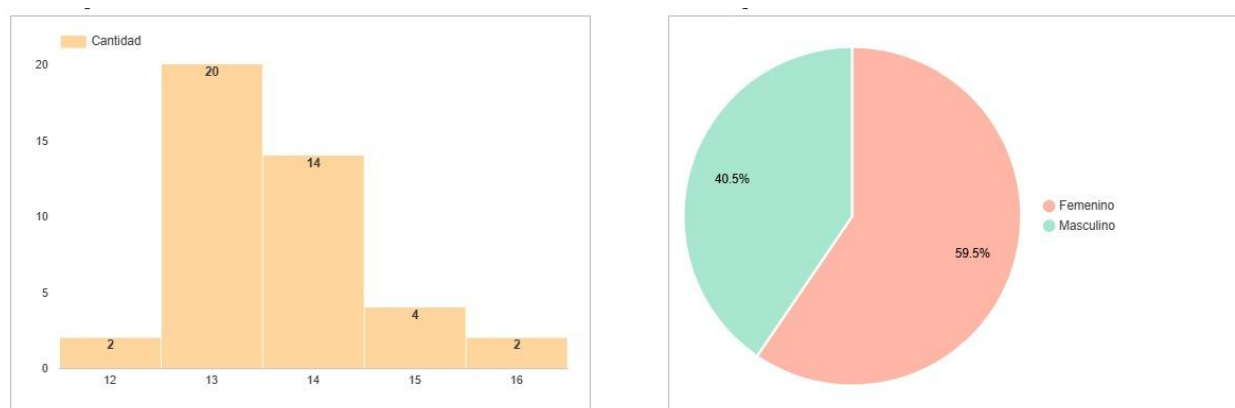
La recolección de datos se complementa con el uso de Looker Studio como herramienta de análisis de datos cuantitativos, el cual permitió una evaluación sistemática del impacto del juego serio y su aplicación práctica. Para efectos de esta investigación se adopta un diseño anidado concurrente (DIAC) donde se analizan y se recolectan simultáneamente los datos cualitativos y cuantitativos.

5.3 Universo y muestra

El universo de esta investigación se conforma por los estudiantes del grado octavo cuatro de la institución Educativa Técnico Comercial “Sagrado Corazón de Jesús” del municipio de Chiquinquirá, departamento de Boyacá. La muestra está definida por 42 estudiantes, quienes participaron en la implementación del juego serio orientado a la germinación de alverjas (*Pisum sativum*).

Figura 7

Caracterización sociodemográfica



Nota. Elaboración propia, generada desde Looker Studio. Distribución por edad y género.

Los estudiantes pertenecen a estratos dos y tres, en concordancia con la caracterización estudiantil de la institución; se define la elección del grado octavo – cuatro, al azar teniendo en cuenta que la institución educativa cuenta con cuatro octavos lo cual permitió la elección de uno de ellos como una muestra representativa. Existe una predominancia de mujeres en grupo del 59.5%, en comparación con el masculino del 40.5%, en el grupo también se encuentran diferentes rangos de edades que oscila entre los 12 años a los 16 años, donde el 80.9% del estudiantado tiene entre 13 y 14 años, la presencia de adolescentes de mayor y menor edad refleja mayor diversidad en el grado.

La elección también se relaciona la elección a los estándares básicos de competencias, definidos por el Ministerio de Educación Nacional, (2004) donde se establece que, para grado octavo, se promueve la comprensión de procesos biológicos, desarrollo del pensamiento científico y capacidad de análisis del mundo que los rodea. Lo anterior articulándose con la presente investigación, en el fomento de habilidades STEAM por medio de un juego serio.

5.4 Técnicas e instrumentos de la investigación.

El presente proyecto utilizó diversos instrumentos de recolección de datos, inicialmente las encuestas permitieron la recolección de datos, sistematización y visualización de resultados. Es así como se empleó un primer cuestionario, el cual permitió conocer, las características de la población estudiada, como el acceso a internet, la disponibilidad de dispositivos inteligentes para la conexión. Esto con la finalidad de conocer las limitaciones al implementar proyectos de este tipo en otros espacios y el acceso de la institución y los estudiantes a las TIC's.

Como instrumento de recolección de datos se aplicó un pretest, con el propósito de conocer el nivel de conocimientos previos que tenían los estudiantes en procesos de geminación y habilidades STEAM, al finalizar, se realizó un posttest en la misma estructura, así analizar el proceso de cada habilidad STEAM tras la implementación de la secuencia didáctica y el juego serio identificando las mejoras en el razonamiento científico, uso de tecnología y comprensión de los procesos biológicos. Estos cuestionarios se realizaron por medio de preguntas cerradas, abiertas, opción múltiple y algunas en escala Likert, según Sampieri & Mendoza (2018) es una de las metodologías más utilizadas en recolección de datos cuantitativos, utilizada para conocer necesidades y percepciones.

El diario de campo es un instrumento de recolección de datos cualitativos, es clave, ya que permitió llevar un registro de forma sistemática de las observaciones realizadas durante la implementación del proyecto (Sampieri & Mendoza, 2018). En este se registraron datos como

percepciones de los estudiantes, interacción entre pares y el docente, aptitudes en el momento de experimentar con la germinación y el impacto percibido en la comprensión de conceptos científicos.

5.5 Proceso metodológico

El modelo ASSURE por sus siglas en inglés, Analyze learners, State Objectives, Select Methods, Use media and materials, Require Learner Participation, Evaluate and Revise; tiene raíces constructivistas y conductistas, según Smaldino et al. (2019) este enfoque es una guía sistemática, integral y flexible para planificar estrategias de aprendizaje efectivas utilizando las tecnologías, se propone especial énfasis en la conexión de los estudiantes con recursos digitales y contenidos didácticos proporcionando parámetros claros de implementación, evaluación y revisión donde se incluye la tecnología en la mejora del aprendizaje. Es así como este modelo se adapta perfectamente, ya que el enfoque pedagógico está centrado en el estudiante, la medición de objetivos es viable y hay uso de medios tecnológicos.

Figura 8

Fases del modelo ASSURE



Nota. Elaboración propia con datos de “*Instructional Technology and Media for Learning*”, por Smaldino, S; Lowther, D; Mims, C, (2019), Editorial Pearson.

5.5.1 Análisis de los estudiantes

El propósito de esta fase es conocer las fortalezas debilidades intereses y estilos de aprendizaje para ajustar la propuesta a las necesidades estudiantiles (Smaldino et al. 2019).

Inicialmente se elaboro una validación de acceso a dispositivos tecnológicos y acceso a internet de cada estudiante (Ver anexo 1), para ello se realizo el siguiente test:

https://docs.google.com/forms/d/e/1FAIpQLSep8e74hkzhsGCfBpXp_nGqGjD8kON20WpjR8HIzT3nmgUFiw/viewform?usp=header

Se realizo un diagnóstico inicial por medio de la aplicación del pretest (Ver anexo 2), con el objetivo de evaluar sus habilidades STEAM, donde se aplicaron preguntas cerradas, opción múltiple y algunas en escala Likert y preguntas abiertas para evidenciar las experiencias y motivaciones en el aprendizaje de contenidos biológicos.

https://docs.google.com/forms/d/e/1FAIpQLSe6_Id44KSc9GhaYUBBC9P0LJTGKSpy8ZYNJGL97mf1hzyIXw/viewform?usp=header

5.5.2 Formulación de objetivos

Es la segunda fase del método ASSURE, consiste en el planteamiento de objetivos de aprendizaje, derivándose de estándares curriculares, proporcionando descripciones del rendimiento académico esperado por los estudiantes (Smaldino, Et. al, 2019, pág. 41). El objetivo del juego serio es:

Fortalecer el aprendizaje significativo de los estudiantes a través de la experimentación y la gamificación, permitiendo la comprensión del proceso de germinación de las alverjas y la influencia de las condiciones ambientales mientras desarrollan habilidades STEAM.

Dados los estándares curriculares para el grado octavo, el DBA (Derecho básico de aprendizaje) integra el conocimiento científico sobre la germinación y el uso de plataformas digitales, promoviendo así las competencias STEAM esenciales en la educación actual.

Tabla 3

Procesos biológicos – DBA. Germinación y experimentación con apoyo tecnológico

Derecho básico de aprendizaje DBA – Ciencias Naturales
Temática: Procesos biológicos – Germinación y experimentación con apoyo tecnológico
El estudiante reconoce, describe y experimenta el proceso de germinación de una semilla de alverja en aplicación del método científico, registrando datos de forma sistemática, utilizando herramientas tecnológicas como el juego serio para análisis y comunicación de forma clara y efectiva.
Niveles de desempeño:
1.0 a 2.9:
El estudiante identifica que es la germinación a través del juego, pero sin explicar las condiciones favorables, su participación se limita a la exploración inicial del juego serio. El registro en el diario de campo no es claro con información incompleta.
3.0 a 3.9:
El estudiante reconoce condiciones básicas de germinación y registra las observaciones en el diario de campo se presentan en desorden y con poco análisis. Reconoce las condiciones básicas para la germinación dentro del juego serio.
4.0 a 4.5:
El estudiante diseña y ejecuta un experimento sencillo, registra datos de forma organizada, completa las misiones y retos del juego, relacionando lo aprendido en el juego con el experimento práctico.

4.6 a 5.0:

El estudiante resuelve los niveles del juego de forma crítica y reflexiva, su experimento registra fechas, fotos, tablas y gráficos, integra exitosamente la experiencia del juego con el procedimiento real, mostrando autonomía y pensamiento crítico avanzado.

Criterios de logro

Comprensión conceptual:

- Reconoce y explica las etapas de germinación a través del experimento y el juego serio.
- Identifica las condiciones necesarias y cómo influyen en el proceso de germinación
- Diseño experimental:
Formula preguntas e hipótesis relacionadas con la germinación de la alverja.
- Diseña un proceso experimental controlado, al menos con una variable. Apoyados en los retos del juego.

Uso de recursos digitales:

- Interactuó con el juego serio completando niveles y minijuegos relacionados con la germinación.

Análisis y comunicación de resultados:

- Registro datos de forma organizada en tablas o esquemas.
- Interpreto información para comparar condiciones experimentales y comunicar conclusiones.

Nota. Elaboración propia, Derechos básicos de aprendizaje en aplicación al juego serio.

5.5.3 Selección de medios, métodos y materiales

Para el método ASSURE y en concordancia con los objetivos descritos anteriormente, se relaciona los medios, métodos y materiales, estos son seleccionados en metodologías

activas y participativas, donde el docente es facilitador en el proceso de aprendizaje (Smaldino, Et.al, 2019, págs. 48-51).

El medio principal es generado desde la plataforma Genially, en el cual se diseñó el juego serio ARVELAB, el cual está integrado por una narrativa, interactividad en cada uno de los niveles y retroalimentación inmediata, permitiendo así que el estudiante ejerza un rol activo en toda la construcción del conocimiento, se complementa con la plataforma Educaplay, la cual facilito el desarrollo de actividades lúdicas adicionales, que reforzaron las actividades principales.

Figura 9

ARVELAB Misión Germina la Alverja



Nota. Elaboración propia. Imagen tomada del juego (Garcia, 2025)

Se relacionan materiales como imágenes, animaciones, niveles y minijuegos diseñados especialmente para el proyecto, adicionalmente materiales físicos de aula como alverjas, recipientes, algodón y agua, que permitieron la fase experimental de germinación. La integración busca la conexión entre el aprendizaje virtual y experimentación real, fortaleciendo de esta manera las competencias STEAM.

Se realizaron pruebas piloto sobre cada nivel con tiempos necesarios para su desarrollo, con la finalidad de dar tiempos a cada uno de los retos, también se da seguimiento en cada nivel, navegación y comprensión.

5.5.4 Uso de medios y materiales

Según Smaldino, et al. (2019, págs. 52-53) se refiere a la implementación organizada, incluyendo una preparación previa, demostración de uso de materiales, entrega a los estudiantes y verificación de su funcionamiento en clase. Aplicado al presente proyecto se realizó de la siguiente manera:

Tabla 4

Uso de medios y materiales

Uso de medios y materiales en el aula	
Previsualización de recursos	Uso del juego con antelación verificando que las ventanas, paso entre páginas y botones funcione correctamente. Verificación de narrativa de Aria, con instrucciones claras. Verificación de contenidos científicos y pedagógicos estén alineados con los objetivos de aprendizaje.
Preparación de recursos digitales y físicos.	Preparación de guías de apoyo impresas, rubricas de observación y cuaderno de campo docente.
Preparación del ambiente	Organización del aula de clase para experimentos de germinación. Generación de enlace corto de acceso para uso del juego asincrónico.
Preparación de los estudiantes	Explicación del modelo STEAM, objetivos de aprendizaje del juego y relación entre el juego y la experimentación real.

	Demostración de como acceder, navegar e interactuar con el juego.
Demostración y acompañamiento	Demostración corta del nivel, para que los estudiantes comprendan la dinámica. Indicación de objetivos del juego, como es el paso entre niveles, como ganar alverjas. Como generar el diario de campo en experimento real. Sección de preguntas.
Verificación y retroalimentación	Verificación de que el juego funcione correctamente en la sesión de aplicación. Se aplico al finalizar cada nivel, un formulario donde el estudiante retroalimenta el juego y preguntas de comprensión final. Se retroalimenta cada opción de forma automática según la respuesta del estudiante.

Nota. Elaboración propia. Uso de medios y materiales en implementación del juego serio.

5.5.5 Participación de los estudiantes

Según Smaldino, et al. (2019 págs. 54-56) la participación busca que los estudiantes tengan una participación activa por medio de debates, discusiones, actividades prácticas y experimentales, dado que el aprendizaje significativo depende de esta participación y la retroalimentación en esta fase es indispensable y se debe generar de forma inmediata.

Desde el presente proyecto, aplicado al juego serio, los estudiantes interactuaron directamente con el juego, y de igual forma, ver sus resultados de forma instantánea, su participación es 100% activa y la retroalimentación es dada dependiendo de su respuesta con opción de repetición. Dentro del aula se llevaron a cabo sesiones de participación, debates y experimentación en equipos, promoviendo el aprendizaje colaborativo.

5.5.6 Evaluación y revisión

Este último paso en la implementación del modelo ASSURE, según Smaldino, Et, al. (2019, págs. 57-60) busca la evaluación de logros alcanzados por los estudiantes como la efectividad de los métodos y materiales utilizados, con base en resultados se realizan ajustes para futuras sesiones.

De esta manera desde el juego ARVELAB, entre cada nivel del juego se incluyó un formulario donde se agregaron pantallazos de los niveles alcanzados, una pregunta donde se evaluó lo aprendido y como retroalimentación al juego se pregunta cómo se sintió en el nivel y pueda dar su opinión sobre cómo le pareció el juego.

Desde acá se pueden visualizar los formularios relacionados a cada nivel:

Tabla 5

Registro de avance por nivel

Nivel 1	<u>Registro de avance - Misión Germina Arveja</u>
Nivel 2	<u>Registro de avance 2 - Misión Germina Arveja</u>
Nivel 3	<u>Registro de avance 3 - Misión Germina Arveja</u>
Nivel 4	<u>Registro de avance 4 - Misión Germina Arveja</u>

Nota. Elaboración propia. Evaluación y revisión en implementación del juego serio.

6. Resultados y Análisis

6.1 Diagnostico

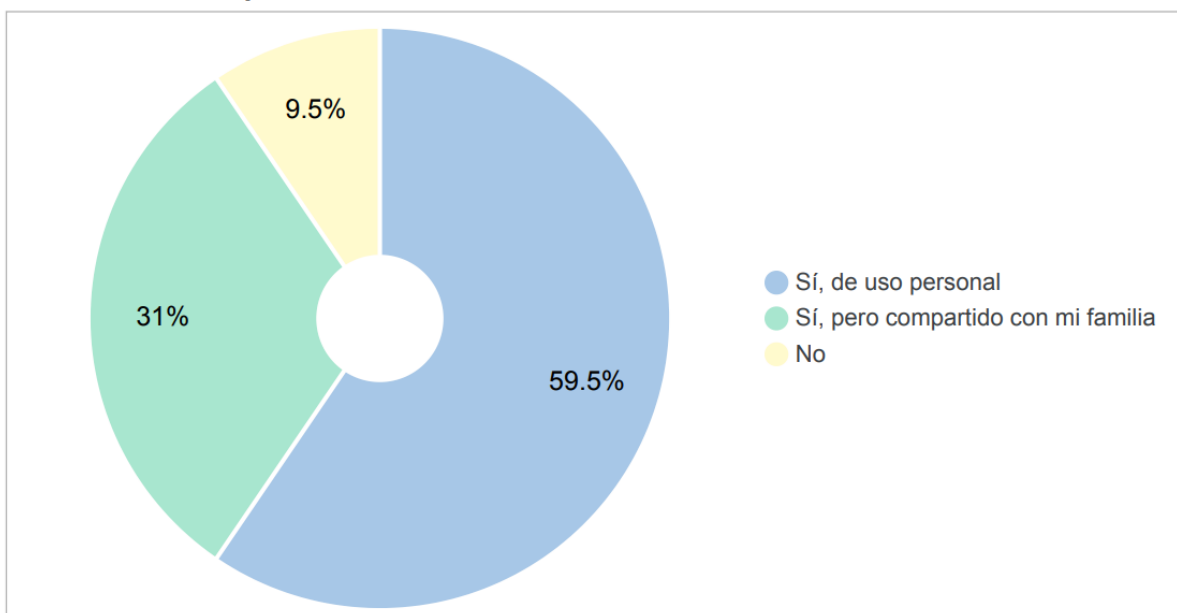
6.1.1 Acceso tecnológico

La evaluación de acceso tecnológico fue fundamental en la implementación del proyecto, ya que permitió conocer las condiciones iniciales del grupo y las posibles desigualdades que podrían afectar su participación; a partir de estos resultados fue posible conocer el acceso a conectividad, ajustando recursos, tiempos y garantizar que la tecnología se convirtiese en un medio de aprendizaje.

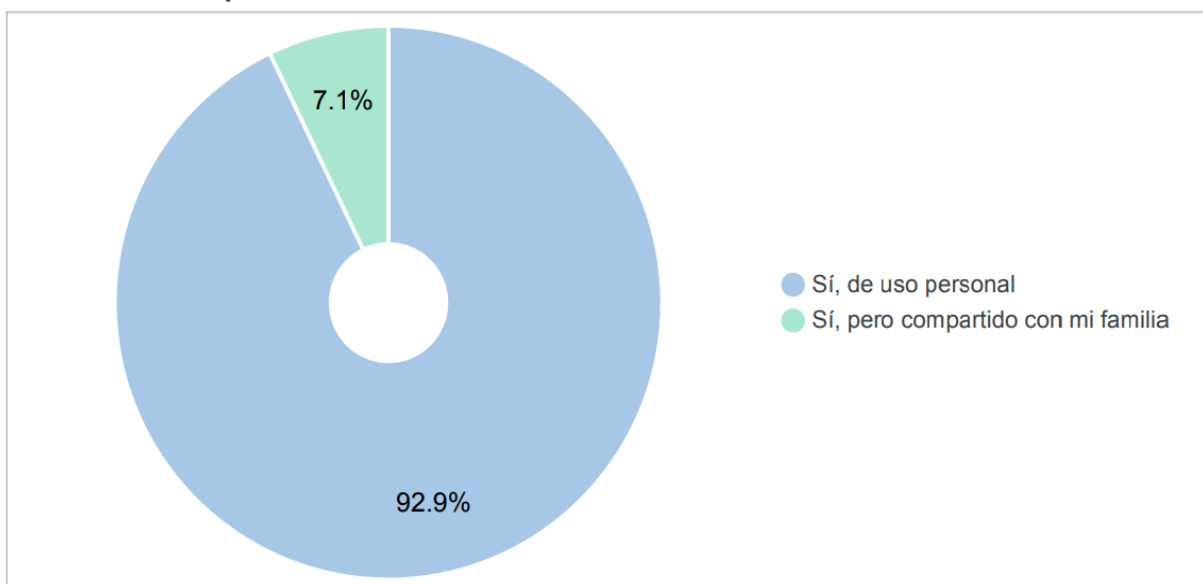
Figura 10

Acceso a computador y dispositivos móviles en los estudiantes

1. Acceso a computador en casa



2. Acceso a dispositivo móvil



Nota. Elaboración propia, gráficos generados desde la plataforma de Looker Studio.

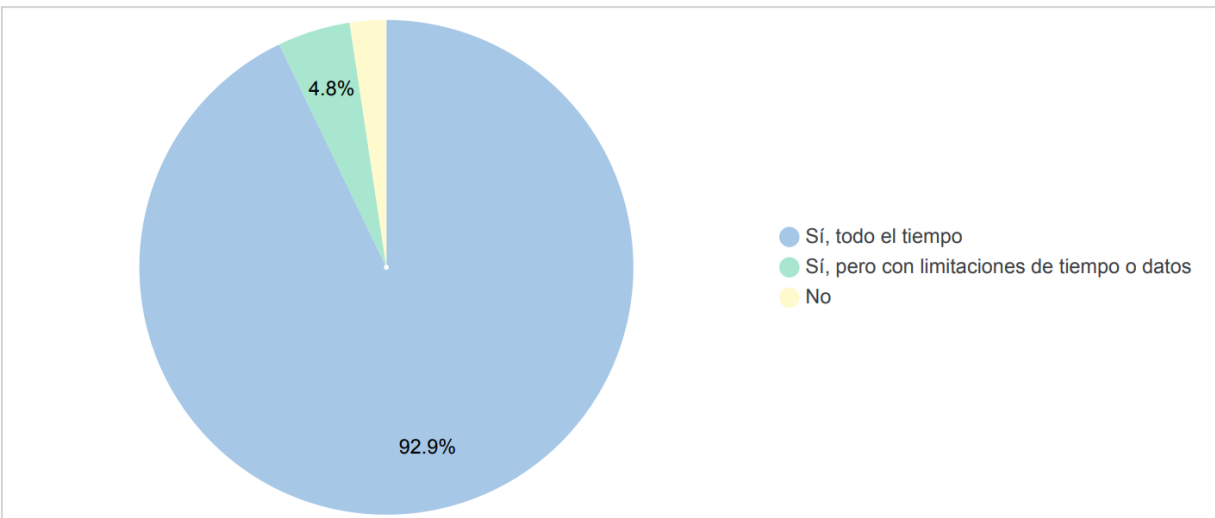
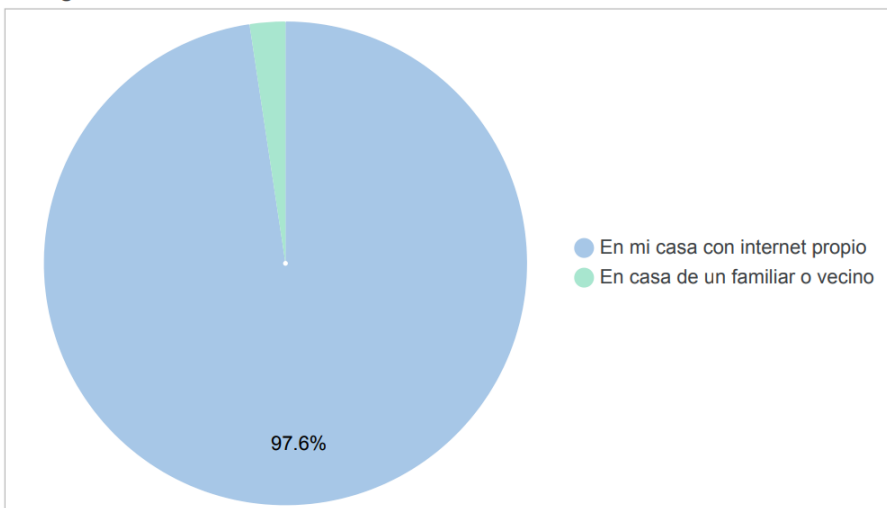
Con esta pregunta se determinó con qué dispositivos cuentan los estudiantes, el 59.5% indica que tiene un computador de uso personal, mientras que un 31% lo comparte con su familia, de tal manera que el 9.5% no tiene acceso a computador en casa, estos datos denotan que la mayoría de los estudiantes cuentan con un computador propio, aunque el 40.5% no dispone de un equipo propio, lo cual puede limitar el uso y autonomía en el desarrollo de actividades académicas. En contraste, el acceso a dispositivos móviles es más homogéneo con un 92.9% de estudiantes que tienen un dispositivo de uso propio y solo un 7.1% lo comparte con su familia, el uso de estos dispositivos es masiva y refleja el uso del celular como herramienta cotidiana, sin embargo, el uso puede tener limitantes en visualización de plataformas educativas para un uso más eficiente; no se registra ausencia total de acceso a dispositivos tecnológicos en estudiantes del grado octavo cuatro.

Estos resultados concuerdan con el Ministerio de las TIC, (2024) con la publicación de los índices de brechas digitales en Colombia a partir del 2018 al 2023, identificando que se ha reducido un 11.3% entre estos años, dentro de las diferentes dimensiones informadas, el

acceso a material correspondiente a disponibilidad de dispositivos tecnológicos y acceso a internet, esta brecha es cerrada en un 23% con respecto al 2018 y del 19% con respecto al año 2022, representando un aumento significativo antes y después de pandemia por COVID - 19.

En concordancia Beltrán, (2023) indica que el uso y disponibilidad de recursos digitales antes de pandemia era menor, el uso de aplicaciones digitales estaba limitado en el uso de dispositivos fuera de la escuela, explica que durante la pandemia hubo un aumento de acceso a recursos TIC, ya que se implementó educación de forma remota, explica que aumento el uso de plataformas digitales, aunque aún había muchas limitantes en cuanto a calidad de la conexión y disponibilidad de dispositivos. El autor expone que, retomando la presencialidad postpandemia, se mantuvo en mayor medida los dispositivos y conexión a internet, sin embargo, comenta un mayor consumo de redes sociales, indica que la brecha digital ya no se debe al acceso, sino al uso poco significativo de los dispositivos.

De acuerdo con los resultados obtenidos se evidencia que todos los estudiantes cuentan con acceso a un dispositivo tecnológico, aunque hay diferencias en el acceso y autonomía en el uso, lo que convierte al celular como principal herramienta para el desarrollo de actividades académicas, aunque puede presentar limitaciones en visualización y manejo de plataformas especializadas, esto relacionado a la reducción de brechas digitales en los últimos años, sin embargo es un proceso que debe seguirse trabajando desde políticas públicas que garanticen que los estudiantes cuenten con dispositivos óptimos para su estudio, garantizando la igualdad.

Figura 11**Acceso y lugar de conexión a internet****3. Acceso a internet en casa****4. Lugar de conexión más frecuente**

Nota. Elaboración propia, gráficos generados desde la plataforma de Looker Studio.

En la figura 11 se puede evidenciar en general que los estudiantes tienen niveles altos de acceso a internet, el 92.9% del estudiantado cuenta con acceso a internet en casa de forma permanente, mientras que un 2.4% no tiene acceso en casa, pero si en casa de un familiar o vecino, se resalta que un 4.8% tiene acceso con limitante de tiempo o datos. Este nivel de conectividad es una gran ventaja en la implementación de estrategias educativas que incluyen

las TIC's, sin embargo, se evidencia una brecha digital desde el grupo minoritario que tiene restricción en tiempo o en datos, ya que puede afectar la equidad en procesos formativos.

De acuerdo con los resultados expuestos el Boletín trimestral del Ministerio de las TIC, (2025) que busca dar a conocer el uso de internet, se establece que alrededor de 9.16 millones tienen acceso fijo de internet y 48.1 millones acceso desde dispositivos móviles, para el tercer trimestre del 2024. En Colombia por cada 100 habitantes, 17.3 tiene acceso a internet fijo con una velocidad promedio de descarga de 247.9 Mbps en estratos 2 y 3, contrastado con los accesos a internet móvil se evidencia el uso más constante de este servicio, ya que, por cada 100 habitantes, 91.3% tiene acceso desde su dispositivo móvil, dado su acceso y bajo costo, sin embargo, la demanda promedio de uso de internet móvil es de 6.83 GB, los cuales pueden ser consumidos de forma rápida dependiendo del uso.

En relación con la información anterior, Barrios, Et al. (2023) plantean una panorámica en el uso de redes móviles en Colombia, teniendo en cuenta que cuenta con redes 3G, 4G y 5G, sin embargo, menciona que ruralmente aún hay zonas que siguen sin la cobertura adecuada, afectando la calidad educativa y limitando el acceso a tecnologías; indica que para la zona andina la cobertura es 4G y a nivel nacional hay un promedio de velocidad de descarga 12.64 Mbps y una velocidad de carga de 8.62 Mbps, evidenciándose una diferencia notable con las velocidades promedio del internet fijo con un promedio de 247.9 Mbps. Los autores exponen una desigualdad en la calidad del servicio entre operadores y ciudades, también indican que las horas pico puede generar congestión en las redes, ocasionando lentitud en velocidad de conexión.

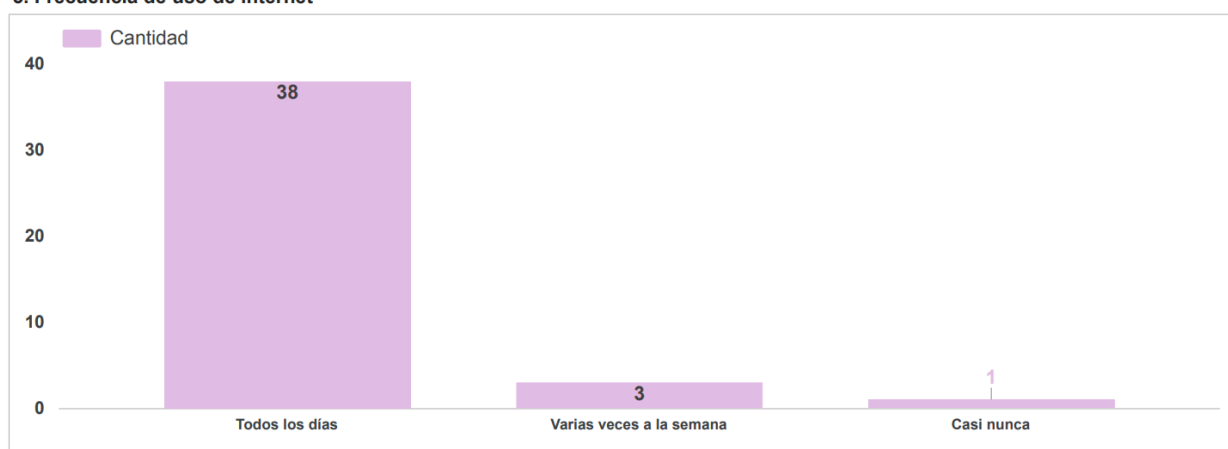
En síntesis con los resultados presentados y aportes de los autores, se concluye que la mayoría de estudiantes tienen acceso a internet lo cual constituye una ventaja en la implementación de actividades que integren las TIC, con posibilidad de que sean desarrolladas con una alta participación, sin embargo es importante mencionar la desigualdad que se

evidencia en acceso con redes móviles y fijas, que pueden influir en la cobertura, velocidad, calidad del servicio y limitaciones en ciertas áreas geográficas, las cuales deben ser consideradas al diseñar estrategias educativas, asegurando la participación, equidad y eficacia en el proceso de aprendizaje.

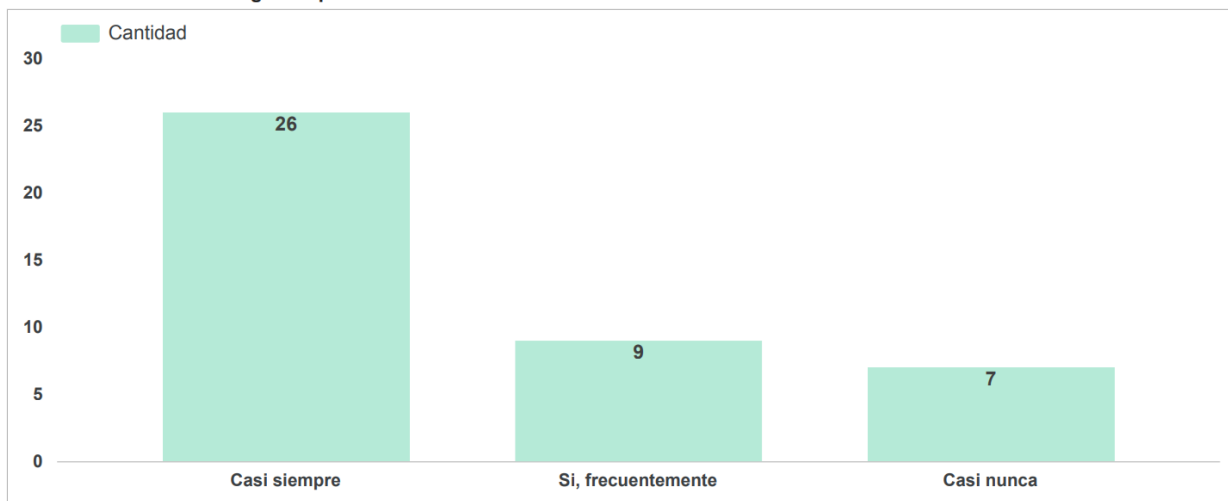
Figura 12

Frecuencia de uso de internet y recursos digitales para el estudio

5. Frecuencia de uso de internet



6. Uso de herramientas digitales para estudiar



Nota. Elaboración propia, gráficos generados desde la plataforma de Looker Studio.

La figura 12, representa la frecuencia con la que los estudiantes usan internet y su uso en herramientas digitales para estudiar, se resalta que el 97.6% estudiantes hacen uso de internet todos los días o varias veces a la semana, solo 2.4% indica que casi nunca hace uso de él, estos resultados muestran una alta disponibilidad a internet lo cual es favorable para la integración de recursos tecnológicos. En cuanto a la frecuencia de uso de herramientas digitales para estudiar el 61.9% respondieron que casi siempre hacen uso de herramientas, solo el 21.4% del estudiantado lo utiliza de forma frecuente y el 16.7% indica que casi nunca lo utiliza a pesar de contar con acceso a internet, esto indica que hay una brecha digital en el uso de herramientas tecnológicas.

Estos resultados se relacionan con lo señalado por Dewdney & Salazar, (2024), indicando que el uso de las TIC suele ser muy superficial, muestran que aunque existan recursos tecnológicos y tengan acceso a ellos, los docentes no integran metodologías activas que promuevan el uso significativo de herramientas, que permitan que los estudiantes usen la tecnología en términos académicos y educativos; en concordancia Alvia, et al. (2022) enfocan su investigación al uso de recursos tecnológicos en los estudiantes, la que indica que los estudiantes a pesar de tener acceso a dispositivos tecnológicos rara vez son usados en proyectos educativos, lo cual refleja una brecha entre el acceso a la tecnología y su aprovechamiento; adicional, que la capacitación docente en uso de tecnologías, es vital para incentivar el uso activo de estas, aumentando las oportunidades de que puedan desenvolverse académicamente y laboralmente.

Es así como los resultados obtenidos con las posturas teóricas expuestas concuerdan que el desafío ya no radica en el acceso a la tecnología, sino en el desarrollo de competencias digitales, así como el aprovechamiento a nivel educativo y crítico de los dispositivos. De este modo, es fundamental la implementación de las tecnologías en el aula, dando la oportunidad a

los estudiantes de conocer, interactuar y aprender como los dispositivos pueden ser una fuente inagotable de conocimiento que puede ir más allá del uso recreativo y social.

6.1.2 Pre-test: Diagnóstico de Competencias STEAM

En el presente apartado se analizarán los resultados obtenidos en el pretest aplicado, con el objetivo de identificar conocimientos previos, habilidades y actitudes que los estudiantes tenían frente a las ciencias, tecnología, ingeniería, arte y matemáticas. Este permitió tener un diagnóstico inicial del nivel de comprensión de las competencias STEAM, antes de la implementación del juego serio ARVELAB.

El presente análisis se realizó a partir de la segregación de preguntas del pretest aplicado en cinco habilidades, científicas, tecnológicas, ingenieriles, artísticas y matemáticas, por cada una de ellas, se determina un porcentaje de acierto obtenido por los estudiantes con la finalidad de identificar las fortalezas y debilidades por cada ítem evaluado.

A partir de los porcentajes de acierto en cada habilidad se establecieron niveles de dominio que permitió clasificar el desempeño de los estudiantes, de acuerdo con la siguiente escala:

Tabla 6

Niveles de dominio según porcentajes de acierto

Porcentaje de Acierto	Niveles de dominio
1% a 49%	Muy bajo
50% a 69%	Bajo
70% a 89%	Medio
89% a 100%	Alto

Nota. Elaboración propia, clasificación según desempeño del estudiante.

La escala fue diseñada considerando los niveles de conocimiento esperados en estudiantes de grado octavo, quienes por su edad se encuentran en una etapa de consolidación de conceptos y desarrollo del pensamiento crítico y científico, según Papalia, et al. (2012) en la adolescencia los jóvenes comienzan a desarrollar un pensamiento abstracto, reflexivo y lógico, ya que ejercitan su cerebro mediante el aprendizaje obtenido de actividades y experiencias que determinan conexiones neuronales que se fortalecieron al ordenar pensamientos, control de impulsos y entendimiento de conceptos abstractos (págs. 360-362).

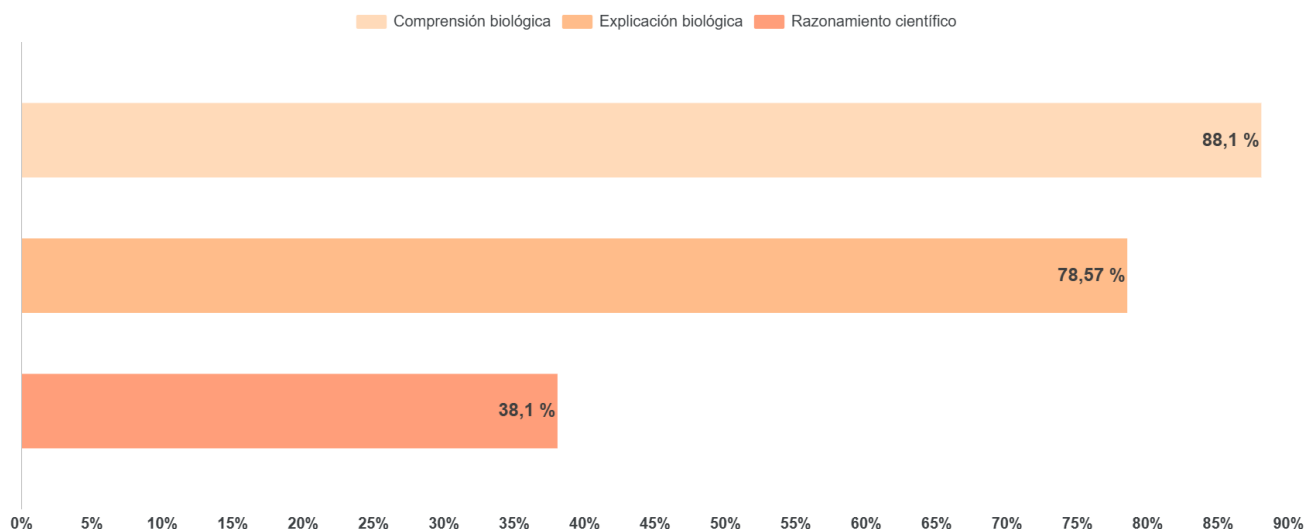
Es así como los rangos establecidos permiten visualizar de manera clara los niveles de dominio, un porcentaje inferior al 49% reflejan dificultades significativas en la comprensión de conceptos, mientras que valores correspondientes entre el 70 y 89% evidencian un manejo adecuado de los conocimientos, en esta misma línea, porcentajes superiores al 89% son interpretados con un nivel de dominio superior. De esta manera el pre-test no solo permitió obtener una visión general por habilidad, también permitió la establecer una base de comparación con el pos-test, permitiendo evaluar el impacto del juego serio en las habilidades STEAM.

6.1.2.1 Competencias Científicas.

Los resultados obtenidos en las competencias científicas se realizaron con la finalidad de conocer el nivel inicial de dominio de conceptos y presaberes, se evaluaron bajo tres estándares, la primera expuesta como: explicación biológica, donde el estudiante reconoce los ambientes esenciales para iniciar la germinación; la siguiente es la comprensión biológica, donde el estudiante identifica la aparición de estructuras durante la germinación y por último, la habilidad de razonamiento científico, donde se reconoce la interacción entre factores biológicos y ambientales.

Figura 13

Aciertos en habilidades científicas



Nota. Elaboración propia, gráficos generados desde la plataforma de Looker Studio. Porcentaje de estudiantes que acertaron en preguntas relacionadas al área de ciencias.

En los resultados visualizados en la figura 13, se identifica que los estudiantes tienen en general un nivel medio en la habilidad de explicación biológica, con un 78.6% y un 88.1% en las habilidades de comprensión biológica y explicación biológica, respectivamente; en cuanto a la última habilidad, razonamiento científico, esta presentó un nivel muy bajo, evidenciando falencias en el análisis de afirmaciones y dificultades para identificar factores ambientales que afectan el proceso de germinación.

Estos resultados evidencian que el grupo de estudio tiene unas bases sólidas respecto a las etapas de la germinación, comprendiendo los elementos favorables en el proceso biológico, sin embargo, hay limitaciones en análisis y argumentación científica, de lo cual se puede interpretar que su aprendizaje ha sido memorístico. Estos resultados coinciden con lo descrito por Oliva & Acevedo, (2005) quienes indican que las ciencias aún predominan una transmisión de conocimientos de forma conceptual, basadas en explicaciones magistrales y de pizarra, dedicadas a avanzar en contenidos y no en entender las ciencias desde la acción, exponen que la enseñanza no debe limitarse a los contenidos, también debe extenderse a la

comprensión de cómo es producido el conocimiento científico, los supuestos y las limitaciones desde una dimensión histórica y cultural, con la finalidad de que los estudiantes tengan una visión crítica.

En concordancia Harlen, (2015) explica que el desarrollo de las competencias científicas se centra en ofrecer sesiones donde los estudiantes tengan la oportunidad de explorar, argumentar y justificar las observaciones, indican que “la educación en las ciencias deberá estimular la curiosidad y capacidad de asombro y el cuestionamiento del estudiante, contribuyendo a la inclinación natural de buscar el significado y entendimiento del mundo que nos rodea” (pág. 8), es así como las ciencias deben permitir el desarrollo de ideas y conexiones entre la ciencia, la sociedad, la tecnología y el ambiente. Siguiendo esta misma línea, el autor Gee, (2003) sostiene que las estrategias pedagógicas guiadas por un componente tecnológico, como el juego serio, promueven la toma de decisiones, indagación y aplicación del conocimiento adquirido, mediante la experimentación virtual y escenarios simulados, fortaleciendo este tipo de competencias.

Los resultados obtenidos de esta habilidad en el estudiantado permiten reconocer que tienen unas bases conceptuales básicas en biología, pero se evidencia dificultades en razonamiento y habilidades científicas, por lo cual la implementación de metodologías STEAM que integren las ciencias con la tecnología promueven una comprensión profunda del conocimiento científico.

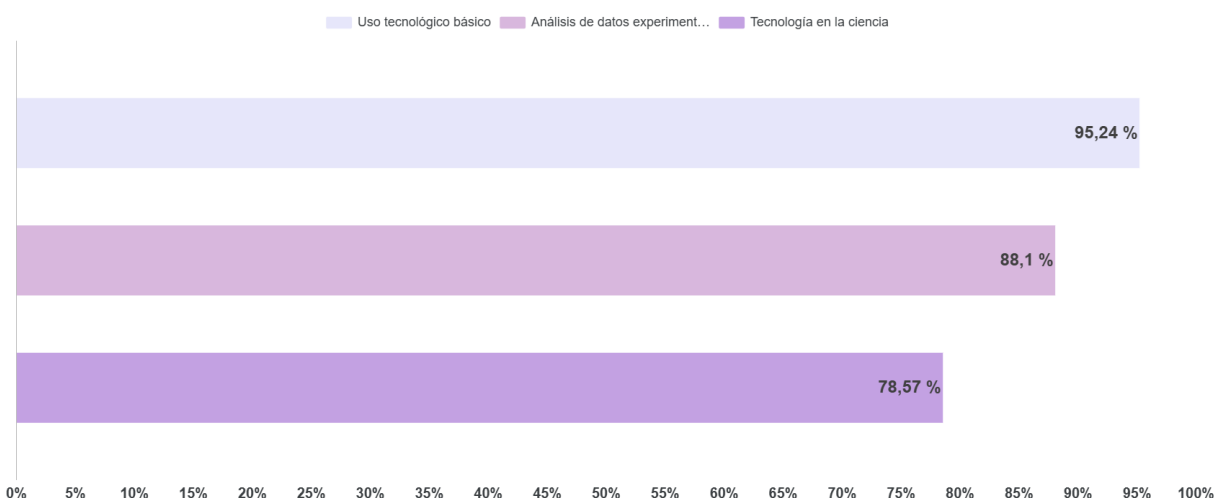
6.1.2.2 Competencias tecnológicas.

Las competencias tecnológicas se evaluaron con el objetivo de conocer el dominio de herramientas tecnológicas aplicadas en las ciencias, evaluando tres competencias básicas, iniciando por el uso tecnológico básico, referente al dominio de herramientas tecnológicas básicas, la segunda se refiere al análisis de datos experimentales, midiendo la capacidad de

organización e interpretación de datos y por último la tecnología aplicada a la ciencia, identificando el uso de herramientas en experimentación científica.

Figura 14

Aciertos en habilidades tecnológicas



Nota. Elaboración propia, gráficos generados desde la plataforma de Looker Studio. Porcentaje de estudiantes que acertaron en preguntas relacionadas al área de tecnología.

En los resultados expuestos en la figura 14, se identifica que los estudiantes tienen un nivel alto de uso tecnológico básico, con un 95.2% determinando que en su gran mayoría domina herramientas tecnológicas simples como computadoras, cámaras y calculadoras; desde la habilidad de análisis de datos, un 88.1% de los encuestados refleja una competencia en el uso de herramientas de Excel y uso de dispositivos fotográficos, sin embargo, se destaca un porcentaje menor en la habilidad de tecnología aplicada a la ciencia, con un 78.5%, con dominio medio, ya que indican que el uso de la tecnología en la ciencia no se realiza de forma común en el aula.

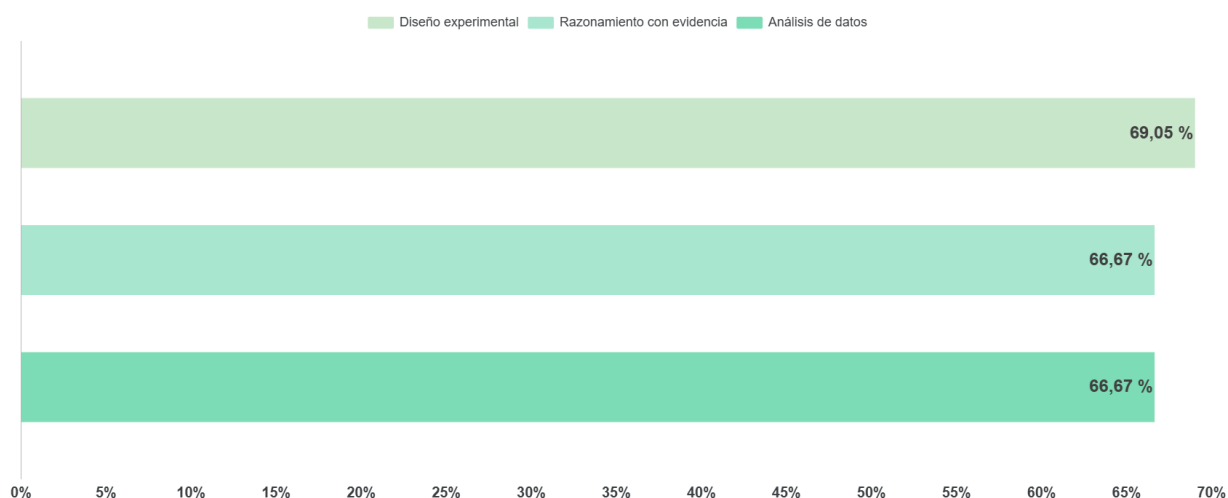
Estas cifras indican que el estudiantado tiene una base del uso de la tecnología y herramientas sencillas de recolección de datos, existe un porcentaje de dominio medio en la

aplicación de tecnologías en las ciencias brindando oportunidades de mejora para el apoyo de experimentos de aula que permita el desarrollo de habilidades tecnológicas complejas, en el futuro. Esta tendencia concuerda con lo indicado por Estigarribia, et al. (2025) quienes exponen en su artículo, sosteniendo que el uso de la tecnología en procesos educativos no depende únicamente del acceso y la conectividad, sino del desarrollo de altas competencias digitales, que promuevan el uso participativo y equitativo de todo el estudiantado, en este sentido, los autores destacan que los estudiantes poseen habilidades básicas para interactuar en entornos digitales; sin embargo, los autores indican que a pesar del aumento en el acceso aún persisten brechas en el uso pedagógico limitadas al uso didáctico o falta de acompañamiento docente.

En síntesis, los estudiantes muestran un desarrollo de habilidades tecnológicas positivas en cuanto al uso de herramientas básicas como cámaras, cronómetros, computadoras o calculadoras, pero como lo indica el autor, el reto no solo consiste en el uso de las tecnologías, sino en emplearlas como un medio de transformación y comprensión profunda en la adquisición de conocimientos, es decir, aunque los estudiantes tienen nociones de uso, es necesario incorporarlas desde las ciencias promoviendo escenarios donde se asuma un rol activo en proceso científico, con acciones de observación, medición y comunicación de resultados.

6.1.2.3 Competencias Ingenieriles.

A partir de la evaluación de las competencias relacionadas a la Ingeniería, se realizaron con el objetivo de conocer las capacidades de análisis en un contexto experimental y aplicación del conocimiento científico, dentro de estas habilidades se evaluó inicialmente el diseño experimental que mide la capacidad de planificación y estructuración de experimentos, la segunda es el análisis de datos, este está enfocado a la organización e interpretación de información y por último el razonamiento con evidencia que evalúa la habilidad para la toma de decisiones con base en evidencia y generación de conclusiones.

Figura 15*Aciertos en habilidades ingenieriles*

Nota. Elaboración propia, gráficos generados desde la plataforma de Looker Studio. Porcentaje de estudiantes que acertaron en preguntas relacionadas al área de ingeniería.

En la figura 15, se evidencian los resultados obtenidos en las tres habilidades donde los porcentajes son muy cercanos, se destaca que el diseño experimental con un 69% de aciertos, denotando un dominio bajo, al igual que el razonamiento con evidencia y análisis de datos, ambos con un 66.67%. Estos resultados arrojan un nivel bajo de dominio en la escala establecida, refleja que los estudiantes tienen nociones básicas de diseño de experimentos con limitaciones marcadas en la aplicación del método científico.

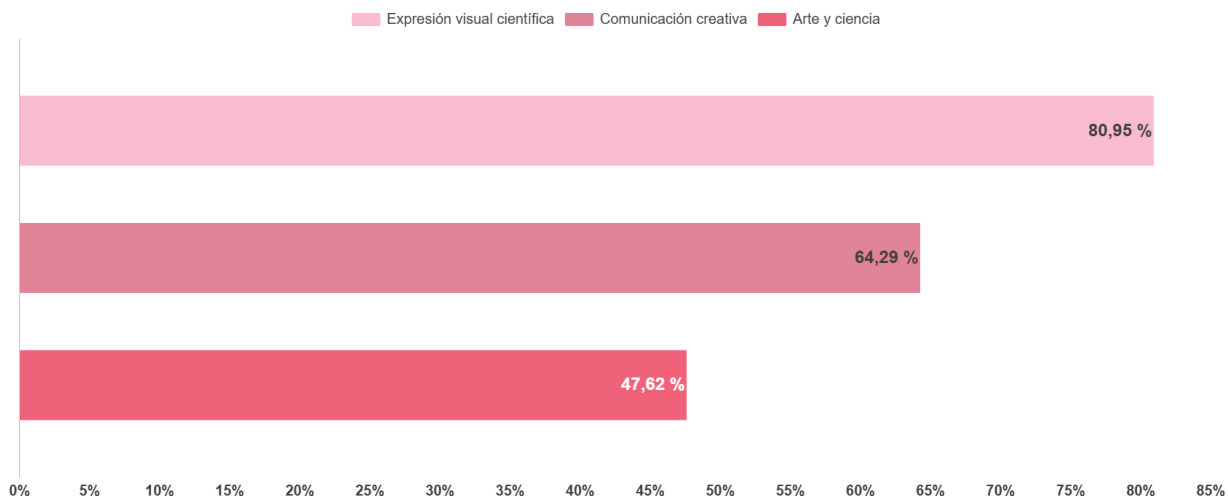
Estos resultados coinciden con descrito por Diego, (2004) quien indica que los estudiantes deben “Aprender ciencia, aprender a hacer ciencia y aprender sobre la ciencia” (pág. 112); sin embargo, esto no se lleva a cabo en la realidad del aula, ya que el trabajo que se realiza en laboratorios parte de un recetario sin ahondar en la experimentación, con el único objetivo de que los estudiantes tengan ciertos conceptos y no sean aplicados en un contexto real, en concordancia (Macias, 2014) en un contexto aplicado a la enseñanza de la física, indica que existe una brecha que dificulta el entendimiento de fenómenos que requieren un

conocimiento teórico avanzado dificultando la experimentación directa de fenómenos, a esto se une la estructura curricular y los tiempos, que son insuficientes para el desarrollo de actividades experimentales, lo que finalmente detona un bajo dominio en la aplicación del método científico.

Los resultados indican que los estudiantes reconocen en parte la importancia del control de variables en la germinación y registro de datos, pero muchos omiten la importancia del control de variables y registro de anomalías, con base en esta información se comprende que las habilidades ingenieriles, aún no están completamente desarrolladas. En este contexto es indispensable como lo indica el autor Diego (2004), desarrollar practicas experimentales que acerque el método científico al aula, que permita el desarrollo de hipótesis y comparación de resultados, generando un cuestionamiento de los fenómenos naturales en el estudiantado.

6.1.2.4 Competencias Artísticas.

Desde las habilidades relacionadas al arte y la comunicación visual, se pudo identificar el desarrollo de estas, en los estudiantes con la capacidad de representar conceptos científicos de forma creativa y representativa; inicialmente se evaluó la expresión visual, donde se mide la capacidad de representar procesos mediante esquemas, dibujos, comics, videos, maquetas o arte visual; el segundo ítem fue la comunicación creativa, enfocada en la transmisión de conocimiento científico a través de recursos visuales y por ultimo lo relacionado al arte y la ciencia, donde se evalúa la integración entre el comprensión de procesos biológicos con el pensamiento artístico, como medio para comunicarse.

Figura 16*Aciertos en habilidades artísticas*

Nota. Elaboración propia, gráficos generados desde la plataforma de Looker Studio. Porcentaje de estudiantes que acertaron en preguntas relacionadas al área de artes.

La figura 16, muestra los resultados obtenidos en la evaluación de las tres habilidades relacionadas al arte, se evidencia que en la expresión visual un 81% de los estudiantes tienen una capacidad básica en la representación de resultados científicos haciendo uso de recursos visuales, presenta un dominio medio con posibilidades de mejorar la comunicación mediante recursos artísticos; la segunda habilidad, comunicación creativa, con un porcentaje de acierto del 64% calificando como de bajo dominio, muestra que los estudiantes tienen dificultades para representar ideas científicas de forma creativa, si bien muestran capacidades de expresión de ideas, el arte no es integrado en procesos de comunicación en las ciencias.

Por último, en la habilidad relacionada al arte y la ciencia, presenta un dominio muy bajo con un 47,6% identificando una reducida conexión entre procesos artísticos y comprensión científica, en gran parte se debe a que las actividades escolares que realizan los estudiantes

tienen un enfoque teórico, limitando así el desarrollo de habilidades creativas y artísticas en el estudiantado.

Estos hallazgos concuerdan con lo sugerido por Serón, (2019) quien en su trabajo propone que el arte sea acogido como un modelo integrador generador de conocimiento y no solo sea visto como objeto de estudio aislado, el arte tiene un potencial transformador en la educación secundaria, busca que sean superadas las barreras metodológicas y tenga una colaboración más fluida entre áreas del conocimiento, reconociendo falencias en el uso del arte en la educación actual; iniciando por concepciones donde aíslan al arte considerándolo poco esencial, con tendencias de segmentación entre áreas dificultando proyectos interdisciplinarios que integren el arte en la ciencia, existen pocos proyectos educativos transversales que integren el arte como parte esencial del proceso educativo; también indica que hay poco reconocimiento del potencial de innovación y reflexión desde contextos científicos y es visualizado como una disciplina estética.

Desde esta perspectiva el autor Serón, (2019) explica que la educación artística tiene la capacidad de integrar capacidades científicas, artísticas, matemáticas, lingüísticas y emocionales, promoviendo desde una dimensión cultural el fomento de valores y actitudes en la toma de decisiones sociales, hasta un desarrollo individual potenciando la creatividad y la construcción de la libre personalidad; desde la práctica educacional se visualiza el arte con un enfoque interdisciplinar y de atención a las inteligencias múltiples que pueden verse en el aula, creando una transformación en el aprendizaje y buscando espacios donde el arte sea hilo conductor entre disciplinas.

En contraste a la visión integradora del autor, se evidencia que los estudiantes aun no logran visualizar de forma activa el potencial creativo del arte en la construcción del conocimiento científico, confirmando la brecha en estrategias didácticas que promuevan las capacidades artísticas de los estudiantes en la construcción de conocimiento científico, en el

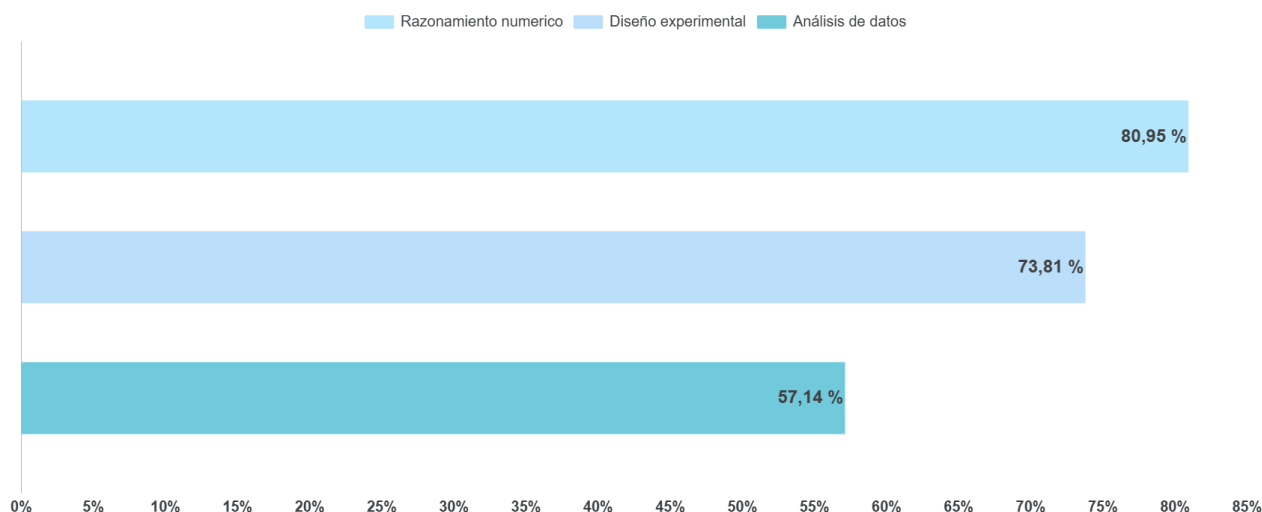
desarrollo de habilidades que permitan compartir hallazgos, resultados e ideas de forma original, estética y reflexiva.

6.1.2.5 Competencias Matemáticas.

Las competencias matemáticas se evaluaron con el objetivo de identificar el dominio del pensamiento lógico-matemático en el estudiantado, las habilidades evaluadas inician con el razonamiento numérico donde se mide la aplicación de conceptos numéricos en contextos experimentales, el segundo ítem evaluado es el diseño experimental, relacionado a la habilidad de control de variables, validación de resultados y repetición de experimentos demostrando la comprensión del método científico, por último se evaluó el análisis de datos, como habilidad que determina si el estudiante de representación y análisis de resultados matemáticos.

Figura 17

Aciertos en habilidades matemáticas



Nota. Elaboración propia, gráficos generados desde la plataforma de Looker Studio. Porcentaje de estudiantes que acertaron en preguntas relacionadas al área de matemáticas.

En los resultados obtenidos se evidencio que el diseño experimental alcanzo un 73.8% de aciertos, con un nivel de dominio medio, esto indica que los estudiantes tienen nociones en

aplicación de cálculos y procedimientos matemáticos, esto se puede ver reflejado en la capacidad de estimación del crecimiento de una planta con base en datos numéricos, en cuanto a la habilidad de razonamiento numérico, el grupo presento un 81% de acierto con un nivel de dominio medio, lo cual establece que tienen una base pensamiento lógico y de análisis, como el de decidir repetir un experimento ante resultados con variables no controladas. Por otra parte, la competencia menor calificada es el razonamiento numérico con un 57.1% de aciertos, con un dominio bajo, evidencia dificultades en el estudiantado en la organización e interpretación de graficas adecuadas, como el tipo de grafico para representar el crecimiento diario de una planta, este resultado sugiere la necesidad de fortalecer el uso de herramientas de análisis estadístico en las ciencias.

Estos resultados afirman las ideas planteadas por Rico y Gil, (2003) sugiere quienes en su trabajo caracterizan las concepciones de los docentes y sus creencias en el aprendizaje de las matemáticas, destacan en su investigación que uno de los objetivos centrales debe ser el desarrollo conceptual, que va más allá de la memorización de fórmulas y procedimientos, estableciendo un ¿Por qué? y ¿Para qué? desde el aprendizaje significativo, del mismo modo señala, que los estudiantes deben estar en capacidad desarrollar competencias de resolución de problemas y con ello el desarrollo de habilidades de razonamiento y análisis matemático. Desde esta perspectiva se evidencia que las estrategias tradicionalistas se centran en la memorización y aplicación de fórmulas enfocadas en la memorización, sin embargo, los autores exponen que un enfoque constructivista con metodologías participativas y problematizadoras, justificando procedimientos y resultados.

Esta visión también es compartida por Godino, et. al. (2007) quienes enfatizan que la comprensión matemática no se limita a la memorización de procedimientos, sino a la construcción de significado y la relación entre conceptos, del mismo modo, indica que la comprensión de conocimientos matemáticos se desarrolla a partir de prácticas, interpretación

de símbolos y representación de información. Recalcan la necesidad de que desde la práctica de aula se fomente en los estudiantes el análisis, comparación y representación de datos, promoviendo habilidades de pensamiento crítico (pág. 73).

En síntesis y de acuerdo con los autores, se resalta que los estudiantes tienen un dominio medio en razonamiento y aplicación matemática desde un contexto experimental, sin embargo, se destaca la necesidad de reforzar el análisis de datos reforzando de esta manera la interpretación y comunicación de resultados mediante representaciones gráficas y creativas, desde un aprendizaje significativo y en integración de las matemáticas y las ciencias.

6.2 Diseño del juego serio ARVELAB

El juego serio ARVELAB diseñado en la plataforma Genially, es creado como un recurso interactivo con elementos STEAM que busca guiar a los estudiantes en la comprensión del proceso de germinación y la importancia de este proceso biológico en el planeta. El juego presenta la siguiente caracterización:

El diseño narrativo se define a partir de un personaje, Aria, una joven científica que acompañara a los estudiantes a lo largo de las misiones; la historia base se centra el viaje al pasado para comprender la germinación y salvar el mundo de la sequía, la historia se planta como una misión de rescate al planeta lo cual motivara al estudiantado a avanzar en los niveles.

Este diseño concuerda con lo expresado por Gee, (2003) quien expone que los juegos que son diseñados con una intención educativa ofrecen un aprendizaje autentico donde los jugadores estan en capacidad de desarrollar competencias cognitivas, sociales y metacognitivas, asi mismo el autor indica que los juegos son ideales ya que combina la acción, reflexión y motivación, permitiendo que el jugador aprenda haciendo, por medio de la resolución de problemas en contextos significativos.

El juego se estructuro de la siguiente manera, planteándolo desde los principios de aprendizajes en videojuegos de Gee, (2003):

- Introducción al juego por medio de un video, una misión inicial, las reglas y objetivos del juego.
- Nivel 1: Donde se relacionan los conceptos básicos de la germinación y las condiciones necesarias como el agua, oxígeno, temperatura y luz. El juego inicial es sobre la importancia del agua para la germinación.
- Nivel 2: Cambios físicos y biológicos de las semillas, donde se integra el crecimiento de cada una de sus partes con su función. Se acompaña de dos minijuegos: el primero, un rompecabezas secuencial, donde identificarán paso a paso cómo es el proceso de transformación de una semilla, y el segundo se retará la capacidad de observación por medio de encontrar la diferencia entre imágenes.
- Nivel 3: El clima cuenta; es un nivel donde se explorarán factores ambientales que afectan la germinación, hay un reto inicial donde se explorarán lugares donde puede crecer una semilla y lugares en los que no. Y el juego, las puertas del clima, donde explorará 4 ambientes y definirá si la alverja germinará o no.
- Nivel 4: Estoy viva. En este nivel se explora cada una de las partes de la planta, acompañados de imágenes, descripción y el nombre, el segundo minijuego pone a prueba la curiosidad del estudiante y lo reta a crear su propia planta.
- Desafío maestro: solo se desbloquea después del nivel 4, pone a prueba lo aprendido a través de preguntas de opción múltiple, en temáticas como condiciones extremas, matemáticas de la germinación, diseño de experimento (hipótesis y procedimiento) y cambio de variables.

De este modo, el juego serio ARVELAB retoma características de los principios de aprendizaje expuesto por Gee, (2003), temáticas iniciando con que el aprendizaje es situado y contextualizado, la información en el juego se presenta con una historia coherente y con un propósito específico, también existe una identidad y rol activo del jugador, el autor explica que debe establecerse una “identidad proyectiva” (pág. 23) de modo que el jugador pueda identificarse con el personaje y asumir responsabilidades, en el caso del juego serio el estudiante se refleja como un explorador científico acompañado por Aria. ARVELAB cumple con una retroalimentación constante y aprendizaje a través del error, Gee establece el principio de riesgo con consecuencias bajas, ofreciendo retroalimentación inmediata tras cada reto o minijuegos, permitiendo que los estudiantes aprendan de los errores sin penalización, estimulando la persistencia y experimentación, esenciales en el desarrollo de pensamiento científico.

En esta misma idea, se planteo un diseño progresivo y de aprendizaje por niveles, Gee, (2003) través establece que los juegos introducen nuevos conocimientos y habilidades de forma gradual, aumentando su complejidad a medida que el jugador avanza, garantizando un aprendizaje escalonado y significativo; por último el autor indica que los videojuegos integran texto, imagen, sonido e interacción, para construir significado, desde ARVELAB estas características se integran fortaleciendo la comprensión del proceso biológico.

Desde el juego serio ARVELAB se reflejan estos principios, priorizado desde la experiencia, exploración y reflexión, el estudiante no debe memorizar datos, sino que vive la ciencia como una aventura y cada decisión contribuyen a salvar el mundo, este videojuego no solo promueve conocimientos científicos, sino el desarrollo de habilidades cognitivas, pensamiento crítico y motivación, consolidando el valor pedagógico dentro del aprendizaje basado en juegos.

Enlace de acceso directo:

<https://view.genially.com/68697c5db83e93339abcc6ba/interactive-content-arvelab>

6.3 Análisis del Postest y Sistematización del Diario de Campo

En la presente sección se exponen los resultados obtenidos en el postest y diario de campo docente como elemento cualitativo de la presente investigación, aplicado para finalizar el proceso pedagógico asociado al juego serio ARVELAB, con el objetivo de medir y determinar el desarrollo de habilidades STEAM, después de la implementación, esta evaluación permitió medir las variaciones en cada una de las habilidades.

6.3.1 Diario de campo docente

6.3.1.1 Primera sesión.

La primera sesión fue centrada en dar a conocer el proyecto pedagógico y la aplicación del pretest, la socialización inicial permitió generar expectativas positivas en los estudiantes, se refleja un alto grado de motivación, interés y curiosidad frente a la implementación del juego la fase experimental, lo cual se evidencia en la tabla 7, este comportamiento se relaciona con lo expuesto por Stover, et. al (2017) quienes exponen sobre la teoría de la autodeterminación, explican que la motivación intrínseca se incrementa cuando las condiciones ambientales satisfacen las necesidades psicológicas del individuo, es decir, cuando el estudiante percibe un sentido, propósito y oportunidades de autonomía en las actividades a desarrollar; la explicación del proyecto y sus objetivos, favoreció que los estudiantes comprendieran su participación activa generando mayor disposición en el proceso de implementación del proyecto.

La primera sesión cumplió con el propósito al generar motivación en los estudiantes, introduciéndolos al proyecto de forma activa y significativa, en relación con Stover, et. al (2017) al realizar una contextualización inicial del enfoque STEAM, permitió que los estudiantes se vincularan al proceso, lo cual es clave en el desarrollo e implementación.

Tabla 7*Diario de campo: primera sesión*

Diario de campo encuentro 1			
Etapa 1: Presentación del proyecto y aplicación del pretest			
Estudiantes del grado octavo cuatro de la Institución Educativa Técnico Comercial “Sagrado Corazón de Jesús”			
Fecha	23 de septiembre del 2025	Hora	5:00pm a 5:55pm
Asistentes	42 estudiantes	Duración	1 hora
Objetivos de la sesión	✓ Aplicar el pretest de diagnóstico para identificar los conocimientos previos que los estudiantes tienen en relación con áreas STEAM, relacionado a la germinación. ✓ Generar una primera aproximación a los intereses, percepciones y actitudes de los estudiantes frente al aprendizaje de las ciencias mediante actividades experimentales.		
Actividades Realizadas:			
Actividad 1: Socialización del propósito del proyecto			
Se presento a los estudiantes la temática general del proyecto Aplicación de un juego serio en el desarrollo de habilidades STEAM a partir del estudio de la germinación de alverjas, se les explica la importancia de tener un diagnóstico inicial.			
Actividad 2: Aplicación del pretest STEAM			
Se administro el pretest para evaluar conocimientos, habilidades y actitudes en el STEAM, las preguntas incluyeron aspectos relacionados a la germinación desde la ciencia, tecnología, ingeniería, artes y matemáticas.			
Actividad 3: Cierre y retroalimentación inicial			

Se aclararon las dudas que surgieron sobre el cuestionario, se les invito a reflexionar sobre sus respuestas generando curiosidad en el estudiantado para las siguientes sesiones.

Desarrollo de la sesión:

Inicio:

La sesión inicio solicitando arreglaran el salón y poniéndose en orden, se carga la presentación inicial del proyecto, una vez organizados me presento y dándoles una presentación general del proyecto que se trabajaría en las sesiones siguientes. Se exponen los objetivos a alcanzar y como se desarrollarán las sesiones siguientes. Se abre un espacio de dialogo donde los estudiantes presentas dudas e interés sobre la dinámica, que es un juego serio y la fase experimental que se hará con semillas de alverja.

Desarrollo:

Se aplico el pretest de evaluación inicial diagnostica, se explico el significado del pretest y su función dentro de un proyecto de investigación y se brindaron indicaciones claras para su diligenciamiento.

Cierre:

Una vez finalizado el proceso de evaluación, se agradece la participación a los estudiantes y se indica que la fecha del siguiente encuentro es el jueves, 25 de septiembre del 2025, se indicó que el pretest no es de carácter calificativo, sino que da un punto de partida de la intervención pedagógica.

Recursos	Presentación breve
	Hojas de pretest, lápices.
	Computador, televisor y cable HDMI

Registro de la observación de la sesión:

Motivación y compromiso: Los estudiantes participaron activamente, mostraron genuino

entusiasmo al conocer el proyecto y salir de la rutina académica tradicional. Indican que nunca había trabajado con un juego serio.

Frases espontaneas de los estudiantes: “¿Cómo va a ser el juego?” “¿Vamos a germinar?” “Es algo que solo lo realice en la primaria” “¿Qué es un pretest y para qué sirve?”

Actitudes destacadas: Hubo mucha curiosidad y disposición frente al proyecto, aunque algunos manifestaron su preocupación debido a que no entendían algunas de las preguntas del pretest a lo cual se les indica que este no es calificable, y si no conocen la respuesta pueden dejarla en blanco.

Aspectos por mejorar: En la parte de atrás del aula se observaron focos de indisciplina lo cual exigió un desplazamiento constante para mantener la atención del grupo.

Sugerencias para próximas sesiones: Iniciar con actividades rompehielos o actividad inicial para captar la atención de los estudiantes.

Observaciones adicionales: Antes de iniciar la sesión, una estudiante manifiesta que fue retirada de la clase anterior por el mal uso de su dispositivo móvil, lo cual refleja la necesidad de orientar sobre el uso responsable de la tecnología, también algunos estudiantes comentaron que sus padres no les permiten llevar dispositivos al colegio, lo cual puede influir en la implantación de actividades digitales.

Nota. Elaboración propia, diario de campo docente en la primera sesión.

6.3.1.2 Segunda sesión.

La tabla 8 documenta lo observado en la segunda sesión, evidenciando que la introducción del juego serio como recurso pedagógico tuvo un aumento en la motivación y participación, adicionalmente se observó disposición de interactuar con el juego fuera del aula, esta reacción se relaciona con lo indicado por Gee, (2003) quien indica que pedagogías activas basadas en juegos serios promueven la exploración, desafío y voluntaria participación del

estudiantado, asumiendo un rol activo en su aprendizaje. El entusiasmo que expresaron al querer ingresar inmediatamente desde sus dispositivos confirma que el juego serio es una herramienta motivacional, lúdica e interactiva en los estudiantes.

Por otro lado, esta sesión permitió integrar la metodología STEAM, vinculando elementos científicos, visuales, tecnología y aprendizaje con contenido interactivo, esto en concordancia con lo que indican Paez, et al. (2019), quienes exponen que el desarrollo de competencias STEAM, contribuyen en los estudiantes a aumentar la capacidad de resolver problemas, comprensión de conexiones entre áreas del conocimiento, considerando el STEAM como una metadisciplina, desde esta sesión se pudo trabajar la resolución de problemas, el pensamiento crítico y creatividad, ya que el juego serio facilitó el acercamiento de los estudiantes al contenido científico en un contexto digitalizado despertando su interés y exploración.

Esta sesión evidencia que el juego serio es una herramienta motivadora en el aula, adicionalmente se convirtió en un medio por el cual se promovieron experiencias activas y significativas en el estudiantado, fortaleciendo su autonomía, aumentando su interés por las ciencias y familiarización con el proyecto.

Figura 18
Presentación del juego serio y sus niveles



Nota. Imagen de la segunda sesión socialización del juego serio

Tabla 8
Diario de campo: Segunda sesión

Diario de campo – Sesión N°2			
Etapa 2: Exploración del juego serio ARVELAB			
Estudiantes del grado octavo cuatro de la Institución Educativa Técnico Comercial			
“Sagrado Corazón de Jesús”			
Fecha	25 de septiembre del 2025	Hora	2:20pm a 4:30pm
Asistentes	42 estudiantes	Duración	1 hora
Objetivos de la sesión	✓ Familiarizar a los estudiantes con el entorno del juego serio ARVELAB. ✓ Motivar a los estudiantes para que interactúen con el juego, dentro y fuera del aula.		

- | |
|---|
| <p>✓ Explicar la estructura y fases del proyecto (exploración y juego serio, experimento de germinación, registro en el diario de campo).</p> |
|---|

Actividades Realizadas:

Actividad 1: Rompehielos con actividad física

Se inicio con unan dinámica física guiada que permitió a los estudiantes liberar energía mediante saltos y movimientos corporales.

Actividad 2: Lectura grupal - Importancia de la alverja en la ciencia

Se realizo una lectura compartida sobre la importancia de la alverja en la historia de la ciencia, destacando los aportes de Mendel, se promovió el dialogo con preguntas.

Actividad 3: Reconocimiento de las partes de la semilla

Los estudiantes identificaron las partes de las semillas con apoyo de una imagen, donde posteriormente se evaluó la comprensión de conceptos mediante preguntas al azar.

Actividad 4: Presentación de las fases del proyecto y del juego

Se explicaron tres fases del proyecto. Exploración y juego serio, experimento de germinación y registro en el diario de campo. Se les dio la URL del juego en Genially, unos escribieron la URL para jugarlo en casa y otros que tenían acceso a dispositivos ingresaron de una vez al enlace, se realizó el ejercicio con varios estudiantes para tomar capturas de imagen.

Actividad 5: Exploración del nivel inicial del juego

Se exploró colectivamente la introducción del juego y el primer nivel, observando la narrativa, personajes y explicando la mecánica para evaluación, se presentaron los desafíos por nivel y se ofreció una demostración general de como avanzar en la plataforma.

Desarrollo de la sesión:

Inicio: La sesión inicio con una actividad rompe hielo que genero una energía positiva en el aula, posteriormente se inició la lectura colectiva sobre la importancia de la alverja despertando curiosidad científica en los estudiantes.

Desarrollo: Tras el repaso de las partes de la semilla, se introdujeron las tres fases del proyecto, y se les presento como seria el proceso para el experimento y los materiales que debían llevar para la siguiente sesión y se accedió a la plataforma del juego se explico cada nivel y su proceso evaluativo a través de las imágenes y resolver el cuestionario. En esta etapa se observó un entusiasmo generalizado y participación para descubrir los elementos del juego.

Cierre: La sesión culmino con la exploración del primer nivel del juego, se motivó a los estudiantes a jugar desde la casa y compartir sus avances en la siguiente clase.

Recursos	Presentación en Canva Hojas de pretest, lápices. Computador, televisor y cable HDMI Celulares, conexión a internet
-----------------	---

Registro de la observación de la sesión:

Motivación y compromiso: Los estudiantes participaron activamente, mostraron entusiasmo y curiosidad, interactuaron voluntariamente y cuando pasaban de nivel celebraban los avances.

Comprensión de conceptos: Identificaron correctamente las partes de la semilla y su funcionamiento, algunos requirieron guía para comprender su funcionamiento.

Uso del juego: Se observa que en la sesión algunos estudiantes exploraron más de lo solicitado por curiosidad, en la claridad de la narrativa del juego, se evidencia que fue claro el

objetivo del juego; los estudiantes indican que el primer nivel es muy fácil, los estudiantes pudieron observar y escuchar de forma satisfactoria el juego en su nivel inicial.

Frases espontaneas de los estudiantes: “Profe, está súper chévere”; “¿Cuánto tiempo te tomó hacerlo?”; “Voy a abrirlo en el celular de una vez”; “Aria se parece a usted”

Actitudes destacadas: Asombro, emoción, curiosidad y deseo de explorar el juego.

Aspectos por mejorar: Destinar más tiempo al fortalecimiento de habilidades digitales y brindar acompañamiento con menor dominio.

Observaciones adicionales: La experiencia en el aula indica que se fortaleció la autonomía y curiosidad científica en el acceso a la plataforma, se logra familiarización con la plataforma del juego. Desde el pretest se evidencio que todos los estudiantes tenían acceso a computador, celular y conexión a internet, lo cual establece que pueden realizar el juego de forma asincrónica, la enseñanza del uso de las capturas de pantalla en el aula fortaleció las habilidades digitales necesarias para el proyecto.

Nota. Elaboración propia, diario de campo docente en la segunda sesión.

6.3.1.3 Tercera sesión.

La tabla 9, refleja las actividades realizadas en la tercera sesión, la cual permitió fortalecer el pensamiento científico por medio de la experimentación directa, el montaje del experimento de germinación promovió que los estudiantes tuvieran un rol activo en el proceso de aprendizaje, se relaciona con lo expuesto por Kolb & Kolb, (2017) quienes sostienen que todos los aprendizajes son experiencias adquiridas, pero la experimentación activa ofrece múltiples beneficios, por ejemplo, brinda una comprensión profunda al experimentar conceptos de primera mano, hay una relación de afinidad con la temática vista ya que resuelven problemas, analiza, comparten y discuten (pág. 8), durante esta sesión los estudiantes no solo escucharon como realizar un proceso de experimentación, también vivenciaron el método científico a través de la acción.

Esta experiencia favoreció un aprendizaje activo, científico y contextualizado, la implementación de un diario de campo es el inicio del uso de instrumentos de recolección de información, en base a esto el estudiante estará en capacidad de observar, generar hipótesis y reflexionar sobre resultados obtenidos. En conjunto la experimentación permitió que los estudiantes conectaran la teoría con la realidad, posicionándola como una herramienta que potencia la autonomía y el pensamiento crítico.

Figura 19

Inicio del experimento de germinación y registro en el diario de campo





Nota. Imágenes de la tercera sesión, experimento de germinación.

Tabla 9

Diario de campo: Tercera Sesión

Diario de campo – Sesión N°3			
Etapa 3: Experimento de germinación y registro en el diario de campo			
Estudiantes del grado octavo cuatro de la Institución Educativa Técnico Comercial “Sagrado Corazón de Jesús”			
Fecha	26 de septiembre del 2025	Hora	12:40pm a 2:20pm
Asistentes	42 estudiantes	Duración	2 horas
Objetivos de la sesión	Introducir a los estudiantes en el diseño del experimento de germinación de alverja <i>Pisum sativum</i>. Orientar a los estudiantes en el diligenciamiento del diario de campo para el seguimiento del proceso de germinación Motivar el proceso científico a través del ejercicio de formulación de hipótesis y la observación de los cambios en el experimento.		

Actividades Realizadas:

Actividad 1: teléfono roto dibujado

Se inicio con un estudiante haciendo un dibujo libre, este fue pasado por 5 estudiantes elegidos al azar, quienes debían continuar con el dibujo sin conocer la intención del estudiante inicial. Al finalizar el grupo intento adivinar lo representado, promoviendo la creatividad, hubo risas y conexión grupal.

Actividad 2: Presentación del proyecto de germinación

Se realizo una pequeña presentación del proyecto “Comparación de técnicas de germinación y crecimiento de semillas *Pisum sativum*” explicando su propósito, etapas y criterios de seguimientos, se mostraron ejemplos de tablas y gráficos como herramientas de análisis de datos, destacando que los números hablan mejor cuando son graficados.

Actividad 3: Generación de hipótesis científica

Se les explica que es una hipótesis y su importancia en el método científico, se les presento ejemplos y formularon hipótesis propias del sobre la germinación y el experimento que iban a realizar. Varios estudiantes indicaron que nunca habían tenido que realizar una hipótesis.

Actividad 4: Inicio del experimento de germinación

Se inicia con el montaje del experimento siguiendo estos pasos:

Colocar algodón en un vaso transparente.

Posicionar una semilla sobre el algodón.

Cubrir con otra capa de algodón y ubicarlo en un lugar iluminado y fresco.

Se les indico que debían mantenerlo en un lugar fijo para identificar qué factores están influyendo y en caso de que no germine, identificar por qué. Finalmente, se les indico que debían levantar suavemente el algodón para observar los cambios.

Desarrollo de la sesión:

Inicio: La sesión inicio con la actividad rompehielos, generando un ambiente de confianza y motivación para el trabajo colaborativo.

Desarrollo: Se socializo el proyecto y se enseñaron conceptos clave del método científico, registro y recolección de datos, generación de hipótesis e inicio del experimento, los estudiantes participaron activamente formulando hipótesis y realizando preguntas.

Cierre: La sesión culmino recordando los pasos del cuidado de la semilla en los siguientes 7 días y registrando las novedades en su diario de campo, se revisó si había dudas adicionales, y se les indico que el viernes 3 de octubre se recogería el diario de campo y hasta esa fecha tendrían para realizar el juego serio.

Recursos	Presentación en Canva Computador, televisor y cable HDMI Celulares, conexión a internet Vaso transparente, algodón, agua, semillas de alverja
-----------------	--

Registro de la observación de la sesión:

Motivación y compromiso: Los estudiantes mostraron disposición y participaron activamente en toda la sesión, también se notaba el entusiasmo en el proceso, así como interés por terminar las misiones en casa.

Comprensión de conceptos: Identificaron las partes de la semilla a partir de una real, reconocieron las condiciones necesarias en términos de factores de agua, luz y temperatura, se presentaron confusiones en la generación de hipótesis.

Habilidades científicas: Se trabajo en forma ordenada y metódica en el montaje del experimento y se formuló la hipótesis básica con acompañamiento y supervisión.

Uso del juego: Algunos estudiantes indicaron que ya estaban avanzando en el juego, pero que el nivel 4, les había presentado dificultad al arrastrar las partes de la planta. Se brindo al finalizar un tiempo para explicarles como realizar el nivel 4. Se valoro los estudiantes que ya habían avanzado dado el poco tiempo.

Frases espontaneas de los estudiantes: “El juego estuvo muy divertido, profe”, “Nunca habíamos hecho algo así en el colegio”, “El nivel 4 estuvo difícil”

Actitudes destacadas: interés por la formulación de hipótesis, trabajo colaborativo, disposición para el montaje del experimento y uso del diario de campo para registrar lo observado.

Aspectos por mejorar: El trabajo en parejas genero mayor ruido y distracciones, es necesario establecer roles para mejorar el trabajo en equipo.

Observaciones adicionales: Se evidencio que los estudiantes preguntaban si podían modificar variables, lo cual permitió reforzar el concepto de control de variables en un experimento, validando que sucede si la semilla recibe exceso o falta de agua o si son expuestas a altas temperaturas.

Nota. Elaboración propia, diario de campo docente en la tercera sesión.

6.3.1.4 Cuarta sesión.

Teniendo en cuenta lo visualizado en la tabla 9, la sesión de cierre permitió consolidar el proceso de aprendizaje por medio de la aplicación del postest, este espacio fue clave para observar los avances conceptuales y experimentales logrados, en relación con Martinez, (2012) la evaluación no debe entenderse como un mecanismo de medición del rendimiento, sino como una herramienta orientadora, expone que la evaluación formativa aporta elementos que mejoran el aprendizaje por medio de la retroalimentación y ajuste en la forma en la que se desarrolla la enseñanza, es así como la aplicación del pretest, postest y la revisión del diario de

campo funcionaron como instrumentos de valoración del impacto, logrando una valoración íntegra del impacto del proyecto y el desarrollo de habilidades STEAM.

El cierre del proyecto pedagógico del aprendizaje basado en la experimentación, en concordancia Hofstein & Luneta, (2023), quienes exponen que las experiencias prácticas y experimentales en el aula son cruciales en la construcción del conocimiento, ya que brinda el entorno adecuado en la observación de fenómenos y relacionarlos con conceptos científicos, adicionalmente indican que la indagación e investigación fortalece el pensamiento crítico y lógico. De este modo la cuarta sesión, no solo cumplió un propósito evaluativo, sino que permitió dar un significado al aprendizaje científico, la entrega de diarios de campo fue una ruta efectiva para evidenciar el aprendizaje de la ciencia a través de la práctica, fortaleciendo de esta manera la apropiación del conocimiento y generando motivación por seguir investigando en el estudiantado.

Figura 20

Imágenes del experimento de germinación



Nota. Imágenes compartidas por los estudiantes del proceso de germinación.

Figura 21

Imagen de comentarios relacionados al juego, nivel 4.

 ¿Qué aprendiste en este nivel? / 0

Durante este nivel aprendí que tanto la raíz, las hojas, el tallo, las flores, el fruto y la semilla tienen unas características esenciales para lograr nuestro proceso de germinación cada una cumple con una función y son fundamentales, también aprendí partes nuevas de las plantas que no sabía por el momento

Agregar comentarios individuales

 ¿Qué te ha parecido el juego hasta ahora? (Puedes compartir sugerencias, lo que más te ha gustado o algo que mejorar) / 0

El juego ARVELAB me pareció muy entretenido hasta el final es entretenido y impresionante que se pueda aprender cosas nuevas con imaginación saber que en un juego hay cosas tan fundamentales y lo mejor es que van al punto de la temática que estamos proyectando, la última parte si me pareció más compleja pero me ayudó a darme cuenta de muchas cosas que no sabía y siento que este programa me sirve de mucho

Agregar comentarios individuales

Enviado el 30/9/25, 11:05 p.m.

Nota. Imagen de comentario en el formulario del nivel 4.

Tabla 10

Diario de campo: Cuarta sesión

Diario de campo – Sesión N°4			
Etapa 4: Cierre del proyecto, aplicación Posttest y entrega de diario de campo			
Estudiantes del grado octavo cuatro de la Institución Educativa Técnico Comercial			
“Sagrado Corazón de Jesús”			
Fecha	3 de octubre del 2025	Hora	12:40pm a 1:35pm
Asistentes	42 estudiantes	Duración	1 hora
Objetivos de la sesión	✓ Recoger diarios de campo desarrollados por los estudiantes durante el proceso de germinación. ✓ Aplicación del posttest para evaluar los aprendizajes adquiridos sobre la germinación y desarrollo de habilidades STEAM.		

- | |
|---|
| ✓ Realizar cierre reflexivo del proyecto, destacando aprendizajes, experiencias y logros. |
|---|

Actividades Realizadas:

Actividad 1: Juego de palabras

Se inicio indicándole a un estudiante que diga una palabra, el segundo estudiante deberá seguir eligiendo una palabra que empiece con la última letra de la palabra del compañero inicial, pasan 5 estudiantes al azar.

Actividad 2: Entrega de diarios de campo

Se solicito a los estudiantes entregar el diario de campo en el que registraron día a día el proceso de germinación de siete días consecutivos, incluyendo dibujos, medidas y conclusiones, se verifica que este completo antes de la entrega. (Ver anexo 4)

Actividad 3: Aplicación del Postest

Se aplico el postest con el fin de evaluar los conocimientos adquiridos en comparación con el pretest aplicado en la sesión inicial, se evaluaron preguntas relacionadas con la germinación y habilidades STEAM.

Actividad 4: Socialización final de experiencias y aprendizaje.

Se invito a los estudiantes a compartir sus conclusiones acerca del experimento de germinación, retos que enfrentaron y aprendizajes del juego serio, se buscó que fuera un espacio reflexivo, valorando el proceso científico vivido.

Desarrollo de la sesión:

Inicio: La sesión inicio con la actividad rompehielos y una breve reflexión de lo recorrido desde la primera sesión, resaltando el progreso del grupo y lo importante de todo el proceso investigativo que realizaron, recalando que estos proyectos estarán en toda la vida universitaria.

Desarrollo: Los estudiantes desarrollaron el posttest individualmente y entregaron los diarios de campo desarrollados. Durante la socialización se realiza retroalimentación del posttest y los estudiantes compartieron su experiencia y aprendizajes, sorpresa por los resultados en sus semillas y gusto por participar en un proyecto diferente.

Cierre: Se agradeció la participación de todos, se les menciona la importancia de aprender no solo lo relacionado al área, sino que todas las áreas trabajan conjuntamente para formarlos como personas integrales y críticas, se les indica que entregaran las notas, en la siguiente sesión.

Recursos	Posttest Computador, televisor y cable HDMI Celulares, conexión a internet Vaso transparente, algodón, agua, semillas de alverja
-----------------	---

Registro de la observación de la sesión:

Motivación y compromiso: Los estudiantes mostraron disposición y compromiso al culminar el proyecto, se trabajó con responsabilidad el posttest y la entrega del diario de campo.

Comprensión de conceptos: Se evidencio más seguridad al responder las preguntas del posttest, se evidencio que comprendieron conceptos en el área de ingeniería que al inicio les resultaba confuso.

Habilidades científicas: Los estudiantes mostraron avances en observación, registro y análisis científico al presentar el diario de campo, explicaron dificultades y éxitos en los experimentos.

Uso del juego: Se registro la autonomía en el uso del juego, comentaron que culminaron el juego en casa, muchos más estudiantes indican que lo estaban jugando en el celular por su facilidad, indican que desde un grupo que tienen pudieron ayudarse entre compañeros a pasar los niveles.

Claridad en la narrativa del juego: Indicaron que fue clara y que les ayudo a entender el proceso de germinación de forma divertida y fácil de recordar.

Diseño visual y sonoro: Los estudiantes expresaron que les gusto los colores y efectos en el juego y que el audio y los subtítulos fueron útiles en casos en que no pudieron tener el volumen alto o que su PC no tuviera parlantes.

Frases espontaneas de los estudiantes: “Profe, me gustó ver cómo mi planta fue cambiando cada día”, “¿Cuándo hacemos otro experimento?”, “¿El juego lo podemos seguir usando?”

Actitudes destacadas: hubo reflexión de su propio aprendizaje y orgullo de presentar sus resultados.

Aspectos por mejorar: Dedicar más tiempo a sesiones de retroalimentación, los estudiantes hubiesen querido más sesiones de experimentación, pero dados los tiempos otorgados por la docente a cargo no fue posible más sesiones.

Observaciones adicionales: Varios estudiantes comentaron que estaban interesados en realizar más experimentos similares, evidenciando un impacto mayor en enfoques experimentales. Se observó un ambiente colaborativo, muchos estudiantes compartieron experiencias y compararon sus resultados con el de los demás.

Nota. Elaboración propia, diario de campo docente en la cuarta sesión.

6.3.2 Valoración Estudiantil del Juego Serio ARVELAB

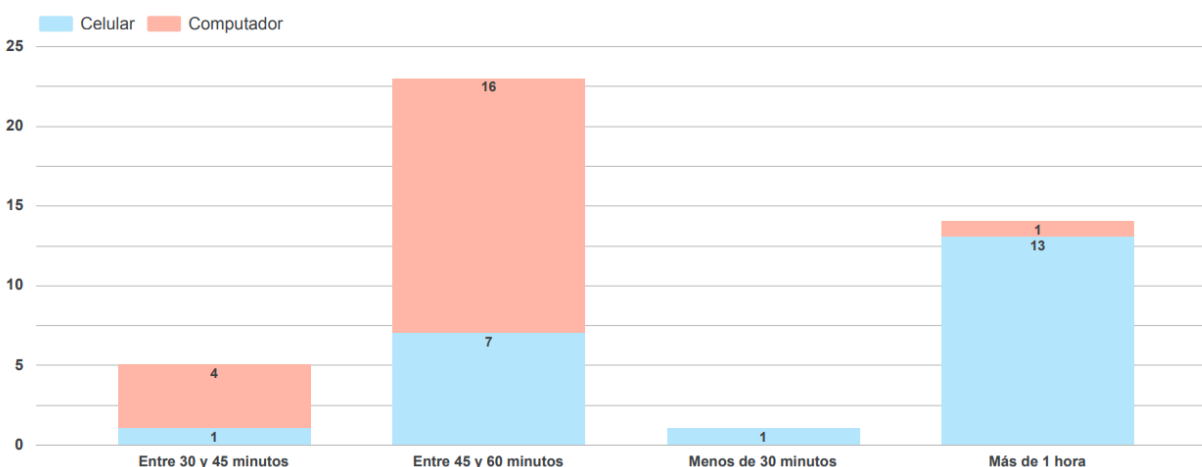
6.3.2.1 Patrones de acceso y duración del juego.

Inicialmente se realiza el análisis de los patrones de acceso y uso del juego serio, se evidencia que el dispositivo más usado en el proceso fue el celular, en sesiones de uso de más de una hora, esta metodología fue utilizado por 30% del estudiantado; por otro lado, el uso del computador se dio en sesiones de 45 a 60 minutos utilizado por el 38% de los estudiantes, las sesiones cortas de 30 minutos fueron poco frecuentes, lo que indica que el juego logro

mantener el interés de los participantes durante periodos de tiempo prolongados. Se percibe que el celular es percibido como un dispositivo más cómodo y accesible a la hora de interactuar con el juego.

Figura 22

Dispositivo de acceso y tiempo de duración en el juego serio.



Nota. Elaboración propia, gráficos generados desde la plataforma de Looker Studio.

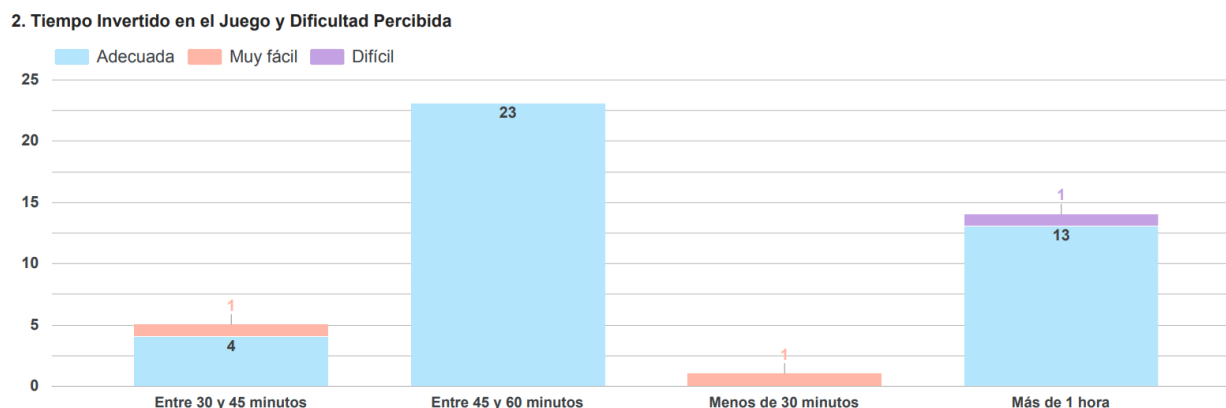
Los resultados se pueden relacionar con lo sugerido por Prensky, (2011) quien indica que los estudiantes de la actualidad son considerados “Nativos digitales” deseosos de usar tecnologías, se inclinan en el uso de dispositivos móviles como teléfonos y tabletas sobre otros dispositivos, debido a su inmediatez, portabilidad y la presencia constante en su rutina diaria, el uso del celular facilita en gran medida estrategias mediadas por la tecnología. En resumen, los hallazgos indican el uso preferencial por el celular, donde se facilitó el acceso y promovió la interacción constante y permanencia en el juego, convirtiéndose en un recurso efectivo para formentar el compromiso estudiantil, lo anterior respalda la eficacia en la integración de estrategias de aprendizaje medidas por dispositivos móviles, en propuestas educativas basadas en juegos serios.

6.3.2.2 Tiempo invertido y dificultad percibida en el juego.

La figura 23 evidencia que la mayoría de los estudiantes percibieron una dificultad adecuada, independientemente del tiempo de duración, el 54.7% de los estudiantes indican que tardaron entre 45 minutos a una hora con una dificultad adecuada y el 30% de los estudiantes jugaron más de una hora. Se registran dos datos atípicos, donde un estudiante encontró el juego muy fácil con un tiempo de desarrollo de 30 a 45 minutos y un estudiante que lo percibió muy difícil, con un tiempo de desarrollo de más de una hora, lo cual sugiere que el juego logro un equilibrio entre el reto y la accesibilidad, logrando mantener el interés en la gran mayoría de los estudiantes.

Figura 23

Tiempo invertido y nivel de dificultad percibida



Nota. Elaboración propia, gráficos generados desde la plataforma de Looker Studio.

Estos hallazgos se relacionan con lo explicado por Gee, (2003) quien explica que los retos presentados en un juego serio deben darse de forma gradual, permitiendo al estudiante avanzar en la resolución de problemas y el aprendizaje activo, es así como el hecho que los estudiantes permanecieran largos periodos de tiempo en el juego indica una dificultad apropiada y que el diseño del juego incorpore niveles de reto progresivo que apoyaron el

aprendizaje a través de la exploración, ensayo y error; elementos fundamentales señalados por el autor en el desarrollo de un aprendizaje significativo.

Los resultados evidencian que el juego logro un equilibrio adecuado en los niveles y en la dificultad, logrando del juego serio una experiencia retadora pero alcanzable que contribuyo al compromiso estudiantil, respaldando así el uso de los juegos serios como una herramienta pedagógica que potencian la motivación y el aprendizaje activo.

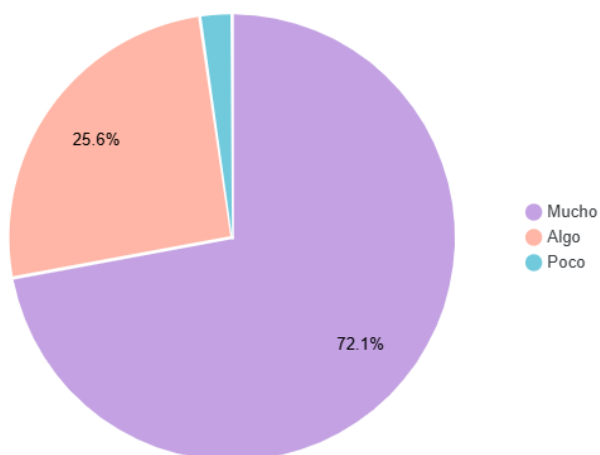
6.3.2.3 Comprensión de contenido e interés por la ciencia.

Los resultados obtenidos evidencian que el juego tuvo un impacto positivo en la comprensión del contenido científico y en el interés por la ciencia y la experimentación, frente a la pregunta si el juego ayudo a comprender mejor la germinación el 72% de los estudiantes afirmo que “mucho” y el 25.6% indico que “algo”, de forma similar respecto al interés por la ciencia, el 65.1% de los estudiantes indico sentirse muy interesados y un 32.1% indico sentirse un poco más interesado, se resalta que el 2.3% corresponde a un estudiante quien indica que su interés no cambio. Los resultados expuestos reflejan que la experiencia lúdica fortaleció la comprensión conceptual y aumento significativamente la motivación del estudiantado en el aprendizaje científico.

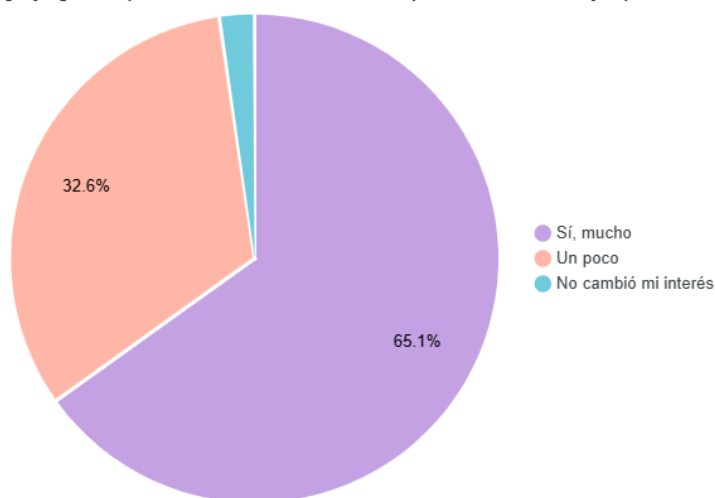
Figura 24

Comprensión del contenido científico e interés por la ciencia y experimentación

3. ¿Crees que el juego te ayudó a comprender mejor la germinación de las semillas y la ciencia relacionada?



4. ¿El juego hizo que te sintieras más interesado en aprender sobre ciencia y experimentación?



Nota. Elaboración propia, gráficos generados desde la plataforma de Looker Studio.

Estos resultados concuerdan con lo expuesto por Aparicio y Ostos, (2018) quienes exponen que la participación activa, experimentación y construcción de conocimiento están ligadas a la idea de que el estudiante construye conocimiento a partir de experiencias significativas, como objetivo principal en el proceso pedagógico, es así como el juego ARVELAB como recurso pedagógico inicio un aprendizaje vivencial y exploratorio, donde no solo adquirieron información sobre la germinación, también comprendieron el proceso biológico a través de la experimentación.

El aumento del interés observado en los estudiantes respalda la idea de que los ambientes didácticos y lúdicos facilita la comprensión de contenidos y adicionalmente establecen conexiones emocionales y cognitivos, estos resultados muestran que el juego cumplió una función motivacional, fomento del pensamiento científico y curiosidad, desde un aprendizaje significativo y generando una actitud positiva en las ciencias.

6.3.2.4 Comprensión de contenido e interés por la ciencia.

La valoración de los estudiantes a nivel general del juego fue positiva, el 51.2% califico su experiencia como excelente, y el 46% la catalogo como buena, mientras que un 2.7% la describió como regular, así mismo el 97.7% de los estudiantes indico que si recomendarían el juego. Estos resultados reflejan una alta satisfacción y aceptabilidad del juego como recurso pedagógico lo que sugiere que estos procesos pedagógicos pueden ser reaplicados en otros contextos educativos.

Estos niveles de aceptación del juego concuerdan con lo que indican Carrillo, et. al, (2009) quienes explican que los juegos generan una motivación intrínseca, satisfaciendo el deseo de novedad, estableciendo una actitud curiosa en actividades constructivas y exploratorias, desde el aprendizaje significativo mencionan que cuando es integrado con la estructura cognitiva del estudiante requiere una actitud favorable, generando la sensación de sentirse competente, permitiendo al estudiante pensar que puede aprender y que realice el esfuerzo necesario para conseguirlo. Es así como la valoración positiva y disposición a recomendar el juego, sugieren que los componentes lograron activar la motivación intrínseca, fortaleciendo el disfrute y la intención de compartirlo con otros estudiantes.

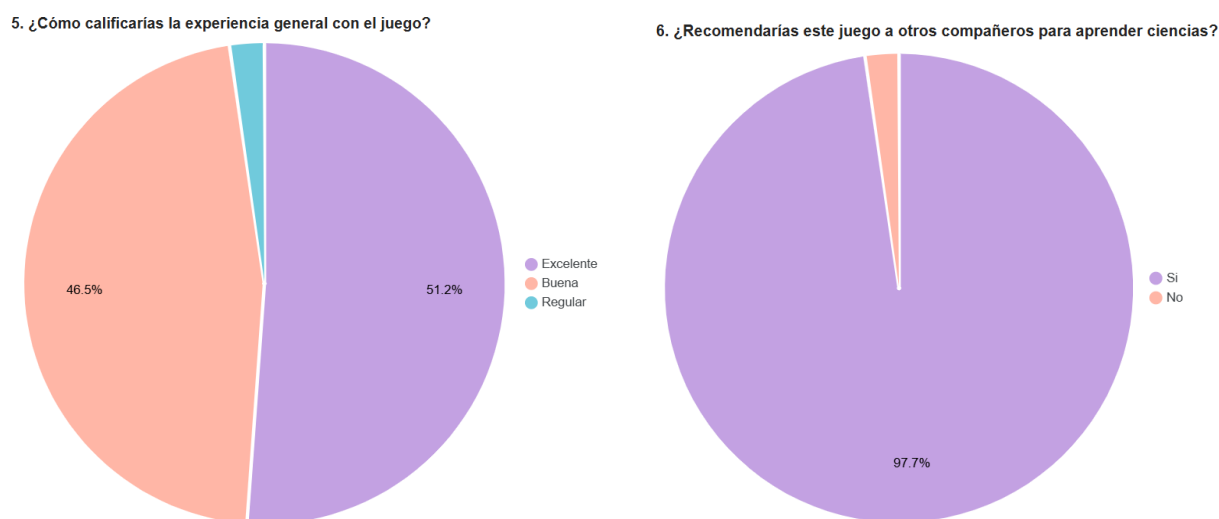
Aunque la mayoría de los estudiantes valoro positivamente el juego serio, existe una minoría correspondiente al 2.3% que continúa demostrando interés por métodos tradicionales de enseñanza, un estudiante expreso “El proceso se pudo llevar a cabo por un video explícito del proceso de germinación, con diagramas donde puedo aprender con más facilidad”

reflejando una percepción de aprendizaje estructurado, guiado y basado en explicación directa sigue siendo para algunos más efectivo que una experiencia interactiva. Esta postura coincide con lo expuesto por Fullan, (2002) quien indica que el cambio educativo desde la innovación genera distintos tipos de aceptación, teniendo en cuenta que, el cambio en las metodologías puede generar resistencia en algunos estudiantes, este proceso de cambio afecta a nivel emocional, cognitivo y emocional, comprendiendo que todos los estudiantes no van al mismo ritmo.

En síntesis, los resultados demuestran que el juego genero una experiencia educativa memorable y valorada por los estudiantes, reafirmando la pertinencia de integrar los juegos serios en el aula como estrategia para promover aprendizajes significativos, reforzando también la importancia de activar la motivación de los estudiantes, a través no solo del disfrute sino de la interacción con compañeros.

Figura 25

Experiencia general del juego y recomendaciones a otros estudiantes



Nota. Elaboración propia, gráficos generados desde la plataforma de Looker Studio.

6.3.2.5 Elementos del juego más valorados

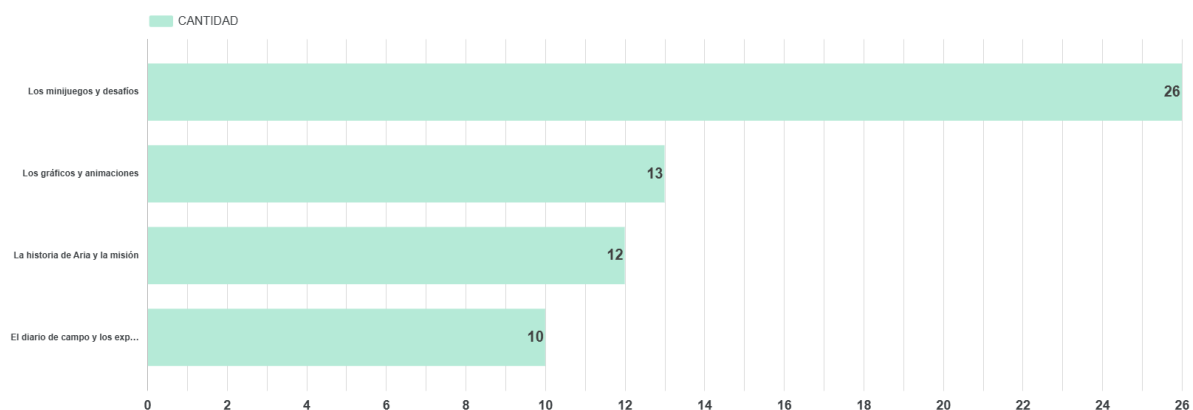
La figura 26 muestra los elementos mejor valorados del juego, mostrando una preferencia hacia los componentes interactivos, la opción más valorada fueron los componentes y desafíos con 26 menciones, seguida de los gráficos y animaciones con 13 menciones y la historia de Aria y la misión con 12 menciones, en menor medida se ubicó el diario de campo y los experimentos con 10 menciones, evidenciando que las actividades dinámicas y visuales generaron mayor motivación y disfrute en los estudiantes, donde se destaca e componente lúdico como punto central de la intervención pedagógica.

Estos resultados concuerdan con lo planteado por Gee, (2003) quien sostiene que los juegos educativos promueven el aprendizaje activo, el diseño de los desafíos, interacción significativa, la narrativa y planteados, tienen como finalidad la comprensión y compromiso del jugador. Desde esta perspectiva se evidencia que hay una alta valoración en los minijuegos, la historia y los recursos visuales utilizados, permitiendo el avance de los estudiantes con una inmersión narrativa, exploración guiada y resolución de problemas, adicionalmente se encuentra que los estudiantes valoraron la relación entre la experiencia lúdica con la experimentación. Los resultados confirman que el diseño del juego incorporo de forma efectiva los componentes interactivos, narrativos y experimentales, generando un compromiso emocional y cognitivo en los estudiantes.

Figura 26

Aspectos mejor valorados del juego serio

7. ¿Qué parte del juego te gustó más?



Nota. Elaboración propia, gráficos generados desde la plataforma de Looker Studio.

6.3.3 Posttest: Evaluación de competencias STEAM

El análisis de la presente sección se realiza desde la categorización de preguntas en las habilidades STEAM (ciencia, tecnología, ingeniería, artes y matemáticas), desde cada una de ellas se identifica un porcentaje de acierto obtenido por los estudiantes y sobre este se establece un nivel de dominio alcanzado, reconociendo los aspectos de mayor adquisición de conocimientos y oportunidades de mejora. Al igual que en el pretest los resultados obtenidos se interpretan en la siguiente escala.

Tabla 11

Niveles de dominio para pretest y posttest.

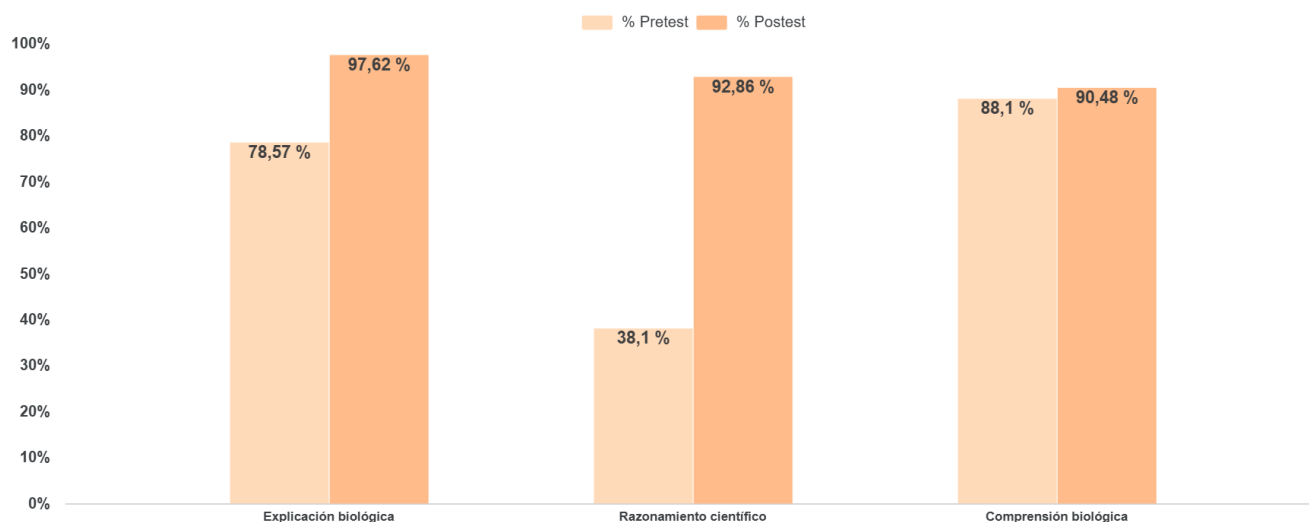
Porcentaje de Acierto	Niveles de dominio
1% a 49%	Muy bajo
50% a 69%	Bajo
70% a 89%	Medio
89% a 100%	Alto

Nota. Elaboración propia, clasificación según desempeño del estudiante.

Esta escala se mantiene para facilitar la comprensión y garantizar la coherencia con la que se evaluaron los resultados, dando claridad en el progreso tras la intervención, es así como el postest permitió identificar el nivel de adquisición de conocimientos en el estudiantado y adicionalmente fue un insumo fundamental en la comparación de resultados entre el pretest y el postest, estableciendo la evidencia del impacto pedagógico.

6.3.3.1 Competencias científicas.

La figura 27 refleja en altos niveles de desempeño en las tres habilidades científicas evaluadas especialmente en la habilidad de razonamiento científico, el cual presento un aumento del 54.7% reflejando que los estudiantes pasaron de describir hechos biológicos a generar hipótesis y generar conclusiones a partir de la observación; la explicación biológica demuestra un aumento considerable del 19.5%, evidenciando que presentan mayor capacidad para comprender y argumentar conceptos biológicos en la germinación; por último, la comprensión biológica tiene un aumento leve del 2.38%, teniendo en cuenta que esta habilidad venia con un dominio alto en el pretest, tras la intervención indica que se consolido aún más ese conocimiento previo.

Figura 27*Aciertos en habilidades científicas, pretest vs posttest*

Nota. Elaboración propia, gráficos generados desde la plataforma de Looker Studio.

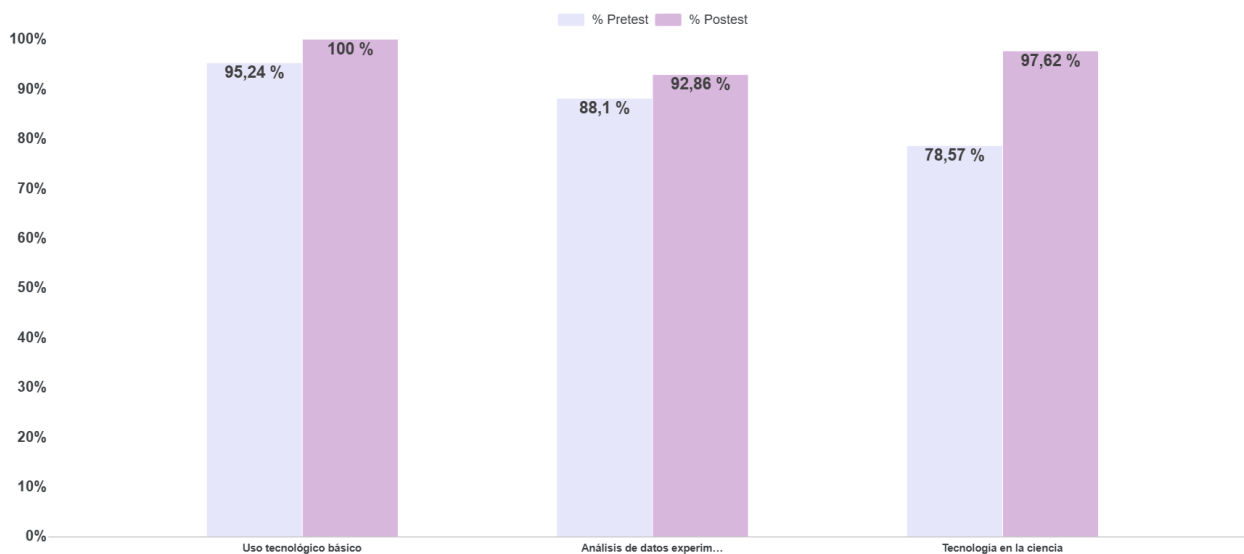
Estos hallazgos concuerdan con lo expuesto por Botero, (2018) quien desde el enfoque STEAM, indica que la integración de experiencias educativas basadas en la experimentación, análisis y solución de problemas favorece la comprensión disciplinar principalmente en las ciencias, es así como el autor indica que un estudiante instruido en ciencias debe tener conocimiento conceptual, es decir, poseer, manejar y comprender conceptos, principios, leyes y teorías; además, debe tener la habilidad para realizar conexiones entre áreas; también debe adquirir experiencias por medio de prácticas que permitan solucionar problemas con la aplicación de conceptos de ingeniería, y por ultimo debe contar con el razonamiento basado en evidencias para confrontar resultados (pág. 42).

Los altos porcentajes alcanzados en el posttest demuestran un dominio alto en cada una de las habilidades, lo cual, evidencia que el uso del juego apoyo procesos cognitivos, asegurado un aprendizaje significativo, a diferencia de aquellos obtenidos en métodos tradicionales, centrados en la transmisión de conocimientos. Los resultados permiten deducir

que la implementación del juego serio enmarcado en la metodología STEAM, contribuyo al fortalecimiento del pensamiento científico y la comprensión de contenidos biológicos, confirmando las características que menciona Botero, cuando es aplicado a las ciencias, el presente resultado respalda la factibilidad de incorporación de experiencias activas y experimentales para mejorar las habilidades científicas en los estudiantes.

6.3.3.2 Competencias tecnológicas.

Dentro de las habilidades tecnológicas se observó un fortalecimiento en el uso de herramientas en el aprendizaje científico, el mayor aumento, se dio en la habilidad tecnología aplicada a la ciencia, con un 19%, indicando que los estudiantes no solo utilizaron herramientas digitales, comprendieron también que son útiles en procesos de investigación, recolección de datos, representación y tabulación de información; adicionalmente el uso tecnológico básico y el análisis de datos experimentales mostraron un incremento del 4.7%, en el cual se consolidaron competencias que tenían un nivel de dominio alto en el pretest. Los resultados indican que los estudiantes dominan el uso de herramientas digitales, adicionalmente se evidencia que pueden analizar resultados y comprender los fenómenos científicos a partir del uso significativo de dispositivos analizando, organizando e interpretando información para la toma de decisiones.

Figura 28*Aciertos en habilidades tecnológicas, pretest vs posttest*

Nota. Elaboración propia, gráficos generados desde la plataforma de Looker Studio.

Estos resultados son coherentes con Botero, (2018) quien afirma que el uso de la tecnología debe ir más allá del uso instrumental y deben orientarse en el desarrollo de habilidades que potencien la creatividad, investigación, comunicación, colaboración y resolución de problemas por medio del uso de la tecnología (pág. 248). De esta forma la tecnología no debe verse como un recurso, sino como un medio por el cual se construye conocimiento a través del análisis de información y procesos científicos, en este contexto la estrategia pedagógica implementada permitió el avance del uso básico a uno significativo y formativo, como el indicado en el enfoque STEAM.

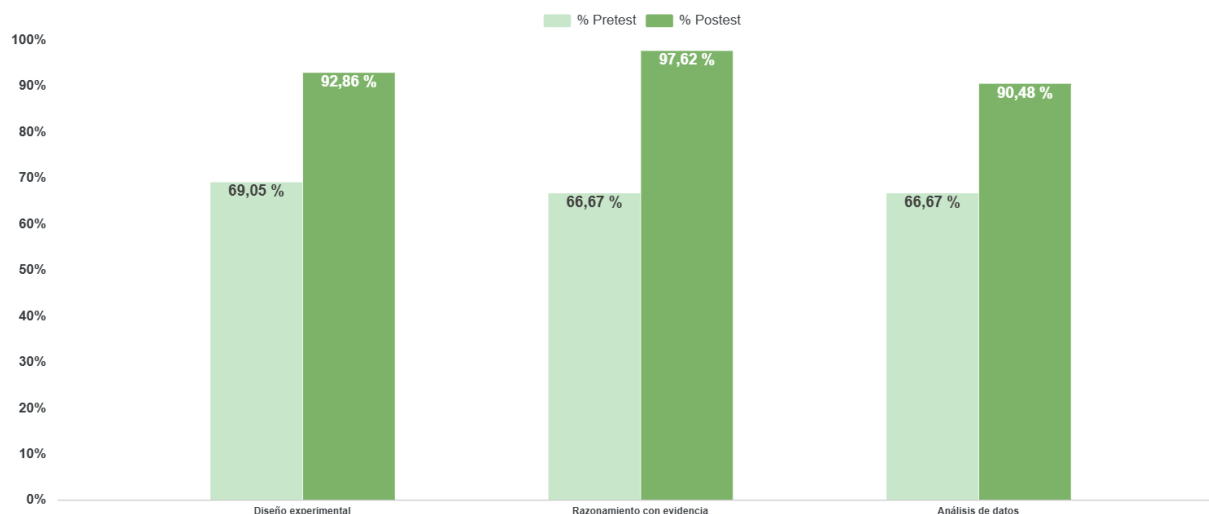
Estos resultados evidencian que la incorporación del juego contribuyó al desarrollo de habilidades tecnológicas, confirmando el impacto positivo que señala el enfoque STEAM cuando la tecnología se integra de forma activa con experiencias de aprendizaje, contribuyendo al fortalecimiento de la educación científica.

6.3.3.3 Competencias ingenieriles.

La figura 29 refleja un fortalecimiento de las habilidades ingenieriles, el mayor incremento se dio en el razonamiento con evidencia con un 30.9%, indicando que los estudiantes desarrollaron mayor capacidad en la toma de decisiones y soluciones a partir de los datos recolectados, elementos esenciales en el enfoque ingenieril, así mismo, el diseño experimental y el análisis de datos tuvieron un aumento del 23.8%, mostrando avances en la planificación, evaluación y estructuración de experimentos. El desempeño refleja que los estudiantes realizaron la sustentación de conclusiones a partir de los datos obtenidos en el proceso experimental, adicionalmente lograron planificar procedimientos, documentar etapas y examinar información para resolver los desafíos.

Figura 29

Aciertos en habilidades ingenieriles, pretest vs posttest



Nota. Elaboración propia, gráficos generados desde la plataforma de Looker Studio.

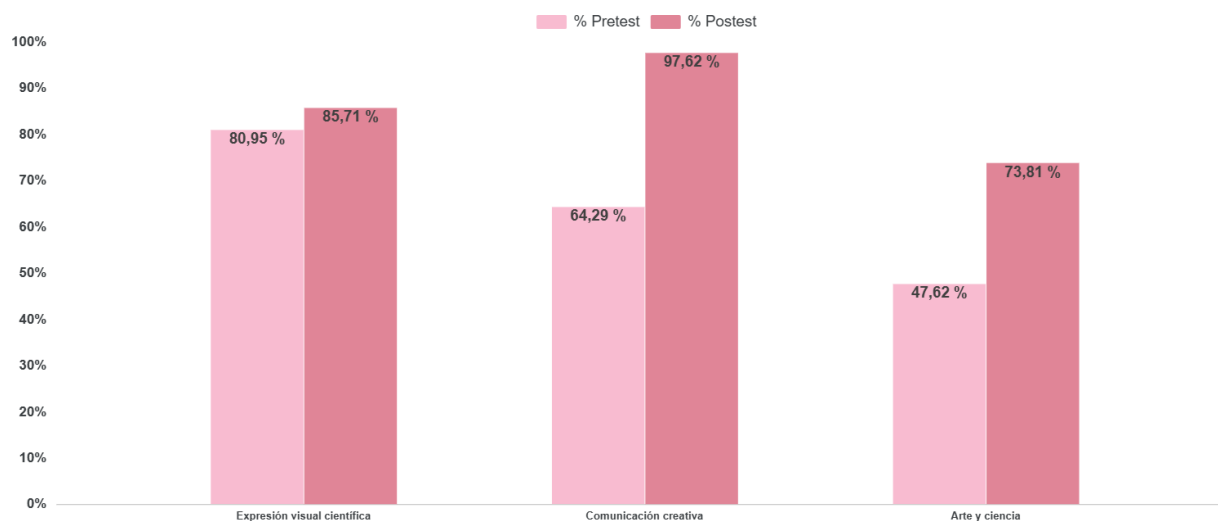
Estos hallazgos se relacionan con lo que plantea Botero, (2018) quien indica que el enfoque en ingeniería busca resolver problemas y encontrar la mejor solución para desarrollar, inventar e innovar, este enfoque de enseñanza en las ciencias se desarrolla a partir de las

prácticas que desarrollan como moldear, analizar, investigar, uso de las matemáticas y pensamiento computacional, diseñar soluciones y comunicar los resultados de forma argumentada, bajo esta perspectiva los altos porcentajes alcanzados evidencian que la experimentación realizada permitió a los estudiantes asumir un rol activo en su proceso de aprendizaje, adaptando un enfoque de diseño y mejora continua en el rol del proceso, se confirma que lograron utilizar la información experimental para validar hipótesis y ajustar las conclusiones, en coherencia con el ciclo del diseño.

Los resultados permiten la implementación del juego serio, enmarcado en la metodología STEAM, se fortaleció de forma efectiva las competencias de ingeniería al promover el diseño, experimentación y uso de evidencia en la toma de decisiones, esto confirma el valor pedagógico de este enfoque para desarrollar las habilidades ingenieriles, brindando experiencias que integra el análisis, diseño y argumentación como eje central del aprendizaje.

6.3.3.4 Competencias artísticas.

El área de artes mostro el mayor incremento particularmente en lo relacionado a habilidades creativas, la habilidad de comunicación creativa correspondió a un aumento del 33.3%, indicando un desarrollo de la capacidad de expresar ideas científicas en formatos creativos, la siguiente es la integración de arte y ciencia también evidencio un avance del 26.1%, reflejando una mejora en la capacidad de relacionar la expresión artística con la comprensión de fenómenos científicos, por otro lado la expresión visual científica mostro un incremento de 4.7%, sugiriendo un progreso más leve en la representación gráfica y visual.

Figura 30*Aciertos en habilidades artísticas, pretest vs posttest*

Nota. Elaboración propia, gráficos generados desde la plataforma de Looker Studio.

Estos resultados muestran que los estudiantes demostraron una notable capacidad de comunicar, representar ideas y procesos científicos por medio de recursos creativos, aunque hay niveles de desempeño moderados, requieren integrar el arte con el conocimiento científico de forma constante, esta información se relaciona con lo expuesto por Botero, (2018) quien indica que en la metodología STEAM, el arte potencia la creatividad, innovación, expresión y la comunicación, es fundamental en el desarrollo de soluciones originales y representar ideas de forma visual y significativa; sin embargo, se observa un progreso más limitado en lo relacionado a la representación de conceptos científicos, esto puede relacionarse a que el arte aún no se concibe como una fase fundamental en el proceso educativo, los estudiantes demuestran una menor familiaridad al vincular el proceso artístico con el pensamiento científico, sin embargo cuando el componente se ingresa de forma intencionada, este favorece la ampliación de los lenguajes comunicativos.

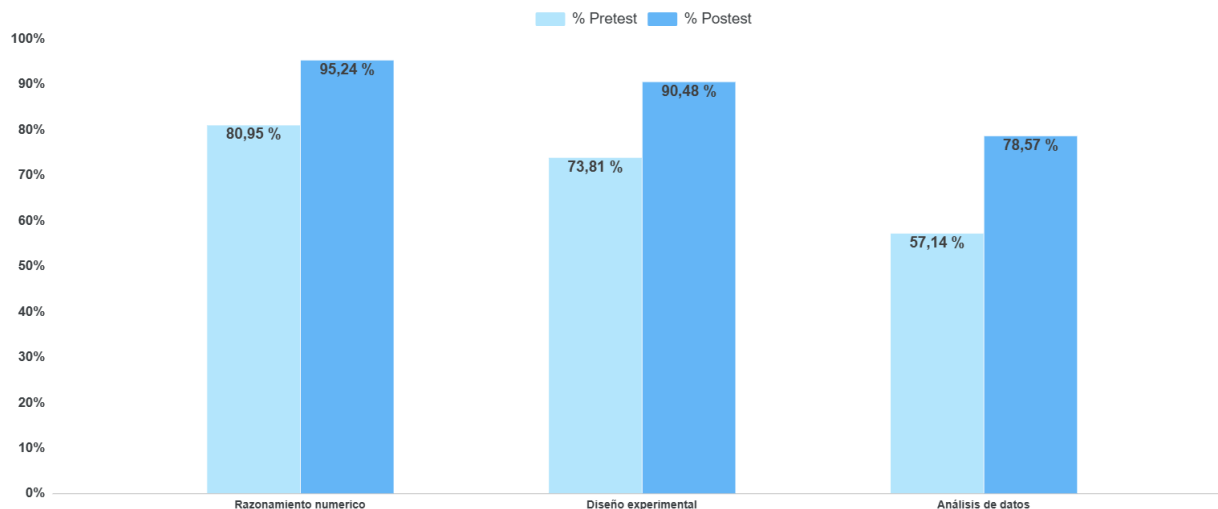
En resumen, los resultados permiten deducir que la intervención pedagógica permitió potenciar la creatividad y la expresión científica mediante el arte, aunque se identifica la necesidad de seguir fortaleciendo la integración del componente artístico como herramienta cognitiva y solo de expresión, consolidando su rol en el enfoque STEAM, como mediador entre la ciencia, creatividad e innovación.

6.3.3.5 Competencias matemáticas.

Las habilidades matemáticas presentaron un aumento favorable, especialmente en el uso de estas para interpretar y resolver situaciones de la experiencia pedagógica realizada, el mayor incremento se observó en la habilidad de análisis de datos con un 21.4%, lo que evidencia una mejora en el proceso de organización e interpretación de información cuantitativa; el diseño experimental tuvo una mejora del 16.6%, reflejando un avance en el uso de las matemáticas al planificar y diseñar experimentos, por último, el razonamiento numérico presentó un menor incremento del 14.2%, pero se mantuvo consolidando las habilidades previas. Estos resultados demuestran un fortalecimiento en el uso de conceptos numéricos, planificación y estructuración de experimentos, sin embargo, se necesita fortalecer la interpretación matemática, especialmente en aquella que se deriva de los experimentos.

Figura 31

Aciertos en habilidades matemáticas, pretest vs posttest



Nota. Elaboración propia, gráficos generados desde la plataforma de Looker Studio

Estos resultados concuerdan con los objetivos para el desarrollo de habilidades matemáticas según Botero, (2018) especialmente quien indica que los estudiantes deben expresar matemáticamente problemas de la vida diaria, también deben tener claro el rol de esta área en la cotidianidad; es indispensable tener un razonamiento abstracto y cuantitativo, con la posibilidad de construir argumentos y tener juicio de criterio sobre otros puntos de vista; adicionalmente, deben identificar patrones de cálculo y aplicación de métodos. El autor también indica que las matemáticas no deben enseñarse de forma aislada, deben ser integradas a situaciones donde se recolecten datos, se genere análisis, resolución de problemas y validación de resultados; en esta perspectiva, los altos índices que se visualizan en los resultados en habilidades de razonamiento numerico y diseño experimental evidencian que los estudiantes lograron aplicar las matematicas en el proceso, mientras que el analisis de datos tiene puntos de mejora, dando una oportunidad de aprendizaje en profundización de lectura, procesamiento e interpretacion numerica derivada de la experimentación.

Los resultados permiten evidenciar que la estrategia pedagógica, basada en el STEAM, fortaleció las habilidades matemáticas como herramientas para expresar y resolver problemas;

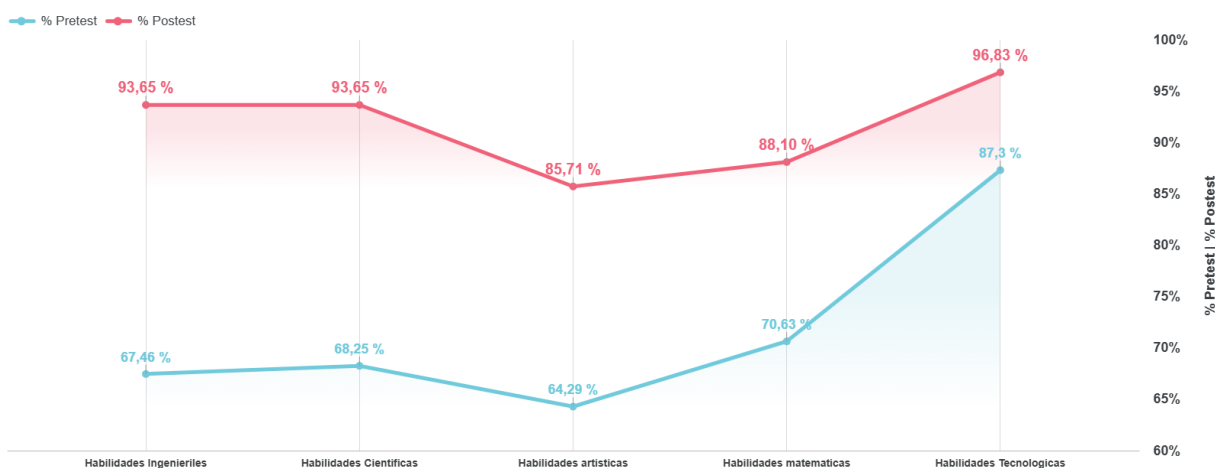
sin embargo, se resalta la importancia de continuar potenciando el análisis matemático de datos desde un proceso investigativo, de modo que los estudiantes no solo recolecten información, sino que tengan la capacidad de interpretarla y tomar decisiones en base a ella, confirmando el enfoque STEAM, en la promoción de un aprendizaje aplicado, analítico y significativo, donde el estudiante se apropie de su proceso y tenga un rol activo.

6.3.3.6 Análisis comparativo global.

La figura 32 evidencia un incremento global en todas las áreas evaluadas en la implantación del proyecto pedagógico, demostrando un impacto positivo en las habilidades evaluadas del STEAM, se observa que el progreso no fue homogéneo, lo que permite identificar fortalezas y debilidades en la implementación del proyecto. Dentro de las áreas con mayor desarrollo se encuentran las habilidades ingenieriles con un aumento del 26% y las científicas con el 25%, alcanzando un nivel de dominio alto en el postest, estos resultados evidencian que la estrategia fue altamente efectiva al promover el pensamiento crítico, diseño experimental y la resolución de problemas basados en evidencia, los cuales son ejes centrales en el STEAM orientándose a la indagación y experimentación, como lo indica Botero, (2018).

Figura 32

Grafica comparativa global por áreas STEAM



Nota. Elaboración propia, gráficos generados desde la plataforma de Looker Studio

Las habilidades tecnológicas, aunque solo registraron un aumento del 10%, partiendo de un nivel medio en el pretest, lograron establecerse en un nivel alto, lo cual indica que, aunque los estudiantes ya tenían competencias previas, la intervención pedagógica logro reforzar su uso y fue orientado en el uso de la tecnología no solo en un manejo instrumental, sino avanzar a una aplicación en términos académicos y científicos. Por otro lado, las habilidades matemáticas evidenciaron un alto progreso del 17%, aunque se mantuvo en un nivel medio de dominio, los resultados muestran un avance en el análisis e interpretación de datos, generando oportunidades de mejora para alcanzar un dominio matemático superior, aplicado en contextos científicos y experimentales.

Las habilidades artísticas presentaron un aumento del 21%, alcanzando un dominio medio, esta área fue la de menor consolidación; este resultado se relaciona al hecho de que el arte se visualiza como un componente secundario o decorativo, en entornos tradicionalistas de aprendizaje, más que una herramienta cognitiva en la construcción de conocimiento, dada la limitada integración pedagógica limita la conexión entre la creatividad, comunicación visual y las ciencias, pilares fundamentales en el enfoque STEAM.

En resumen, la diferencia entre el pretest y el posttest muestra que el proyecto pedagógico implementado, fortaleció especialmente el desarrollo de las habilidades científicas, ingenieriles, tecnológicas y de resolución de problemas, logrando de esta manera una transversalidad en las competencias STEAM; sin embargo, los resultados también indican que es necesario el fortalecimiento de los componentes artísticos y matemáticos, para lograr una integración equilibrada y robusta en todas las áreas que la integran.

7. Conclusiones

La implementación del juego serio como estrategia de aprendizaje logro promover el desarrollo de habilidades STEAM en los estudiantes del grado octavo cuatro, representado en los avances significativos en el aprendizaje conceptual, como en el fortalecimiento de las competencias, científicas, tecnológicas, matemáticas, artísticas y de ingeniería; el uso del juego transformo la dinámica tradicionalista de enseñanza y promovi6 una experiencia activa y motivadora, construyendo de esta manera en una comprensi6n profunda del proceso de germinaci6n y una participaci6n aut6noma por parte de los estudiantes, el proyecto demostr6 que los juegos serios son una innovaci6n pedag6gica que tiene el potencial de convertirse en una herramienta eficaz en el enriquecimiento del aprendizaje escolar, acercando a los estudiantes a las ciencias desde una perspectiva exploratoria y creativa.

El diagn6stico inicial en las habilidades STEAM fue un paso fundamental para orientar el dise1o del juego serio y su aplicaci6n dependiente de su acceso, permiti6 conocer que los estudiantes tenían dominios generales medios y bajos en las habilidades evaluadas, especialmente en áreas de ingeniería, artística y matemáticas. Ese análisis inicial fundamento la necesidad de fortalecer el razonamiento numérico, creativo, experimental y el análisis de datos, lo que fue insumo en la creaci6n de actividades intencionadas y adaptadas a las necesidades reales del grupo, el diagn6stico de la presente investigaci6n no solo justifico la pertinencia en la implementaci6n, tambi6n confirmo la importancia de evaluar los conocimientos previos, garantizando un dise1o y aplicaci6n pedag6gica coherente con el contexto.

En lo referente al dise1o del juego serio con base en los resultados obtenidos, este resulto ser innovador y pertinente dado su significado pedag6gico y didáctico, al integrar actividades centradas en la germinaci6n bajo el enfoque STEAM, juego permiti6 la combinaci6n de elementos narrativos, visuales e interactivos, con retos cognitivos y experimentales, lo que favoreci6 el desarrollo de habilidades en una experiencia lúdica e inmersiva; se evidencio de la

misma manera, que el diseño promovió aprendizajes significativos al combinar la teoría con la experimentación, potenciando el rol activo que el estudiante debe tener en una enseñanza constructivista, el juego ARVELAB se presenta como una alternativa educativa transformadora que demostró la importancia de innovar en la pedagogía tradicional y generar aprendizajes memorables.

Tras la implementación del juego serio el análisis de los resultados obtenidos, confirmo la efectividad en el fortalecimiento de las habilidades STEAM, especialmente en el área de ciencias e ingenieril, los cuales, alcanzaron un aumento del 25% y 26% respectivamente, evidenciando un impacto significativo en la toma de decisiones, razonamiento basado en evidencia y experimentación, también se observaron aumentos en el área artística del 21%, matemático del 17% y tecnológico del 10%, consolidando un aprendizaje integral en todas las áreas del conocimiento. Los estudiantes expresaron una alta motivación y valoración en el juego, en los cuales se destaca la narrativa, gráficos e interacción como los elementos más significativos. Sin embargo, aunque los resultados fueron positivos, se encontraron limitantes en el tiempo de aplicación y el hecho de que el componente artístico requiere mayor integración, para consolidarse como una herramienta cognitiva dentro del aprendizaje STEAM.

El presente proyecto evidencio que la educación tiene el poder de transformarse cuando se enseña desde el juego, creatividad y curiosidad, esta experiencia no solo fortaleció las habilidades STEAM, también despertó en los estudiantes el deseo de explorar, preguntar, opinar y aprender con un objetivo específico. La integración de la ciencia, tecnología, ingeniería, artes y matemática represento una experiencia única que permitió demostrar que el aprendizaje es significativo cuando el estudiante se convierte en un protagonista activo en su proceso, construyendo conocimiento desde la experimentación y como se integra con su realidad. Esta propuesta reafirma la necesidad de innovar en el aula, donde los docentes tenemos el poder de reinventar las practicas generando aprendizajes que acompañaran por

toda la vida a los estudiantes, inspirando a nuevas generaciones a amar la ciencia, aportar soluciones, puntos de vista y la gran motivación de transformar su entorno.

8. Impacto

El juego serio dentro del contexto educativo ha sido altamente significativo, ya que contribuyo con el fortalecimiento del aprendizaje de las ciencias naturales, mediante estrategias innovadoras basadas en el enfoque STEAM, la gamificación y el aprendizaje experimental, esta propuesta permitió transformar la enseñanza tradicional del proceso biológico como la germinación de la alverja como una experiencia de aprendizaje interactiva y dinámica donde los estudiantes tuvieron una participación activa dentro de la construcción de su conocimiento.

ARVELAB, se diseñó centrado en actividades experimentales y desafíos interactivos, favoreciendo la comprensión de los procesos biológicos, a través de las simulaciones, minijuegos y escenarios digitales, los estudiantes pudieron observar las diferentes etapas del crecimiento de una planta y analizar los factores ambientales que inciden en su proceso de crecimiento, promoviendo un aprendizaje significativo. Se resalta que la implementación del juego serio aumento la motivación, participación y disposición de los estudiantes hacia el aprendizaje de las ciencias naturales, además de fortalecer competencias como el pensamiento crítico, la resolución de problemas, trabajo colaborativo y la creatividad, competencias que se han vuelto fundamentales en los retos educativos del siglo XXI.

Finalmente, el proyecto presenta una estrategia pedagógica innovadora que puede ser implementada y adaptada en diferentes contextos educativos, contribuyendo al uso de metodologías activas en el aula y el aprovechamiento de las tecnologías como herramientas de transformación de la educación.

9. Proyecto de mejora

A partir de la implementación del juego serio ARVELAB, se identificó la necesidad de continuar fortaleciendo el uso de metodologías activas, como estrategia pedagógica para mejorar la experiencia de aprendizaje del estudiantado y aumentar el impacto en la enseñanza de las ciencias naturales, aunque la propuesta obtuvo resultados positivos en motivación, participación y comprensión de procesos biológicos, se evidencian diversas oportunidades de mejora relacionadas a la accesibilidad, adaptación y actualización de recursos digitales utilizados.

Como proyecto de mejora, se propone optimizar el juego mediante la incorporación de nuevos niveles, actividades experimentales y desafíos adaptados a diferentes ritmos y estilos de aprendizaje, permitiendo atender de forma inclusiva las diferentes necesidades de los estudiantes, fortaleciendo de esta manera diferentes conceptos biológicos y el desarrollo de competencias científicas y tecnológicas; así mismo se plantea mejorar la accesibilidad al juego y una actualización continua de los contenidos, recursos y dinámicas de gamificación, permitiendo mantener el interés y la motivación de los participantes.

Finalmente, se recomienda a los directivos docentes de la Institución Educativa Técnico Comercial “Sagrado Corazón de Jesús” replicar la experiencia pedagógica de ARVELAB “Misión Germina-Alverja” en otros espacios y grupos educativos, teniendo en cuenta los resultados obtenidos y las posibilidades de adaptación de estrategia. De esta manera ARVELAB puede consolidarse como una herramienta educativa que fortalezca las metodologías activas para la enseñanza de las ciencias naturales, promoviendo así un aprendizaje significativo, fortalecimiento del pensamiento crítico, la experimentación y la conciencia ambiental en los estudiantes.

Referencias

Alvia, M., Macías, E., Olvera, J., & Tuarez, M. (2022). Factores que limitan el desarrollo de habilidades digitales en estudiantes y su efecto en la preparación para un futuro digital: caso de cinco instituciones de la Provincia de Los Ríos. *Revista Científica Multidisciplinaria*, 33-35.
doi:<https://doi.org/10.69516/zmd7wf57>

Aparicio, O., & Ostos, O. (2018). El constructivismo y el construccionismo. *evista Interamericana De Investigación Educación Y Pedagogía RIIEP*, 11(2), 115-120.
doi:<https://doi.org/10.15332/s1657-107X.2018.0002.05>

Araya, V., Alfaro, M., & Andonegui, M. (2007). Constructivismo: Origenes y Perspectivas. *Laurus Revista de educación*, 76-92.

Asamblea Nacional Constituyente. (1991). *Constitución Política de Colombia*. Bogotá D.C: Asamblea Nacional Constituyente.

Ausubel, D. (1963). *Aprendizaje significativo: un concepto subyacente*. New York: Grune.

Azcon Bieto, J., & Talón, M. (2013). *Fundamentos de fisiología vegetal*. Aravaca, Madrid: Mc Graw Hill.

Barrera, M., Lopez, S., & Morales, S. (2013). El proceso de Germinación: modelos expresados por estudiantes de basica primaria. (*Tesis pregrado*). Universidad de Antioquia, Facultad de educación, Medellín. Obtenido de <https://bibliotecadigital.udea.edu.co/entities/publication/2044cc65-2887-40d5-8e42-2957081b1712>

Barrios, U., Cama, D., Arrabal, F., Martínez, J., Monsalvo, J., Hernández, A., & Cama, A. (2023). Panorama de las Comunicaciones Móviles en Colombia e Introducción al 5G. *Sensores*, 23 (3), 1-26. doi:<https://doi.org/10.3390/s23031126>

Bates, T. (2015). *La enseñanza en la era digital Una guía para la enseñanza y el aprendizaje*. Buenos aires: Pressbooks de Tony Bates Associates Ltd.

Beers, S. (2011). 21st Century Skills: Preparing Students for THEIR Future. *21 st Century Skills*, 1-6. Obtenido de https://www.yinghuaacademy.org/wp-content/uploads/2014/10/21st_century_skills.pdf

Bellotti, F., De gloria, A., & Berta , R. (2014). Serious Games for education and training. *International Journal of Serious Games* 1(1). doi:10.17083/ijsg.v1i1.11

Beltrán, R. (2023). Brecha digital después de la pandemia. Indicadores de inclusión digital en el sector educativo. *Revista Innova Educación*, 29-44. doi:<https://doi.org/10.35622/j.rie.2023.02.002>

Benitez, L. (2024). Germinación en plantas : una profundización teórica y experimental sobre el crecimiento y desarrollo vinculado a condiciones diversas de temperatura y agua en *Phaseolus vulgaris* (frijol). (*Trabajo de grado Magister*). Universidad Pedagógica Nacional, Bogotá D.C.

Botero, J. (2018). *Introduccion a una nueva forma de enseñar y aprender. Educación STEAM*. Bogotá D.C.: STEAM education Colombia.

Buelvas, L., Aguilar, H., Zabala, C., & Roys, N. (2017). Las TIC: estrategia para el fortalecimiento de la comprensión e interpretación textual. *Revista Encuentros*, Vol. 15-02, 175-188. Obtenido de <http://www.scielo.org.co/pdf/encu/v15n2/1692-5858-encu-15-02-00175.pdf>

Busquets, T., Silva, M., & Larrosa, P. (2016). Reflexiones sobre el aprendizaje de las Ciencias Naturales. *Estudios pedagogicos Vol 42 No especial Valdivia* , 117 - 135.

Carrillo, M., Padilla, J., Rosero, T., & Villagomez, M. (2009). La motivación y el aprendizaje. *ALTERIDAD. Revista de Educación*, vol. 4, núm. 2, 20-32. Obtenido de <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=467746249004>

CEIPA. (24 de Diciembre de 2023). *La educación colombiana en 2024: ¿Cuáles son los principales desafíos?* Obtenido de CEIPA: <https://ceipa.edu.co/novedades/principales-desafios-educacion-colombiana-2024/>

Checa, E., Ruiz, M., & Muriel, J. (2021). *La arveja Investigación y Tecnología en el Sur de Colombia*. Nariño: Editorial universidad de Nariño. Obtenido de <https://sired.udenar.edu.co/7303/1/LIBRO%20ARVEJA%202022.pdf>

Colombia Aprende. (s.f.). *Stem Colombia*. Recuperado el 03 de Marzo de 2025, de Enfoque educativo STEM+ para Colombia: <https://www.colombiaaprende.edu.co/contenidos/coleccion/stemColombia>

Congreso de la República de Colombia . (2019). *Ley 1978*. Congreso de la República de Colombia .

Congreso de la República de Colombia. (1994). *Ley 115*. Congreso de la República de Colombia.

Da Silva, A., Cargnin, C., Corci, M., Peres, F., Da Silva, R., & Altoé, P. (2015). GERMINAÇÃO DE SEMENTES - UM TRABALHO INTERDISCIPLINAR NO ENSINO MÉDIO. *Ensino, Saúde e Ambiente V8 (2)*, 93-110.

Departamento Administrativo Nacional de Estadística. (2023). *Indicadores básicos de tenencia y uso de Tecnologías de la información y las Comunicaciones – TIC en hogares y personas de 5 y más años de edad Departamental*. Bogotá D.C: DANE.

Deterding, S., Dixon, D., Khaled, R., & Nacke, L. (2011). From Game Design Elements to Gamefulness: Defining Gamification. *Conference: Proceedings of the 15th International Academic MindTrek*. doi:10.1145/2181037.2181040

Dewdney, F., & Salazar, L. (2024). *Un estudio de caso sobre los factores que influyen en el desuso de herramientas tecnológicas en docentes de primaria de la IE San Joaquín, sede El Paraíso*. Bogotá D.C: [Tesis de maestría, Universidad El Bosque]. Obtenido de Repositorio Institucional Unibosque
<https://repositorio.unbosque.edu.co/server/api/core/bitstreams/51245543-f0ec-4a34-9863-ce9935d3082f/content>

Díaz, A. (2007). *Didáctica y Curriculum*. Ciudad de México: Paidós.

Diego, F. (2004). El método científico como recurso pedagógico en el bachillerato: haciendo ciencia en clase de biología. *Pulso*, N.27, ISSN 1577-0338, 111-118. Obtenido de <https://revistas.cardenalcisneros.es/article/view/4919/5109>

El tiempo. (09 de Sep de 2021). Claves en el escándalo del billonario contrato de MINCTIC. *Claves en el escándalo del billonario contrato de MINCTIC*, págs.
<https://www.eltiempo.com/tecnosfera/novedades-tecnologia/caso-mintic-claves-del-escandalo-del-contrato-de-centros-poblados-616800>.

Escontrela Mao, R., & Stojanovic Casas, L. (2004). La integración de las TIC en la educación: Apuntes para un modelo pedagógico pertinente. *Revista de Pedagogía*, 25(74), 481 - 502.

Estigarribia, O., Le Gall, L., & Morenate, R. (2025). Tecnología, equidad y aprendizaje: un análisis de la inclusión y exclusión educativa en la enseñanza universitaria mediada por TIC. *Revista de Educación. Vol N°35.1*, 47-74. Obtenido de https://fh.mdp.edu.ar/revistas/index.php/r_educ/article/view/8810/8992

Flórez Ochoa, R. (2005). *Pedagogía del Conocimiento*. Bogotá, Colombia: Mc Graw Hill.

Fombella, J. (2018). Ventajas y amenazas del uso de las TIC en el ámbito educativo. *Debates y practicas en educación ISSN-e 2529-8879 N2*, 30-49. Obtenido de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6664959>

Fullan, M. (2002). Los directores como líderes en una cultura de cambio, liderazgo educativo. *Liderazgo educativo V.59 No.8*, 16-20. Obtenido de http://www.michaelfullan.ca/Articles_02/03_02.htm

García, L. (2025). *Arvelab [Recurso interactivo]*. Obtenido de Genially: <https://view.genially.com/68697c5db83e93339abcc6ba/interactive-content-arvelab>

García, O., & Galindo, E. (2024). *Aprendizaje Basado en Proyectos*. Madrid, España: Editorial Akal.

García, O., Raposo, M., & Martínez, E. (2023). El enfoque educativo STEAM: una revisión de la literatura. *Complutense de Educación Vol34 N1*, 191-202.

Gee, P. (2003). *What Video Games Have to Teach Us About Learning and Literacy*. New York: Palgrave Macmillan. Obtenido de <https://blog.ufes.br/kyriafinardi/files/2017/10/What-Video-Games-Have-to-Teach-us-About-Learning-and-Literacy-2003.-ilovepdf-compressed.pdf>

Gobierno Nacional de Colombia. (2023). *Estrategia Nacional Digital de Colombia*. Bogotá D.C: Gobierno del Cambio.

Godino, J., Batanero, C., & Font, V. (2007). Un enfoque ontosemiótico del conocimiento y la instrucción matemática. *Revista Latinoamericana de Investigación en Matemática Educativa (RELIME)*, 10(2), 47-78. Obtenido de https://die.udistrital.edu.co/sites/default/files/doctorado_ud/publicaciones/parte_i_un_enfoque_ontosemiotico_del_conocimiento_y_instruccion_matematica.pdf

Gredler, M. (2004). Games and simulations and their relationships to learning. *Handbook of Research on Educational Communications and Technology*, 571-581. Obtenido de https://www.academia.edu/99867658/Games_and_Simulations_and_Their_Relationships_to_Learning

Harlen, W. (2015). *Trabajando con las Grandes Ideas de la Educación en Ciencias*. Italia: La Red Global de Academias de Ciencia (IAP) ISBN 9788894078435. Obtenido de <https://www.interacademies.org/sites/default/files/2020-05/Working%20with%20Big%20Ideas%20of%20Science%20Education%20%28Spanish%20version%29.pdf>

Hartmann, H., Kester, D., Davies, F., & Geneve, R. (2014). *Principles and Practices*. United States of America: Pearson. Obtenido de https://api.pageplace.de/preview/DT0400.9781292034133_A24589361/preview-9781292034133_A24589361.pdf

Hernandez, R., Collado, C., & Baptista, M. (2014). *Metodología de la investigación* (Sexta ed.). Mexico D.F.: Mc Graw Hill.

Hofstein, A., & Luneta, V. (2023). El laboratorio en la enseñanza de las ciencias: fundamentos para el siglo XXI. *Wiley Periodicals, Inc. Vol. 88 No. 1*, 201-217. doi:<https://doi.org/10.1002/sce.10106>

Instituto Nacional de Tecnologías Educativas y de Formación del Profesorado (INTEF). (Septiembre de 2021). *Tecnología educativa en China*. Obtenido de Tecnología educativa en China: chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://intef.es/wp-content/uploads/2021/11/2021_06_EdTech-China_INTEF-_def.pdf

Joolingen, W. (1998). Aprendizaje por descubrimiento científico con simulaciones por computadora de dominios conceptuales. *Revista de Investigación Educativa* 68 (2), 531-558. Obtenido de https://www.researchgate.net/publication/32231113_Scientific_Discovery_Learning_With_Computer_Simulations_of_Conceptual_Domains

Kolb, A., & Kolb, D. (2017). La Teoría del Aprendizaje Experimental como Guía para Educadores Experimentales en Educación Superior. *NSU Florida Vol. 1 No.1*, 7-44.

Lafrancesco, G. (2005). *Didáctica de la biología Aportes a su desarrollo*. Bogotá: Magisterio.

Leon, C. (2020). La enseñanza: un análisis de las ideas de *bildsamkeit* (formabilidad) en Kant y Herbart. *Educación y pensamiento contemporáneo práctica, experiencia y educación*, 305-324. Obtenido de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8679941>

Lopez, H. (2020). El conocimiento escolar sobre la germinación de una planta nativa (*Hesperomeles goudotiana*) con estudiantes del colegio rural multigrado Las Mercedes. (*Trabajo de grado Maestría*). Universidad Pedagógica Nacional, Bogotá.

Macias, C. (2014). *La experimentación mental en la formación de maestros de ciencias : una alternativa para la enseñanza de la física moderna en la escuela*. Medellín: Universidad de Antioquia, Tesis de pregrado. Obtenido de <http://hdl.handle.net/10495/22869>

Marcano, B. (2008). Juegos serios y entrenamiento en la sociedad digital. *Revista Electrónica Teoría de la Educación Vol9 N3*, 93-107. Obtenido de <https://www.redalyc.org/pdf/2010/201017343006.pdf>

Martinez, F. (2012). La evaluación formativa del aprendizaje en el aula en la bibliografía en inglés y francés. *Revista Mexicana de Investigación Educativa*, vol. 17, núm. 54(1405-6666), 849-875. Obtenido de <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=14023127008>

Mayorga, M., & al, E. (2024). Estudio sobre la implementación de metodologías activas en la educación superior: beneficios y desafíos. *Digital Publisher Vol9 N4 ISSN 2588-0705*, 96-208. doi:<http://doi.org/10.33386/593dp.2024.4-1.2739>

Michael, D., & Sande, C. (2006). *Serious Games: Games that Educate, Train, and Inform*. Thomson Course Technology. Boston MA: Thomson Course technology.

Ministerio de Educación Nacional. (2004). *Estándares básicos de competencias en Ciencias Naturales y Ciencias Sociales*. Bogotá D.C: MEN. Obtenido de https://www.mineducacion.gov.co/1780/articles-81033_archivo_pdf.pdf

Ministerio de Educación Nacional. (2022). *Orientaciones Curriculares para el Área de Tecnología e informática en educación básica y media*. Ministerio de educación Nacional. Obtenido de https://www.colombiaaprende.edu.co/sites/default/files/files_public/2022-11/Orientaciones_Curriculares_Tecnologia.pdf

Ministerio de las TIC. (Octubre de 2024). *Índice de Brecha Digital 2023*. Obtenido de Índice de brecha digital - Resultados 2023: https://colombiatic.mintic.gov.co/679/articles-396961_recurso_3.pdf

Ministerio de las TIC. (Febrero de 2025). *Boletín trimestral del sector TIC - Cifras tercer trimestre de 2024*. Obtenido de https://colombiatic.mintic.gov.co/679/articles-399974_archivo_pdf.pdf

Mira, D., & Ortega, F. (2016). Modelos conceptuales sobre germinación de semillas: el caso de dos estudiantes de quinto grado de educación básica primaria. *Revista Tecné, Episteme y Didaxis: TED*, 999-1007. Obtenido de <https://revistas.upn.edu.co/index.php/TED/article/view/4845/3976>

Morales, N. (2022). Estudio de los procesos y condiciones en la germinación de la semilla de frijol (*Phaseolus vulgaris*) y su aporte para la enseñanza de la biología en la educación básica" se centra en una profundización epistemológica, disciplinar y pedagógica de la germin. (*Trabajo de grado Maestría*). Universidad Pedagógica Nacional, Bogotá D.C.

Moreira, A. (2019). El aprendizaje significativo. *Instituto de Física, UFRGS*, 1-40. Obtenido de https://www.if.ufrgs.br/public/tapf/tapf_v30n3.pdf

Oliva, J., & Acevedo, J. (2005). La enseñanza de las ciencias en Primaria y Secundaria hoy. Algunas propuestas de futuro. *Revista Eureka sobre la enseñanza y divulgación de las ciencias Vol 2 N 2*, 241-250.

Paez, T., Aguilera, D., Peralez, F., & Vilchez, J. (2019). ¿De qué hablamos cuando hablamos de Educación STEM? Una revisión de la literatura. *Revista WILEY Science Education Vol103 N4*, 799-822. doi:10.1002/sce.21522

Papalia, D., Feldman, R., & Martorell, G. (2012). *Desarrollo Humano*. Mexico D.F: McGraw Hill Education. Obtenido de <https://psicologoseducativosgeneracion20172021.wordpress.com/wp-content/uploads/2017/08/papalia-feldman-desarrollo-humano-12a-ed2.pdf>

Pérez, A. (2017). Metodologías activas y evaluación formativa. *Infancia, Educación y Aprendizaje (IEYA) Vol3 N2 ISSN: 0719-6202*, 801-807. Obtenido de <https://www.researchgate.net/publication/318416782>

Pluralidad. (23 de 11 de 2024). Nuevo escándalo de Iván Duque: MinTIC investiga fallas en 30.000 computadores. *Nuevo escándalo de Iván Duque: MinTIC investiga fallas en 30.000 computadores*, págs. <https://pluralidadz.com/politica/nuevo-escandalo-de-ivan-duque-mintic-investiga-fallas-en-30-000-computadores/>.

Prensky, M. (2011). *Enseñar a Nativos Digitales*. Mexico D.F: SM Ediciones.

R. Perez, D., Soto, A., & J. Lagos, L. (2021). Reflexiones y propuestas para la enseñanza de la germinación de especies de zonas áridas y semiáridas en el sistema educativo formal. *Latin American Journal Multequina 30 (V2)*, 61 - 71.

Ramon F, F. (2006). El reto de la educación del siglo XXI: la generación N. *Apertura*, 71-85.

Raven, P., Evert , R., & Eichhorn, S. (2005). *Biología de las plantas 7 ed.* Barcelona, España: Editorial Reverte S.A.

Rico, F., & Gil, F. (2003). Concepciones y creencias del profesorado de Secundaria sobre enseñanza y aprendizaje de las matemáticas. Enseñanza De Las Ciencias. *Revista De investigación Y Experiencias didácticas*, 21(1), 27-47.
doi:<https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.3940>

Romero, p. (2013). El juego en el desarrollo de procesos del pensamiento creativo. *Revista Internacional Magisterio Vol61*, 38-43.

Ryan, R., & Deci, E. (2000). Self-Determination Theory and the Facilitation of Intrinsic Motivation, Social Development, and Well-Being. *American Psychologist Vol.55 N1*, 68-78.

Obtenido de https://www.researchgate.net/publication/11946306_Self-Determination_Theory_and_the_Facilitation_of_Intrinsic_Motivation_Social_Development_and_Well-Being

Salinas, J. (2004). Innovación docente y el uso de las TIC en la enseñanza universitaria. *Revista Universidad y Sociedad del Conocimiento Vol1 N1 ISSN 1698-580X*, 1-16.

Salinas, J. (2008). Innovación educativa y el uso de las TIC. *Innovación educativa y el uso de las TIC*, 15-26.

Sampieri, R., & Mendoza, P. (2018). *Metodología de la investigación: Las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta (6.ª ed.)*. McGraw-Hill Education.

Sanchez, L. (2019). La educación STEAM y la cultura maker. *Padres y maestros Vol45 N 379*, 45-51. doi: 10.14422/pym.i379.y2019.008

Sbarbati, N. (2015). Educación en ciencias basada en la indagación. *Revista Iberoamericana de ciencia, tecnología y sociedad Vol. 10 N 28*, 1-10.

Serón, F. (2019). Arte, ciencia, tecnología y sociedad. Un enfoque para la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias en un contexto artístico. *Revista Iberoamericana de Ciencia, Tecnología y Sociedad - CTS, vol. 14, núm. 40*, 197-224. Obtenido de <https://www.redalyc.org/journal/924/92459230007/html/>

Smaldino, S., Lowther, D., & Mims, C. (2019). *Instructional Technology and Media for Learning*. Pearson.

Soares, J., Teixeira, C., & Avendaño, C. (2023). La importancia de utilizar metodologías activas en las clases de ciencias de la educación fundamental. *Cuadernos de educación y desarrollo V15 N 11 ISSN: 1989 - 4155*, 13936 - 13981.

Stover, J., Bruno, F., Uriel, F., & Fernández, L. (2017). Teoría de la Autodeterminación: una revisión teórica. *Perspectivas en Psicología: Revista de Psicología y Ciencias Afines* Vol. 14 N 2, 105-115. Obtenido de <https://www.redalyc.org/pdf/4835/483555396010.pdf>

Sunkel , G., Trucco, D., & Espejo, A. (2013). *La integración de las tecnologías digitales en las escuelas de América Latina y el Caribe Una mirada multidimensional* . Santiago de Chile: Cepal; Naciones Unidas.

Teixes, F. (2015). *Gamificación Motivar jugando*. Barcelona: Editorial UOC.

Torres, G., & Et al. (2009). Adición de hidrogeles al suelo para germinación y cultivo de Lactuca sativavarietal Green Forest. *Reultados de investigación ISSN 2027-0291 Vol 2 No. 5*, 7-20. Obtenido de https://www.researchgate.net/publication/318504733_Adicion_de_hidrogeles_al_suelo_para_germinacion_y_cultivo_de_Lactuca_sativa_variedad_Green_Forest

Trejo, L et al. (2014). Retos y desafíos de las TIC y la innovación educativa. *Revista Científica pedagógica* Vol 4 N 18, 130-143. Obtenido de <https://www.redalyc.org/pdf/4780/478047204011.pdf>

Valcárcel, A. (2002). Tecnología educativa Características y evolución de una disciplina. *Revista educación y pedagogía* Vol 14 N 33, 65-87. Obtenido de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7679906>

Vasco, C. (1998). *Constructivismo en el aula: ilusiones o realidades?* Bogotá D.C: Universidad Javeriana.

Villar, R. (2010). El programa de escuela nueva en Colombia. *Revista de educación y pedagogía* Nos. 14 y 15, 357-382. Obtenido de Recuperado de <https://revistas.udea.edu.co/index.php/revistaeyp/article/view/5596>

Yakman, G. (2008). Educación STEAM: una visión integral de la creación de u modelo de educación integradora. *Currículo e instrucción: ISTEAM, Universidad politécnica y estatal de Virginia*, 1-28. Obtenido de https://www.researchgate.net/publication/327351326_STEAM_Education_an_overview_of_creating_a_model_of_integrative_education

Zichermann, G., & Cunningham, C. (2011). *Gamificación by design: Implementing Game Mechanics in Web and Mobile Apps*. Canada: O'reilly media Inc.

Zubiria, J. (2021). *De la escuela nueva al constructivismo*. Bogotá D.C: Magisterio.

Anexo 1: Cuestionario de acceso tecnológico

Esta encuesta tiene como objetivo identificar el nivel de acceso a dispositivos tecnológicos y conectividad de los estudiantes del grado octavo cuatro de la Institución Educativa Técnico Comercial “Sagrado Corazón de Jesús” para planificar de forma adecuada las actividades del proyecto STEAM.

1. Nombre completo:

2. ¿Tienes acceso a un computador en casa para realizar actividades escolares?

- ☐ Sí, de uso personal
- ☐ Sí, pero compartido con mi familia
- ☐ No

3. ¿Tienes acceso a un dispositivo móvil (celular o Tablet) para actividades escolares?

- ☐ Sí, de uso personal
- ☐ Sí, pero compartido con mi familia
- ☐ No

4. ¿Tienes acceso a internet en tu casa?

- ☐ Sí, todo el tiempo
- ☐ Sí, pero con limitaciones de tiempo o datos
- ☐ No

5. ¿Dónde te conectas con mayor frecuencia para realizar actividades escolares?

- ☐ En mi casa con internet propio
- ☐ En casa de un familiar o vecino
- ☐ En un café internet
- ☐ En la institución educativa

Otro: _____

6. ¿Con qué frecuencia puedes usar internet para actividades escolares?

- ☐ Todos los días
- ☐ Varias veces a la semana
- ☐ Una vez a la semana
- ☐ Casi nunca

7. ¿Utilizas con frecuencia herramientas digitales (Word, Excel, Canva, simuladores, juegos educativos, etc.) para estudiar?

- ☐ Sí, frecuentemente
- ☐ Casi siempre
- ☐ Casi nunca
- ☐ Nunca

Anexo 2: Encuesta Pre test: Diagnóstico de Competencias STEAM

Este cuestionario busca conocer tus conocimientos, habilidades y actitudes frente a las ciencias, la tecnología y el proceso de germinación de plantas.

Sección 1: Datos Generales

1. Nombre completo: _____
 2. ¿Qué edad tienes? _____
 3. ¿Cuál es tu género?
☐ Femenino ☐ Masculino
-

CIENCIA – Germinación y ciclo de vida de las plantas

4. ¿Cuál es el factor más determinante para que una semilla inicie su proceso de germinación?

- ☐ La luz solar directa
- ☐ La disponibilidad de agua y temperatura adecuada
- ☐ La presencia de fertilizantes
- ☐ El tamaño de la semilla

5. ¿Qué estructura vegetal emerge primero durante la germinación?

- ☐ El tallo
- ☐ La raíz
- ☐ Las hojas
- ☐ La flor

6. ¿Cuál de las siguientes afirmaciones es verdadera respecto al proceso de germinación?

- ☐ Solo las semillas grandes germinan rápido
 - ☐ La germinación depende de factores internos y externos
 - ☐ Todas las semillas necesitan tierra para germinar
 - ☐ La luz es indispensable desde el primer día
-

TECNOLOGÍA – Uso de herramientas digitales

7. ¿Qué tecnologías has usado para apoyar un experimento escolar?

- ☐ Microscopio digital, cámara
- ☐ Computador
- ☐ Calculadora o cronómetro
- ☐ No he usado tecnología en experimentos

8. ¿Qué herramienta usarías para documentar y analizar el crecimiento de una planta?

- ☐ Bitácora escrita manual
- ☐ Tabla en Excel
- ☐ Fotografías diarias
- ☐ Todas las anteriores

9. **¿Qué nivel de familiaridad tienes con el uso de tecnología en actividades de ciencia?**

Alto

☐ Medio

☐ Nulo

INGENIERÍA – Diseño de experimentos

10. **Si quieres comparar la germinación de semillas bajo distintas temperaturas, ¿cuál sería el diseño más adecuado?**

☐ Sembrar semillas sin controlar variables

☐ Usar grupos de semillas con temperaturas distintas, pero controlando todo lo demás

☐ Cambiar las semillas si no germinan

☐ Medir solo al final sin tomar registros

11. **Si durante el experimento una semilla no muestra cambios, ¿qué harías?**

☐ Cambiarla por otra nueva

☐ Eliminarla del experimento

☐ Registrar la anomalía y continuar con la observación

☐ Ignorarla

ARTE – Expresión visual del conocimiento

1. **¿De qué forma prefieres representar el ciclo de vida de una planta? (opción múltiple)**

☐ A través de esquemas o dibujos

☐ Mediante un video animado o cómic

☐ Con una maqueta o arte visual

☐ Prefiero explicarlo verbalmente o por escrito

2. **¿Te gusta el uso del arte para comunicar ciencia?**

☐ Es fundamental, facilita la comprensión

☐ Es útil, aunque no siempre lo uso

☐ Es decorativo, no necesario

☐ No es relevante

MATEMÁTICAS – Análisis de datos

1. **Una planta crece 2,5 cm por día. ¿Cuánto medirá al cabo de una semana si el crecimiento es constante?**

☐ 14 cm

☐ 17,5 cm

☐ 21 cm

☐ 10 cm

2. **¿Qué tipo de gráfico usarías para representar el crecimiento diario de una planta?**

☐ Tabla de frecuencias

☐ Diagrama de barras o gráfico lineal

☐ Diagrama de Venn

☐ Mapa conceptual

3. Si dos grupos de plantas reciben diferentes cantidades de agua y uno crece más, ¿qué deberías hacer?

- ☐ Repetir el experimento con más control
- ☐ Concluir que el agua no importa
- ☐ Eliminar el grupo que creció menos
- ☐ Sacar una foto y no registrar más

Anexo 3: Consentimiento Informado

Universidad Santo Tomás Licenciatura en Biología

Los abajo firmantes, en calidad de tutores legales de un(a) menor de edad, estudiante de la Institución Educativa Técnico Comercial Sagrado Corazón de Jesús, manifestamos que a través de este consentimiento informado damos autorización a nuestro(a) hijo(a) para participar en el proyecto de investigación **“Aplicación de un juego serio en el desarrollo de habilidades STEAM a partir del estudio de la germinación de arvejas (*Pisum sativum*) en estudiantes de grado octavo de la Institución Educativa Técnico Comercial Sagrado Corazón de Jesús”**, avalado por la Universidad Santo Tomás.

El proyecto tiene como propósito principal fortalecer la comprensión de procesos biológicos, el pensamiento científico y la capacidad de análisis crítico del entorno, mediante el uso de un juego serio que integra enfoques de Ciencia, Tecnología, Ingeniería, Arte y Matemáticas (STEAM).

Autorizo a la entidad ejecutora del proyecto para las siguientes actividades:

☐ **Recolección de datos** a partir de cuestionarios realizados de forma completamente anónima y confidencial.

☐ **Participación en actividades educativas** asociadas al proyecto, desarrolladas dentro de las instalaciones de la Institución Educativa Técnico Comercial Sagrado Corazón de Jesús.

☐ **Recopilación de imágenes y material audiovisual** de carácter académico, así como fotografías de las actividades desarrolladas durante la investigación.

☐ **Divulgación de resultados** del proyecto de investigación con fines académicos y pedagógicos, en publicaciones o presentaciones, garantizando el respeto y la confidencialidad de los datos de los estudiantes.

La participación de nuestro hijo(a) es voluntaria. En caso de no participar, ello no generará repercusiones ni consecuencias negativas de carácter académico o social. Esta autorización se otorga con carácter gratuito, sin que implique compensación material o económica. Reconozco que los fines de la investigación son exclusivamente académicos, científicos y culturales.

Con mi firma acepto las condiciones anteriormente expuestas en el presente documento, en la ciudad de _____, el día _____ del mes de _____ del 2025.

Nombre: _____

Firma: _____

Cédula: _____