UNIVERSIDAD NACIONAL DE EDUCACIÓN

Carrera de

Educación en Ciencias Experimentales

Prototipo de holograma en el proceso de aprendizaje de Biología para estudiantes de segundo BGU de la Unidad Educativa Juan Bautista Vázquez

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

Autor

Anabel del Cisne Luna Quito

Autor

Melissa Karen Villa Domínguez

Tutor

Mgtr. Jeferson Dario Crespo Asqui

Cotutor

Mgtr. Germán Wilfrido Panamá Criollo

Azogues - Ecuador

Febrero, 2025

TODA LA INFORMACIÓN EXPRESA EN EL PRESENTE TRABAJO DE TITULACIÓN ES DE ABSOLUTA RESPONSABILIDAD DEL AUTOR Y TUTOR Y SE ENCUENTRA DEBIDAMENTE AUTORIZADA PARA SU CORRESPONDIENTE PUBLICACIÓN

Agradecimientos y/o dedicatorias

Primeramente, agradezco a Dios por haberme brindado la sabiduría y fortaleza necesaria para culminar esta etapa tan importante de mi vida. Gracias por haber puesto en mi camino a las personas correctas aquellas que fueron guía y apoyo durante esta travesía.

Dedico este alcance con todo mi amor a mi hijo Sebastián, quien ha sido mi mayor inspiración y mi motor para seguir adelante. Su existencia me impulsó a esforzarme cada día con la firme convicción de alcanzar mis metas y hoy puedo ver que cada esfuerzo, cada desvelo y cada sacrificio ha valido la pena por él.

A mis padres, Jorge y Patricia quienes con su apoyo, amor incondicional y sabios consejos me han acompañado en cada etapa de mi formación. Gracias por confiar en mí y nunca dudar de mis capacidades. A mis hermanas Belén y Estefanía, a mi hermano Martín por su compañía y apoyo incondicional, su cariño y presencia fueron un gran aliento en mi carrera.

Así mismo, agradezco a mi tutor Jeferson Crespo y cotutor Germán Panamá por su paciencia, tiempo y apoyo profesional que fue un pilar fundamental en la elaboración de este trabajo. A mi amiga y compañera de tesis Melissa, por su amistad, comprensión y apoyo incondicional. Sin su colaboración y esfuerzo conjunto, este trabajo no habría sido posible. Gracias por compartir conmigo esta experiencia llena de aprendizajes y momentos inolvidables.

Finalmente, mi gratitud a todos los docentes de la Universidad Nacional de Educación UNAE y de la Universidad Regional Amazónica Ikiam, por los valiosos conocimientos y experiencias compartidas. Su enseñanza ha contribuido a mi desarrollo como profesional y docente.

Con gratitud y respeto

Anabel Luna

Agradecimiento/Dedicatoria

Agradezco a Dios por haberme acompañado en este camino, dándome la fortaleza y la sabiduría necesarias para afrontar cada reto y alcanzar esta meta. Su guía y su luz fueron mi mayor sostén a lo largo de esta etapa.

Dedico este logro a mi madre, Martha, quien con su amor, apoyo incondicional y sabios consejos ha sido el pilar más importante de mi vida. Su ejemplo de esfuerzo y dedicación me inspiró a superar cada obstáculo, y su fe en mí me impulsó a seguir adelante.

A mis hermanos, David y Nicolás, quienes con su compañía y palabras de aliento me acompañaron en los momentos más difíciles, siendo un apoyo constante en cada paso de mi carrera. A los amigos que la vida me dio, por estar a mi lado, por sus ánimos sinceros y por compartir conmigo tanto las dificultades como las alegrías.

Agradezco también a nuestros tutores, Jefferson Crespo y Germán Panamá, por su paciencia y orientación que fueron importantes para nuestro crecimiento académico y para la culminación de este proyecto. De igual forma, extiendo mi gratitud a todos los docentes de la Universidad Nacional de Educación UNAE y de la Universidad Regional Amazónica IKIAM, quienes, con su dedicación, contribuyeron a mi formación académica y profesional, dejando en mí un valioso legado de conocimientos y aprendizajes.

Finalmente, agradezco a mi compañera de tesis, Anabel Luna, no solo por su compromiso y dedicación, sino también por su amistad. Compartimos desafíos, aprendizajes y momentos que guardaré siempre con aprecio. Su compañía hizo de este recorrido una experiencia más significativa.

Con gratitud y respeto

Melissa Villa

Resumen

La integración de tecnologías innovadoras en la educación ha cobrado relevancia en la enseñanza de Biología Celular debido a la complejidad de sus conceptos. En este contexto, la presente investigación evaluó el impacto de un prototipo de holograma como recurso didáctico para mejorar el aprendizaje de estudiantes de segundo de Bachillerato General Unificado (BGU) en la Unidad Educativa “Juan Bautista Vázquez”. Se utilizó un diseño cuasi-experimental con 60 estudiantes, divididos en un grupo experimental (30) y un grupo control (30).

El grupo experimental utilizó el holograma en sus clases, mientras que el grupo control recibió enseñanza tradicional. Los resultados, medidos mediante pretest y postest, indicaron que el 85.7% del grupo experimental alcanzó los aprendizajes esperados, con un aumento en el promedio de 7.571 a 8.741. En contraste, el grupo control mostró una mejora menor, pasando de 7.489 a 7.901. Además, el uso del holograma incrementó la motivación y participación estudiantil.

La propuesta de intervención se basa en la integración de tecnología educativa y metodologías activas, facilitando un aprendizaje visual e inmersivo. Se concluye que los hologramas mejoran la comprensión de conceptos complejos y potencian la enseñanza innovadora. Se recomienda su aplicación en otras áreas y la capacitación docente para optimizar su uso pedagógico.

Palabras claves: Hologramas, Biología Celular, enseñanza innovadora, aprendizaje interactivo.

Abstract

The integration of innovative technologies in education has gained relevance in the teaching of Cellular Biology due to the complexity of its concepts. In this context, the present research evaluated the impact of a hologram prototype as a didactic resource to improve the learning of second-year General Unified Baccalaureate (BGU) students at the Unidad Educativa “Juan Bautista Vázquez”. A quasi-experimental design was used with 60 students, divided into an experimental group (30) and a control group (30).

The experimental group used the hologram in their classes, while the control group received traditional instruction. The results, measured through pre-tests and post-tests, indicated that 85.7% of the experimental group achieved the expected learning outcomes, with an average increase from 7.571 to 8.741. In contrast, the control group showed a smaller improvement, rising from 7.489 to 7.901. Additionally, the use of the hologram increased student motivation and participation.

The intervention proposal is based on the integration of educational technology and active methodologies, facilitating visual and immersive learning. It is concluded that holograms improve the understanding of complex concepts and enhance innovative teaching. Their application in other subject areas is recommended, along with teacher training to optimize their pedagogical use.

Keywords: Holograms, Cellular Biology, innovative teaching, interactive learning.

Índice del Trabajo

Título 1
Introducción 1
Línea de investigación 2
Problema de investigación 2
Objetivos 5
Objetivo general 5
Objetivos específicos 5
Justificación 5
1.1 Antecedentes de la investigación 7
1.2 Bases teóricas 12
1.2.1 Teorías del aprendizaje relevantes: constructivismo, aprendizaje significativo, aprendizaje colaborativo 13
1.2.1.1 Teoría del constructivismo 13
1.2.1.2 Aprendizaje significativo 14
1.2.2.3 Aprendizaje colaborativo 15
1.3 Proceso de aprendizaje en Biología 17
1.3.1 Didáctica de la Biología 18
1.3.2 Recursos didácticos en el aprendizaje de Biología 19
1.4 Conceptos de Biología Celular 20
1.4.1 Teoría celular 21
1.4.2 Origen de la Célula 22
1.4.3 La Célula: Estructura y funciones 22
1.5 Ventajas y desventajas de integrar la tecnología en la educación 23
1.6 Hologramas en la educación 25
1.7 Bases legales 26
Capítulo 2: Marco metodológico. 27
2.1 Paradigma y enfoque 27
2.2 Integración de datos cuantitativos y cualitativos 29
2.3 Tipo de investigación 30
2.4 Población y muestra 31
2.4.1 Población 31

2.4.2 Muestra 31
2.5 Operacionalización del objeto de estudio o categorías de análisis 32
2.6 Métodos, técnicas e instrumentos de investigación 36
2.6.1 Observación participante 36
2.6.2 Test de satisfacción 37
2.6.3 Prueba de evaluación 37
2.7 Análisis y discusión de los resultados del diagnóstico 38
2.7.1 Análisis de los resultados 38
2.7.2 Discusión de los resultados 39
2.7.3 Relación con el resto de la investigación 39
2.7.4 Implicaciones y sugerencias 40
2.7.5 Regularidades del diagnóstico 40
2.7.5.1 Identificación de Regularidades 40
2.7.5.2 Relación con la Investigación 41
Capítulo 3: Propuesta de intervención 41
3.1 Prototipo de holograma 41
3.2 Diseño de la propuesta 43
3.2.1 Fase 1: Análisis 45
3.2.2 Fase 2: Diseño 45
3.2.3 Fase 3: Desarrollo 46
3.2.4 Fase 4: Implementación 46
3.2.5 Fase 5: Evaluación 47
3.3 Aplicación de la propuesta 47
3.4 Resultados obtenidos mediante la implementación realizada 52
3.4.1 Principales resultados mediante el diario de campo 52
3.4.2 Principales resultados de la encuesta de satisfacción a los estudiantes 56
3.4.3 Principales resultados de la prueba diagnóstico (pretest) por dimensiones 64
3.4.4 Principales resultados de la prueba diagnostico (post test) por dimensiones 67
3.4.5 Principales resultados mediante la triangulación metodología 71
3.4.6 Análisis comparativo de los Resultados del pretest y post test 74
3.5 Discusión 85
Conclusiones 88

Recomendaciones 90
Referencias bibliográficas 92
Anexos 97
Anexo 1. Pre y post test aplicado a estudiantes 97
Anexo 2. Test de satisfacción 97
Anexo 4. Manual para la creación de los hologramas 99
Anexo 5. Carta de autorización de uso de datos o imagen 99
Anexo 6. Licencia SPSS 101
Anexo 7. Procesamiento de datos (SPSS) 102

Índice de figuras

Figura 1 Propuesta modelo de intervención 44
Figura 2 Comprensión sobre conceptos básicos de Biología Celular 56
Figura 3 Hologramas en el recuerdo y explicación de teorías biológicas 57
Figura 4 Identificación de conceptos biológicos con hologramas 57
Figura 5 Facilitación de la integración de conceptos biológicos 58
Figura 6 Mejora en la comprensión de conceptos complejos 59
Figura 7 Incremento en la retención de información con hologramas 59
Figura 8 Aumento en la motivación e interés en Biología Celular 60
Figura 9 Interacción durante las clases con hologramas 60
Figura 10 Participación en actividades basadas en hologramas 61
Figura 11 Fomento de la colaboración mediante hologramas 62
Figura 12 Nivel de satisfacción con el uso de hologramas 63
Figura 13 Percepción de los hologramas como herramienta educativa 63
Figura 14 Comparativa de calificaciones entre Pretest vs Post test Grupo experimental 79
Figura 15 Comparativa de calificaciones entre Pretest vs Post test-Grupo de control 81
Figura 16 Comparación de los resultados comparativos del Pretest y del Post test-Grupo experimental 82
Figura 17 Comparación de los resultados del Pretest y del Post test-Grupo control 83

Índice de tablas

Tabla 1 Operacionalización de las variables 33

Tabla 2 Dimensión-Integración del prototipo en el plan de estudios 52
Tabla 3 Dimensión- interacción y participación estudiantil..... 54
Tabla 4 Dimensión comprensión de conocimientos sobre 7 puntos-Pretest..... 64
Tabla 5 Distribución de Notas Pretest– Dimensión comprensión de conocimientos- Grupo Experimental 64
Tabla 6 Distribución de Notas Pretest – Dimensión comprensión de conocimientos- Grupo Control..... 65
Tabla 7 Dimensión: Construcción de conocimientos sobre 3 puntos- Pretest 66
Tabla 8 Distribución de Notas Pretest – Dimensión construcción de conocimientos- Grupo Experimental 66
Tabla 9 Distribución de Notas Pretest– Dimensión construcción de conocimientos-Grupo Control..... 67
Tabla 10 Dimensión: Comprensión de conceptos sobre 7 puntos-Post test 67
Tabla 11 Distribución de Notas -Dimensión comprensión de conceptos – Grupo Experimental 68
Tabla 12 Distribución de Notas – Grupo Control..... 69
Tabla 13 Dimensión: Construcción de conocimientos sobre 3 puntos- Post test..... 70
Tabla 14 Distribución de Notas Post test – Dimensión construcción de conocimientos- Grupo Experimental 70
Tabla 15 Distribución de Notas Post test– Dimensión construcción de conocimientos-Grupo Control..... 71
Tabla 16 Triangulación de información..... 72
Tabla 17 Comparativa del puntaje total-Pretest-Grupo de control vs grupo experimental..... 74
Tabla 18 Distribución de notas sobre 10 puntos- Grupo experimental- Pretest..... 75
Tabla 19 Distribución de notas sobre 10 puntos- Grupo control- Pretest..... 76
Tabla 20 Comparativa del puntaje total-Post test-Grupo de control vs grupo experimental..... 76
Tabla 21 Distribución de notas sobre 10 puntos- Grupo experimental- Post test 77
Tabla 22 Distribución de notas sobre 10 puntos- Grupo de control- Post test 78
Tabla 23 Comparativa de datos descriptivos entre Pretest vs Post test- Grupo Experimental. 79
Tabla 24 Comparativa de datos descriptivos entre Pretest vs Post test- Grupo de Control 80
Tabla 25 Comparación de resultados Pretest vs Post test 83

Título

Prototipo de holograma en el proceso de aprendizaje en Biología para estudiantes de segundo BGU de la Unidad Educativa “Juan Bautista Vázquez”

Introducción

Este estudio se sitúa en el contexto de mejorar los procesos de aprendizaje en Biología Celular, un área que ha presentado retos significativos debido a la complejidad de sus conceptos. Con el objetivo de responder al problema planteado —la limitada comprensión y el bajo rendimiento académico de los estudiantes en esta asignatura— se diseñó un prototipo de holograma como recurso didáctico innovador. Esta herramienta busca transformar la experiencia educativa, fomentando una mayor interacción y facilitando la visualización de estructuras y procesos biológicos.

El alcance de los objetivos planteados en esta investigación fue significativo: no solo se buscó mejorar el aprendizaje en Biología de los estudiantes de segundo BGU de la Unidad Educativa “Juan Bautista Vázquez”, sino también incrementar su motivación y participación en el proceso educativo. A través de una metodología cuasi-experimental, se recolectaron datos mediante pretest y post test, lo que permitió medir la efectividad de la intervención y el cumplimiento efectivo de los objetivos propuestos.

Durante el desarrollo del trabajo, se encontraron tanto oportunidades como limitaciones. Por un lado, la disposición de los estudiantes y docentes para incorporar nuevas tecnologías fue una gran ventaja. Sin embargo, se enfrentaron desafíos como la falta de recursos técnicos y limitaciones de tiempo para la implementación adecuada del prototipo. Estas realidades exigieron adaptaciones y un enfoque flexible para garantizar que el proyecto cumpliera con su propósito educativo.

Esta investigación se estructura en varios capítulos: el primer capítulo sitúa el contexto y justificación del estudio, abordando la problemática de la enseñanza de la Biología Celular y cómo la integración de tecnología puede ser una solución. El segundo capítulo detalla la metodología utilizada, incluyendo la descripción de la población, la muestra y los instrumentos de recolección de datos. Finalmente, el tercer capítulo presenta la propuesta de intervención, donde se describe el diseño y aplicación del holograma en el aula.

La relevancia de esta investigación radica no solo en su contribución al fortalecimiento del aprendizaje de los estudiantes de la institución, sino también en su potencial impacto positivo en la comunidad educativa en general. Al ofrecer una aproximación innovadora a la enseñanza de la Biología, se espera que los resultados de este estudio sirvan como referencia para futuras iniciativas en la implementación de tecnologías educativas, promoviendo un aprendizaje más dinámico y significativo en diversos contextos. Además, el uso de hologramas puede inspirar a otras instituciones a explorar métodos similares, contribuyendo al avance de la educación en la era digital.

Línea de investigación

Esta investigación se sitúa en la línea “Tecnologías para la educación” que se enfoca en el estudio, aplicación y desarrollo de modelos métodos de estrategias recursos y herramientas (tanto online como offline) que contribuyen al fortalecimiento de las competencias digitales en el ámbito educativo. En particular, este trabajo se alinea con la sublínea de “Producción de recursos físicos y digitales accesibles y contextualizados para ámbitos educativos”, ya que propone el diseño de la implementación de un prototipo de holograma como recurso innovador para la enseñanza de la Biología Celular en el nivel de bachillerato.

Problema de investigación

En la actualidad, los docentes optan por incorporar metodologías activas en el aprendizaje para mejorar y dinamizar dicho proceso. Según Silva y Maturana (2017), estas

metodologías activas comprenden estrategias, técnicas y métodos que transforman la enseñanza en actividades que promueven mayor implicación de los estudiantes, lo que facilita un aprendizaje significativo. Por lo tanto, es importante que la ejecución de estas metodologías se alinee con los procesos de aprendizaje de los estudiantes, favoreciendo la comprensión y consolidación del conocimiento de manera efectiva.

Durante las prácticas preprofesionales en la Unidad Educativa “Juan Bautista Vázquez”, Azogues - Ecuador, sección matutina, se observó que los estudiantes de primero de Bachillerato General Unificado (BGU) presentaban dificultades en Biología, particularmente en la relación entre los contenidos consecutivos de Biología Celular como: la teoría celular, origen de la célula y la célula. El aprendizaje se basaba en un enfoque memorístico, limitando el desarrollo de pensamiento crítico y la retención a largo plazo, lo que se evidenció en su incapacidad para recuperar contenidos previos y en su bajo rendimiento en evaluaciones y actividades académicas.

Asimismo, durante las sesiones de clase se identificó el uso del aula invertida como metodología activa, aunque sin la incorporación de tecnología. Según Hernández y Tecpan (2017) el aula invertida la incorporación de herramientas tecnológicas facilitan el intercambio de información entre docentes y estudiantes, tanto dentro como fuera del aula, y permiten la preparación previa de las sesiones de clase. La utilización de dispositivos tecnológicos en este modelo fomenta el trabajo colaborativo y la innovación, aspectos clave para el desarrollo de habilidades y destrezas alineadas con el currículo, como la comprensión y construcción de conocimientos en este caso, relacionados con Biología Celular.

Por su parte, Alvarracín et al. (2022) la implementación del aula invertida exige que tanto estudiantes como docentes tengan acceso a recursos tecnológicos que faciliten el desarrollo de habilidades relacionadas con el conocimiento, la comprensión y aplicación. Estas habilidades

son esenciales para un trabajo autónomo significativo en el hogar lo que permite que, en el aula se realicen actividades de análisis, síntesis y evaluación mediante el trabajo colaborativo.

Es por ello por lo que, en el periodo académico vigente, se observa que el uso del aula invertida en esta institución no incluía tecnología, lo que limitaba el acceso a información digital. Las actividades asincrónicas enviadas a los estudiantes se basaban exclusivamente en el texto de Biología, restringiendo la posibilidad de explorar recursos adicionales como: videos educativos, fuentes bibliográficas confiables y simuladores interactivos. Esta carencia dificultaba la comprensión y conceptualización de contenidos.

La ausencia de tecnología también afectaba el desarrollo de habilidades esperadas en el aula, como el pensamiento crítico, que podría fomentarse a través de actividades como debates y foros de discusión. Estas actividades promueven el cuestionamiento y la generación de preguntas, elementos clave para enriquecer la síntesis y consolidación del aprendizaje. Sin embargo, la falta de tecnología y de estrategias complementarias obstaculizan el alcance de los objetivos de aprendizaje y consolidación del conocimiento. Esto se evidenciaba en las evaluaciones trimestrales, donde se constató un bajo rendimiento académico en los estudiantes.

En síntesis, la problemática identificada radica en la implementación limitada del aula invertida sin el apoyo de tecnología, lo que restringe el acceso a recursos digitales y limita el desenvolvimiento de los estudiantes, tanto en sus habilidades como destrezas. Esta situación subraya la necesidad de integrar herramientas tecnológicas que permitan un aprendizaje más dinámico, colaborativo y significativo, contribuyendo al logro de los objetivos educativos, fortalecimiento del rendimiento académico.

Ante esta situación problemática surge la siguiente interrogante ¿Cómo contribuir a la mejora del aprendizaje de Biología para estudiantes de segundo BGU de la Unidad Educativa “Juan Bautista Vázquez”?

Objetivos

Objetivo general

Contribuir a la mejora del proceso de aprendizaje en Biología Celular, mediante la aplicación de un prototipo de holograma para estudiantes de segundo BGU de la Unidad Educativa “Juan Bautista Vázquez”.

Objetivos específicos

- Analizar los referentes teóricos sobre el uso de prototipos de hologramas para el aprendizaje en el tema de Biología Celular.
- Diagnosticar las dificultades de aprendizaje que presentan los estudiantes de primero de BGU en el tema de Biología Celular.
- Diseñar un manual instructivo para la creación de vídeos de prototipos holográficos para el aprendizaje de Biología Celular para estudiantes de segundo BGU.
- Aplicar el manual instructivo para la creación de vídeos de prototipos holográficos para el aprendizaje de Biología Celular para estudiantes de segundo BGU.
- Evaluar la comprensión de conceptos tras la aplicación del manual instructivo para la creación de vídeos de prototipos holográficos de Biología Celular en estudiantes para segundo BGU.

Justificación

Esta investigación no solo demuestra ser innovadora, sino también viable y factible en contextos educativos reales. El prototipo de holograma se desarrolla con tecnologías accesibles y de bajo costo, utilizando materiales cotidianos y herramientas digitales ampliamente disponibles. Su implementación se ha validado en condiciones reales de enseñanza, superando limitaciones de infraestructura mediante soluciones adaptativas. Esta combinación de innovación tecnológica y pragmatismo pedagógico garantiza su replicabilidad en diversos entornos educativos.

El estudio de este tema es fundamental porque busca mejorar los métodos de aprendizaje en un contexto donde las metodologías activas, como el aula invertida, están ganando importancia. No obstante, la implementación efectiva de estas metodologías enfrenta limitaciones debido a la brecha tecnológica existente entre los estudiantes, como se señala en los estudios de Alvarracín et al. (2022). Mediante la investigación y el desarrollo de nuevas herramientas, como el prototipo de holograma propuesto, se pretende superar estas barreras y fomentar un aprendizaje que sea más colaborativo y significativo.

El valor de esta investigación radica en dos aspectos principales. En primer lugar, ofrece una solución innovadora y práctica mediante el desarrollo de un prototipo de holograma que permite visualizar y comprender conceptos complejos de Biología Celular a través de experiencias de aprendizaje interactivas y colaborativas tal como lo respalda Calero (2019). Un aspecto clave de este proceso es la creación de videos holográficos por parte de los estudiantes, quienes, utilizando herramientas digitales como PowerPoint y Canva, diseñan contenidos adaptados al prototipo. Estos videos, al proyectarse en formato 3D, no solo refuerzan el aprendizaje activo, sino que también fomentan la creatividad y la apropiación del conocimiento, democratizando el acceso a tecnologías innovadoras incluso en entornos con recursos limitados.

En segundo lugar, esta investigación contribuye a la literatura académica al proponer un marco metodológico para implementar hologramas en educación, integrando recursos digitales con estrategias pedagógicas activas que promueven colaboración, creatividad y pensamiento crítico. A diferencia de estudios previos que se limitan a la aplicación de tecnologías sin un enfoque pedagógico claro, como los mencionados por Defaz (2020), este trabajo se distingue por su carácter multidisciplinario, adaptabilidad a diversas áreas del conocimiento, y aplicación en contextos reales, superando limitaciones logísticas, como la falta de acceso a laboratorios, mediante soluciones innovadoras (trabajo remoto y seguimiento virtual).

La originalidad de la investigación se observa en su enfoque integral, que combina la innovación tecnológica con metodologías pedagógicas activas. Mientras que Alalwan et al. (2020) revisan estudios sobre la realidad virtual y la realidad aumentada en la educación y concluyen que a pesar de que estas tecnologías son prometedoras para la mejora del aprendizaje, también existen barreras como la falta de acceso a recursos tecnológicos y la necesidad de la capacitación docente. Por tal motivo, este estudio al centrarse en la utilización de hologramas que son una tecnología más accesible y menos dependiente de dispositivos especializados demuestra su viabilidad al implementar esta tecnología en un contexto educativo real superando las barreras identificadas por los autores.

En resumen, el impacto de esta propuesta trasciende la enseñanza de un contenido específico, ya que responde a la necesidad de transformar los métodos educativos tradicionales mediante la incorporación de tecnologías emergentes y metodologías activas. Este enfoque no solo fortalece el aprendizaje significativo, sino que también fomenta la motivación y el pensamiento crítico en los estudiantes. Al integrar herramientas innovadoras, se contribuye a la modernización del sistema educativo y a la adaptación de la enseñanza a los desafíos del siglo XXI.

Además, la investigación aporta evidencia sobre los beneficios de los hologramas en el aula, promoviendo su implementación en otras áreas del conocimiento. La propuesta busca impulsar una transformación educativa basada en el aprendizaje inmersivo y visual, fortaleciendo la enseñanza de ciencias y favoreciendo una educación más dinámica, accesible e inclusiva.

Capítulo 1: Marco teórico

1.1 Antecedentes de la investigación

Este apartado, expone varios estudios que han surgido de una revisión sistemática. Dicha verificación se ha realizado empleando bases de datos confiables. Además, estos estudios están estrechamente vinculados al empleo de hologramas en el proceso de aprendizaje en diferentes

áreas de estudio. Estas investigaciones serán de gran utilidad como referencia para el desarrollo, diseño e implementación de la presente. A continuación, se expondrán cuatro de estos estudios, dos de ellos de carácter internacional y los restantes de origen nacional.

Internacional

En primer lugar, Beteta et al. (2021) realizaron una investigación en España, titulada *"La holografía como recurso didáctico para la enseñanza de contenidos de geometría en primaria"*; cuyo objetivo fue diseñar y evaluar un proyecto de enseñanza de geometría mediante la aplicación de la holografía en sexto curso de Educación Primaria, haciendo uso de las herramientas que proporcionan las TIC.

La investigación utiliza una metodología fundamentada en la estructura de un proyecto experimental centrado en un caso específico, con un enfoque cualitativo, puesto que se sustenta en la descripción e interpretación de las interacciones con el material holográfico. Los participantes fueron una docente y un estudiante perteneciente a sexto curso de educación primaria, en donde ambos participaron en las etapas del diseño y ejecución.

Los resultados revelaron que, el único alumno participante, pese a tener problemas en la comprensión escrita, demostró una destacada habilidad para aprender de forma independiente mediante un método de ensayo y error. Mediante la utilización de hologramas, el alumno pudo rectificar y potenciar su propio proceso de aprendizaje, sugiriendo un modelo innovador para la elaboración de hologramas en movimiento basándose en secuencias de fotografía. Este procedimiento, apoyado por el empleo de plataformas gratuitas y en línea, posibilitó que el alumno se relacionara con las herramientas tecnológicas, fomentando su implicación activa en la generación de los contenidos.

En conclusión, la experiencia demostró que los hologramas son un recurso efectivo para fomentar el aprendizaje autónomo y creativo, además de enfatizar la importancia de la ajustar la metodología a las necesidades del alumno para mantener el interés y lograr un aprendizaje

significativo. Además, muestra cómo la holografía puede personalizarse y adaptarse a las capacidades individuales de los estudiantes, fomentando la creatividad proporcionando un aporte teórico en donde resalta el potencial de los hologramas como un recurso tecnológico innovador, a su vez, de servir como base para el diseño de estrategias con el uso de tecnologías accesibles en la educación.

En segundo lugar, el estudio realizado por López y Orenes (2022) en España, denominado *"Hologramas como recurso didáctico en primaria",* que tuvo como objetivo desarrollar un recurso educativo que permitiera a los estudiantes aprender de manera activa, además de que sirva como ejemplo para que pueda aplicarse en otros centros educativos.

La metodología empleada es descriptiva con un enfoque cualitativo. La investigación tuvo como muestra 46 alumnos de cuarto curso de los grupos B y D del colegio Juan XXIII de El Ranero, además, de los dos maestros autores del estudio que impartían las asignaturas de Matemáticas, Ciencias Naturales e Informática.

Los alumnos participaron activamente en la creación de videos holográficos utilizando Microsoft PowerPoint, describiendo diversos cuerpos geométricos y sus elementos. Esta actividad no solo reforzó su comprensión de los contenidos, sino que también fomentó la creatividad y mejoró la adquisición de competencias clave. El uso de tabletas para visualizar los hologramas permitió una interacción dinámica con el material educativo.

Los resultados demuestran que la integración de hologramas en el aula de primaria demostró ser efectiva para consolidar conocimientos geométricos. La participación de los estudiantes en la creación de recursos para la educación promueve un aprendizaje más significativo. Además, el empleo de herramientas digitales accesibles facilita la implementación de esta metodología en distintos entornos educativos.

Entonces, el uso de hologramas como recurso didáctico puede adaptarse a diferentes niveles educativos y áreas del conocimiento, demostrando su capacidad para fomentar el interés

y la participación activa en las clases, demostrando cómo la creación de videos holográficos, debido a su facilidad de elaboración, permite integrar a los estudiantes en procesos de aprendizaje más dinámicos.

Ambos estudios coinciden en que esta tecnología favorece la enseñanza, pero mientras el primero se enfoca en su impacto en la asimilación de contenidos, el segundo en su contribución a la motivación. Sin embargo, ninguno desarrolla un marco metodológico estructurado para su implementación en el aula. En este sentido, la presente investigación llena ese vacío al diseñar una intervención didáctica donde los estudiantes no solo consumen contenido holográfico, sino que también producen sus propios videos holográficos, promoviendo un aprendizaje activo y significativo.

Nacional

En el ámbito ecuatoriano, el proyecto de investigación de Rondal (2019), *"Diseño de un modelo holográfico en el ciclo del agua para atraer la atención y mejorar el aprendizaje de los alumnos en la Unidad Educativa Pichincha"*, su objetivo fue crear y poner en práctica un prototipo holográfico del ciclo del agua utilizando la plataforma Blender con el fin de optimizar el aprendizaje de estudiantes.

La metodología adoptó un diseño correlacional con enfoque cuasi-experimental basado en investigación exploratoria. La población del estudio incluyó participantes de tercer grado de la Unidad Educativa Pichincha, a quienes se les aplicaron encuestas para evaluar el impacto del recurso holográfico en el aula.

La estrategia consistió en la creación de un prototipo holográfico del ciclo del agua y la proyección de imágenes tridimensionales, permitiendo la interacción activa de los estudiantes con el contenido educativo. Esto facilitó un entorno dinámico que motivó a los educandos durante el aprendizaje.

Se aplicaron encuestas a estudiantes con el fin de evaluar el impacto del holograma dentro del aula. En la sesión de resultados se evidencia mayor interés y preferencia por clases que integraran herramientas tecnológicas innovadoras, en contraposición al uso exclusivo de recursos tradicionales como proyecciones bidimensionales y audios.

La investigación concluyó que los hologramas son un recurso innovador y efectivo para atraer la atención y potenciar el aprendizaje de los estudiantes, fomentando la interacción activa con los contenidos. El estudio resalta la necesidad de incorporar tecnologías avanzadas para promover un aprendizaje más significativo y dinámico.

En el estudio realizado por Prado et al. (2020) titulado *"Aplicación de tecnología educativa mediante imágenes tridimensionales: Mejorar el aprendizaje en el aula de clases"*, se estableció como objetivo optimizar el aprendizaje de los estudiantes de educación secundaria a través de la implementación de imágenes de visualización tridimensional en las asignaturas utilizando el 3D Led-Fan Holographic Display como recurso holográfico.

La metodología implementada estuvo basada en un enfoque cuantitativo, estructurada bajo un estudio de caso. Se realizaron encuestas antes y después de la intervención tecnológica, con la participación de cuatro docentes y una muestra de 25 estudiantes del Tercero BGU del Colegio Kléber Franco Cruz, ubicado en Machala. Estudiantes pertenecientes a la Universidad Técnica de Machala (UTMACH) colaboraron en la investigación mediante prácticas preprofesionales.

Como estrategia metodológica, se utilizó el recurso holográfico para proyectar imágenes tridimensionales durante tres meses en las clases experimentales. La investigación inició con encuestas diagnósticas que evidenciaron una baja interacción de los estudiantes y el predominio de métodos tradicionales de enseñanza. Posteriormente, tras la implementación del 3D Led-Fan Display Holográfico, se aplicaron encuestas finales para evaluar los cambios en el proceso de aprendizaje.

En resultados se reveló un aumento considerado como significativo en el interés y la motivación de los estudiantes hacia las clases. Además, se observó una mayor dinámica por parte de los docentes, quienes reconocieron la efectividad del recurso como una innovación didáctica. El 97% de los estudiantes encuestados manifestaron que la incorporación de hologramas en tiempo real fortaleció sus conocimientos y mejoró la experiencia de aprendizaje.

En sus conclusiones, los autores destacan la relevancia de la incorporación de la tecnología LED como una opción eficaz que mejora el aprendizaje. Recalcaron que este recurso debería ser difundido y adoptado en el aula de clases, especialmente por el potencial que tiene para despertar el interés de los estudiantes.

Los dos estudios evidencian la eficacia de estas tecnologías en el aula, Rondal (2019) se limita a un tema específico y Prado et al. (2020) no detallan un enfoque metodológico claro. Frente a estas limitaciones, la presente investigación innova al integrar la producción de videos holográficos como estrategia didáctica, permitiendo que los estudiantes participen activamente en la creación de contenido, desarrollen habilidades tecnológicas y refuercen su comprensión de los temas. De esta manera, se contribuye a la transformación educativa al consolidar un enfoque metodológico estructurado que potencia el aprendizaje mediante tecnologías innovadoras.

1.2 Bases teóricas

En el marco teórico se estudian las teorías más relevantes relacionadas con el aprendizaje. Se examinan las principales didácticas empleadas en Biología, así como los recursos didácticos que se implementan para facilitar el proceso de educativo. Además, se analizan las ventajas y desventajas de integrar la tecnología en clases, la factibilidad al incorporar nuevas tecnologías, como los hologramas, en el proceso de aprendizaje de Biología Celular. Este análisis permite comprender cómo los recursos tecnológicos pueden transformar y enriquecer la educación en esta área del conocimiento.

1.2.1 Teorías del aprendizaje relevantes: constructivismo, aprendizaje significativo, aprendizaje colaborativo

Según Huacón et al. (2023) las teorías del aprendizaje se entienden como el conjunto de métodos iniciales que los docentes emplean para establecer entornos educativos eficaces y propicios para el aprendizaje. Estas teorías tienen el propósito de guiar las prácticas pedagógicas, además de proporcionar las bases para diseñar estrategias de enseñanza que impulsen el desarrollo cognitivo de los educandos. A lo largo de la historia, han surgido diversas teorías del aprendizaje y aunque existen una diversidad de ellas, que abordan el aprendizaje desde diferentes perspectivas. A continuación, se presentan aquellas que resultan más relevantes para la investigación.

1.2.1.1 Teoría del constructivismo

Piaget (1977) propuso que los constructores activos de su conocimiento son los estudiantes, pues para crearlo parten de conocimientos previos y la interacción con el mundo. Esta perspectiva es importante para diseñar y crear estrategias educativas que animen a la exploración de conceptos relacionados con la Biología, además de implementar actividades prácticas y experimentales, como la observación o realización de experimentos en laboratorios virtuales, así como el uso de hologramas que permite a los estudiantes construir una comprensión profunda, asimismo proporciona una experiencia envolvente en el tema de la Biología Celular (Ben y Knipples, 2022). Además, el constructivismo resalta la importancia de adaptar el aprendizaje al nivel de desarrollo cognitivo de los estudiantes, lo que es relevante para el diseño e implementación de actividades didácticas que promuevan una mejor comprensión de los procesos biológicos complejos (Tracey, 2019).

Dentro de los beneficios que ofrece el constructivismo según Cáceres y Alvarado (2024) se encuentran, la mejora de la motivación y rendimiento académico, que se logra mediante la participación activa de estudiantes en el proceso de aprendizaje, ya que se promueve la

colaboración entre ellos y se fomenta la autonomía. Además, este método facilita la conexión de los contenidos educativos con eventos reales, mismos que favorecen una asimilación completa y significativa en los temas tratados.

Con ello se puede destacar que, el constructivismo como enfoque pedagógico, presenta una visión dinámica y enriquecedora del proceso de aprendizaje, centrada en el estudiante como protagonista de su propio conocimiento, dado que posibilita que los estudiantes construyan una comprensión que parta de experiencias previas y la interacción con su entorno. Este enfoque fomenta el aprendizaje autónomo, promoviendo la colaboración y la conexión de los contenidos con contextos reales. Sin embargo, aunque el constructivismo ofrece importantes beneficios en términos de motivación y rendimiento académico, es fundamental que su implementación se adapte de manera a las necesidades y características de los estudiantes.

1.2.1.2 Aprendizaje significativo

Ausubel en 1963 postuló la teoría del aprendizaje significativo, la cual se fundamenta en la conexión entre nuevos conocimientos y las estructuras cognitivas previas del estudiante. Este enfoque enfatiza la importancia de diseñar materiales educativos que faciliten dicha vinculación, particularmente en disciplinas como la Biología, donde la integración conceptual promueve una comprensión profunda y duradera. El proceso no solo enriquece la asimilación de información, sino que también fortalece su relevancia y retención a largo plazo.

En el contexto de este trabajo de investigación, la enseñanza de Biología Celular mediante prototipos holográficos representa un recurso innovador que fortalece el aprendizaje significativo. Estos recursos permiten que los estudiantes interactuar no solo con imágenes sino también con videos tridimensionales, facilitando la visualización de estructuras complejas como las células. Al relacionar estos recursos con sus conocimientos previos, los estudiantes no solo comprenden mejor los conceptos, sino que también retienen la información de manera más efectiva (Ochoa, 2018).

Según Moreira (2019) los beneficios que ofrece son: mejora de la comprensión y retención de los contenidos, que durante el aprendizaje significativo los estudiantes integran los nuevos conocimientos en su estructura cognitiva existente relacionándolos con lo que ya saben. Esto hace que los conceptos aprendidos sean más relevantes más relevantes y fáciles de recordar. Además, este enfoque promueve una experiencia educativa enriquecedora ya que conectan los contenidos con el contexto del estudiante, lo que favorece su aplicación en situaciones cotidianas y fomenta una motivación activa hacia el aprendizaje.

Es decir que, el aprendizaje significativo plantea una oportunidad para transformar el proceso educativo, puesto que es implementación requiere un compromiso por parte de los educadores para diseñar experiencias de aprendizaje que trasciendan de solo transmisión de información. Además, la incorporación de herramientas tecnológicas como los modelos holográficos en la enseñanza de Biología celular brinda una visión más amplia de cómo es posible combinar innovación y pedagogía para una comprensión significativa. A su vez, es importante asegurar que las estrategias propuestas no solo sean efectivas, sino también inclusivas y equitativas para los educandos.

1.2.2.3 Aprendizaje colaborativo

El aprendizaje colaborativo, según Curay (2022), se define como la participación conjunta de los estudiantes para crear un objetivo en común, complementa tanto el constructivismo como el aprendizaje significativo ya que fomenta el trabajo en equipo y la interacción social. Además, permite que los estudiantes obtengan conocimientos mediante el trabajo en equipo desarrollado en pequeños grupos, mismos que son guiados por el educador hacia un objetivo común. De modo que, el estudiante asume un papel central en el proceso de aprendizaje y como consecuencia que el docente adopta una función de orientador, facilitando el desarrollo del conocimiento en lugar de transmitirlo directamente.

Esta teoría también ofrece ciertos beneficios como mayor productividad y mejora del rendimiento académico. Según Arenas y Jihuallanca (2023) el aprendizaje colaborativo impulsa a una mayor eficiencia, contribuyendo al incremento del desempeño académico de los estudiantes, mediante la interacción y el trabajo colaborativo donde los alumnos tienen la oportunidad de intercambiar conocimientos y habilidades haciendo que enriquezca significativamente su proceso de aprendizaje.

El aprendizaje colaborativo fomenta el desarrollo de competencias socioemocionales clave -comunicación, liderazgo y empatía- al fortalecer habilidades transversales esenciales (Cotán et al., 2021). No obstante, enfrenta el desafío de la participación desigual entre los miembros del grupo, donde la distribución desequilibrada de tareas puede generar tensiones y afectar negativamente la dinámica colaborativa.

El aprendizaje colaborativo constituye una estrategia pedagógica transformadora que potencia tanto el desarrollo académico como personal de los estudiantes. Sin embargo, su eficacia requiere una gestión docente estratégica que: garantice distribución equitativa de responsabilidades, implemente mecanismos de seguimiento participativo, y fomente la corresponsabilidad grupal. Esta gestión proactiva permite mitigar sus limitaciones inherentes, optimizando así su potencial para construir entornos colaborativos genuinos que favorezcan el desarrollo integral del alumnado.

Finalmente, el constructivismo, el aprendizaje significativo y el aprendizaje colaborativo proporcionan un marco teórico sólido para el diseño de estrategias didácticas en Biología. Estas perspectivas enfatizan un aprendizaje activo y contextualizado, donde el estudiante construye conocimiento mediante la interacción con su entorno (constructivismo), integra nueva información con sus saberes previos (aprendizaje significativo) y desarrolla habilidades cognitivas e interpersonales mediante el trabajo grupal (aprendizaje colaborativo). En este contexto, la implementación de hologramas como recurso innovador facilita un aprendizaje

inmersivo, permitiendo la visualización tridimensional de estructuras celulares para fortalecer la comprensión y retención de contenidos complejos.

1.3 Proceso de aprendizaje en Biología

Se entiende como aprendizaje el proceso donde los estudiantes adquieren habilidades, conocimientos, actitudes, valores y comportamientos; acciones que son guiadas por el docente, quien asume una acción importante durante la orientación de los estudiantes hacia el desarrollo de competencias. De acuerdo con Gómez et al. (2019) el rol del docente se centra en fomentar habilidades y conocimientos esenciales para el crecimiento académico y personal de los alumnos. Este proceso debe adaptarse al contexto y a los recursos disponibles para garantizar un aprendizaje significativo aplicable en el futuro.

En el ámbito del aprendizaje de la Biología, es esencial que los contenidos sean asimilados de manera significativa para que los estudiantes puedan relacionarlos con su vida cotidiana, es así como Chibás y Navarro (2020) enfatizan en la importancia de contextualizar el aprendizaje en esta disciplina, promoviendo una comprensión profunda de los conceptos biológicos y su aplicabilidad en la vida diaria. Este enfoque acompañado del uso de recursos educativos adecuados facilita la construcción de un aprendizaje que no solo sea teórico, sino que también permite a los estudiantes comprender la relevancia social de los fenómenos biológicos.

Además, Guzmán y Castillo (2022), indican que los docentes deben emplear métodos y recursos pedagógicos innovadores para responder a las demandas educativas actuales, lo que incluye la utilización de recursos tecnológicos que potencien el proceso de aprendizaje y aborden los desafíos contemporáneos de la educación en Biología permitiendo que los estudiantes desarrollen una perspectiva crítica y práctica sobre los conceptos aprendidos.

En este sentido, el aprendizaje en Biología trasciende la simple transmisión de conocimientos al involucrar una comprensión contextualizada y significativa de los contenidos, mismo proceso que es liderado por docentes que adoptan enfoques pedagógicos innovadores y

adaptados al entorno, además es importante para que los estudiantes asimilen los conceptos biológicos y comprendan su relevancia en la vida cotidiana. Con ello, resulta evidente que la enseñanza de la Biología debe evolucionar constantemente, integrando recursos que promuevan un aprendizaje significativo y conectado con los desafíos que demanda el mundo actual.

1.3.1 Didáctica de la Biología

La didáctica de la Biología se centra en diseñar y aplicar estrategias pedagógicas que permitan a los estudiantes comprender y relacionar los conceptos biológicos con la realidad cotidiana. Este enfoque busca transmitir conocimientos y desarrollar competencias que preparen a los estudiantes para abordar desafíos científicos. En este sentido, la incorporación de recursos tecnológicos desempeña un papel importante al transformar el aprendizaje en un proceso colaborativo y participativo.

El enfoque basado en la indagación, como señalan Torres et al. (2020), se centra en el desarrollo de habilidades científicas críticas mediante la exploración activa y el descubrimiento. Este método fomenta en los estudiantes la capacidad de formular hipótesis y recolectar datos, utilizando herramientas como laboratorios virtuales y otros recursos tecnológicos. De este modo, adquieren conocimientos teóricos y fortalecen competencias prácticas esenciales para el estudio de la Biología.

Por otro lado, de acuerdo con López y Orenes (2022) el aprendizaje colaborativo se posiciona como una estrategia clave para la resolución de problemas. La implementación de proyectos conjuntos que aborden temas contemporáneos, como la biotecnología y la conservación ambiental, ampliando la comprensión de los conceptos biológicos y preparando a los estudiantes para abordar retos interdisciplinarios y fomentar habilidades sociales.

Asimismo, Quisaguano y Aguilar (2024) demuestran en un proyecto de innovación educativa que la integración de las TIC en la enseñanza de Biología Celular, a través de herramientas como simulaciones y modelos interactivos mejora significativamente la

comprensión de conceptos complejos en comparación con los enfoques pedagógicos tradicionales. Sin embargo, Blancas y Rodríguez (2013), indican que a pesar de que las tecnologías se incorporan en algunos contextos educativos, muchas veces el enfoque docente permanece centrado en la transmisión de información, de manera que se evidencia que la simple adopción de herramientas tecnológicas no garantiza un cambio en el aprendizaje, pero sí contribuye a su enriquecimiento.

El aprendizaje colaborativo en Biología promueve la resolución conjunta de problemas y el desarrollo de proyectos sobre temas actuales (biotecnología, conservación). No obstante, su efectividad requiere equilibrar recursos tecnológicos con enfoques pedagógicos activos (indagación, colaboración), asegurando que las TIC se implementen mediante estrategias didácticas fundamentadas. Esto exige capacitación docente continua para transformar la innovación tecnológica en oportunidades genuinas de aprendizaje significativo y desarrollo de competencias prácticas.

1.3.2 Recursos didácticos en el aprendizaje de Biología

Los recursos didácticos son instrumentos pedagógicos creados para facilitar el proceso de aprendizaje, promoviendo una interacción activa entre los estudiantes y los contenidos educativos. Estos recursos, que incluyen materiales físicos, digitales o tecnológicos, articulan conceptos teóricos con actividades prácticas para reforzar los aprendizajes. En el ámbito de la Biología, herramientas como simuladores de laboratorio, videos interactivos y plataformas virtuales permiten a los estudiantes visualizar y comprender fenómenos complejos, contribuyendo al desarrollo de aprendizajes significativos y fomentando su autonomía al explorar y experimentar con conceptos biológicos en entornos seguros y controlados (Alcívar y Alcívar, 2021).

Por su parte, Quispe (2020) señala que los recursos didácticos deben ser adaptables a los contextos educativos y a las características de los estudiantes, funcionando como un puente

entre el conocimiento teórico y su aplicación práctica. Además, destaca que el éxito de estos recursos radica en su implementación dentro de una estrategia metodológica adecuada, enfatizando que la tecnología, por sí sola, no es suficiente para transformar el aprendizaje, sino que su efectividad depende de un diseño pedagógico sólido que promueva la participación activa de los estudiantes.

Sin embargo, los autores coinciden en que el acceso equitativo a los recursos tecnológicos es limitado, especialmente en contextos educativos con restricciones económicas, lo que impide a los docentes implementar estrategias didácticas innovadoras que promuevan aprendizajes significativos. Por tal motivo es necesario enfocarse en los aspectos tecnológicos como pedagógicos para garantizar una educación inclusiva y equitativa.

En conclusión, los recursos didácticos en Biología representan una oportunidad valiosa para enriquecer el proceso educativo, siempre que se combinen con estrategias pedagógicas innovadoras. La incorporación de TIC, junto con metodologías activas, puede transformar la manera en que los estudiantes comprenden y aplican los conceptos biológicos, fomentando un aprendizaje significativo y contextualizado. Sin embargo, es fundamental que estas herramientas se ajusten a las necesidades y contextos de cada grupo de estudiantes, asegurando su accesibilidad y factibilidad.

1.4 Conceptos de Biología Celular

El estudio de la Biología celular es fundamental para comprender los procesos básicos de los seres vivos. Este campo aborda conceptos clave como la teoría celular, el origen de la célula y su estructura y función. Estos contenidos son relevantes en la educación secundaria y constituyen la base fundamental para el diseño de metodologías pedagógicas innovadoras, como el uso de hologramas para mejorar el aprendizaje.

1.4.1 Teoría celular

La teoría celular, una de las bases fundamentales de la Biología, establece postulados clave:

1. **Todos los organismos están compuestos por una o más células:** Desde los organismos unicelulares hasta los más complejos pluricelulares, las células constituyen la base estructural de la vida.
2. **La célula es la unidad funcional de los seres vivos:** Todas las funciones vitales, como la respiración, la nutrición y la reproducción, se llevan a cabo en el interior de las células.
3. **Toda célula proviene de otra preexistente:** Este postulado refuerza el concepto de continuidad de la vida mediante procesos de división celular.

Según, Megías et al. (2023), esta teoría se consolidó tras avances histológicos y el desarrollo del microscopio en los siglos XVII y XIX. Los primeros observadores, como Robert Hooke y Anton van Leeuwenhoek, sentaron las bases del conocimiento celular. Posteriormente, las investigaciones de Schleiden, Schwann y Virchow completaron el marco teórico, dando origen a la teoría celular moderna.

Carrillo et al. (2011) mencionan que la teoría celular ha evolucionado para integrar conocimientos bioquímicos y genéticos. Dicho avance ha permitido una comprensión más profunda de los mecanismos celulares como la síntesis de proteínas, replicación del ADN y la comunicación intercelular. Además, investigaciones recientes han permitido integrar aspectos bio informáticos y moleculares lo que enriquece aún más la teoría.

Los postulados de la teoría celular también han sido fundamentales para el desarrollo de aplicaciones biotecnológicas, como la terapia celular y la ingeniería de tejidos, que tienen un gran impacto en la medicina.

1.4.2 Origen de la Célula

El origen de la célula es un tema importante en la Biología evolutiva. Megías et al. (2023) explican que las primeras formas celulares surgieron hace aproximadamente 3.500 millones de años en un ambiente primitivo que favorecía la formación de estructuras moleculares complejas. Las células procariotas fueron las primeras en aparecer, caracterizadas por su simplicidad estructural y la ausencia de un núcleo definido.

La teoría endosimbionte, propuesta por Lynn Margulis, sostiene que algunas células eucariotas se originaron a partir de relaciones simbióticas entre distintas especies de procariotas. Carrillo et al. (2011) subrayan la importancia de esta teoría para explicar la aparición de orgánulos como las mitocondrias y los cloroplastos. Esta explicación ha sido respaldada por evidencia genética y bioquímica, consolidando su relevancia en el campo de la Biología.

La formación de la membrana plasmática también jugó un papel crucial en el surgimiento de las primeras células, ya que permitió una compartimentalización eficiente de las funciones biológicas. Además, el desarrollo de sistemas de replicación del material genético marcó un hito fundamental en la evolución celular, favoreciendo la complejidad y diversidad de las células actuales.

1.4.3 La Célula: Estructura y funciones

La célula, como unidad funcional y estructural de los seres vivos, presenta dos tipos principales: procariotas y eucariotas. Las células procariotas, como las bacterias, son caracterizadas por no poseer un núcleo definido y tener una organización interna sencilla. Por otro lado, las células eucariotas presentan un núcleo delimitado por una membrana y contienen orgánulos especializados, como el aparato de Golgi, el retículo endoplásmico y las mitocondrias, lo que les confiere una mayor complejidad estructural y funcional (Megías et al., 2023).

El estudio de las estructuras subcelulares ha sido fundamental para el avance de la biotecnología y la biomedicina. Por ejemplo, la investigación sobre los ribosomas ha permitido

desarrollar antibióticos más efectivos, mientras que el análisis de las mitocondrias ha contribuido al entendimiento de enfermedades metabólicas. Asimismo, el conocimiento de la membrana plasmática ha facilitado el desarrollo de terapias dirigidas y técnicas innovadoras para la administración de fármacos (Carrillo et al., 2011). Además, la organización celular ha permitido comprender procesos esenciales como la comunicación celular mediante señales químicas y el transporte de sustancias mediante la membrana, aspectos clave para la investigación biomédica.

Los avances en microscopía electrónica han sido determinantes para visualizar y entender la dinámica celular, lo que ha ampliado el conocimiento sobre la Biología celular y su relevancia en la ciencia moderna. Mientras algunos enfoques se centran en el análisis histórico y estructural de las células, otros destacan las aplicaciones científicas y tecnológicas derivadas de su estudio. Esta complementariedad ofrece una perspectiva integral, combinando el análisis histórico con los avances contemporáneos, lo que resulta fundamental para comprender la evolución y el impacto continuo de la Biología celular como campo de investigación dinámico y multidisciplinario.

1.5 Ventajas y desventajas de integrar la tecnología en la educación

La integración de tecnología en la educación, como señalan Alastor et al. (2023) ofrece ventajas significativas, particularmente mediante simulaciones y visualizaciones 3D que facilitan la comprensión de procesos biológicos complejos. Estas herramientas promueven un aprendizaje interactivo e inmersivo, mientras que las plataformas digitales permiten personalizar contenidos según necesidades individuales (López y Orenes, 2022). Sin embargo, su implementación enfrenta retos como la brecha digital y la formación docente continua, aspectos críticos para garantizar acceso equitativo y uso pedagógico efectivo de estos recursos.

Alastor et al. (2023) presentan una visión equilibrada de los beneficios y desafíos de integrar la tecnología en la educación, relacionadas con las oportunidades de personalización y mejora de la comprensión mediante herramientas 3D. López y Orenes (2022) subrayan los

obstáculos como la brecha digital y la necesidad de formación docente. De tal forma que los autores coinciden en la importancia de estrategias pedagógicas con bases sólidas para incrementar los beneficios y reducir los desafíos tecnológicos en la educación.

Los recursos tecnológicos actuales, como los simuladores de laboratorio y el software de modelado molecular y celular, mejoran significativamente la enseñanza de la Biología al permitir la interacción con modelos 3D y simulaciones de procesos complejos. Según, Orrego et al. (2024), estas herramientas son particularmente efectivas en educación superior, ya que facilitan la observación y experimentación de fenómenos biológicos difíciles de replicar en entornos tradicionales, potenciando así una comprensión más profunda mediante experiencias prácticas e interactivas.

Además, Riera et al. (2010) destacan que el software RasMol facilita la visualización de estructuras biológicas a nivel molecular, lo que es crucial para el aprendizaje de temas complejos como la genética y la bioquímica. Este tipo de software permite a los estudiantes manipular modelos tridimensionales de moléculas, observar sus interacciones y comprender mejor las funciones biológicas a nivel molecular. La capacidad de visualizar y manipular estos modelos en un entorno virtual proporciona una experiencia de aprendizaje más inmersiva y significativa.

Es decir que, los autores coinciden en la importancia de los recursos tecnológicos como los simuladores de laboratorio y el software de modelado molecular para mejorar la enseñanza de la Biología. Ambos estudios subrayan cómo estas herramientas proporcionan experiencias prácticas y visuales que complementan el aprendizaje teórico, facilitando una comprensión más profunda de los conceptos biológicos. En conjunto, estos autores destacan la necesidad de integrar diversas herramientas tecnológicas para crear un ambiente de aprendizaje inmersivo en la enseñanza de Biología.

1.6 Hologramas en la educación

Los hologramas representan una tecnología emergente que ofrece nuevas opciones tanto para la enseñanza como para el aprendizaje de conceptos. Los hologramas son imágenes tridimensionales creadas mediante la interferencia de patrones de luz coherente, típicamente utilizando láseres. Esta tecnología permite que los estudiantes visualicen estructuras biológicas en tres dimensiones, proporcionando una experiencia educativa más inmersiva y efectiva, además pueden observarse desde diferentes ángulos sin la necesidad de lentes especiales, lo que los hace particularmente útiles en entornos educativos donde se busca una interacción más directa y comprensiva con el material de estudio (Beteta et al., 2021).

Los hologramas transforman la enseñanza de la Biología Celular al permitir la exploración interactiva de modelos 3D precisos de estructuras biológicas, facilitando la comprensión de su organización y función. Ghuloum y Escrivà (2021) demuestran que esta tecnología incrementa la comprensión conceptual, el interés estudiantil y la motivación, mejorando el rendimiento académico y la retención de información. Por otro lado, Beteta-Serrano et al. (2021) confirman su eficacia en educación básica, particularmente en la visualización intuitiva de formas geométricas, evidenciando su potencial multidisciplinar.

Ghuloum y Escrivà (2021) y Beteta et al. (2021) añaden que los hologramas no solo mejoran la comprensión de conceptos complejos, sino que también aumentan la motivación y el interés de los estudiantes, haciendo el aprendizaje más atractivo y dinámico. Estos autores resaltan la importancia de integrar hologramas en la educación para mejorar tanto la comprensión como la motivación.

El marco teórico de esta investigación establece indicadores clave para evaluar: (1) el diagnóstico inicial (falta de motivación y baja retención de conceptos biológicos complejos, medidos mediante pruebas estandarizadas), y (2) la intervención con hologramas (rendimiento académico, participación activa y satisfacción estudiantil, evaluados mediante encuestas,

evaluaciones formativas y observación sistemática). Este enfoque dual permite una valoración integral del impacto de la innovación educativa.

De esta manera, el marco teórico proporciona una base para el estudio, ya que ofrece un enfoque multidisciplinario respaldado por investigaciones previas sobre el uso de tecnologías en la educación, especialmente los hologramas. Este enfoque no solo guía la investigación hacia la mejora del aprendizaje en Biología celular, sino que también establece un marco claro sobre las metodologías más efectivas para integrar tecnologías innovadoras junto con los métodos tradicionales, garantizando dinamismo en el proceso de aprendizaje.

1.7 Bases legales

De acuerdo con el art. 27 de la Constitución del Ecuador, la educación es un derecho fundamental de todas las personas a lo largo de su vida, así como una obligación ineludible del Estado. Se considera una prioridad dentro de las políticas públicas y de la inversión estatal, ya que garantiza la equidad e inclusión social y es esencial para el bienestar de la población. Además, tanto los individuos como sus familias y la sociedad en general tienen el derecho y la responsabilidad de involucrase activamente en el proceso educativo (Constitución de la República del Ecuador, 2008).

Asimismo, en el art. 46, establece la necesidad de adoptar medidas que garanticen la protección y el bienestar a las niñas, niños y adolescentes. En particular, en su literal 7 se indica que las estrategias comunicacionales del sector público deben centrarse en la educación y salvaguardar el respeto a los derechos de imagen, integridad, y otros derechos específicos según la edad de cada persona (Constitución de la República del Ecuador, 2008).

Estos artículos reconocen la educación como derecho fundamental y obligación estatal prioritaria, constituyendo un pilar para la equidad y el bienestar social. El artículo 46 complementa esta visión al garantizar la protección integral de niñas, niños y adolescentes, estableciendo en su literal 7 que las políticas de comunicación deben priorizar su educación y salvaguardar sus

derechos (incluyendo imagen y dignidad). Esta interrelación normativa refuerza el vínculo indisoluble entre educación de calidad y protección infantil como bases del desarrollo social.

Por otro lado, el Ministerio de Educación (MINEDUC) (2023) en el art. 3, literal 3 establece que la incorporación de innovación en el ámbito educativo genera cambios significativos en los procesos formativos. Estas transformaciones abarcan la didáctica, la pedagogía, la tecno-pedagogía, gestión educativa y la gestión escolar, con el propósito de elevar la calidad de la educación. En este marco, los centros educativos desempeñan un papel clave en la identificación de necesidades, problemáticas e intereses que permitan diseñar e implementar procesos educativos innovadores, adaptados y flexibles

Este artículo mencionado, resalta que la innovación educativa representa una oportunidad para transformar y mejorar los procesos de enseñanza aprendizaje. Al incorporar nuevas estrategias pedagógicas, recursos tecnológicos y metodologías más flexibles, se fomenta un entorno educativo más inclusivo, dinámico y significativo para los estudiantes. Este enfoque no solo optimiza la calidad del aprendizaje, sino que también motiva a los alumnos a ofrecerles con un proceso educativo más atractivo y pertinente. Además, la innovación pedagógica impulsa una mayor interacción y cooperación entre estudiantes y docentes. El uso de tecnologías interactivas y métodos de enseñanza activos fomenta el trabajo colaborativo, la resolución de problemas, el pensamiento crítico, habilidades esenciales para el mundo actual.

Capítulo 2: Marco metodológico.

2.1 Paradigma y enfoque

Paradigma

Alvarado y García (2008) señalan que el paradigma busca transformar contextos de injusticia social, mientras que en educación promueve una pedagogía crítica que desarrolla pensamiento reflexivo y empoderamiento estudiantil. Cuahonte y Hernández (2015) añaden que este enfoque transforma estructuras sociales mediante acciones comunitarias reflexivas,

requiriendo en educación una perspectiva dialéctica que integre conocimiento, realidad y práctica desde un enfoque democrático.

En este sentido, la investigación se encamina hacia un paradigma sociocrítico, ya que busca transformar el proceso de aprendizaje de Biología Celular mediante la implementación de un prototipo de holograma, con la intervención de docentes investigadores y la colaboración de estudiantes a lo largo de todo el proceso.

Enfoque

Se utilizó un enfoque mixto, que combina métodos cualitativos y cuantitativos. Según Bagur et al. (2021), el uso de un enfoque mixto permite obtener una visión más rica y completa del objeto de estudio, incrementar la validez de los resultados a través de la triangulación de datos, desarrollar y probar teorías de manera efectiva. Los métodos cuantitativos suelen emplearse para identificar patrones generales, mientras que los métodos cualitativos profundizan en las razones detrás de esos patrones. Por tanto, de acuerdo con los datos de la presente investigación se tiene:

- Datos cuantitativos:

En los estudiantes del grupo experimental y grupo de control se aplicó un pretest antes de la implementación del prototipo de holograma y un post test después de la intervención (Ver Anexo 2). Estos test midieron el conocimiento de los estudiantes sobre Biología Celular.

Para el análisis de las respuestas se usó la escala cuantitativa estipulada por Dirección Nacional de Estándares Educativos (2024) donde se menciona que el desempeño de los educandos se mide por medio de escalas de calificaciones, estas acciones evidencian el cumplimiento de los objetivos de aprendizaje definidos en el currículo y en los estándares de aprendizaje. Con el fin de comparar los puntajes del pretest y post test de ambos grupos y determinar si hay diferencias significativas en el rendimiento académico.

- Datos cualitativos:

Se realizó un test de satisfacción aplicado (Ver Anexo 3) a los estudiantes para recoger sus percepciones y nivel de satisfacción con el uso del holograma. Para complementar se llevaron a cabo observaciones estructuradas durante las clases para registrar el nivel de participación, interés y compromiso de los estudiantes.

Además, para el análisis de respuestas del test de satisfacción se utilizó la escala Likert, que como menciona Matas (2016) es un instrumento psicométrico que permite a los encuestados indicar su grado de acuerdo o desacuerdo a lo que se les pregunta y sirve para la medición de opiniones. Por último, se analizaron las notas de observación para identificar patrones de comportamiento, participación y compromiso de los estudiantes.

2.2 Integración de datos cuantitativos y cualitativos

- **Comparación y contextualización:** Se comparan los resultados del pretest y post test entre el grupo experimental y el grupo de control para evaluar el impacto del holograma en términos cuantitativos. Si se identifica una mejora considerable en el grupo experimental, se pasa a la contextualización cualitativa.

  Los resultados cualitativos se utilizan para explicar los hallazgos cuantitativos. Por ejemplo: si el grupo experimental muestra una mejora significativa, se pueden analizar la encuesta con el docente y los test de satisfacción para entender por qué ocurrió esta mejora. Tal vez los estudiantes mencionaron que el holograma hizo los conceptos más visuales y fáciles de entender, lo que explica el aumento en sus puntajes).
- **Intervención.** Los estudiantes del grupo experimental serán parte de la propuesta de intervención que consiste en el uso de hologramas para el aprendizaje de Biología Celular, mientras que el grupo de control recibirá la metodología que se ha venido trabajando ya durante las prácticas preprofesionales (aula invertida).
- **Recolección de datos**. Se utilizarán pre-test y post test para medir el nivel de aprendizaje de los estudiantes antes y después de la intervención. Además de las observaciones en

el aula y entrevistas para obtener datos cualitativos que complementen los resultados cuantitativos.

- **Análisis de datos.** Se emplearán técnicas estadísticas como la media, que sirve para analizar y contratar los resultados obtenidos entre el grupo experimental y el grupo de control mediante las escalas sugeridas por la LOEI. Además de identificar diferencias significativas en el nivel de aprendizaje, atribuidas al uso de hologramas.
- **Triangulación de datos**. Para validar los hallazgos, se integrarán los datos cuantitativos y cualitativos. Si las observaciones en el aula muestran una mayor participación de los estudiantes del grupo experimental y los resultados del post test reflejan una mejora considerable, esto reforzará la validez de los resultados obtenidos.

  Este enfoque experimental no solo permitirá evaluar el impacto directo del uso de hologramas en el aprendizaje de Biología Celular, sino que también proporcionará información valiosa sobre la viabilidad y eficacia de esta tecnología en un entorno educativo real.

2.3 Tipo de investigación

En esta investigación se inclina por un diseño de tipo cuasi experimental para evaluar de manera precisa cuál es el impacto del empleo de hologramas dentro del proceso de aprendizaje de la Biología Celular. Siguiendo las recomendaciones de Zurita et al. (2018), este tipo de diseño es ideal para determinar las relaciones entre variables luego de una intervención específica. En este caso, la variable independiente es el uso de hologramas como herramienta educativa, y la variable dependiente es el nivel de aprendizaje de los estudiantes.

El diseño cuasi experimental se basa en asignar a los estudiantes a grupos de control y experimentales, lo que permite asegurar que cualquier diferencia observada en los resultados vaya direccionada a la intervención con hologramas. Como señalan los mismos autores, este es un tipo de investigación orientado a analizar el impacto de un tratamiento o proceso de cambio,

en el cual no se realiza una asignación aleatoria de los sujetos o unidades de observación lo que permite que se manipule de manera deliberada al menos una variable independiente además de contar con que los grupos ya se encuentran previamente establecidos.

De este modo, esta asignación es importante para mantener la validez interna del experimento, al igual que la triangulación de datos. En la Unidad Educativa “Juan Bautista Vázquez”, asignaremos a los estudiantes de primero BGU de los paralelos “A” y “B” a estos grupos.

2.4 Población y muestra

2.4.1 Población

Los participantes de este estudio son estudiantes de primero de Bachillerato General Unificado (BGU) de la Unidad Educativa “Juan Bautista Vázquez”. Esta población está distribuida en los paralelos “A”, “B”, “C” y “D”. Estos estudiantes están matriculados dentro de la institución y pertenecen al primero de bachillerato en donde cursan la asignatura de Biología, lo que los hace pertinentes para este estudio debido a su relación directa con el tema de investigación.

2.4.2 Muestra

Para seleccionar la muestra, se ha tomado en cuenta a los dos paralelos que se asignaron durante el proceso de prácticas preprofesionales en este caso el paralelo “A” y “B” que fueron los cursos que el docente encargado destinó para la presente investigación. La selección de la muestra no es intencional, cada uno de ellos cuenta con 30 estudiantes, resultando en una muestra total de 60 estudiantes. La muestra se segmenta en dos grupos: uno experimental y otro de control. El grupo experimental, compuesto por 30 estudiantes, participa en actividades educativas utilizando hologramas. El grupo de control, también de 30 estudiantes, continuará con el método de enseñanza tradicional. Esta asignación es importante para minimizar sesgos y garantizar que las diferencias observadas se deban a la intervención (Zurita et al., 2018)

No obstante, debido a que la problemática fue identificada en el último trimestre del año lectivo 2023-2024, se ha decidido implementar la propuesta de intervención durante el ciclo lectivo 2024-2025, donde por organización institucional se redistribuyen los estudiantes. De este modo, tras diagnosticarse en el primer año de bachillerato, la intervención se llevará a cabo en el segundo año de bachillerato con los paralelos “C” y “D”, considerando que los estudiantes que coinciden con las mismas características de la muestra inicial, es decir: edad, currículo de Biología, nivel académico, institución educativa**.**

2.5 Operacionalización del objeto de estudio o categorías de análisis

En la siguiente tabla, se detalla la operacionalización del objeto de estudio, donde están presentes tanto las variables como indicadores. Se diferencia la variable dependiente la cual es proceso de aprendizaje en Biología y como variable independiente uso del prototipo de hologramas.

Tabla 1

Operacionalización de las variables

Variables	Concepto	Dimensiones	Indicador	Instrumento de medición
Dependiente: Proceso de aprendizaje en Biología celular	Proceso mediante el cual los estudiantes adquieren conocimientos, habilidades, actitudes, valores y comportamientos; acciones que son guiadas por el docente, quien desempeña un rol importante en la orientación de los estudiantes hacia el	Comprensión de conceptos	- Comprensión de conceptos de Biología celular: teoría celular, el origen de la célula y la célula	Pre-Test / Post test
			- Capacidad para recordar e identificar las principales partes de la célula	
			- Manejo correcto del vocabulario de Biología celular	
		Construcción de conocimientos	- Capacidad para relacionar conceptos biológicos con situaciones de la vida real	Pre-Test / Post test

	desarrollo de competencias		-Integración de conceptos la Biología celular	
Independiente: Uso del prototipo de holograma	Aplicación de un dispositivo holográfico tridimensional en el proceso educativo para mejorar la comprensión de conceptos complejos. Este prototipo se utiliza como herramienta didáctica en el aula para proporcionar representaciones visuales y dinámicas de contenido educativo, facilitando el aprendizaje interactivo y la	Integración del prototipo en el plan de estudios	- Inclusión de hologramas en la planificación de lecciones	Guía de observación
			- Diversidad de temas cubiertos con el holograma	
		Interacción y participación estudiantil	- Nivel de interacción y participación de los estudiantes en actividades basadas en hologramas	Guía de observación
			- Colaboración entre estudiantes durante el uso del holograma	
		Percepción y satisfacción	- Satisfacción general de los estudiantes con el uso del holograma	Test de satisfacción
			- Percepción de los docentes sobre la utilidad del holograma	

	participación de los estudiantes.		- Aceptación del holograma como herramienta educativa	
		Impacto en el rendimiento académico	-Calificaciones de los estudiantes al presentar los videos para prototipos holográficos en Biología Celular	Rúbrica de evaluación
			- Comparación de rendimiento entre el grupo de control y grupo experimental	Pre-Test / Post test

2.6 Métodos, técnicas e instrumentos de investigación

Con el fin de recopilar la información requerida para llevar a cabo la investigación, se reunieron datos provenientes de múltiples fuentes. A continuación, se detallan las técnicas empleadas y los instrumentos con los que se combinaron.

2.6.1 Observación participante

Esta técnica consiste en la recopilación sistemática de información con el fin de comprender los fenómenos de un medio. Mediante la observación directa en el entorno donde ocurren y la participación activa del investigador en la vida diaria de los sujetos estudiados (Sanjuán, 2019).

En este sentido, la observación participante se llevó a cabo con el apoyo del diario de campo (Ver Anexo 1), que constituye el primer instrumento utilizado en esta investigación. Esta técnica comenzó el 8 de abril de 2024 y se extendió por un periodo de ocho semanas, durante los días laborales de la semana, dedicando un total de 4 horas diarias a la actividad. Este proceso concluyó el 30 de mayo en la Unidad Educativa “Juan Bautista Vázquez”.

A través de esta técnica, se pudo observar de manera cronológica las deficiencias en el proceso de aprendizaje de Biología, particularmente en los temas de Biología Celular. Este ámbito incluye subtemas fundamentales como la teoría celular, el origen de la célula y la estructura celular. Los estudiantes mostraron dificultades para sintetizar la información y mantener una secuencia lógica en la comprensión de los conceptos principales. Estas dificultades se manifestaron claramente en el desempeño académico de los estudiantes al finalizar el primer año de Bachillerato General Unificado (BGU).

La observación participante permitió identificar los problemas específicos que enfrentan los estudiantes en la asimilación de los contenidos de Biología Celular. Esto proporcionó una visión detallada de las áreas donde los alumnos requieren mayor apoyo y orientación. Además, la técnica permitió recopilar información importante acerca de las estrategias pedagógicas utilizadas y su efectividad, así como las interacciones entre el docente tutor y los estudiantes en el aula.

Por ello, se usó del diario de campo como herramienta en la observación participante resultó fundamental para documentar las falencias en el proceso educativo. La información obtenida servirá como

base para desarrollar la propuesta de intervención para mejorar el rendimiento académico y la comprensión en Biología Celular, contribuyendo así a un proceso de aprendizaje más significativo.

2.6.2 Test de satisfacción

El test de satisfacción es un instrumento para evaluar las percepciones y niveles de satisfacción de los participantes con respecto a una intervención específica, en este caso, el uso de hologramas en la enseñanza. Su implementación permite recolectar datos directos y específicos que ayudan a comprender el efecto de la innovación tecnológica durante el proceso.

Según Zhang y Adipat (2020), los test de satisfacción son herramientas esenciales para evaluar la aceptación y efectividad de las tecnologías educativas, proporcionando una retroalimentación valiosa para mejorar su implementación.

En el contexto de esta investigación, el test de satisfacción se diseñó para medir varios aspectos del uso de hologramas en la enseñanza de Biología Celular, incluyendo la facilidad de uso, la percepción de efectividad, el interés generado, y las mejoras en la comprensión de conceptos complejos. Este enfoque permite obtener una perspectiva más amplia del impacto de los hologramas tanto de los estudiantes como de los docentes.

2.6.3 Prueba de evaluación

De acuerdo con el criterio de Córdoba (2006), la evaluación se concibe como una serie de acciones continuas que los docentes llevan a cabo en el aula con el fin de evaluar el nivel de formación alcanzado por sus estudiantes. Este enfoque resalta la importancia de la evaluación formativa, que permite un seguimiento constante del progreso del estudiante y la implementación de estrategias pedagógicas adaptativas.

Para determinar el impacto de la propuesta educativa en el conocimiento de los estudiantes, se emplean dos tipos de pruebas: pre-test y post test.

El pre-test se desarrolla al inicio del tema con el fin de evaluar el conocimiento previo de los estudiantes. Esta prueba inicial es fundamental para establecer una línea base que permita identificar las fortalezas y áreas de mejora antes de la intervención educativa.

Por otro lado, el post test se emplea al finalizar el tema para medir el aprendizaje adquirido tras la intervención de la propuesta educativa. Esta prueba final permite evaluar la efectividad de la propuesta y comparar los resultados con el pre-test. La comparación entre ambas pruebas proporcionará datos cuantitativos y cualitativos que permitirán analizar el progreso de los estudiantes, así como la eficacia de la metodología utilizada. A continuación, se presenta el diseño detallado de ambas pruebas de evaluación.

2.7 Análisis y discusión de los resultados del diagnóstico

2.7.1 Análisis de los resultados

Con base en los promedios obtenidos en el diagnóstico inicial, los estudiantes del grupo experimental, correspondiente al 2 BGU paralelo C, alcanzaron un promedio de 7.14, que concierne a una calificación cualitativa de B-, de acuerdo con la tabla proporcionada por la Dirección Nacional de Estándares Educativos (2024) se observa que los estudiantes realizan tareas y actividades autónomas y ocasionalmente en colaboración, sobre la base de la comprensión de los aprendizajes adquiridos (…) aunque con ciertas limitaciones para seguir instrucciones.

Por su parte, el grupo control, que corresponde a 2 BGU paralelo D, obtuvo un promedio de 7.52, también clasificado en el rango de B-, aunque más cercano al rango B+. Esto sugiere que, en general, estos estudiantes muestran un desempeño similar al del grupo experimental, pero con una leve ventaja en la aplicación de habilidades en situaciones comunes y predecibles.

En este sentido, el análisis comparativo muestra que los dos grupos pertenecen a un nivel similar de desarrollo de las destrezas y habilidades planteadas en el currículo, lo que valida su selección para la propuesta de intervención. Sin embargo, es evidente que el rendimiento promedio en ambas secciones refleja

que los estudiantes están en proceso de consolidación de destrezas de aprendizaje y presentan características para mejorar la resolución de problemas y trabajo colaborativo.

2.7.2 Discusión de los resultados

Desde un enfoque pedagógico, los resultados del diagnóstico inicial sugieren que los estudiantes poseen un nivel básico de comprensión en Biología Celular, suficiente para implementar estrategias innovadoras en el proceso aprendizaje. Sin embargo, se evidencian limitaciones en la capacidad de aplicar conocimientos en situaciones complejas y aprendizaje autónomo, lo que resalta la importancia de fortalecer estas competencias a través de la intervención.

En este sentido, el grupo experimental, al recibir la metodología de aprendizaje basada en hologramas, podrá beneficiarse en términos de colaboración grupal, comprensión de conceptos complejos y aplicación de conocimientos en contextos prácticos. La similitud en los resultados entre los grupos experimental y control garantiza que cualquier mejora observada en el rendimiento académico posterior podrá atribuirse directamente a la intervención.

Asimismo, en términos de la escala cualitativa, se observa que, si bien los estudiantes cumplen con los aprendizajes esperados en un nivel básico (B-), aún no alcanzan un nivel de dominio (A o A+), lo que es consistente con la evidencia de que el aprendizaje de Biología Celular presenta desafíos relacionados con su abstracción.

2.7.3 Relación con el resto de la investigación

Así es como, los resultados del diagnóstico inicial proporcionan una base que permite evaluar de la propuesta pedagógica, donde la calificación cualitativa predominante B-, refleja un desempeño que está en el proceso de desarrollo, lo cual justifica la importancia de adoptar estrategias didácticas que impulsen un aprendizaje activo, significativo y colaborativo. En este sentido, el uso de hologramas en el grupo experimental será una herramienta efectiva para superar las limitaciones identificadas, como el trabajo en equipo y la comprensión de los conceptos biológicos.

Además, los datos obtenidos servirán como referencia para la comparación con los resultados del post test, permitiendo evaluar si la intervención logró mejorar el nivel de aprendizaje de los estudiantes y superar las limitaciones iniciales identificadas en la escala cualitativa.

2.7.4 Implicaciones y sugerencias

- **Implicaciones pedagógicas**: Los resultados iniciales señalan que el grupo experimental tiene un nivel de desempeño suficiente para adaptarse a una metodología innovadora, mientras que el grupo de control, con métodos tradicionales, puede servir como referencia para evaluar la efectividad del uso de hologramas.
- **Sugerencias para investigaciones futuras**: Sería relevante ampliar la muestra para incluir otros niveles educativos o diversificar las temáticas abordadas con hologramas, explorando su aplicabilidad en otras áreas de las ciencias naturales.

  Finalmente, se puede decir que los datos del diagnóstico inicial subrayan la pertinencia del enfoque experimental de la investigación, estableciendo una base clara para evaluar la propuesta.

2.7.5 Regularidades del diagnóstico

El análisis de los datos de los promedios recopilados en el diagnóstico inicial de esta investigación permitió identificar regularidades que reflejan patrones comunes en el desempeño de los educandos y su vínculo con el proceso de aprendizaje. Estas regularidades se encuentran alineadas con las características del nivel educativo, además de las condiciones específicas del entorno donde se desarrolla el trabajo de investigación.

2.7.5.1 Identificación de Regularidades

- **Rendimiento Similar Entre Grupos:** Los estudiantes de los paralelos C (grupo experimental) y D (grupo control) mostraron promedios similares que se encuentran en el rango B-, según la escala cualitativa establecida, lo que asegura que ambos grupos poseen condiciones similares al inicio, permitiendo una comparación válida de los resultados tras la intervención.

- **Dificultades en Aplicación de Conocimientos:** Se evidencia que los estudiantes logran completar con tareas básicas de manera autónoma, sin embargo, presentan limitaciones al aplicar conocimientos en contextos más complejos, lo que hace notable la necesidad de optar por estrategias que refuercen esta habilidad.
- **Trabajo Colaborativo Limitado:** Los datos obtenidos reflejan que, los estudiantes son capaces de participar en actividades grupales, pero no siempre de manera eficiente o estructurada, lo que sugiere brindar oportunidades para mejorar la interacción que refuerce habilidades interpersonales que ayuden a mejorar el trabajo en equipo.

2.7.5.2 Relación con la Investigación

Estas regularidades apoyan la pertinencia de la propuesta que es el uso de hologramas como herramienta innovadora, que contribuyan a la mejora del proceso de aprendizaje, ya que pueden facilitar la comprensión, fortalecer el trabajo colaborativo y posibilitar la aplicación práctica de conocimientos en Biología Celular.

Además, existen dos tipos de implicaciones que son:

- **Educativas:** La intervención con hologramas está diseñada para superar las limitaciones expuestas por el hecho de que, esta propuesta es capaz de promover un aprendizaje más dinámico y colaborativo.
- **Para futuras investigaciones:** Es recomendable ampliar el alcance del análisis a otros niveles educativos y campos temáticos que permitan explorar y analizar el impacto de los hologramas en disciplinas adicionales dentro de las ciencias experimentales permitiendo que sirvan como referencia para evaluar si la propuesta logra las mejoras esperadas en el aprendizaje de los estudiantes.

Capítulo 3: Propuesta de intervención

3.1 Prototipo de holograma

La integración de hologramas en la enseñanza de Biología Celular constituye una innovación pedagógica significativa que optimiza el proceso educativo mediante representaciones tridimensionales

interactivas, facilitando la comprensión de conceptos complejos y mejorando la retención del conocimiento (Cuenca et al., 2023). Estas herramientas tecnológicas complementan las metodologías tradicionales al fomentar la investigación científica, el pensamiento crítico y el trabajo colaborativo (Pérez, 2021), sin sustituir los fundamentos teóricos, sino potenciándolos a través de un enfoque híbrido que combina lo convencional con lo innovador para lograr un aprendizaje más significativo y adaptado a las demandas educativas actuales.

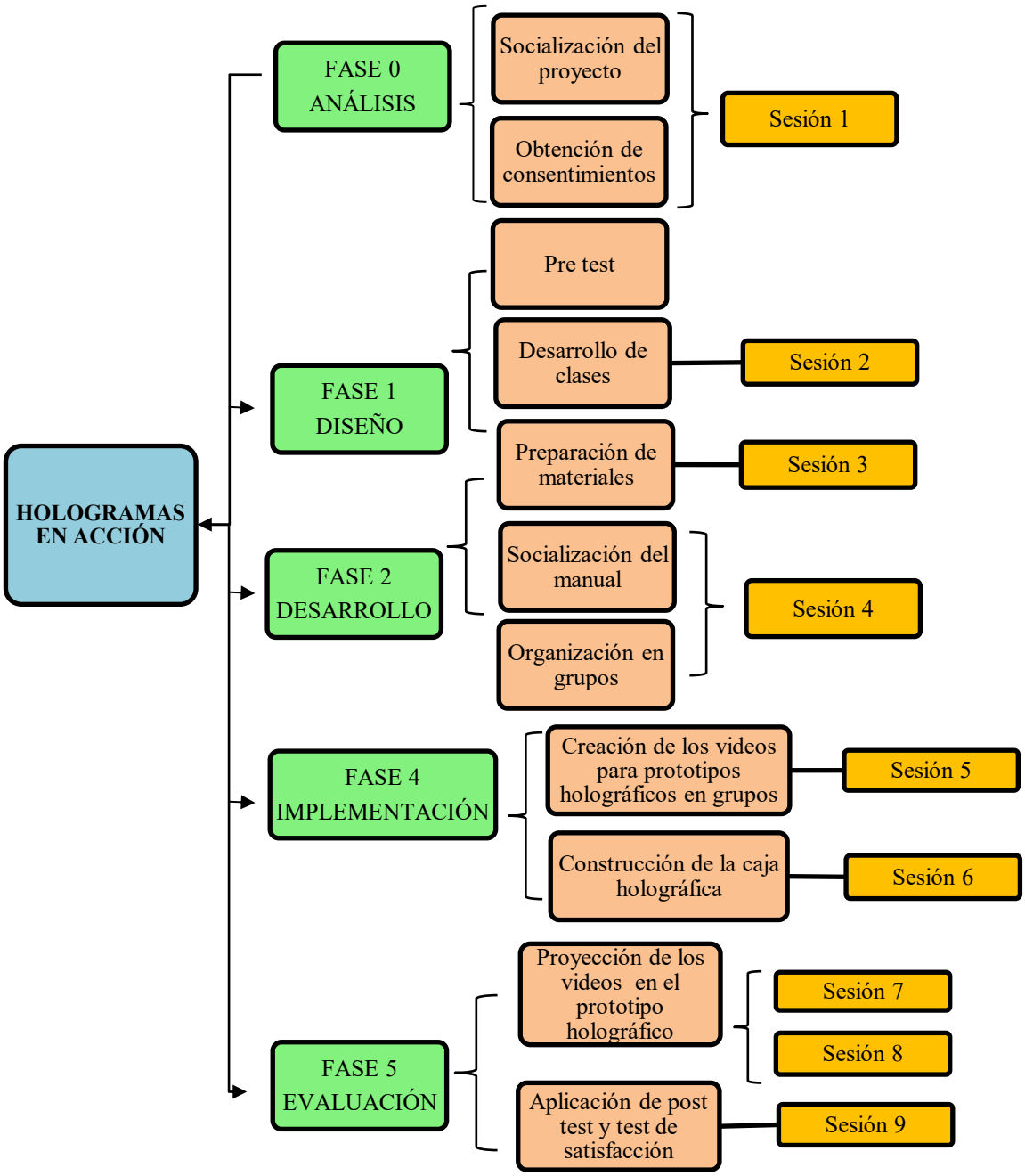
De manera que, esta intervención es importante para transformar la enseñanza de la Biología, haciéndola más relevante para los estudiantes de bachillerato. Al integrar la utilización de hologramas, los estudiantes pueden visualizar estructuras celulares y procesos biológicos de manera tridimensional, lo que refuerza su comprensión y facilita el aprendizaje de conceptos abstractos.

UNIVERSIDAD NACIONAL DE EDUCACIÓN

3.2 Diseño de la propuesta

UNIVERSIDAD NACIONAL DE EDUCACIÓN

Figura 1



Propuesta modelo de intervención

La propuesta de intervención se basa en el Modelo ADDIE que consta de 5 fases que son: análisis, diseño, desarrollo, implementación y evaluación y que, según, Morales (2022) se utiliza para la creación de intervenciones educativas efectivas mediante la evaluación continua que mejora las prácticas de aprendizaje.

3.2.1 Fase 1: Análisis

En esta fase se realizó un diagnóstico, para determinar el nivel de dominio de conocimientos previos de los educandos en Biología Celular y comprender sus necesidades de aprendizaje en la asignatura de Biología. Además, se socializó el proyecto con los estudiantes, asegurando la obtención de autorizaciones por parte de sus representantes legales, mismas que son necesarias para su participación.

Actividades:

- Socialización del proyecto con estudiantes
- Diagnóstico inicial para medir conocimientos sobre teoría celular, origen de la célula, y estructura celular.

Duración: 1 sesión de 45 minutos.

3.2.2 Fase 2: Diseño

En esta fase, los investigadores desarrollan dos clases enfocadas en los aspectos clave de la Biología Celular: la teoría celular, el origen de la célula y la estructura celular. El objetivo es cumplir con el criterio de evaluación CE.CN. B.5.3, el cual establece que los estudiantes deben ser capaces de argumentar la relevancia del ADN como portador de la información genética, comprendiendo su estructura, función, y los procesos de transcripción y traducción del ARN, así como las causas y consecuencias de las alteraciones genéticas y cromosómicas. Este contenido está alineado con el currículo de Biología, lo que asegura la relevancia y coherencia con los estándares educativos.

Actividades:

- Desarrollo de dos clases para la teoría celular, el origen de la célula y la estructura celular

- Creación de una rúbrica de evaluación para valorar la calidad de los videos holográficos
- Elaboración el manual de creación de videos holográficos.

Duración: 2 sesiones de 45 minutos

3.2.3 Fase 3: Desarrollo

Aquí se crean y preparan los materiales necesarios para la intervención. Esto incluye la elaboración de recursos como el manual (Ver Anexo 4) para la creación de videos holográficos, así como la preparación de materiales para construir la caja holográfica. Además, se organizan los estudiantes en grupos y se asignan temas específicos a cada grupo.

Actividades:

- Socialización del manual de creación de videos holográficos
- Organización de los estudiantes en grupos, asignando un tema a cada grupo, de manera que: grupo 1: ADN, grupo 2: ARN, grupo 3: Célula vegetal, grupo 4: Célula animal, grupo 5: Célula procariota, grupo 6: Organelos

Duración de preparación: 1 sesiones de 45 minutos.

3.2.4 Fase 4: Implementación

En la fase de implementación, los estudiantes emplean los conocimientos obtenidos para desarrollar los videos holográficos. Con el manual como guía, cada grupo crea su video sobre el tema asignado y construye la caja holográfica. (Ver Anexo 5)

Actividades:

- En esta primera actividad, los estudiantes trabajarán en grupos para crear videos destinados a los prototipos holográficos. Una vez conformados los equipos, revisarán el manual previamente socializado con el objetivo de aclarar cualquier duda. Posteriormente, accederán a la plataforma PowerPoint y seguirán, de manera secuencial, las instrucciones establecidas en el manual, contando con el acompañamiento de las investigadoras durante el proceso.

- Una vez elaborados los videos para los prototipos holográficos, los grupos se organizarán para reunir los materiales necesarios, como: cartón, láminas de acetato, tijeras y silicona, entre otros. Además, asignarán roles específicos para la construcción de la caja holográfica, siguiendo una guía detallada paso a paso.
- **Duración**: 2 sesiones de 45 minutos

3.2.5 Fase 5: Evaluación

En esta fase se evalúa tanto el proceso como los resultados del proyecto. Por un lado, los estudiantes proyectan sus videos en la caja holográfica, y su desempeño se evalúa con una rúbrica previamente establecida.

Finalmente, se realiza un post test para medir los conocimientos adquiridos, comparando con el diagnóstico inicial y analizando el impacto de la intervención.

Actividades:

- Proyección de los videos en la caja holográfica y evaluación de los productos finales
- Aplicación de un post test para medir el aprendizaje de los estudiantes.

Duración:

- Proyección y evaluación de videos: 2 sesiones de 45 minutos
- Post test: 1 sesión de 45 minutos (realizado dos semanas después de la intervención)

3.3 Aplicación de la propuesta

La primera fase de la implementación se centró en la socialización del proyecto de intervención titulado Hologramas en Acción. Este proceso inició con la presentación formal del proyecto a los estudiantes de segundo de bachillerato, paralelos C y D. Durante esta socialización, se buscó generar un ambiente de confianza y comprensión, enfatizando la relevancia de la participación y el compromiso de los participantes en el desarrollo de la propuesta.

Posteriormente, se distribuyeron los documentos de autorización, los cuales se dirigieron a los representantes legales de los estudiantes. Estos documentos detallaron la naturaleza del proyecto, las actividades a realizar y los derechos de quienes participan, con el propósito de garantizar la transparencia del proceso. Una vez obtenidas todas las autorizaciones firmadas, se aseguró que los representantes legales comprendieron y aceptaron que sus representados participaran de manera libre, informada y voluntaria en las actividades planificadas por los investigadores.

Con los consentimientos recolectados, se procedió a la aplicación del pretest. Este instrumento permitió medir los conocimientos previos de los estudiantes sobre los temas de Biología Celular, sirviendo como punto de partida para evaluar la intervención del proyecto. La ejecución del pretest concluyó con éxito la primera fase de la implementación, estableciendo una estructura concreta para las siguientes etapas del proyecto.

En la segunda fase de la implementación, se llevaron a cabo clases magistrales con ambos grupos, centradas en el contenido del currículo de Biología, específicamente sobre la teoría celular. Se inició con una explicación detallada de los postulados de la teoría celular, donde se analizaron las ideas fundamentales que sustentan este concepto, como la idea que la célula es la unidad fundamental de la vida y que todos los organismos están formados por células. Luego, se abordaron los diferentes tipos de células, diferenciando entre células procariotas y eucariotas, y se profundizó en las estructuras celulares principales, como el núcleo, la membrana celular y los orgánulos.

Cada clase tuvo una duración de 45 minutos, tiempo durante el cual se utilizaron cuadros comparativos y sinópticos para organizar y sintetizar la información explicada. Estos recursos visuales ayudaron a los estudiantes a identificar las diferencias y similitudes entre los conceptos clave de manera clara y comprensible.

Al inicio de cada sesión, se llevó a cabo una actividad de retroalimentación, con la finalidad de activar los conocimientos previos de los estudiantes y determinar qué conceptos necesitaban refuerzo. Durante la

clase, se resolvieron dudas que surgieron de manera espontánea, permitiendo que los estudiantes comprendieran mejor el contenido y aclararan sus inquietudes de forma interactiva.

Posteriormente, se introdujo el uso de herramientas digitales, comenzando con la aplicación Canva para la creación de videos educativos. Para facilitar su aprendizaje, se diseñó un manual paso a paso, que proporcionó instrucciones detalladas y accesibles para que los estudiantes pudieran seguirlo con facilidad. El manual no solo incluyó las indicaciones para crear videos, sino también un ejemplo de cómo generar imágenes tridimensionales en la plataforma PowerPoint, las cuales luego se pudieron transformar en videos en Canva. Este proceso permitió que los estudiantes recrearan representaciones visuales de los conceptos biológicos aprendidos, haciendo el contenido más comprensible.

De esta forma, las clases magistrales se combinaron con el uso de herramientas digitales, lo que facilitó el aprendizaje tanto teórico como práctico. Al integrar el uso de PowerPoint, los estudiantes no solo adquirieron conocimientos sobre Biología, sino que también desarrollaron habilidades tecnológicas que complementaron su proceso de aprendizaje.

Durante la fase de desarrollo, los investigadores implementaron el núcleo del proyecto con el grupo experimental, que corresponde a los estudiantes del segundo de bachillerato paralelo C. Este proceso comenzó con la socialización del manual diseñado específicamente para la creación de vídeos de prototipos holográficos. El manual proporcionó instrucciones prácticas, organizadas paso a paso, que guiaron a los estudiantes en el desarrollo técnico y creativo de los videos. En la presentación del manual se incluyó una explicación, donde se resolvieron dudas y se enfatizaron aspectos clave del procedimiento, asegurando la comprensión de las actividades a realizar.

Posteriormente, se realizó la asignación de los estudiantes en grupos de trabajo. Dado que el grupo experimental estaba compuesto por 30 estudiantes, se formaron seis grupos, cada uno integrado por cinco participantes. Esta distribución aleatoria buscó fomentar la interacción y el trabajo colaborativo, promoviendo la participación equitativa de todos los participantes. A cada grupo se le asignó un tema específico relacionado

con conceptos fundamentales de Biología Celular, con el fin de cubrir una diversidad de contenidos dentro del área. Los temas asignados fueron los siguientes:

- **Grupo 1:** ADN
- **Grupo 2:** ARN
- **Grupo 3:** Célula vegetal
- **Grupo 4:** Célula animal
- **Grupo 5:** Célula procariota
- **Grupo 6:** Organelo (mitocondria)

La distribución temática permitió que cada grupo se enfocara en un aspecto particular del contenido, lo que facilitó el desarrollo de materiales audiovisuales. Los investigadores supervisaron a los grupos, asegurando que cada uno recibiera el apoyo adecuado para realizar con éxito sus actividades. Esta fase culminó con los grupos listos para iniciar la elaboración de los videos holográficos, estableciendo así las bases para las siguientes actividades del proyecto.

En la fase de implementación, una vez conformados los grupos y asignados los temas, se planificó realizar la actividad en el aula de cómputo dentro de la institución. Para asegurar el acompañamiento continuo y la correcta ejecución de los proyectos, se organizaron reuniones virtuales programadas con los estudiantes. Durante estos encuentros, se resolvieron dudas sobre la creación de los videos holográficos y se abordaron detalles específicos relacionados con el contenido y la presentación de sus trabajos.

En la siguiente sesión, los estudiantes realizaron la elaboración de la caja holográfica, la cual tuvo como finalidad proyectar los videos creados. Previamente, se socializaron los materiales que se requieren para la elaboración del prototipo de holograma, y los estudiantes se organizaron en sus respectivos grupos para llevar a cabo la actividad. Dentro de cada grupo, se asignaron tareas específicas a los miembros, promoviendo la colaboración y el trabajo en equipo. A lo largo de este proceso, se evidenció la creatividad de los estudiantes, quienes, si bien siguieron las especificaciones proporcionadas, tuvieron la libertad de

personalizar el diseño de la caja holográfica de acuerdo con sus preferencias. Este enfoque permitió que los estudiantes desarrollaran prototipos innovadores y únicos, manteniendo la coherencia con las directrices establecidas para asegurar que la funcionalidad del proyecto no se viera comprometida.

La fase de evaluación constituyó el cierre del proyecto, donde los estudiantes tuvieron la oportunidad de compartir los productos finales desarrollados durante el proceso. Cada grupo, respetando el orden asignado previamente, realizó la proyección de su video holográfico utilizando el prototipo de holograma. Estas presentaciones permitieron mostrar el trabajo colaborativo y los conocimientos adquiridos.

Para la evaluación de las presentaciones, se utilizó una rúbrica previamente diseñada que evaluó diversos criterios, incluyendo la comprensión de conceptos, interacción y participación, uso del holograma, creatividad en la presentación, desarrollo del video y prototipo de holograma. Esta evaluación permitió no solo medir el cumplimiento de los objetivos del proyecto, sino también ofrecer retroalimentación valiosa a los estudiantes sobre su desempeño por parte de los investigadores.

Tras la culminación de las presentaciones, se aplicó un post test con la finalidad de medir los conocimientos adquiridos por los estudiantes tras la implementación del holograma. Este instrumento fue esencial para comparar los resultados obtenidos con el pretest aplicado en la primera fase, permitiendo evaluar de manera objetiva la intervención del proyecto en el aprendizaje de los participantes.

Además, se realizó un test de satisfacción dirigido tanto a los estudiantes como a la docente de Biología involucrada en el proceso. Este test buscó recopilar percepciones sobre la experiencia con el uso del holograma, explorando aspectos como el nivel de agrado, la facilidad de adaptación a esta metodología, y la disposición de los estudiantes para trabajar con hologramas en futuras actividades. La retroalimentación de la docente también proporcionó una perspectiva sobre la viabilidad y efectividad de la propuesta desde una perspectiva pedagógica.

Esta etapa final permitió cerrar la intervención, además de proporcionar información valiosa para evaluar la eficacia del proyecto Hologramas en Acción y considerar su posible replicación o mejora en contextos educativos similares.

Esta distribución temática permite que cada grupo se enfoque en un aspecto particular del contenido, lo que facilita el desarrollo de materiales audiovisuales. Los investigadores supervisan el grupo asegurando que cada uno reciba el apoyo necesario para realizar sus actividades.

La fase culmina con los grupos listos para iniciar la elaboración de los videos holográficos, estableciendo así las bases para las siguientes actividades del proyecto.

3.4 Resultados obtenidos mediante la implementación realizada

Es esta sección se encuentran los resultados que se obtuvieron con la implementación de la propuesta, así como de la encuesta de satisfacción, el pretest y el post test aplicados a los estudiantes de 2° BGU de la Unidad Educativa “Juan Bautista Vásquez”.

La muestra del estudio estuvo conformada por 30 estudiantes, de los cuales el 46.7% correspondió al género masculino y el 53.3% al género femenino, con edades que oscilan entre los 15 y 18 años. Para el procesamiento y análisis de los datos cuantitativos, se utilizó el software SPSS (IBM, 2025), una herramienta especializada en la gestión de datos, análisis estadístico y creación de gráficos y tablas. Este software, empleado bajo una licencia gratuita de 30 días, permitió calcular la media y la mediana y la desviación estándar. Por otro lado, para el análisis de los datos cualitativos, se aplicó la escala cuantitativa establecida por la Dirección Nacional de Estándares Educativos (2024), lo que permitió una evaluación estructurada y precisa del impacto de la intervención realizada.

3.4.1 Principales resultados mediante el diario de campo

Tabla 2

Dimensión-Integración del prototipo en el plan de estudios

Indicador	Observación	Resultado

UNIVERSIDAD NACIONAL DE EDUCACIÓN

Inclusión de hologramas en la planificación de lecciones	En el grupo experimental, durante la presentación de los hologramas, existió un aumento en la participación de los estudiantes. Los estudiantes mostraron mayor interés en la actividad y fueron capaces de identificar con mayor precisión las estructuras celulares, además de explicar sus funciones de manera adecuada. Los estudiantes respondieron con mayor seguridad a las preguntas formuladas por la docente e investigadoras, y generaron interrogantes para sus compañeros como parte del proceso de retroalimentación. Desde la perspectiva de las investigadoras, se reconoció que la calidad de las presentaciones podría mejorar si se realizaran en un espacio con menor iluminación, como el auditorio de la institución. Sin embargo, a pesar de	Los hologramas constituyen un recurso valioso para la comprensión del contenido de biología celular. La inclusión de hologramas en las lecciones mejoró la participación, el interés y la capacidad de los estudiantes para identificar y explicar las estructuras celulares. Aunque se sugiere mejorar las condiciones de iluminación para futuras presentaciones, los hologramas demostraron ser una herramienta efectiva para el aprendizaje.

UNIVERSIDAD NACIONAL DE EDUCACIÓN

	esta limitación, todas las presentaciones resultaron efectivas y prácticas para el reconocimiento de las estructuras celulares.	
Diversidad de temas cubiertos con el holograma	La intervención se enfocó en el contenido de biología celular, incluyendo la Teoría Celular, sus postulados, el origen de la célula, la identificación de estructuras celulares y la comprensión de sus funciones. Esta estrategia permitió una mejora notable en la participación y en el reconocimiento de dichos conceptos	El uso de hologramas facilitó la cobertura de una diversidad de temas relacionados con la biología celular. En los estudiantes se observó una mejora importante en la comprensión y el reconocimiento de los conceptos clave, lo que sugiere que los hologramas son una herramienta efectiva para la enseñanza de temas complejos.

Esta dimensión indica que los hologramas son un recurso valioso para la comprensión del contenido de Biología Celular. La inclusión de hologramas en las lecciones mejoró la participación, el interés y la capacidad de los estudiantes para identificar y explicar las estructuras celulares. Sin embargo, se podría mejorar las condiciones de iluminación para futuras presentaciones.

Tabla 3

Dimensión- interacción y participación estudiantil

Indicador	Observación	Resultado
Interacción de los estudiantes en actividades basadas en hologramas	En el grupo experimental, los estudiantes mostraron una interacción notable durante	Los hologramas fomentaron una mayor interacción entre los estudiantes, lo que

	la presentación de hologramas. La participación aumentó de forma evidente, y los estudiantes generaron interrogantes para sus compañeros como parte del proceso de retroalimentación	facilitó un ambiente de aprendizaje colaborativo. La generación de preguntas y la retroalimentación entre compañeros indican que los estudiantes estaban más involucrados y comprometidos con el contenido.
Participación de los estudiantes en actividades basadas en hologramas	Hubo una mayor seguridad por parte de los estudiantes al responder preguntas relacionadas con el contenido presentado mediante los hologramas. La actividad despertó su interés y mejoró su capacidad para identificar y explicar las funciones de las estructuras celulares.	Los estudiantes mostraron una mayor confianza al participar en las actividades, lo que sugiere que los hologramas ayudaron a reducir la ansiedad y a aumentar la seguridad en el aprendizaje. La capacidad de los estudiantes para identificar y explicar las estructuras celulares mejoró significativamente, lo que indica que los hologramas son una herramienta efectiva para el aprendizaje activo.
Colaboración de los estudiantes durante el uso del holograma	Se evidenció una dinámica colaborativa entre los estudiantes, quienes intercambiaron ideas, formularon preguntas y participaron activamente en	Los hologramas promovieron un ambiente de aprendizaje colaborativo, donde los estudiantes trabajaron juntos para

UNIVERSIDAD NACIONAL DE EDUCACIÓN

	el reconocimiento de las estructuras celulares.	comprender y discutir el contenido. La colaboración entre los estudiantes facilitó un mayor entendimiento del material y aumento en la participación en el proceso de aprendizaje.

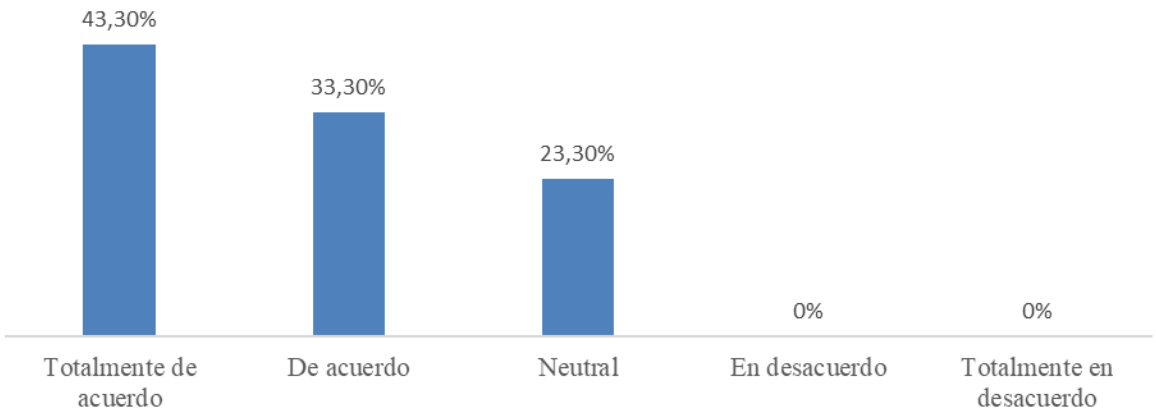
Con esta dimensión se determina que los hologramas fomentaron una mayor interacción entre los estudiantes, facilitando un ambiente de aprendizaje colaborativo. La generación de preguntas y la retroalimentación indican que los estudiantes estaban más involucrados y comprometidos con el contenido.

3.4.2 Principales resultados de la encuesta de satisfacción a los estudiantes

En este apartado se encuentran los resultados del test de satisfacción aplicado a los estudiantes de 2do BGU que sirvió para conocer si existieron mejoras en el aprendizaje respecto de la Biología Celular. En general, la percepción de los estudiantes sobre el uso de hologramas en las clases, son positivos ya que consideran que es nueva, interesante y divertida

Figura 2

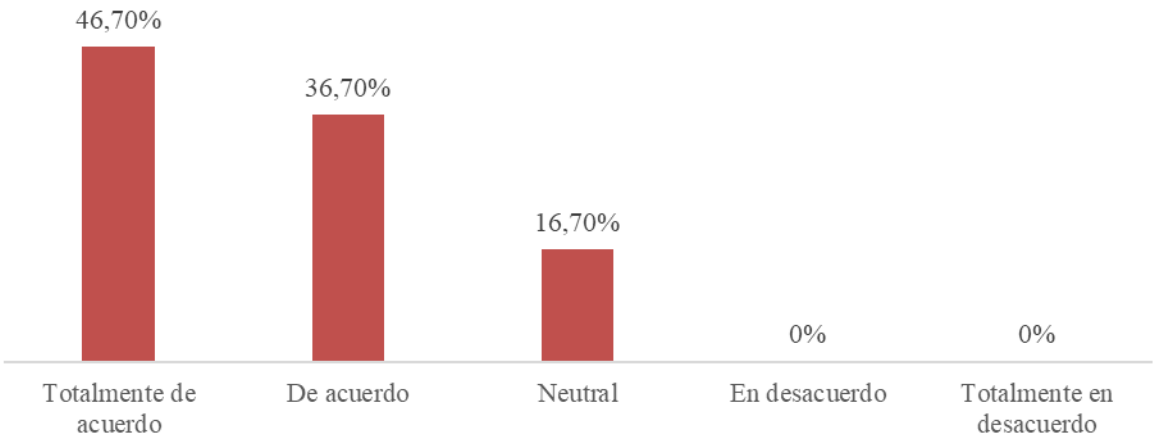
Comprensión sobre conceptos básicos de Biología Celular



Como se visualiza en el gráfico 1, el 43,3% de los estudiantes están totalmente de acuerdo con que sí ha mejorado su compresión sobre los conceptos básicos de Biología Celular, seguido de un 33,3 % que señala estar de acuerdo y un 23,3% son neutrales respecto a esta situación. Esto indica que los hologramas son una herramienta útil para facilitar la comprensión de conceptos básicos en Biología Celular.

Figura 3

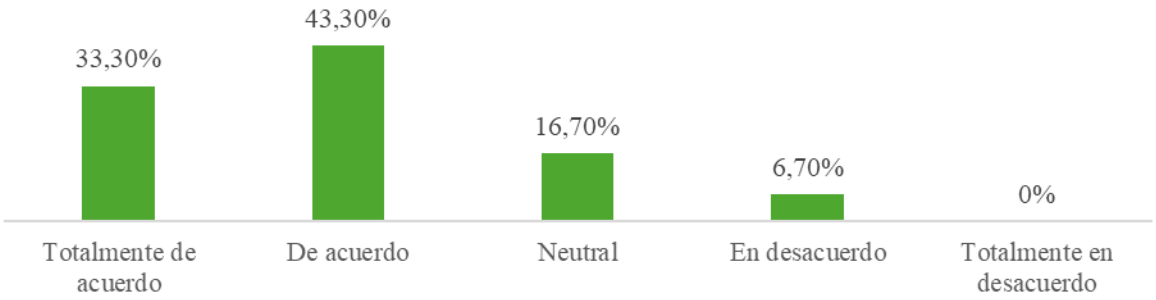
Hologramas en el recuerdo y explicación de teorías biológicas



Los resultados de la pregunta 2 evidencian que el 46,7% de los participantes está totalmente de acuerdo con que el uso de hologramas les ha ayudado a recordar y explicar las teorías y principios de la Biología Celular. Mientras que el 36,7% considera estar de acuerdo y el 17,7% son neutrales al respecto y podría indicar que algunos estudiantes no percibieron un cambio significativo en su capacidad para recordar y explicar teorías. Lo que quiere decir que hologramas no solo mejoran la comprensión, sino que también ayudan a retener y aplicar los conocimientos.

Figura 4

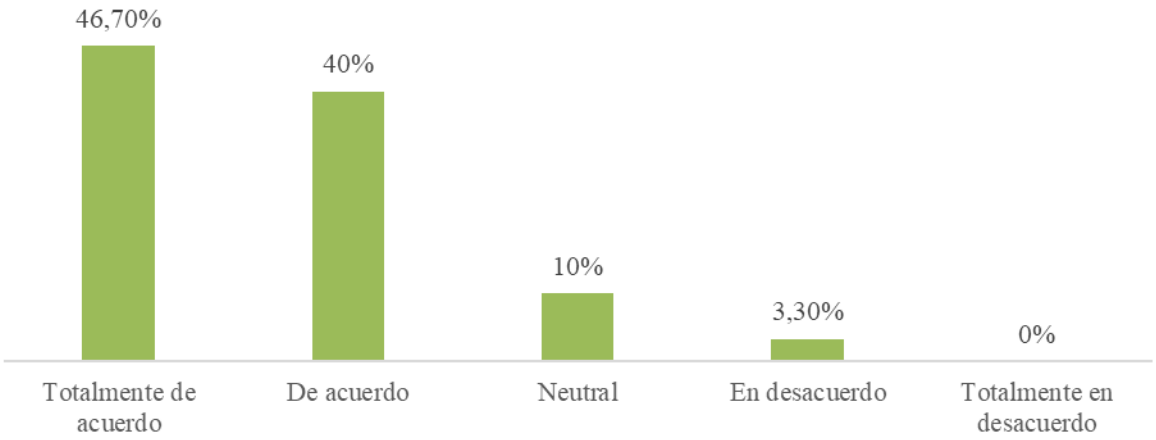
Identificación de conceptos biológicos con hologramas



Se observa que el 43,3% de los estudiantes están de acuerdo con que los hologramas han ayudado a la identificación de los conceptos. Sin embargo, se nota una tendencia del 6,7% que dicen estar en desacuerdo, lo que quiere decir que no todos los estudiantes percibieron a la intervención de manera positiva.

Figura 5

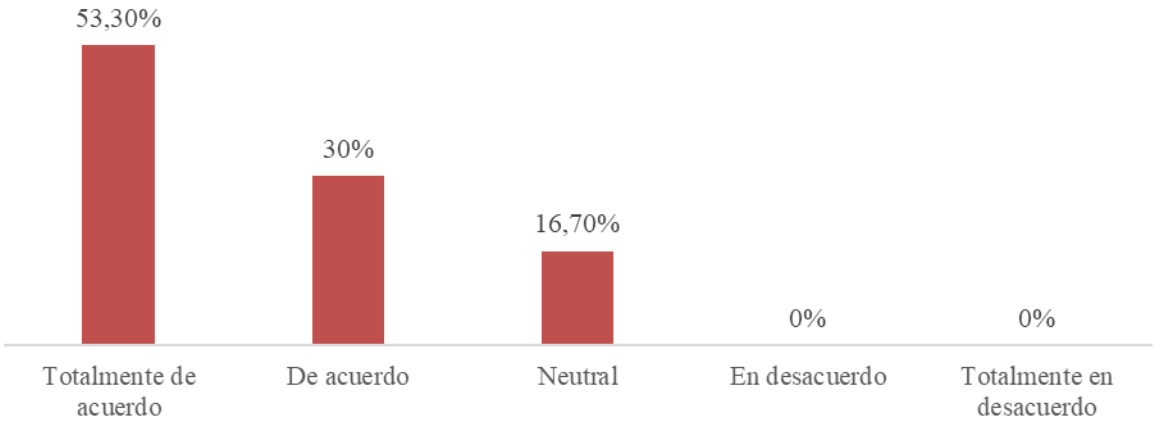
Facilitación de la integración de conceptos biológicos



Los resultados indican que el 47,7% de los participantes están totalmente de acuerdo con que los hologramas faciliten la integración de conceptos, seguido del 40% que considera estar de acuerdo y finalizando con el 3,3% que está en desacuerdo con que se haya facilitado la integración de los conceptos e indica que la intervención fue efectiva para casi todos los estudiantes.

Figura 6

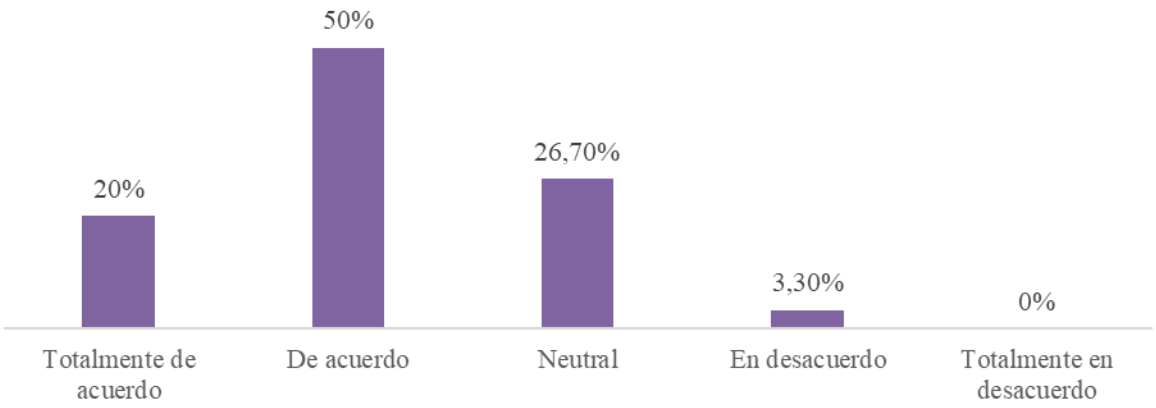
Mejora en la comprensión de conceptos complejos



De acuerdo con los resultados más de la mitad de los estudiantes que participaron en la intervención, es decir, el 53,3% están de acuerdo con que los hologramas han mejorado su compresión de conceptos complejos en Biología molecular, seguido del 30% que dice estar totalmente de acuerdo con esto. Lo que demuestra que la intervención ha funcionado para la mayoría de los estudiantes.

Figura 7

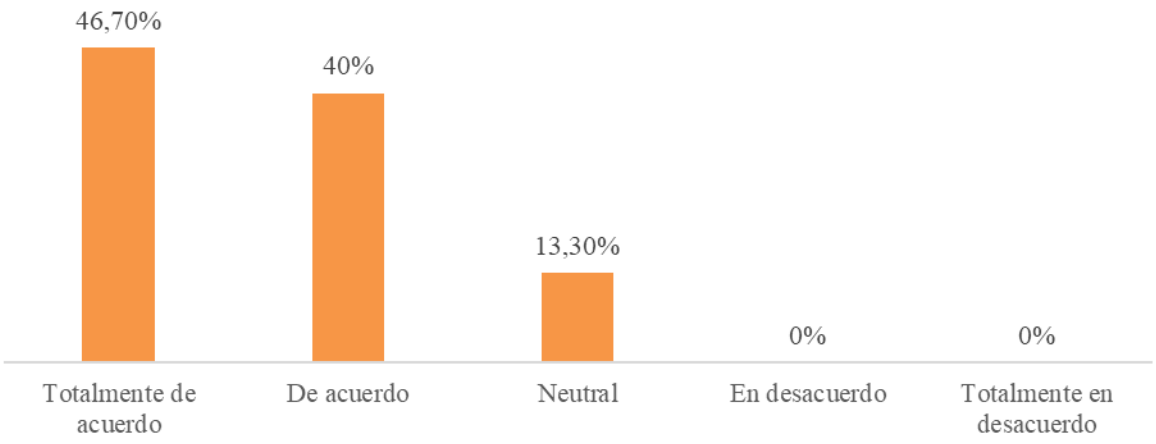
Incremento en la retención de información con hologramas



Los resultados demuestran que el 50% de los estudiantes están totalmente de acuerdo con que se ha incrementado su retención sobre la Biología molecular con el uso de los hologramas. Seguido del 26,7% que no muestran un cambio en cuestión de la retención y podría indicar que algunos estudiantes no percibieron un cambio significativo en su retención de información.

Figura 8

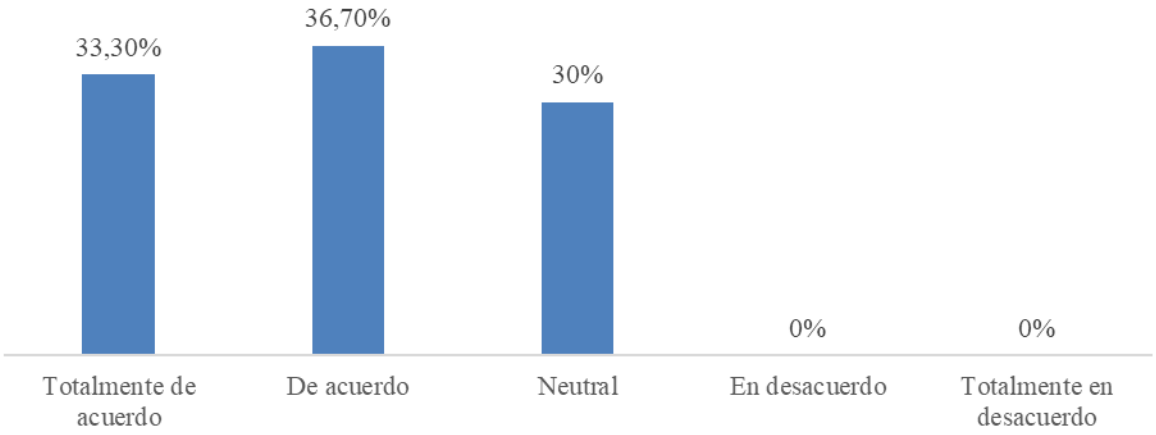
Aumento en la motivación e interés en Biología Celular



Según los resultados se observa que la mayor parte de los estudiantes consideran que sí se ha aumentado su motivación en el aprendizaje de Biología Celular con la aplicación de hologramas, esto en un 46,7%. Además del 40% que considera estar de acuerdo con esto, sin embargo, se observa que el 13,3% se muestran neutrales, lo que indica que esto puede ser considerado para futuros proyectos relacionados a los hologramas.

Figura 9

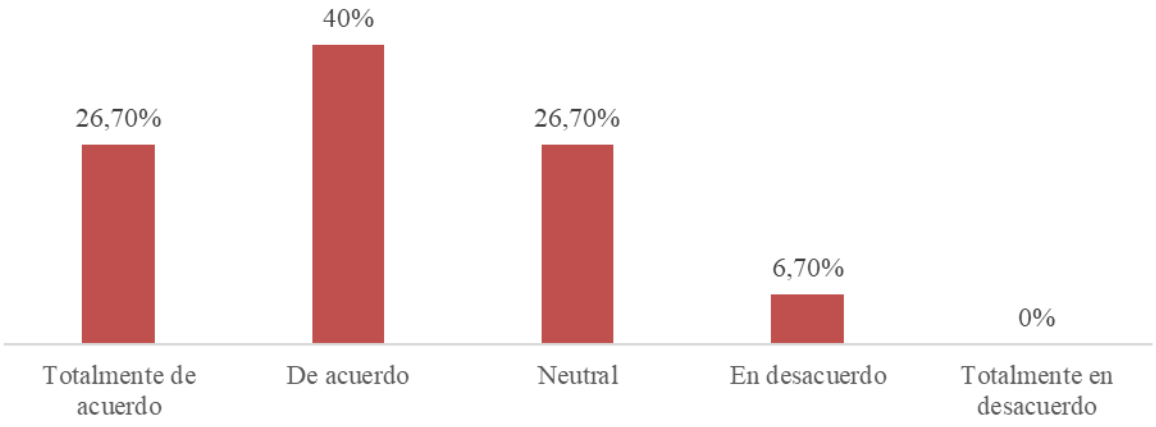
Interacción durante las clases con hologramas



En esta pregunta se observa mayor equilibrio en las respuestas ya que el 30% de los estudiantes considera que no ha existido mayor cambio en su nivel de interacción en las clases de Biología Celular, mientras que el 36,7% dice estar de acuerdo con que su nivel de interacción ha incrementado. Estos porcentajes indican que es posible que algunos estudiantes no se sintieran cómodos o no participaran activamente durante las actividades con hologramas.

Figura 10

Participación en actividades basadas en hologramas

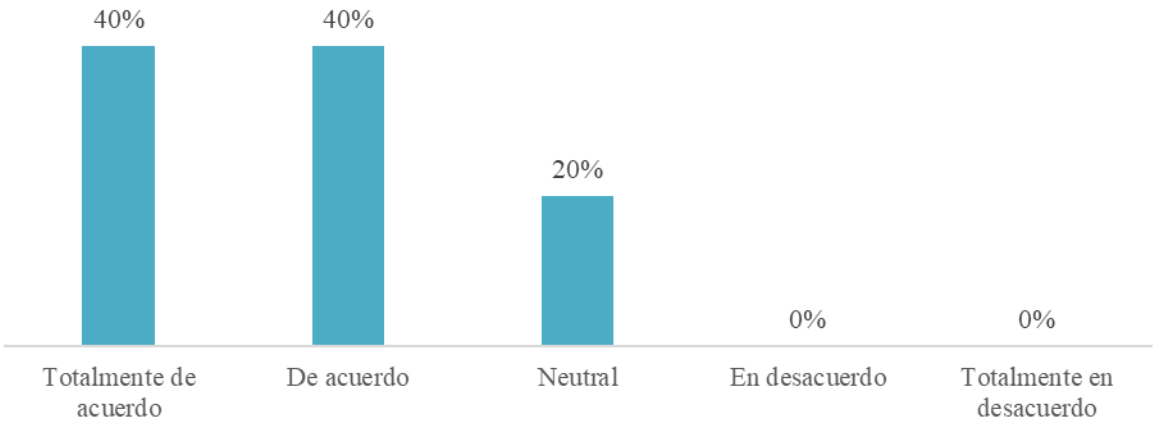


Los resultados de esta preguntan indican que el 40% de los estudiantes ha participado activamente en actividades basadas en hologramas, mientras que el 26,7% dice ser neutral en esta actividad. Lo

interesante en esta pregunta es que el 6,7% está en desacuerdo, por lo que esta estrategia no ha tenido el mismo impacto en todos los estudiantes que participaron de la misma.

Figura 11

Fomento de la colaboración mediante hologramas

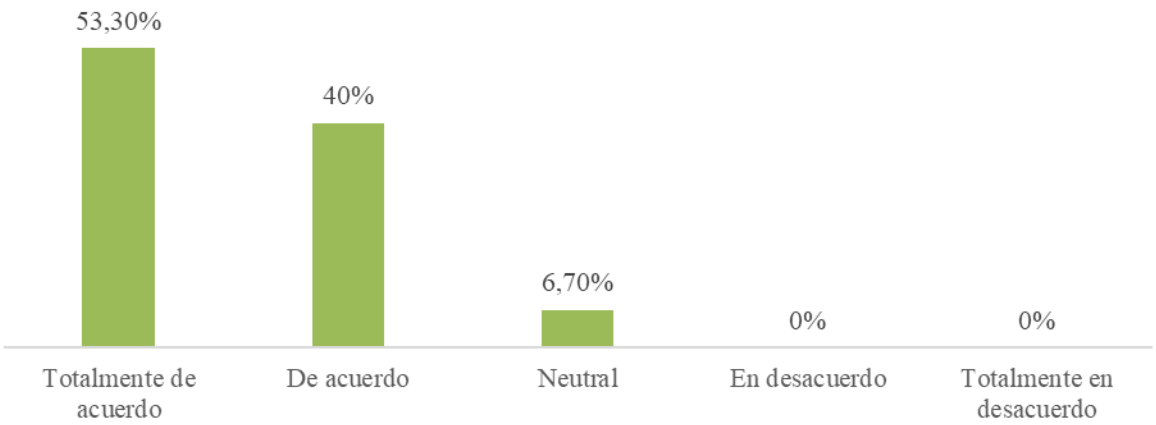


Los resultados de esta pregunta demuestran que el 40% de los estudiantes están totalmente de acuerdo con que el uso de hologramas fomentó la colaboración entre compañeros, asimismo en un mismo porcentaje consideran están de acuerdo con esto, es decir que esta estrategia es útil también para el aprendizaje colaborativo.

UNIVERSIDAD NACIONAL DE EDUCACIÓN

Figura 12

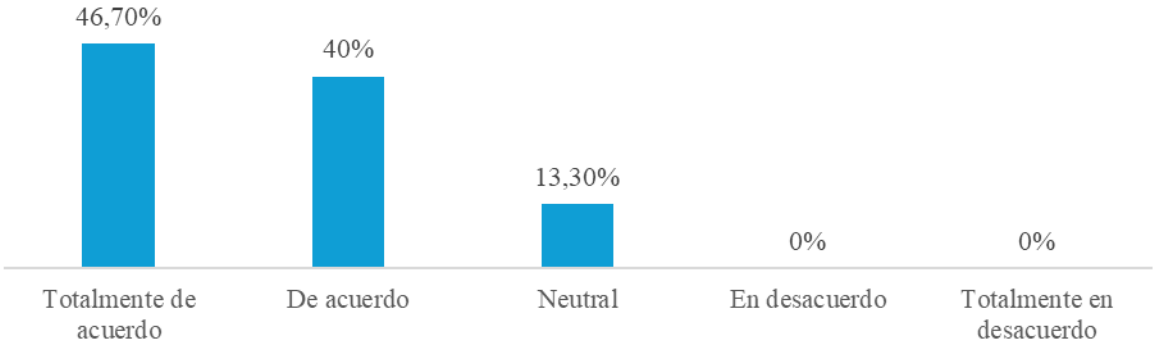
Nivel de satisfacción con el uso de hologramas



Acerca de la satisfacción sobre el uso de hologramas en las clases de Biología Celular el 53,3% de los estudiantes considera estar totalmente de acuerdo con esto, así como el 40% está de acuerdo, lo que demuestra que esta estrategia educativa es un elemento que puede utilizarse con frecuencia no solo en esta materia, sino también en las demás materias que tiene el currículo estudiantil.

Figura 13

Percepción de los hologramas como herramienta educativa



Los resultados de esta pregunta indican que en su mayoría los estudiantes están totalmente de acuerdo con que los hologramas son una herramienta útil para el aprendizaje de la biología celular, así como

el 40% dice estar de acuerdo con esto, es decir que, esta herramienta podría implementarse desde el principio del año lectivo para facilitar el aprendizaje de los estudiantes de forma interactiva.

Los estudiantes destacaron que los hologramas mejoraron significativamente el aprendizaje de Biología Celular al permitir visualizaciones 3D interactivas de estructuras (ADN, organelos) y procesos celulares complejos, facilitando la comprensión de conceptos fundamentales como la teoría celular y funciones de organelos. La totalidad de los participantes (100%) valoró positivamente esta herramienta, reconociendo su innovación y efectividad pedagógica sin reportar observaciones negativas relevantes.

3.4.3 Principales resultados de la prueba diagnóstico (pretest) por dimensiones

Tabla 4

Dimensión comprensión de conocimientos sobre 7 puntos-Pretest

	Nota mínima	Nota Máxima	Promedio	Desviación Estándar
Grupo Experimental	.50	7.00	4.7321	1.79367
Grupo Control	3.50	6.50	5.1875	.97806

En la tabla 4, dentro de la dimensión comprensión de conocimientos, el grupo control tuvo un promedio ligeramente más alto que el grupo experimental en el pretest, lo que indica que ambos grupos tenían un nivel similar de conocimientos previos antes de la intervención.

Tabla 5

Distribución de Notas Pretest– Dimensión comprensión de conocimientos- Grupo Experimental

Puntaje	Frecuencia %
.50	3.6%
1.00	3.6%
2.00	3.6%
2.50	3.6%
2.75	7.1%
3.00	3.6%
4.00	7.1%

4.50	3.6%
5.00	10.7%
5.25	7.1%
5.50	7.1%
5.75	7.1%
6.00	17.9%
6.50	3.6%
7.00	10.7%
Total	**100.0%**

Como se observa en esta tabla, la distribución de notas del pretest en la dimensión de comprensión de conocimientos del grupo experimental indica una amplia variabilidad en el desempeño, con puntajes que oscilan entre 0.50 y 7.00. Se observa que el 17.9% de los estudiantes obtuvo 6.00 puntos, siendo la frecuencia más alta, mientras que un 35.6% logró entre 5.00 y 7.00, lo que indica un nivel medio-alto de conocimientos previos. Sin embargo, un 25.1% obtuvo calificaciones iguales o inferiores a 3.00, reflejando una base de conocimientos baja en una parte del grupo.

Tabla 6

Distribución de Notas Pretest – Dimensión comprensión de conocimientos- Grupo Control

Puntaje	**Frecuencia %**
3.50	10.7%
4.00	14.3%
4.50	3.6%
4.75	3.6%
5.00	14.3%
5.50	14.3%
6.00	28.6%
6.50	10.7%
Total	**100.0%**

En la tabla 6 se observa que la distribución de notas del pretest en la dimensión de comprensión de conocimientos del grupo control muestra una menor dispersión en comparación con el grupo experimental,

con puntajes que oscilan entre 3.50 y 6.50. El 28.6% de los estudiantes obtuvo 6.00 puntos, representando la frecuencia más alta, seguido de un 14.3% que alcanzó 4.00, 5.00 y 5.50 puntos, lo que sugiere un nivel de conocimientos más equilibrado en el grupo. A diferencia del grupo experimental, no se registran puntajes extremadamente bajos, lo que indica que la comprensión inicial de conocimientos en biología celular es relativamente homogénea.

Tabla 7

Dimensión: Construcción de conocimientos sobre 3 puntos- Pretest

	Nota mínima	Nota Máxima	Promedio	Desviación Estándar
Grupo Experimental	1.00	3.00	2.0893	.64267
Grupo Control	1.5	3.0	2.357	.5245

En esta dimensión se observa que el grupo experimental tuvo un promedio de 2.0893 con una desviación estándar de 0.64267, mientras que el grupo control obtuvo un promedio de 2.357 con una desviación estándar de 0.5245. Esto indica que el grupo control tuvo un promedio ligeramente más alto en la construcción de conocimientos antes de la intervención.

Tabla 8

Distribución de Notas Pretest – Dimensión construcción de conocimientos- Grupo Experimental

Puntaje	Frecuencia %
1.00	10.7%
1.25	3.6%
1.50	10.7%
1.75	7.1%
2.00	25.0%
2.25	10.7%
2.50	10.7%
3.00	21.4%
Total	**100.0%**

La distribución de notas del pretest en la dimensión de construcción de conocimientos del grupo experimental, con un puntaje máximo de 3.00, indica un desempeño mayormente bajo, ya que el 67.8% de los estudiantes obtuvo menos de 2.50 puntos. La mayor concentración se encuentra en 2.00 (25.0%) y 3.00 (21.4%), mientras que un 32.1% registró calificaciones iguales o inferiores a 1.75, reflejando una limitada capacidad inicial para relacionar conceptos biológicos con situaciones de la vida real.

Tabla 9

Distribución de Notas Pretest– Dimensión construcción de conocimientos-Grupo Control

Puntaje	Frecuencia %
1.5	10.7%
2.0	39.3%
2.5	17.9%
3.0	32.1%
Total	**100.0%**

La distribución de notas del pretest en la dimensión de construcción de conocimientos del grupo control muestra que el 50% de los estudiantes obtuvo un puntaje medio-alto (≥2.5), con un 32.1% alcanzando la puntuación máxima de 3.00 y un 17.9% en 2.50. Sin embargo, el 49.3% restante obtuvo calificaciones de 2.00 o inferiores, con la mayor concentración en 2.00 puntos (39.3%), lo que indica que una parte significativa del grupo tiene dificultades para relacionar conceptos biológicos con situaciones de la vida real.

3.4.4 Principales resultados de la prueba diagnostico (post test) por dimensiones

Tabla 10

Dimensión: Comprensión de conceptos sobre 7 puntos-Post test

	Nota mínima	Nota Máxima	Promedio	Desviación Estándar
Grupo Experimental	3.25	7.00	5.4911	1.11903
Grupo Control	2.00	7.00	4.7321	1.17049

Los resultados del post test en la dimensión de comprensión de conceptos, con un puntaje máximo de 7, muestran una mejora en ambos grupos, aunque con una diferencia favorable para el grupo experimental. Este grupo obtuvo un promedio de 5.49, superior al 4.73 del grupo control, lo que indica un mayor nivel de comprensión tras la intervención con hologramas. Además, la nota mínima en el grupo experimental fue de 3.25, mientras que en el grupo control se registró un valor más bajo de 2.00, lo que sugiere que la metodología basada en hologramas pudo haber reducido los casos de menor desempeño. La desviación estándar es similar en ambos grupos (1.12 en el experimental y 1.17 en el control), lo que indica una distribución de puntajes relativamente homogénea. Estos resultados sugieren que el uso de hologramas tuvo un impacto positivo en la comprensión de conceptos biológicos, mejorando el rendimiento promedio y reduciendo los puntajes más bajos en comparación con el método tradicional.

Tabla 11

Distribución de Notas -Dimensión comprensión de conceptos – Grupo Experimental

Puntaje	Frecuencia %
3.25	3.6%
3.50	3.6%
4.00	10.7%
4.25	3.6%
4.50	3.6%
5.00	14.3%
5.25	3.6%
5.50	7.1%
6.00	17.9%
6.25	7.1%
6.50	10.7%
7.00	14.3%
Total	100.0

La distribución de notas en la dimensión de comprensión de conceptos del grupo experimental en el post test muestra una mejora significativa respecto al pretest, con una mayor concentración de puntajes en el

rango medio-alto. El 57.1% de los estudiantes obtuvo calificaciones de 5.50 o superiores, destacando un 14.3% que alcanzó la puntuación máxima de 7.00. Además, la nota mínima registrada fue 3.25, lo que indica que todos los estudiantes lograron un nivel básico de comprensión. La mayor frecuencia se encuentra en 6.00 puntos (17.9%), lo que sugiere un avance significativo tras la intervención con hologramas. Estos resultados refuerzan la efectividad de esta metodología en la mejora del aprendizaje de conceptos biológicos.

Tabla 12

Distribución de Notas – Grupo Control

Puntaje	Frecuencia %
2.00	3.6%
3.00	3.6%
3.50	7.1%
3.75	3.6%
4.00	14.3%
4.25	10.7%
4.50	10.7%
4.75	7.1%
5.00	7.1%
5.25	3.6%
5.50	3.6%
6.00	10.7%
6.25	3.6%
6.50	7.1%
7.00	3.6%
Total	100.0%

La distribución de notas en la dimensión de comprensión de conceptos del grupo control en el post test indica una mejora en comparación con el pretest, aunque con una menor concentración de puntajes altos en relación con el grupo experimental. Solo el 25% de los estudiantes obtuvo calificaciones de 6.00 o superiores, mientras que la mayoría (57.1%) se ubicó en el rango de 4.00 a 5.50 puntos. La nota mínima registrada fue 2.00, evidenciando que algunos estudiantes aún presentan dificultades en la comprensión de los conceptos

biológicos. Aunque se observa un avance en el grupo control con respecto al pretest, la distribución de puntajes indica que la intervención tradicional no logró los mismos niveles de mejora que el uso de hologramas en el grupo experimental.

Tabla 13

Dimensión: Construcción de conocimientos sobre 3 puntos- Post test

	Nota mínima	Nota Máxima	Promedio	Desviación Estándar
Grupo Experimental	1.75	3.00	2.6429	.45860
Grupo Control	1.0	3.00	2.286	.5516

En esta dimensión el grupo experimental obtuvo un promedio de 2.6429 con una desviación estándar de 0.45860, mientras que el grupo control un promedio de 2.286 con una desviación estándar de 0.5516. Lo que quiere decir que el grupo experimental mostró un aumento en el promedio de construcción de conocimientos después de la intervención, comparado con el grupo control.

Tabla 14

Distribución de Notas Post test – Dimensión construcción de conocimientos- Grupo Experimental

Puntaje	Frecuencia %
1.75	3.6%
2.00	21.4%
2.25	7.1%
2.50	7.1%
2.75	3.6%
3.00	57.1%
Total	**100.0%**

La Tabla 14 indica la distribución de las notas obtenidas en el post test sobre la dimensión "Construcción de conocimientos" para el grupo experimental. Como se observa, el 57.1% de los estudiantes alcanzó el puntaje máximo de 3.00, lo que indica un desempeño destacado en este grupo. Un 21.4% obtuvo un puntaje de 2.00, mientras que el resto se distribuye en las puntuaciones de 1.75 (3.6%),

2.25 (7.1%), 2.50 (7.1%) y 2.75 (3.6%). Esta distribución refleja una tendencia predominante hacia un desempeño positivo.

Tabla 15

Distribución de Notas Post test– Dimensión construcción de conocimientos-Grupo Control

Puntaje	Frecuencia %
1.0	7.1%
1.5	3.6%
2.0	35.7%
2.5	32.1%
3.0	21.4%
Total	**100.0%**

La Tabla 15 presenta la distribución de las notas obtenidas en el post test sobre la dimensión "Construcción de conocimientos" para el grupo de control. En este grupo, el 35.7% de los estudiantes obtuvo un puntaje de 2.00, seguido por un 32.1% que alcanzó 2.50. El 21.4% logró el puntaje máximo de 3.00, mientras que un 7.1% obtuvo 1.0 y un 3.6% consiguió 1.5. Comparando con el grupo experimental, se observa que el grupo de control tiene una mayor proporción de estudiantes con puntuaciones bajas (1.0 y 1.5) y un menor porcentaje de estudiantes que alcanzaron el puntaje máximo (21.4% frente a 57.1% en el grupo experimental). Esto sugiere que el grupo experimental obtuvo mejores resultados en general, con una mayor concentración de estudiantes alcanzando los puntajes más altos, mientras que en el grupo de control hay una distribución más dispersa y menos rendimiento.

3.4.5 Principales resultados mediante la triangulación metodología

En este apartado se presenta la tabla de indicadores que se compararon para realizar la triangulación, la misma que se hizo con la información de la observación, el test de satisfacción y los resultados del pretest y post test.

UNIVERSIDAD NACIONAL DE EDUCACIÓN

Tabla 16

Triangulación de información

Dimensión	Indicador	Observación	Test de satisfacción	Pre-Test / Post Test
Comprensión de conceptos	Comprensión de conceptos de biología celular	Se observó que los estudiantes presentaron problemas para comprender conceptos abstractos y dependieron de la memorización.	Luego de la aplicación de este instrumento el 53,3% de los estudiantes indicaron que se les facilitó la comprensión de conceptos complejos.	En el pretest, el 50% de los estudiantes alcanzaron los aprendizajes esperados, mientras que en el post test esto aumentó en un 85,7%.
	Capacidad para recordar e identificar partes de la célula	En este caso se observó que los estudiantes presentaron problemas para identificar las estructuras celulares antes de la intervención.	El 40% de los estudiantes afirmó que los hologramas les ayudaron a recordar y visualizar mejor las estructuras celulares.	En el pretest el 50% de los estudiantes obtuvo puntajes superiores a 6.9 y en el post test esto aumentó a 85.7%.
	Manejo correcto del vocabulario de biología celular	se observó que los estudiantes tenían dificultades para emplear términos científicos de manera adecuada.	La mayoría de los estudiantes expresaron que los hologramas les permitieron visualizar mejor los términos lo que	Existió un aumento en el uso correcto del vocabulario técnico en las respuestas del post test.

UNIVERSIDAD NACIONAL DE EDUCACIÓN

			facilitó su comprensión.	
Construcción de conocimientos	Capacidad para relacionar conceptos biológicos con situaciones de la vida real	Al principio, los estudiantes no podían establecer conexiones entre los contenidos y su aplicación en la vida cotidiana.	El 40% de los estudiantes indicó que el uso de hologramas les facilitó la vinculación de los conceptos con las situaciones de su entorno.	Se registró una mejora en la capacidad de aplicar los conocimientos en contextos reales tras la evaluación del post test.
	Integración de conceptos de biología celular	En este caso se observó que los estudiantes mostraron dificultades para conectar los distintos temas de Biología Celular de manera integrada.	Más del 50% de los estudiantes indicaron que los hologramas les permitieron relacionar mejor los conceptos dentro de la materia.	Se obtuvo un incremento en la capacidad de los estudiantes para interconectar los temas que se plantearon en el post test.
Impacto en el rendimiento académico	Comparación de rendimiento entre grupo de control y grupo experimental	Se observó una mayor participación e interés en el grupo experimental.	Los de estudiantes del grupo experimental expresaron mayor motivación y preferencia por las clases con hologramas.	el promedio del grupo experimental pasó de 7.57 en el pretest a 8.24 en el post test. Pero el grupo de control mostró una mejora menos significativa.

En la tabla 16 sobre la triangulación metodológica se observa que la implementación del prototipo de holograma en la enseñanza de Biología Celular mejoró significativamente su aprendizaje, con un aumento del 35.7% en el logro de aprendizajes esperados y un 53.3% de percepción positiva en comprensión conceptual. La visualización tridimensional superó las dificultades iniciales (retención de información, identificación de

estructuras y uso de terminología), demostrando ser una herramienta efectiva para la internalización de conocimientos complejos.

En cuanto a la construcción del conocimiento, la investigación mostró que, mientras inicialmente los estudiantes presentaban dificultades para vincular los conceptos de Biología Celular con aplicaciones reales, la intervención con hologramas incrementó significativamente esta capacidad, con más del 50% de percepción positiva. Adicionalmente, el grupo experimental mostró una mejora sustancial en su rendimiento (promedio: 7.571→8.241), superando claramente al grupo control. Estos resultados confirman que los hologramas favorecen un aprendizaje significativo al integrar visualización interactiva con contextualización práctica.

3.4.6 Análisis comparativo de los Resultados del pretest y post test

En este apartado se presentará un análisis comparativo de los resultados obtenidos en el pretest y el post test del grupo experimental, el cual se intervino con hologramas para el aprendizaje de Biología Celular. El propósito de este análisis es evaluar el impacto de la intervención en el rendimiento académico de los estudiantes, observando las mejoras en los puntajes, la comprensión de los contenidos y la consolidación de los aprendizajes. A través de la comparación de los resultados, se podrá identificar el grado de efectividad de los hologramas como herramienta educativa y su influencia en el logro de los objetivos establecidos en el currículo.

Tabla 17

Comparativa del puntaje total-Pretest-Grupo de control vs grupo experimental

	Nota mínima	**Nota Máxima**	**Promedio**	**Desviación Estándar**
Grupo Experimental	5.0	9.5	7.571	1.3103
Grupo Control	2.75	10.00	6.6786	1.74650

En la Tabla 17 se comparan los resultados del pretest entre el grupo experimental y el grupo de control. El grupo experimental tiene un puntaje promedio de 7.571 (con un rango entre 5.0 y 9.5), mientras que el

grupo de control tiene un promedio de 6.6786 (rango entre 2.75 y 10.00). La desviación estándar del grupo experimental (1.3103) es más baja que la del grupo de control (1.74650), lo que indica una menor variabilidad en los puntajes del grupo experimental. Estos resultados reflejan que, en términos generales, el grupo experimental tiene un rendimiento superior en comparación con el grupo de control, cuyo puntaje promedio fue más bajo y presentó mayor dispersión en los resultados.

Tabla 18

Distribución de notas sobre 10 puntos- Grupo experimental- Pretest

Puntaje	Frecuencia %
2.75	3.6%
4.00	3.6%
4.75	7.1%
5.00	10.7%
5.25	3.6%
5.50	3.6%
5.75	3.6%
6.25	3.6%
6.50	7.1%
6.75	3.6%
7.00	10.7%
7.50	10.7%
8.00	7.1%
8.25	3.6%
8.50	7.1%
9.00	3.6%
9.50	3.6%
10.00	3.6%
Total	**100.0%**

En la distribución de notas del grupo experimental en el pretest (tabla 18), se puede observar que los puntajes varían entre los estudiantes. La mayoría de los estudiantes obtuvo notas cercanas a 5.00, 7.00 y 7.50, con un 10.7% de ellos en cada uno de estos valores, lo que sugiere que estas calificaciones fueron las más comunes. También se observan puntajes de 6.00 y 8.00 en un 7.1% de los estudiantes, lo que indica que

un buen número de ellos se concentraron en estos rangos. Por otro lado, los puntajes más extremos, como 2.75, 4.00, 9.50 y 10.00, fueron menos frecuentes, con solo un 3.6% de estudiantes alcanzando cada uno de estos valores. En general, la distribución muestra que, aunque hubo una diversidad de calificaciones, el rendimiento del grupo no fue particularmente alto, lo que refleja una variabilidad moderada en los resultados antes de la intervención.

Tabla 19

Distribución de notas sobre 10 puntos- Grupo control- Pretest

Puntaje	Frecuencia %
5.0	3.6%
5.5	7.1%
6.0	14.3%
6.5	7.1%
7.0	3.6%
7.5	3.6%
8.0	25.0%
8.5	14.3%
9.0	17.9%
9.5	3.6%
Total	**100.0%**

La distribución de puntajes del grupo de control en el pretest revela que la mayoría de los participantes obtuvo calificaciones cercanas a 8.0, con un 25% alcanzando este puntaje y un 17.9% obteniendo un 9.0. Los puntajes más bajos (5.0, 7.0, 7.5, y 9.5) fueron menos frecuentes, con un 3.6% cada uno, mientras que otros puntajes, como 6.0 y 8.5, también se presentaron con una frecuencia considerable. Esta distribución sugiere un desempeño moderadamente bueno en el grupo de control, sin puntuaciones extremadamente altas o bajas.

Tabla 20

Comparativa del puntaje total-Post test-Grupo de control vs grupo experimental

	Nota mínima	Nota Máxima	Promedio	Desviación Estándar

UNIVERSIDAD NACIONAL DE EDUCACIÓN

Grupo Experimental	5.50	10.00	8.2411	1.19699
Grupo Control	4.00	9.00	7.0179	1.51524

La comparación de los puntajes totales en el post test entre el grupo experimental (intervenido con hologramas) y el grupo de control muestra que el primero tiene un promedio más alto (8.24) en comparación con el segundo (7.02). Además, el grupo experimental alcanzó una nota máxima de 10.00, mientras que el grupo de control solo llegó a 9.00. La menor desviación estándar en el grupo experimental (1.20 frente a 1.52 en el grupo de control) sugiere que la intervención con hologramas tuvo un impacto positivo, logrando que los participantes del grupo experimental obtuvieran mejores resultados generales.

Tabla 21

Distribución de notas sobre 10 puntos- Grupo experimental- Post test

Puntaje	Frecuencia %
5.50	3.6%
6.00	3.6%
6.50	3.6%
6.75	3.6%
7.00	10.7%
7.50	7.1%
8.00	3.6%
8.25	3.6%
8.50	21.4%
9.00	14.3%
9.25	10.7%
9.50	7.1%
10.00	7.1%
Total	100.0%

La distribución de puntajes del grupo experimental en el post test indica una mayor concentración de calificaciones altas en comparación con el grupo de control. El puntaje más frecuente es 8.50, con un 21.4% de los participantes alcanzando esa calificación, seguido por 9.00 con un 14.3%. Además, un 7.1% alcanzó la máxima calificación de 10.00, lo que no se observó en el grupo de control. Los puntajes se distribuyen de

manera relativamente equilibrada entre las calificaciones intermedias y altas, lo que indica un rendimiento global superior y más destacado en el grupo experimental, sugiriendo que la intervención con hologramas tuvo un impacto positivo en el desempeño de los participantes.

Tabla 22

Distribución de notas sobre 10 puntos- Grupo de control- Post test

Puntaje	Frecuencia %
4.00	7.1%
4.50	3.6%
5.00	3.6%
5.75	3.6%
6.00	7.1%
6.25	3.6%
6.50	7.1%
6.75	10.7%
7.00	10.7%
7.25	7.1%
7.50	3.6%
8.00	3.6%
8.50	7.1%
8.75	3.6%
9.00	17.9%
Total	100.0%

La distribución de puntajes del grupo de control en el post test muestra una mayor dispersión en las calificaciones, con una notable presencia de puntajes bajos y medios. El puntaje más frecuente es 9.00, con un 17.9% de los participantes alcanzando esta calificación, seguido por 6.75 y 7.00, ambos con un 10.7%. Sin embargo, también hay un 7.1% de participantes que obtuvieron las calificaciones más bajas (4.00 y 6.00), lo que sugiere una variabilidad considerable en el rendimiento del grupo. Comparado con el grupo experimental, el grupo de control presenta una menor concentración de puntajes altos, lo que podría reflejar la falta de intervenciones específicas.

UNIVERSIDAD NACIONAL DE EDUCACIÓN

Tabla 23

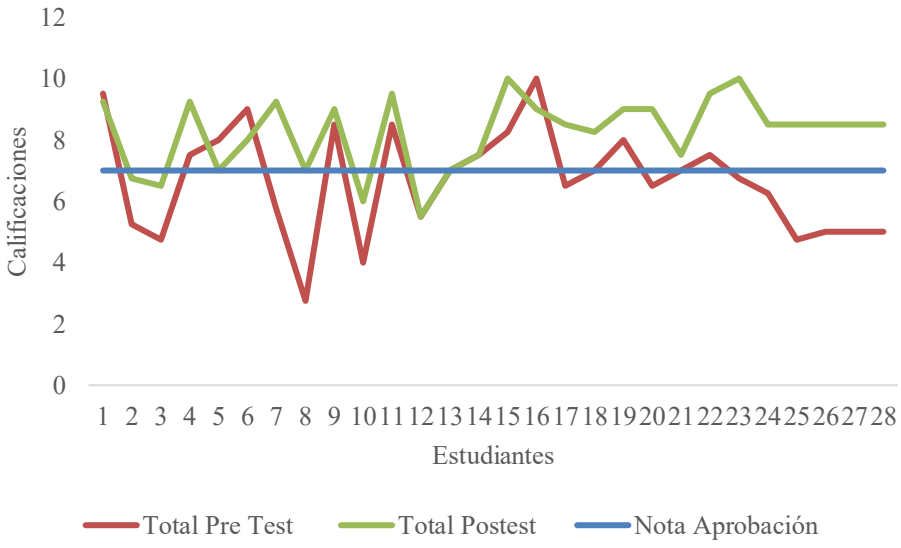
Comparativa de datos descriptivos entre Pretest vs Post test- Grupo Experimental

	Nota mínima	Nota Máxima	Promedio	Desviación Estándar
Pretest	5.0	9.5	7.571	1.3103
Post test	5.50	10.00	8.2411	1.19699

La Tabla 23 muestra la comparativa de los resultados entre el pretest y el post test para el grupo experimental. En el pretest, el puntaje mínimo fue 5.0 y el máximo 9.5, con un promedio de 7.571 y una desviación estándar de 1.3103. Tras la intervención con hologramas, en el post test, el puntaje mínimo aumentó a 5.50 y el máximo llegó a 10.00, con un promedio de 8.2411 y una desviación estándar de 1.19699. Estos resultados evidencian una mejora significativa en el rendimiento del grupo experimental, con un aumento en el puntaje promedio y una ligera reducción en la desviación estándar, lo que indica no solo una mejora general en el desempeño, sino también una mayor consistencia en los resultados después de la intervención con hologramas.

Figura 14

Comparativa de calificaciones entre Pretest vs Post test Grupo experimental



Al comparar las distribuciones de notas entre el pretest y el post test para el grupo experimental, como se indica en la figura 14, se observa un notable cambio en los resultados tras la intervención con hologramas. En el pretest, solo el 34.3% de los estudiantes obtuvo un puntaje mayor o igual a 7, mientras que en el post test, este porcentaje aumentó significativamente al 75.0%, lo que indica una mejora considerable en el rendimiento del grupo experimental.

En el pretest, los puntajes más frecuentes fueron entre 5.00 y 7.50, con una representación dispersa en el resto de la escala. Sin embargo, en el post test, el grupo experimental mostró una concentración mucho mayor de puntajes en el rango 7.00 - 10.00, destacando especialmente la mayor frecuencia de estudiantes alcanzando los puntajes 8.50 (21.4%) y 9.00 (14.3%), así como un aumento en los puntajes cercanos al máximo (10.00 y 9.50 con un 7.1%).

Este cambio en la distribución sugiere que la intervención con hologramas tuvo un impacto positivo en el desempeño del grupo experimental, ya que permitió que un mayor porcentaje de estudiantes alcanzara los niveles de aprobación (nota mayor o igual a 7) y mejorara su rendimiento general.

Tabla 24

Comparativa de datos descriptivos entre Pretest vs Post test- Grupo de Control

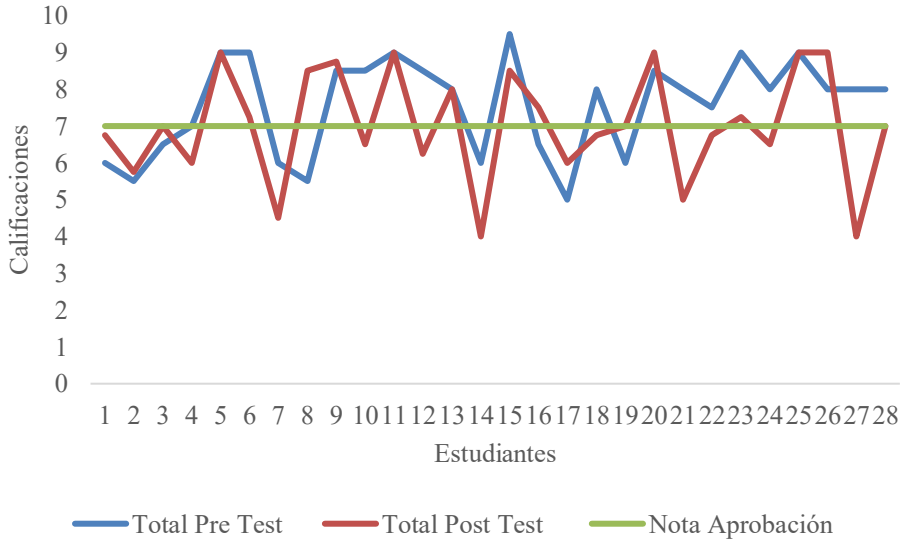
	Nota mínima	Nota Máxima	Promedio	Desviación Estándar
Pretest	2.75	10.00	6.6786	1.74650
Post test	4.00	9.00	7.0179	1.51524

En la Tabla 24, que compara los datos entre el pretest y el post test del grupo de control, se observa una ligera mejora en el desempeño global de los estudiantes, reflejada en un aumento del promedio de 6.68 a 7.02. Sin embargo, aunque la nota mínima subió de 2.75 a 4.00, lo que sugiere una mejora en los estudiantes con el rendimiento más bajo, la nota máxima disminuyó de 10.00 a 9.00, lo que indica que ningún estudiante alcanzó el nivel más alto en el post test. Además, la desviación estándar disminuyó de 1.75 a 1.52, lo que refleja una menor variabilidad en los resultados del post test, sugiriendo un desempeño más homogéneo, pero

en general, el progreso fue moderado y no significativo, lo que podría indicar que, sin intervención, los cambios en el rendimiento fueron limitados.

Figura 15

Comparativa de calificaciones entre Pretest vs Post test-Grupo de control



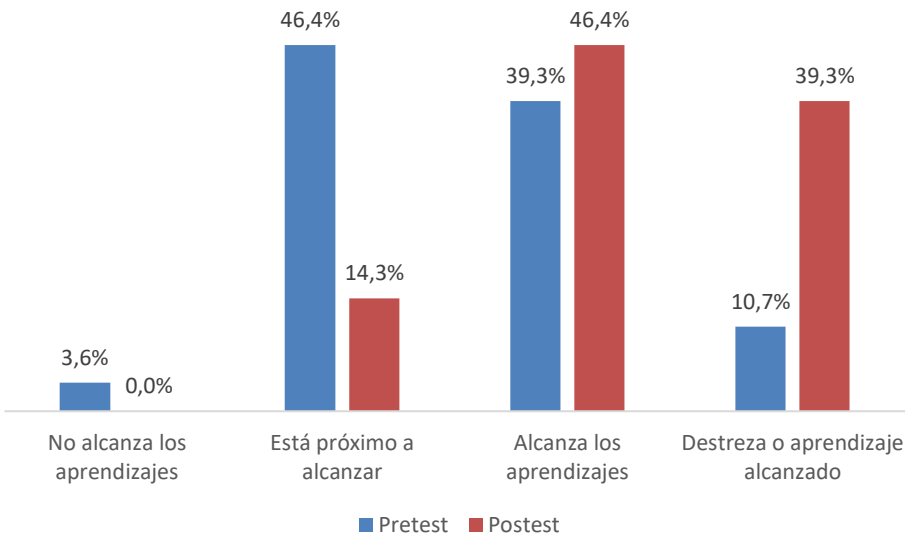
Al comparar las distribuciones de notas del grupo de control entre el pretest (Tabla 19) y el post test (Tabla 22), se observa una ligera disminución en los puntajes tras la evaluación sin intervención con hologramas. En el pretest, la mayoría de los estudiantes obtuvo puntajes entre 6.00 y 9.00, destacándose un 25.0% de estudiantes con un 8.00 y un 17.9% con 9.00. Sin embargo, en el post test, la distribución muestra una tendencia hacia los puntajes más bajos, con una mayor concentración en los rangos de 4.00 a 7.50, y una representación más baja en los puntajes más altos, como el 9.00.

Este cambio sugiere que, en ausencia de una intervención, el grupo de control no experimentó una mejora en su rendimiento, e incluso algunos estudiantes presentaron resultados inferiores en el post test en comparación con el pretest. A diferencia del grupo experimental, que mostró una mejora considerable gracias a la intervención con hologramas, el grupo de control no alcanzó un avance similar.

UNIVERSIDAD NACIONAL DE EDUCACIÓN

Figura 16

Comparación de los resultados comparativos del Pretest y del Post test-Grupo experimental

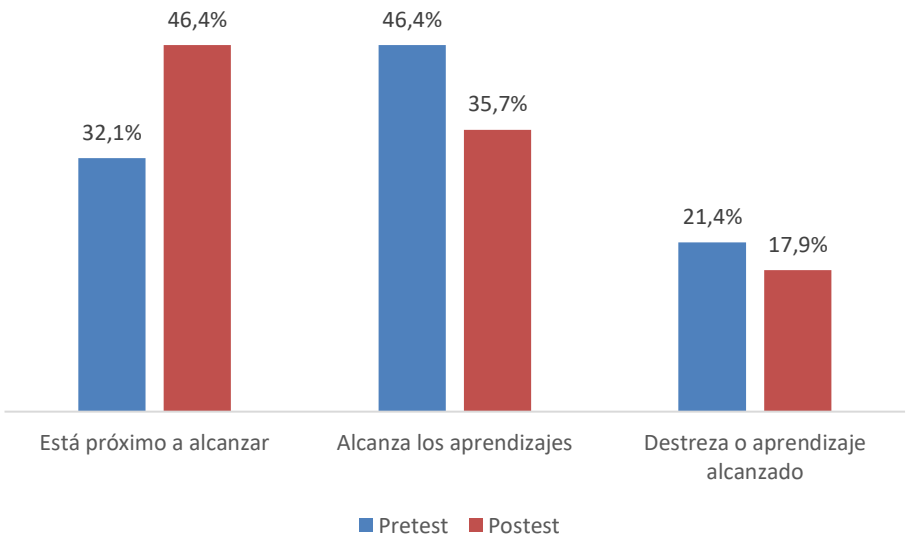


El análisis comparativo Pretest-Postest del grupo experimental reveló una mejora significativa en los aprendizajes: (1) los estudiantes que no alcanzaron los objetivos disminuyeron del 3.6% a 0%, (2) aquellos en nivel "próximo a alcanzar" se redujeron del 46.4% al 14.3%, (3) los que lograron los aprendizajes aumentaron del 39.3% al 46.4%, y (4) los que alcanzaron dominio ("destreza consolidada") incrementaron notablemente del 10.7% al 39.3%. Estos resultados confirman la efectividad pedagógica de los hologramas para mejorar significativamente la adquisición y consolidación de aprendizajes en Biología Celular.

UNIVERSIDAD NACIONAL DE EDUCACIÓN

Figura 17

Comparación de los resultados del Pretest y del Post test-Grupo control



El grupo de control evidenció un desempeño académico desfavorable en ausencia de la intervención con hologramas: mientras los estudiantes "próximos a alcanzar" los aprendizajes aumentaron del 32.1% al 46.4%, se registró una disminución en quienes lograron los aprendizajes (46.4%→35.7%) y destrezas específicas (21.4%→17.9%). Esta tendencia inversa sugiere que, sin estrategias innovadoras, el progreso efectivo se ve limitado, reforzando el valor diferencial de los hologramas como herramienta pedagógica.

Tabla 25

Comparación de resultados Pretest vs Post test

Criterios	Pretest	Post test
Escala del ministerio de educación.	En el pretest, el 50% de los estudiantes alcanzaron los aprendizajes requeridos.	En el post test, el 85.7 % de los estudiantes alcanzaron los aprendizajes requeridos.

Estudiantes con puntajes superiores a 6,99 (aprobados)	En el pretest, el 50% de los estudiantes obtuvieron puntajes mayores a 6.99	En el post test, el 85.6 % de los estudiantes obtuvieron puntajes mayores a 6.99
Promedio del curso	El promedio del curso en el pretest fue de 7,571, lo que refleja un rendimiento general aceptable, pero aún con margen de mejora.	El promedio del curso en el post test aumentó a 8,2411, lo que indica una mejora significativa en los aprendizajes alcanzados por los estudiantes.

La intervención con hologramas en el grupo experimental para el aprendizaje de Biología Celular ha mostrado resultados positivos, como se observa al comparar los resultados del pretest y el post test.

En el pretest, solo el 50% de los estudiantes lograron alcanzar los aprendizajes requeridos, lo cual reflejaba un rendimiento aceptable, pero aún había una parte importante de los estudiantes que no alcanzaban los objetivos. Sin embargo, después de la intervención con hologramas, ese porcentaje subió al 85.7%. Este cambio es significativo y demuestra que el uso de hologramas como herramienta educativa ayudó a los estudiantes a comprender de mejor manera los contenidos de Biología Celular, permitiéndoles consolidar mejor los conceptos y lograr los objetivos establecidos.

En cuanto a los puntajes, en el pretest, solo la mitad de los estudiantes (50%) obtuvo notas superiores a 6.99, lo que representaba una calificación aprobatoria. Pero tras la intervención, en el post test, este porcentaje aumentó al 85.6%, lo que refleja un avance claro en la cantidad de estudiantes que lograron superar la barrera de la aprobación. Este aumento no solo resalta el impacto positivo de la intervención, sino que también sugiere que los estudiantes se sintieron más motivados y capacitados para afrontar los desafíos académicos con mayor confianza y éxito.

El promedio del curso también mejoró de 7.571 en el pretest, un puntaje aceptable, pero con espacio para mejorar, a 8.2411 en el post test. Este incremento no solo indica una mejora significativa en el rendimiento, sino también que los estudiantes lograron una comprensión más sólida de los conceptos clave de Biología Celular. Además, la intervención con hologramas no solo mejoró los puntajes, sino también la forma en que los estudiantes comprendieron los contenidos, logrando una mejor asimilación de estos.

Al realizar una comparativa de los resultados del pretest y post test, queda claro que la intervención con hologramas tuvo un efecto muy positivo en el aprendizaje. No solo aumentaron los puntajes, sino que también se notó una mayor consistencia en el rendimiento, con un número mayor de estudiantes alcanzando los puntajes aprobatorios. El aumento del promedio del curso y el porcentaje de estudiantes que alcanzaron los aprendizajes requeridos refuerzan la idea de que esta tecnología innovadora facilitó la enseñanza y permitió una comprensión más profunda de temas tan complejos como la Biología Celular. Por lo tanto, podemos concluir que la intervención con hologramas fue efectiva para mejorar tanto el rendimiento académico como la comprensión general de los contenidos por parte de los estudiantes.

La prueba t para muestras independientes arroja un estadístico t de 4.82 y un valor p de 0.000018, lo que indica una diferencia estadísticamente significativa entre las mejoras del grupo experimental (GE = 0.6701) y el grupo control (GC = 0.3393) con n=30 en cada grupo. Dado que el valor p es menor que 0.05, se rechaza la hipótesis nula, confirmando que la intervención con hologramas generó un impacto significativamente mayor en el aprendizaje del grupo experimental en comparación con el grupo control.

3.5 Discusión

Luego de la intervención y con la interpretación de los resultados se obtuvo en esta investigación que la aplicación de hologramas en la enseñanza de Biología en los estudiantes sí tiene un impacto significativo. Esto concuerda con el estudio realizado por Orcos (2017) en el que se creó una herramienta holográfica para estudiantes de secundaria. Existieron dos grupos, uno de control y otro experimental que fue el que utilizó

dicha herramienta, evidenciando un nivel de significación menor a 0,05, lo que permitió rechazar la hipótesis nula y concluir que la herramienta holográfica tuvo un impacto positivo en el aprendizaje significativo.

Asimismo, tiene relación con la investigación de Alsaedan (2024) llevado a cabo en la Escuela Intermedia Saada Bint Auf para Niñas, que se encuentra en la Capital del Estado de Kuwait, en donde se tuvo al grupo de control y al experimental conformados por 30 estudiantes respectivamente y en el que también se rechazó la hipótesis nula, lo que quiere decir que el grupo experimental tuvo un mejor desempeño, es decir existió un efecto positivo en aprendizaje de las estudiantes.

El análisis comparativo del diagnóstico inicial y los resultados obtenidos tras la implementación del prototipo de holograma en el proceso de aprendizaje de Biología Celular revela un progreso significativo en la comprensión de conceptos complejos por parte de los estudiantes. El grupo experimental evolucionó de un promedio inicial de 7.14 (B- según MINEDUC) a un dominio superior, evidenciando que la metodología visual-interactiva potenció la retención y procesamiento cognitivo de los contenidos. Este resultado indica que los estudiantes poseían un nivel básico de comprensión adecuado para la intervención. Estos hallazgos coinciden con Calero (2019), quien que las tecnologías emergentes transforman la interacción educativa, optimizando tanto la comprensión conceptual como la participación activa.

Los resultados obtenidos en la investigación evidencian mejoras significativas en la comprensión y motivación de los estudiantes que participaron en el grupo experimental, lo que sugiere una estrecha relación con los principios del aprendizaje significativo de Ausubel. La mayor motivación observada en los estudiantes expuestos a la propuesta holográfica puede explicarse desde esta teoría, ya que el uso de representaciones tridimensionales facilita la asimilación de nuevos conocimientos al vincularlos con estructuras previas en la mente del estudiante. De esta manera, el aprendizaje se torna más profundo y duradero, en contraste con los métodos tradicionales que presentan los contenidos de forma bidimensional y abstracta.

La clasificación cualitativa del MINEDUC evidencia que la intervención no solo incrementó el rendimiento académico, sino también la motivación y participación estudiantil. Estos hallazgos coinciden con

Orcos et al. (2018) quienes demostraron que las representaciones tridimensionales mejoran la comprensión conceptual al facilitar la visualización mental de contenidos científicos. Los resultados sustentan la eficacia de esta metodología para crear entornos de aprendizaje dinámicos y colaborativos, proporcionando un marco referencial para futuras innovaciones educativas que integren tecnología con pedagogía adaptativa.

Con relación a la motivación y el compromiso que se genera en los estudiantes, el estudio realizado por Salloum et al. (2024), en donde se determinó que el uso de esta tecnología mejora de manera significativa la comprensión conceptual de los estudiantes en la rama de Biología, con un aumento del 20% en el rendimiento de evaluaciones en comparación con métodos tradicionales. Además, se observó un incremento del 30% en el compromiso y la motivación de los estudiantes al interactuar con modelos holográficos. Esto concuerda con los resultados de esta investigación, en donde el 46,7% de los estudiantes consideran estar totalmente de acuerdo con el aumento de su motivación con respecto a las clases de Biología.

En el presente estudio, el 43.3% de los estudiantes manifestó comprensión significativa de los conceptos de Biología Celular mediante hologramas, resultado alineado con investigaciones previas. Garzón et al. (2024) reportaron que el 83% de los participantes en Antioquía mejoraron su comprensión de la membrana plasmática usando esta tecnología. De igual manera según el estudio de Boaventura et al. (2023) la holografía la holografía facilita aprendizaje interactivo al vincular teoría y práctica efectivamente. Estos hallazgos confirman el valor pedagógico de los hologramas para mejorar la comprensión conceptual en biología.

La participación en actividades basadas en hologramas evidenció una significativa interacción. En el presente estudio el 40% de los participantes lo hicieron de manera activa, lo que indica su efectividad para captar la atención. Este hallazgo es consistente con el estudio realizado por Oliveira (2023) en el Instituto Federal de Minas Gerais - Campus Formiga en el que el 91,33% mostraron un alto nivel de participación en actividades similares relacionadas con el aprendizaje de la Biología, mostrando su efectividad en su nivel de aprendizaje.

Además, se relaciona con lo encontrado por Qing et al. (2022) en el que por medio de un metaanálisis se determinó que el 95% de los estudiantes que participaron en los diversos estudios consideran que la holografía es útil para el aprendizaje de ciencias como la Biología, lo que demuestra un alto nivel de participación en este tipo de actividades.

El 80% de los participantes reportó una mejora en la colaboración entre pares mediante el uso de hologramas, hallazgo consistente con investigaciones previas. Ríos et al. (2022) demostraron que esta tecnología promueve el aprendizaje colaborativo mediante la resolución conjunta de problemas, mientras que Duarte y Santos (2022) evidenciaron su capacidad para facilitar tutorías entre compañeros, creando entornos de apoyo mutuo. Estos resultados confirman el valor pedagógico de los hologramas para desarrollar habilidades interpersonales y trabajo en equipo.

Además, el enfoque de trabajo en la creación y proyección de videos holográficos refuerza el aprendizaje colaborativo, ya que los estudiantes trabajaron en equipo para diseñar sus materiales, fomentando la interacción y el desarrollo de habilidades sociales y tecnológicas. Esto concuerda con los hallazgos de López y Orenes (2022), quienes estudiaron el impacto de la tecnología en la motivación estudiantil, pero la presente investigación aporta un valor adicional al vincular esta motivación con la construcción activa del conocimiento.

Conclusiones

Una vez realizada esta investigación se concluyó que:

La aplicación del prototipo de holograma en la enseñanza de Biología Celular contribuyó significativamente a la mejora del aprendizaje en los estudiantes de segundo de Bachillerato General Unificado (BGU) de la Unidad Educativa “Juan Bautista Vázquez”. A través del análisis comparativo de los resultados del pretest y post test, se observó un incremento en la comprensión y retención de conceptos científicos, así como una mejora en el rendimiento académico de los estudiantes intervenidos con esta estrategia didáctica. Desde la perspectiva cualitativa, los estudiantes manifestaron un alto grado de satisfacción con el uso de

hologramas en la enseñanza, destacando su capacidad para facilitar la comprensión de conceptos complejos y mejorar la motivación en el aprendizaje.

Los hologramas representan una herramienta innovadora y efectiva en el ámbito educativo, en este caso en el proceso de aprendizaje de Biología Celular. Su implementación, enmarcada en una estrategia didáctica estructurada, permite fomentar un aprendizaje visual e interactivo, que favorece la construcción activa del conocimiento. Esta integración se alinea con teorías del aprendizaje como el constructivismo, que se centra en la participación activa del estudiante en la construcción de su propio conocimiento; el aprendizaje significativo, que promueve la relación entre nuevos conceptos y conocimientos previos; y el aprendizaje colaborativo, que impulsa la interacción entre pares para el desarrollo de competencias. Así, el uso de hologramas en la enseñanza de la Biología Celular contribuye a un modelo educativo centrado en el estudiante, fortaleciendo su comprensión y motivación en el proceso de aprendizaje.

El diagnóstico evidenció que los estudiantes de primero de BGU enfrentaban dificultades significativas en la comprensión de conceptos de Biología Celular, particularmente en la relación entre temas como la teoría celular, el origen de la célula y su estructura. Se identificó que el aprendizaje se caracterizaba por un enfoque memorístico, lo que limitaba el desarrollo del pensamiento crítico y la capacidad de aplicar los conocimientos en situaciones nuevas.

Asimismo, se observó que los estudiantes tenían dificultades para recordar e identificar partes de la célula, así como para manejar correctamente el vocabulario de Biología Celular. La falta de acceso a herramientas tecnológicas y la dependencia exclusiva del texto de Biología restringían la posibilidad de explorar recursos adicionales, lo que afectaba la comprensión y conceptualización de los contenidos. Estos hallazgos justificaron la necesidad de implementar estrategias didácticas innovadoras, como el uso de hologramas, para fortalecer el aprendizaje significativo y mejorar la retención de la información en los estudiantes de Biología Celular.

Se elaboró un manual instructivo detallado, que guio a los docentes y estudiantes en la producción de vídeos educativos y la construcción de hologramas. Este recurso resultó clave para estandarizar el proceso y garantizar su aplicabilidad en el aula. La estructura del manual facilitó su comprensión y uso, promoviendo una metodología accesible y replicable.

La implementación del manual permitió comprobar su viabilidad y eficacia en el aula. Los estudiantes lograron construir correctamente los hologramas y generar vídeos educativos, lo que fortaleció su aprendizaje. Asimismo, la experiencia demostró que el uso de hologramas incrementó la motivación e interés por la materia, favoreciendo la participación activa en las clases. El análisis comparativo entre los resultados del pretest y post test demostró una mejora significativa en la comprensión de los conceptos de Biología Celular tras la implementación del prototipo de holograma.

En conclusión, la intervención con hologramas no solo mejoró el rendimiento académico, sino que también fomentó la motivación e interés de los estudiantes en Biología Celular. Los resultados evidencian que la implementación de estrategias tecnológicas innovadoras facilita la comprensión y consolidación de conocimientos, convirtiendo el aprendizaje en una experiencia más dinámica e interactiva.

Recomendaciones

Sobre la aplicación del prototipo del holograma en la enseñanza de biología celular se recomienda ampliar el estudio mediante un seguimiento a largo plazo para evaluar la permanencia del aprendizaje adquirido a través del uso de hologramas. Por otro lado, sería beneficioso comparar esta estrategia con otros enfoques didácticos innovadores para determinar su efectividad relativa y explorar su aplicación en otras áreas del conocimiento, para evaluar su impacto en la educación científica.

Con relación a los referentes teóricos del uso de hologramas en biología celular se recomienda continuar explorando e integrando tecnologías emergentes como los hologramas en el currículo de ciencias experimentales. Además, de promover capacitaciones a los docentes para que exista una correcta implementación y así maximizar su impacto en el aprendizaje de los estudiantes.

Acerca de las dificultades de aprendizaje en biología celular, es fundamental diseñar estrategias didácticas que fomenten el pensamiento crítico y la aplicación práctica de los conceptos de esta materia. Por tal motivo se recomienda complementar el material teórico con recursos tecnológicos y actividades interactivas que refuercen la retención del conocimiento en los estudiantes.

Sobre el diseño del manual instructivo, para garantizar la sostenibilidad y aplicabilidad de este, es recomendable realizar evaluaciones periódicas de su efectividad y adaptarlo según las necesidades de los estudiantes y docentes. Además, debe existir la difusión del material en plataformas educativas accesible.

Respecto de la aplicación del manual instructivo y del prototipo de holograma en Biología Celular se recomienda ampliar la implementación del prototipo a otras áreas de la Biología y niveles educativos, adaptando el prototipo según contextos (versiones avanzadas para entornos urbanos y soluciones low-cost para zonas rurales), fomentando el trabajo colaborativo interdisciplinario entre docentes de ciencias afines, promoviendo la socialización de experiencias entre instituciones de diversos contextos, y evaluando sistemáticamente su impacto para optimizar su uso en el aula.

Finalmente, para consolidar los resultados obtenidos, se recomienda mantener y mejorar la estrategia de enseñanza basada en hologramas, combinándola con otras metodologías innovadoras. Adicionalmente, se pueden realizar estudios a largo plazo para medir su impacto en la educación científica y la retención del conocimiento por parte de los estudiantes.

UNIVERSIDAD NACIONAL DE EDUCACIÓN

Referencias bibliográficas

Alalwan, N., Cheng, L. P., & Al-Samarraie, H. (2020). Challenges and Prospects of Virtual Reality and Augmented Reality Utilization among Primary School Teachers: A Developing Country Perspective. *Educational Technology Research and Development*, *68(3)*, 547–1571. https://www.semanticscholar.org/paper/Challenges-and-Prospects-of-Virtual-Reality-and-A-Alalwan-Cheng/3cab20bbc4184ac344ef4704d64b7c4df5d08d4e

Alastor, E., Sánchez, E., & Martínez, I. (2023). *TIC en educación en la era digital: propuestas de investigación e intervención*. UMA. https://www.researchgate.net/publication/374833994_TIC_en_educacion_en_la_era_digital_propuestas_de_investigacion_e_intervencion

Alcívar, F., & Alcívar, D. (2021). "Uso de las Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC) en el proceso de enseñanza – aprendizaje de Biología." *Dominio de Las Ciencias*, *7(6)*, 1585–1598. https://doi.org/http://dx.doi.org/10.23857/dc.v7i6.2608

Alsaedan, M. (2024). The Effectiveness of the Hologram in Developing Achievement in Science among Middle School Students in the State of Kuwait. *International Journal of Academic Research In Business & Social Sciences*, *14*(4), 1364–1373. https://hrmars.com/papers_submitted/21054/the-effectiveness-of-the-hologram-in-developing-achievement-in-science-among-middle-school-students-in-the-state-of-kuwait.pdf

Alvarado, L., & García, M. (2008). Características más relevantes del paradigma socio-crítico: su aplicación en investigaciones de educación ambiental y de enseñanza de las ciencias realizadas en el Doctorado de Educación del Instituto Pedagógico de Caracas. *Sapiens. Revista Universitaria de Investigación*, *9(2)*, 187–202. https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=41011837011

Alvarracín, A., Guaponatín, J., & Benavides, P. (2022). Aula Invertida y Trabajo Cooperativo para promover Habilidades Cognitivas Superiores. *Revista Actualidades Investigativas En Educación*, *22(2)*, 1–31. https://doi.org/https://doi.org/10.15517/aie.v22i2.48865

Arenas, M., & Jihuallanca, I. (2023). La Importancia del Trabajo Colaborativo en Estudiantes del Nivel Primario: Revisión Sistemática de Literatura. *Ciencia Latina*, *6(6)*, 12612–12629. https://ciencialatina.org/index.php/cienciala/article/view/4267

Bagur, S., Rosselló, M., & Paz, B. (2021). El enfoque integrador de la metodología mixta en la investigación educativa. *Relieve*, *27(1)*, 1–22. https://www.redalyc.org/journal/916/91668059003/91668059003.pdf

Ben, O., & Knipples, M. (2022). Lessons Learned: Synthesizing Approaches That Foster Understanding of Complex Biological Phenomena. *Springer, Cham*, 249–278. https://doi.org/https://doi.org/10.1007/978-3-030-98144-0_12

Beteta, L., Valle, J., & San Martín, Á. (2021). La holografía como recurso didáctico para la enseñanza de contenidos de geometría en primaria. *Innoeduca. International Journal of Technology and Educational Innovation*, *7(2)*, 124–135. https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8172961

Blancas, J., & Rodríguez, D. (2013). Uso de tecnologías en la enseñanza de las ciencias. El caso de una maestra de Biología de secundaria. *Revista Latinoamericana de Estudios Educativos*, *9(1)*, 162–186. https://www.redalyc.org/pdf/1341/134129372008.pdf

Boaventura, M., Coelho, S., & Gonçalves, T. (2023). A holografia como uma possibilidade para o ensino: uma revisão bibliográfica. *Amazônia -Revista de Educação Em Ciências e Matemáticas*, *19(43)*, 1–12. file:///C:/Users/usuario/Downloads/A_holografia_como_uma_possibilidade_para_o_ensino_.pdf

Cáceres, M., & Alvarado, B. (2024). El método constructivista en la motivación y el rendimiento académico de los estudiantes. *Esprint Investigación*, *3(2)*, 16–24. https://rei.esprint.tech/index.php/esprint-investigacion/article/view/70

Calero, C. (2019). legada de las nuevas tecnologías a la educación y sus implicaciones. *International Journal of New Education*, *4*. https://revistas.uma.es/index.php/NEIJ/article/view/7449

Carrillo, L., Morales, C., Pezoza, V., & Camacho, J. (2011). La historia de la ciencia en la enseñanza de la célula. *Tecné, Episteme y Didaxis*, *29*, 112–127. https://revistas.upn.edu.co/index.php/TED/article/view/1091/1100

Chibás, M., & Navarro, G. (2020). El aprendizaje contextualizado de la Biología 1 de Secundaria Básica. *Luz*, *19(3)*, 81–90. https://www.redalyc.org/journal/5891/589165783007/html/

Constitución de la República del Ecuador. (2008). *Registro Oficial No. 449 de 20 de octubre de 2008.* https://educacion.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2012/08/Constitucion.pdf

Córdoba, F. (2006). La evaluación de los estudiantes: una discusión abierta. *Revista Iberoamericana de Educación*, *13(7)*. https://rieoei.org/RIE/article/view/2537

Cotán, A., García, I., & Gallardo, J. (2021). Trabajo colaborativo en línea como estrategia de aprendizaje en entornos virtuales: una investigación con estudiantes universitarios de Educación Infantil y Educación Primaria. *Educación*, *30(58)*, 147–168. https://revistas.pucp.edu.pe/index.php/educacion/article/view/23575

Cuahonte, L., & Hernández, G. (2015). Una interpretación socio-critica del enfoque educativo basado en competencias. *Perspectivas Docentes*, *57*, 26–34. https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6349236

Cuenca, T., Acaro, A., & Tapia, S. (2023). Aplicación de las tecnologías del aprendizaje y el conocimiento en biología mediante la simulación: un enfoque innovador para la comprensión de los fenómenos biológicos. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, *7(3)*, 1477–1487. https://ciencialatina.org/index.php/cienciala/article/view/6290

Curay, P. (2022). El aprendizaje colaborativo: una respuesta para la enseñanza con herramientas virtuales. *Revista Educare*, *26(3)*, 269–283. https://revistas.investigacion-upelipb.com/index.php/educare/article/view/1805/1724

Defaz, M. (2020). Metodologías activas en el proceso enseñanza - aprendizaje. *Revista Científico-Educacional de La Provincia Granma*, *16*, 463–453. https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/7414344.pdf

Duarte, A., & Santos, L. (2022). Uso de modelos tridimensionais no ensino superior nas disciplinas de embriologia, citologia, genética e biologia molecular. *Research Society and Development*, *11(12)*, 1–20. https://doi.org/https://www.researchgate.net/deref/http%3A%2F%2Fdx.doi.org%2F10.33448%2Frsd-v11i12.35215?_tp=eyJjb250ZXh0Ijp7ImZpcnN0UGFnZSI6InB1YmxpY2F0aW9uIiwicGFnZSI6InB1YmxpY2F0aW9uIn19

Garzón, F., Tavera, A., & Vargas, L. (2024). *Estrategia Didáctica con Aplicaciones Móviles Para Comprender la Estructura Celular y sus Funciones Básicas* [Universidad de Santander]. https://repositorio.udes.edu.co/entities/publication/8bb5379d-d840-43dd-8bcd-c3eff3e5ec4c

Ghuloum, A., & Escrivà, M. (2021). Hologramas en la educación: una herramienta para mejorar la comprensión de conceptos complejos. *Revista de Educación y Tecnología*, *12(3)*, 45–60. https://revistas.uam.es/index.php/educacionytecnologia/article/view/12345

Gómez, L., Muriel, L., & Londoño, D. (2019). El papel del docente para el logro de un aprendizaje significativo apoyado en las TIC. *Encuentros*, *17(2)*, 118–131. https://www.redalyc.org/journal/4766/476661510011/html/

Guzmán, D., & Castillo, A. (2022). Cambios en el proceso de enseñanza aprendizaje: desafíos en la práctica docente desde análisis de carrera universitaria chilena. *Revista Educación*, *46(1)*. http://doi.org/10.15517/revedu.v46i1.45593

Hernández, C., & Tecpan, S. (2017). Aula invertida mediada por el uso de plataformas virtuales: un estudio de caso en la formación de profesores de física. *Estudios Pedagógicos*, *43(3)*, 193–204. https://www.redalyc.org/pdf/1735/173554750011.pdf

Huacón, M., Aguirre, O., Aguilar, K., & Miranda, E. (2023). Análisis de las teorías de aprendizaje dentro de las instituciones educativas ecuatorianas. *Ciencia y Educación*, *4(1)*, 30–47. https://www.cienciayeducacion.com/index.php/journal/article/view/180/317

IBM. (2025). *Características*. https://www.ibm.com/es-es/products/spss-statistics/features

López, J., & Orenes, J. (2022). *Hologramas como recurso didáctico en Primaria* (C. de Educación & S. General. S. de P. y Estadística, Eds.; 1st ed.). https://www.carm.es/web/descarga?IDCONTENIDO=20951&ALIAS=PUBT&RASTRO=c$m4330&IDADIC=15802&ARCHIVO=Texto+Completo+1+Hologramas+como+recurso+didáctico+en+Primaria.+Cuerpos+geométricos.pdf

Matas, A. (2016). Diseño del formato de escalas tipo Likert: un estado de la cuestión. *Revista Electrónica de Investigación Educativa REDIE*, *20(1)*, 1–10. https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/6374359.pdf

Megías, M., Molist, P., & Pombal, M. (2023). *Atlas de histología vegetal y animal*. http://mmegias.webs.uvigo.es/cita-celula.php

Ministerio de Educación. (2023). *ACUERDO Nro. MINEDUC-MINEDUC-2023-00076-A*. https://educacion.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2023/11/MINEDUC-MINEDUC-2023-00076-A.pdf

Ministerio de Educación. (2024). *Instructivo de Evaluación Estudiantil*. https://educacion.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2024/10/instructivo-evaluacion-estudiantil-Sierra-Amazonia-2024-2025.pdf

Morales, B. (2022). Diseño instruccional según el modelo ADDIE en la formación inicial docente. *Revista Apertura*, *14(1)*, 80–95. https://www.scielo.org.mx/pdf/apertura/v14n1/2007-1094-apertura-14-11-80.pdf

Moreira, P. (2019). Las Tic en el aprendizaje colaborativo y su rol en el desarrollo cognitivo de los adolescentes. *ReHuso*, *4(2)*, 1–12. https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=673171022012

Ochoa, V. (2018). *Técnicas holográficas aplicadas a la educación curso 2017-2018* [Universidad de Burgos]. https://riubu.ubu.es/bitstream/handle/10259/5112/Ochoa_Peláez.pdf?sequence=1

Oliveira, A. (2023). Ensino de biologia além da sala de aula: uso dos modelos biológicos. *Revista de De Divulgação Científica- Sapiens*, *4(2)*, 127–145. https://revista.uemg.br/index.php/sps/article/view/7217/4485

Orcos, L. (2017). *Herramientas holográficas para la enseñanza de la división celular* [Universidad de la Rioja]. https://vixra.org/pdf/1704.0065v1.pdf?utm_source=chatgpt.com

Orcos, L., Jordán, C., & Magreñán, A. (2018). Uso del holograma como herramienta para trabajar contenidos de geometría en Educación Secundaria. *Pensamiento Matemático*, *8(2)*, 91–101. https://documat.unirioja.es/descarga/articulo/6636697.pdf

Orrego, M., Aimacaña, C., & Urquizo, P. (2024). Simuladores Virtuales en el Proceso de Aprendizaje de las Ciencias Experimentales. *Dominio de Las Ciencias*, *10(3)*, 40–56. https://dominiodelasciencias.com/ojs/index.php/es/article/view/3916/8220

Pérez, J. (2021). Fomentando habilidades críticas a través de la tecnología en el aula. *Educación y Tecnología*, *15 (1)*, 23–34. https://revistas.uam.es/index.php/educacionytecnologia/article/view/12345

Piaget, J. (1977). *Psicología y Pedagogía*. Editorial Ariel. https://www.pdfdrive.com/psicología-y-pedagogía-e176178759.html

Prado, M., Delgado, J., & Guaicha, K. (2020). Aplicación de tecnología educativa mediante imágenes tridimensionales: mejorar el aprendizaje en el aula de clases. *Identidad Bolivariana*, *6(2)*, 1–19. https://identidadbolivariana.itb.edu.ec/index.php/identidadbolivariana/article/download/183/211/

Qing, Y., Bao-min, L., & Qi-yin, W. (2022). The effectiveness of 3D holographic technology on students' learning performance: a meta-analysis. *Interactive Learning Enviroments*, *32(5)*, 1629–1641. https://doi.org/https://doi.org/10.1080/10494820.2022.2124424

Quisaguano, Y., & Aguilar, P. (2024). Diseño de un Proyecto de Innovación Educativa en Biología Celular: Recursos Educativos Abiertos y Aprendizaje Basado en Juegos. *Estudios y Perspectivas Revista Científica y Académica*, *4(1)*, 2669–2684. https://estudiosyperspectivas.org/index.php/EstudiosyPerspectivas/article/view/219/347

Quispe, E. (2020). Didáctica en la enseñanza de la Biología Celular en estudiantes preuniversitarios. *E-Idea Journal of Education and Social Sciences*, *1(1)*, 1–20. https://revista.estudioidea.org/ojs/index.php/jess/article/view/69/53

Riera, M., Caldez, M., Giorgio, E., & Milde, L. (2010). Utilización del programa de visualización molecular RasMol como estrategia didáctica para la integración del contenido curricular "proteínas." *Educación Médica*, *13(3)*. https://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1575-18132010000300006&lng=es&tlng=es

Ríos, L., Guamán, J., & Loaiza, A. (2022). Telepresencia a través de hologramas como medio de enseñanza en las IES: experiencia de la UTPL. *Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologias de Informação*, *54(11)*, 405–418. https://www.proquest.com/openview/e8c8009ba294c34598827347ce9f14d3/1?pq-origsite=gscholar&cbl=1006393

Rondal, F. (2019). *Diseño de un modelo holográfico en el ciclo del agua para atraer la atención y mejorar el aprendizaje de los alumnos de tercer año de educación general básica en la unidad educativa Pichincha en el año lectivo 2017-2018* [Universidad Central del Ecuador]. https://www.dspace.uce.edu.ec/server/api/core/bitstreams/21e96510-d915-40b8-8d28-a13e5544378c/content

Salloum, S., Alhumaid, K., Alfaisal, A., & Aljanada, R. (2024). Adoption of 3D Holograms in Science Education:Transforming Learning Environments. *IEEE Access*, *12*, 70984–70998. https://ieeexplore.ieee.org/document/10534039

Sanjuán, L. (2019). *La Observación participante*. Oberta. https://openaccess.uoc.edu/bitstream/10609/147145/5/MetodosDeInvestigacionCualitativaEnElAmbitoLaboral_Modulo2_LaObservaconParticipante.pdf

Silva, J., & Maturana, D. (2017). Una propuesta de modelo para introducir metodologías activas en educación superior. *Innovación Educativa*, *17(73)*, 117–131. https://www.scielo.org.mx/pdf/ie/v17n73/1665-2673-ie-17-73-00117.pdf

Torres, A., Caldeiro, M., & Mäeots, M. (2020). Aprendizaje basado en la indagación en el contexto educativo español. *Luz*, *19(3)*, 3–18. https://www.redalyc.org/journal/5891/589165783001/html/#:~:text=Resumen%3A El aprendizaje basado en,y diseño de estudios científicos

Tracey, M. (2019). *Increasing understanding of complex biological concepts: haptic learning in a collaborative, 3D environment* [King's College London]. https://kclpure.kcl.ac.uk/ws/portalfiles/portal/134543440/2020_Tracey_Megan_1575098_ethesis.pdf

Zhang, J., & Adipat, A. (2020). Evaluating user satisfaction with educational technologies: A systematic review. *Educational Technology Research and Development*, *68(4)*, 1235–1250. https://link.springer.com/article/10.1007/s11423-020-09701-5

Zurita, J., Márquez, H., Miranda, G., & Villasis, M. (2018). Estudios experimentales: diseños de investigación para la evaluación de intervenciones en la clínica. *Revista Alergia México*, *65(2)*, 178–186. https://revistaalergia.mx/ojs/index.php/ram/article/view/376

Anexos

Anexo 1. Pre y post test aplicado a estudiantes

Enlace: https://drive.google.com/file/d/14T2epawWosHomdms_S6LuaWI2Bx_ga3Q/view?usp=sharing

Anexo 2. Test de satisfacción

Enlace: https://drive.google.com/file/d/1aAs1W8wPU__1EGznYMUNHAs4TDhf76Tc/view?usp=sharing

Anexo 3. Rúbrica para la evaluación de hologramas

UNIVERSIDAD NACIONAL DE EDUCACIÓN

Criterios	Excelente (4 puntos)	Bueno (3 puntos)	Satisfactorio (2 puntos)	Insatisfactorio (1 punto)	Total
Comprensión de Conceptos	Los estudiantes demuestran una comprensión profunda y pueden explicar conceptos complejos de biología celular utilizando hologramas.	Los estudiantes comprenden la mayoría de los conceptos y pueden explicarlos con algunas dificultades.	Los estudiantes tienen una comprensión básica, pero luchan por explicar conceptos.	Los estudiantes no comprenden los conceptos y no pueden explicarlos.	
interacción y Participación	Los estudiantes participan activamente en todas las actividades, colaborando y compartiendo ideas.	Los estudiantes participan en la mayoría de las actividades, pero con menor colaboración.	La participación es mínima y los estudiantes no colaboran efectivamente.	No hay participación activa; los estudiantes están desinteresados.	
Uso de Tecnología	Los estudiantes utilizan la tecnología de manera efectiva y creativa para crear y presentar hologramas.	Los estudiantes utilizan la tecnología adecuadamente, aunque con algunas limitaciones.	El uso de la tecnología es básico y no se aprovechan todas las funcionalidades.	Los estudiantes no utilizan la tecnología de manera efectiva.	
Creatividad en la presentación y creación del prototipo con su respectivo video	Las presentaciones son innovadoras, visualmente atractivas y demuestran un alto nivel de creatividad.	Las presentaciones son buenas, pero podrían ser más creativas o visualmente atractivas.	Las presentaciones son aceptables, pero carecen de creatividad y atractivo visual.	Las presentaciones son poco creativas y no captan la atención.	

UNIVERSIDAD NACIONAL DE EDUCACIÓN

Evaluación de Aprendizajes	Los estudiantes muestran un alto nivel de retención y aplicación de los conocimientos adquiridos.	Los estudiantes retienen la mayoría de los conocimientos, pero con algunas dificultades en la aplicación.	La retención de conocimientos es baja y la aplicación es limitada.	Los estudiantes no retienen ni aplican los conocimientos adquiridos.	

Anexo 4. Manual para la creación de los hologramas
Enlace de descarga para el Manual:

https://drive.google.com/file/d/1zM0bsdjVkXjr4pjaB8f9B-Ed8qTeQzwy/view?usp=sharing



Anexo 5. Carta de autorización de uso de datos o imagen

UNIVERSIDAD NACIONAL DE EDUCACIÓN

UNIVERSIDAD NACIONAL DE EDUCACIÓN

CARTA DE AUTORIZACIÓN PARA PUBLICACIÓN DE ARCHIVOS QUE INCLUYAN TRABAJOS O IMAGENES DE NIÑOS

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

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

Con el presente consentimiento estoy de acuerdo con lo siguiente:

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

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

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

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

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

Ciudad _____, a los _____ días de _____ de 20_____.

Atentamente,

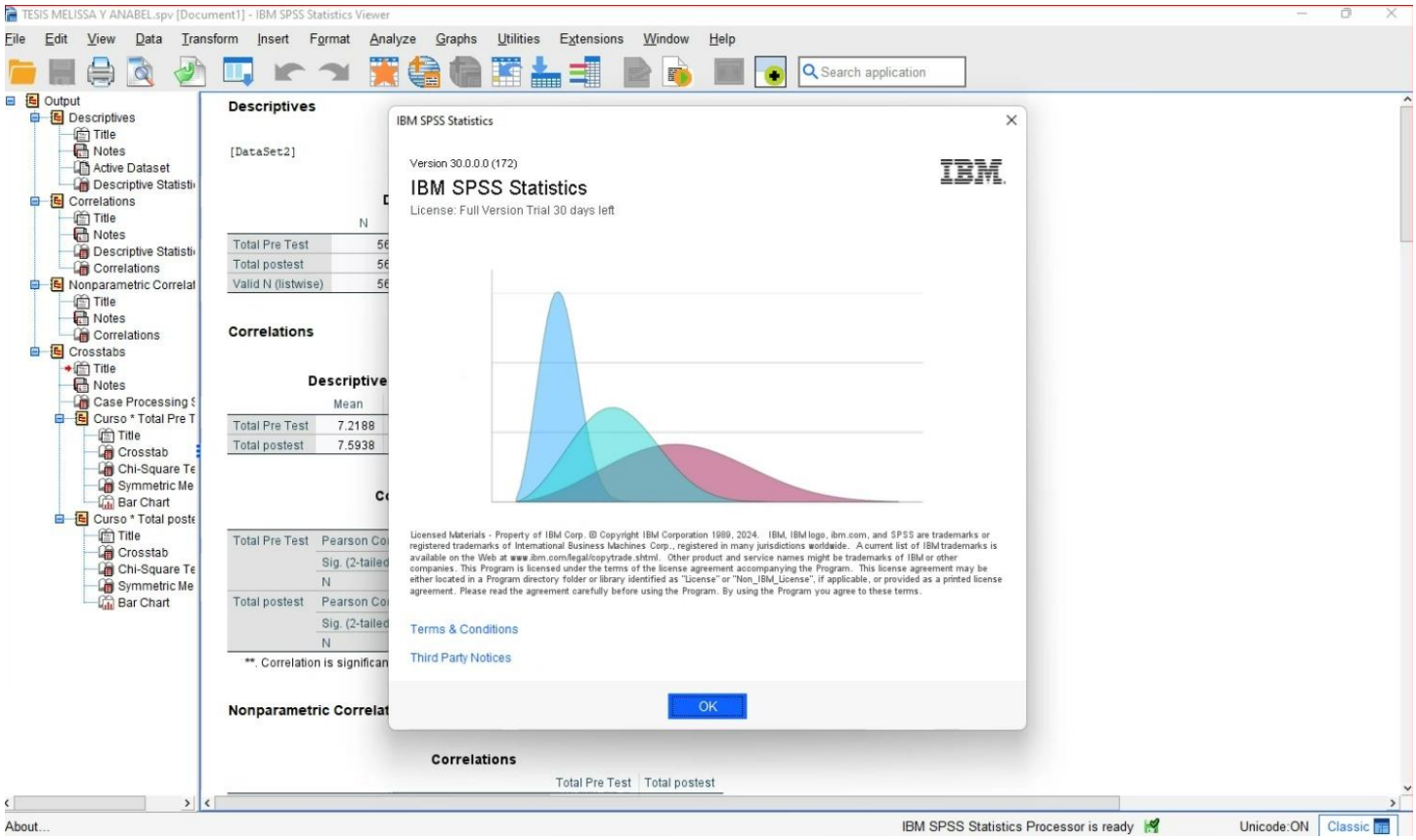
Nombre:.....

Cédula: .....

Firma: .....

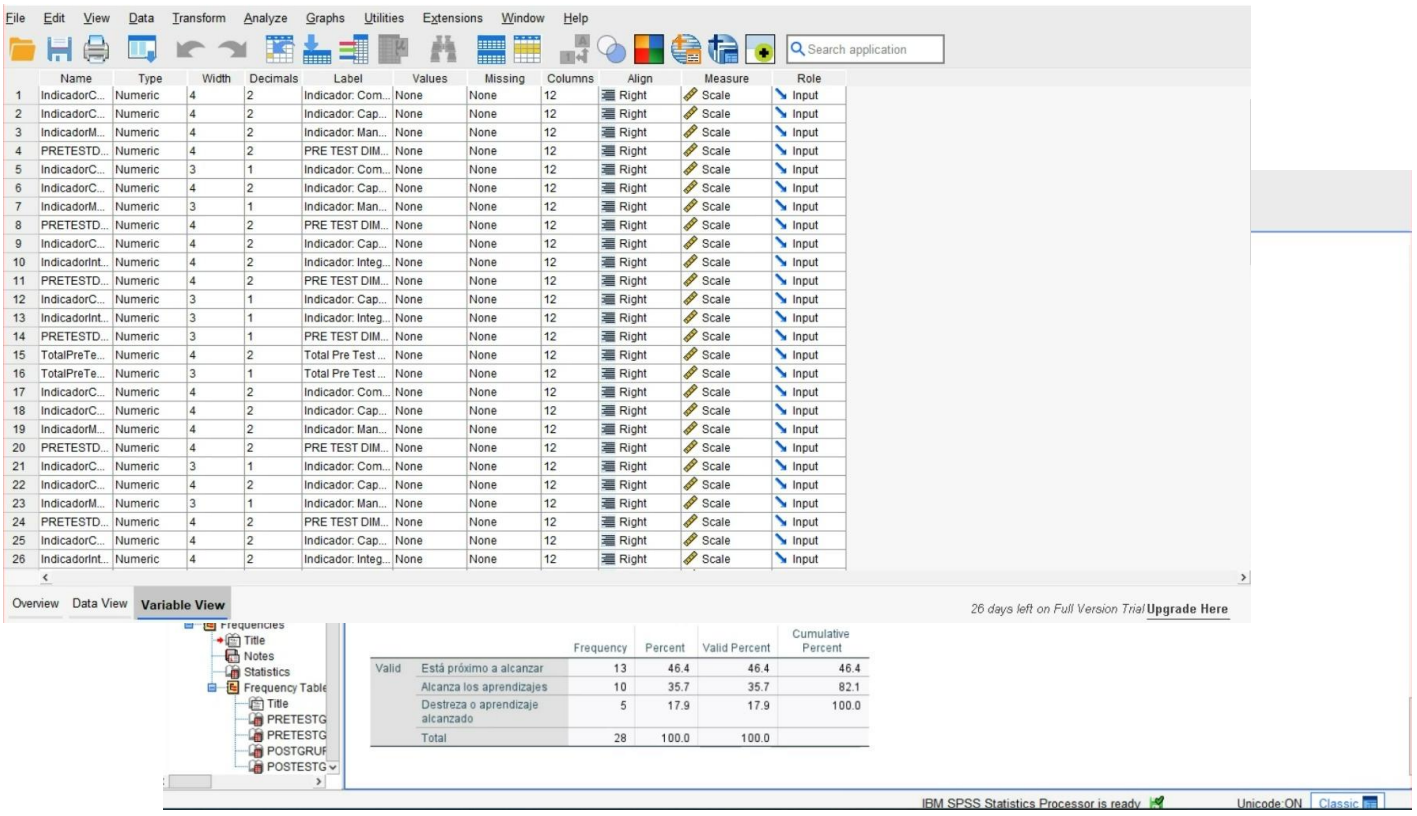
UNIVERSIDAD NACIONAL DE EDUCACIÓN

Anexo 6. Licencia SPSS



UNIVERSIDAD NACIONAL DE EDUCACIÓN

Anexo 7. Procesamiento de datos (SPSS)



	Name	Type	Width	Decimals	Label	Values	Missing	Columns	Align	Measure	Role
1	IndicadorC...	Numeric	4	2	Indicador: Com...	None	None	12	Right	Scale	Input
2	IndicadorC...	Numeric	4	2	Indicador: Cap...	None	None	12	Right	Scale	Input
3	IndicadorM...	Numeric	4	2	Indicador: Man...	None	None	12	Right	Scale	Input
4	PRETESTD...	Numeric	4	2	PRE TEST DIM...	None	None	12	Right	Scale	Input
5	IndicadorC...	Numeric	3	1	Indicador: Com...	None	None	12	Right	Scale	Input
6	IndicadorC...	Numeric	4	2	Indicador: Cap...	None	None	12	Right	Scale	Input
7	IndicadorM...	Numeric	3	1	Indicador: Man...	None	None	12	Right	Scale	Input
8	PRETESTD...	Numeric	4	2	PRE TEST DIM...	None	None	12	Right	Scale	Input
9	IndicadorC...	Numeric	4	2	Indicador: Cap...	None	None	12	Right	Scale	Input
10	IndicadorInt...	Numeric	4	2	Indicador: Integ...	None	None	12	Right	Scale	Input
11	PRETESTD...	Numeric	4	2	PRE TEST DIM...	None	None	12	Right	Scale	Input
12	IndicadorC...	Numeric	3	1	Indicador: Cap...	None	None	12	Right	Scale	Input
13	IndicadorInt...	Numeric	3	1	Indicador: Integ...	None	None	12	Right	Scale	Input
14	PRETESTD...	Numeric	3	1	PRE TEST DIM...	None	None	12	Right	Scale	Input
15	TotalPreTe...	Numeric	4	2	Total Pre Test ...	None	None	12	Right	Scale	Input
16	TotalPreTe...	Numeric	3	1	Total Pre Test ...	None	None	12	Right	Scale	Input
17	IndicadorC...	Numeric	4	2	Indicador: Com...	None	None	12	Right	Scale	Input
18	IndicadorC...	Numeric	4	2	Indicador: Cap...	None	None	12	Right	Scale	Input
19	IndicadorM...	Numeric	4	2	Indicador: Man...	None	None	12	Right	Scale	Input
20	PRETESTD...	Numeric	4	2	PRE TEST DIM...	None	None	12	Right	Scale	Input
21	IndicadorC...	Numeric	3	1	Indicador: Com...	None	None	12	Right	Scale	Input
22	IndicadorC...	Numeric	4	2	Indicador: Cap...	None	None	12	Right	Scale	Input
23	IndicadorM...	Numeric	3	1	Indicador: Man...	None	None	12	Right	Scale	Input
24	PRETESTD...	Numeric	4	2	PRE TEST DIM...	None	None	12	Right	Scale	Input
25	IndicadorC...	Numeric	4	2	Indicador: Cap...	None	None	12	Right	Scale	Input
26	IndicadorInt...	Numeric	4	2	Indicador: Integ...	None	None	12	Right	Scale	Input