



UNIVERSIDAD ESTATAL DE MILAGRO

REPÚBLICA DEL ECUADOR

UNIVERSIDAD ESTATAL DE MILAGRO

VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN Y POSGRADO

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO PREVIO A LA OBTENCIÓN
DEL TÍTULO DE:

MAGÍSTER EN EDUCACIÓN DE BACHILLERATO MENCIÓN EN
PEDAGOGÍA DE LAS CIENCIAS NATURALES

TEMA:

EFFECTO DEL USO DE LA APLICACIÓN DE REALIDAD AUMENTADA DIVISIÓN
MITÓTICA 3D EN LA COMPRENSIÓN DE LAS FASES DE LA MITOSIS EN
ESTUDIANTES DE PRIMER AÑO DE BACHILLERATO DE LA UNIDAD
EDUCATIVA RICARDO DESCALZI EN LA CIUDAD DE AMBATO.

Autor:

Steven Rodrigo Núñez Cazares

Director:

Ing. David Elías Dáger López, Mgs

Milagro, año 2025

Derechos de autor

Sr. Dr.

Fabrizio Guevara Viejó

Rector de la Universidad Estatal de Milagro

Presente.

Yo, **Steven Rodrigo Núñez Cazares** en calidad de autor y titular de los derechos morales y patrimoniales de este informe de investigación, mediante el presente documento, libre y voluntariamente cedo los derechos de Autor de este proyecto de desarrollo, que fue realizada como requisito previo para la obtención de mi Grado, de **Educación de bachillerato mención en Pedagogía de las Ciencias Naturales**, como aporte a la Línea de Investigación **Educación, Cultura, Tecnología en Innovación para la Sociedad MGE** de conformidad con el Art. 114 del Código Orgánico de la Economía Social de los Conocimientos, Creatividad e Innovación, concedo a favor de la Universidad Estatal de Milagro una licencia gratuita, intransferible y no exclusiva para el uso no comercial de la obra, con fines estrictamente académicos. Conservo a mi favor todos los derechos de autor sobre la obra, establecidos en la normativa citada.

Así mismo, autorizo a la Universidad Estatal de Milagro para que realice la digitalización y publicación de este Proyecto de Investigación en el repositorio virtual, de conformidad a lo dispuesto en el Art. 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior.

El autor declara que la obra objeto de la presente autorización es original en su forma de expresión y no infringe el derecho de autor de terceros, asumiendo la responsabilidad por cualquier reclamación que pudiera presentarse por esta causa y liberando a la Universidad de toda responsabilidad.

Milagro, 8 de septiembre de 2025



Steven Rodrigo Núñez Cazares

1804899274

Aprobación del Director del Trabajo de Titulación

Yo, **David Elías Dáger López** en mi calidad de director del trabajo de titulación, elaborado por **Steven Rodrigo Núñez Cazares**, cuyo tema es **EFFECTO DEL USO DE LA APLICACIÓN DE REALIDAD AUMENTADA DIVISIÓN MITÓTICA 3D EN LA COMPRENSIÓN DE LAS FASES DE LA MITOSIS EN ESTUDIANTES DE PRIMER AÑO DE BACHILLERATO DE LA UNIDAD EDUCATIVA RICARDO DESCALZI EN LA CIUDAD DE AMBATO**, que aporta a la Línea de Investigación de **Educación, Cultura, Tecnología en Innovación para la Sociedad MGE**, previo a la obtención del Grado **Magíster en Educación de bachillerato mención en Pedagogía de las Ciencias Naturales**. Trabajo de titulación que consiste en una propuesta innovadora que contiene, como mínimo, una investigación exploratoria y diagnóstica, base conceptual, conclusiones y fuentes de consulta, considero que el mismo reúne los requisitos y méritos necesarios para ser sometido a la evaluación por parte del tribunal calificador que se designe, por lo que lo **APRUEBO**, a fin de que el trabajo sea habilitado para continuar con el proceso de titulación de la alternativa de Informe de Investigación de la Universidad Estatal de Milagro.

Milagro, 8 septiembre de 2025



David Elías Dáger López

0941150476

Aprobación del tribunal calificador



FACULTAD DE POSGRADO ACTA DE SUSTENTACIÓN MAESTRÍA EN EDUCACIÓN DE BACHILLERATO

En la Facultad de Posgrado de la Universidad Estatal de Milagro, a los trece días del mes de marzo del dos mil veintiseis, siendo las 14:00 horas, de forma VIRTUAL comparece el/la maestrante, ING. NÚÑEZ CAZARES STEVEN RODRIGO, a defender el Trabajo de Titulación denominado " EFECTO DEL USO DE LA APLICACIÓN DE REALIDAD AUMENTADA DIVISIÓN MITÓTICA 3D EN LA COMPRESIÓN DE LAS FASES DE LA MITOSIS EN ESTUDIANTES DE PRIMER AÑO DE BACHILLERATO DE LA UNIDAD EDUCATIVA RICARDO DESCALZI EN LA CIUDAD DE AMBATO.", ante el Tribunal de Calificación integrado por: CRESPO ASQUI JEFERSON DARIO, Presidente(a), Msc. RODRIGUEZ QUIÑONEZ VICTOR MANUEL en calidad de Vocal; y Phd SUMBA AREVALO VICTOR MIGUEL que actúa como Secretario/a.

Una vez defendido el trabajo de titulación, examinado por los integrantes del Tribunal de Calificación, escuchada la defensa y las preguntas formuladas sobre el contenido del mismo al maestrante compareciente, durante el tiempo reglamentario, obtuvo las siguientes calificaciones:

TRABAJO DE TITULACIÓN	54.50
DEFENSA ORAL	38.00
PROMEDIO	92.50
EQUIVALENTE	MUY BUENO

Para constancia de lo actuado firman en unidad de acto el Tribunal de Calificación, siendo las 15:00 horas.



CRESPO ASQUI JEFERSON DARIO
PRESIDENTE(A) DEL TRIBUNAL



Msc. RODRIGUEZ QUIÑONEZ VICTOR MANUEL
VOCAL



Phd SUMBA AREVALO VICTOR MIGUEL
SECRETARÍA DEL TRIBUNAL



ING. NÚÑEZ CAZARES STEVEN RODRIGO
MAESTRANTE

DEDICATORIA

A Dios, por ser mi centro en toda mi vida, mi fortaleza en cada etapa de este camino y brindarme la sabiduría necesaria para culminar este proyecto, puesto que sin él no lograría nada de lo que tengo.

A mis padres, quienes con su amor, esfuerzo y ejemplo me enseñaron el valor del sacrificio y la perseverancia.

A mi familia, que con su apoyo incondicional me animaron a seguir adelante aun en los momentos más difíciles.

Finalmente, dedico este trabajo a mis estudiantes, quienes me inspiran cada día a buscar nuevas formas de enseñar y motivar el aprendizaje

AGRADECIMIENTOS

Agradezco profundamente a Dios por permitirme alcanzar esta meta académica.

Expreso mi gratitud a mis docentes y tutores, quienes compartieron sus conocimientos y orientaciones que enriquecieron el desarrollo de esta investigación.

A la Unidad Educativa Ricardo Descalzi, por abrir sus puertas y permitir llevar a cabo este estudio con sus estudiantes.

A mis compañeros y amigos, por su apoyo constante y palabras de ánimo.

Y de manera muy especial, a mi familia, que con paciencia, amor y confianza, me acompañaron en cada paso de este proceso, convirtiéndose en la mayor motivación para culminar este logro.

Resumen

En la presente investigación se enfoca en el uso de la aplicación de realidad aumentada *División Mitótica 3D* influye en la comprensión de las fases de la mitosis entre los estudiantes de primer año de bachillerato en la Unidad Educativa Ricardo Descalzi, ubicada en Ambato. La investigación surgió de la necesidad de superar las limitaciones que presenta la enseñanza tradicional de la Biología, la cual a menudo dificulta la comprensión de procesos celulares que son abstractos y complejos.

Se tomó en cuenta un enfoque cuantitativo y un diseño cuasi-experimental, aplicando un Pretest y un Postest a un grupo de 12 estudiantes, divididos en un grupo experimental y un grupo de control, cada uno con seis participantes. Además, se creó y utilizó una guía práctica para el mejoramiento en la implementación de la aplicación en el grupo experimental. El análisis de los datos se realizó mediante estadística descriptiva e inferencial, lo que permitió comparar el rendimiento entre ambos grupos.

Los resultados indican que, aunque los puntajes iniciales fueron similares en ambos grupos, al finalizar la intervención, el grupo experimental se logró un promedio de 8,3 sobre 10, en contraste con 5,5 en el grupo de control. La mejora de 3,34 puntos obtenida por los estudiantes que utilizaron la aplicación confirma un avance significativo en su habilidad para identificar, explicar y secuenciar las fases de la mitosis.

En conclusión, el uso de *División Mitótica 3D*, junto con una guía didáctica, se presenta como una estrategia pedagógica innovadora y efectiva que favorece el aprendizaje de la biología celular en el nivel de bachillerato.

Palabras clave: realidad aumentada, biología celular, mitosis, innovación educativa, enseñanza secundaria.

Abstract

This research addresses how the use of the augmented reality application *División Mitótica 3D* impacts the understanding of the phases of mitosis among first-year high school students at Unidad Educativa Ricardo Descalzi, located in Ambato. The study emerged from the need to overcome the limitations of traditional biology teaching, which often hinders the comprehension of cellular processes that are abstract and complex.

A quantitative approach and a quasi-experimental design were applied, using a pretest and a posttest administered to a group of 12 students, divided into an experimental group and a control group, each with six participants. In addition, a practical guide was created and used to facilitate the implementation of the application in the experimental group. Data analysis was carried out through descriptive and inferential statistics, which allowed for a comparison of performance between both groups.

The results indicate that, although the initial scores were similar in both groups, by the end of the intervention the experimental group achieved an average of 8.3 out of 10, compared to 5.5 in the control group. The improvement of 3.34 points obtained by the students who used the application confirms a significant advance in their ability to identify, explain, and sequence the phases of mitosis.

In conclusion, the use of *División Mitótica 3D*, together with a didactic guide, stands out as an innovative and effective pedagogical strategy that enhances the learning of cell biology at the high school level.

Keywords: augmented reality, cell biology, mitosis, educational innovation, secondary education.

Lista de Figuras

<i>Figura 1</i>	4
<i>Figura 2</i>	20
<i>Figura 3</i>	20
<i>Figura 4</i>	22
<i>Figura 5</i>	23
<i>Figura 6</i>	24
<i>Figura 7</i>	24
<i>Figura 8</i>	25

Lista de Tablas

<i>Tabla 1.</i>	8
<i>Tabla 2.</i>	19
<i>Tabla 3.</i>	21
<i>Tabla 4.</i>	21
<i>Tabla 5.</i>	22
<i>Tabla 6.</i>	23

Índice / Sumario

DEDICATORIA	4
AGRADECIMIENTOS	5
Resumen	6
Abstract	7
Introducción	1
Capítulo I: El problema de la investigación	3
1.1. Planteamiento del problema	3
1.2. Delimitación del problema	4
1.3. Formulación del problema	5
1.4. Determinación del tema	5
1.5. Objetivo general	5
1.6. Objetivos específicos.....	6
1.7. Hipótesis.....	6
1.8. Declaración de las variables (operacionalización).....	7
1.9. Operacionalización:	7
1.10. Justificación.....	9
1.11. Alcance y limitaciones	9
CAPÍTULO II: Marco teórico referencial	10
2.1. Antecedentes	10
2.1.1. Antecedentes históricos.....	10
2.1.2. Antecedentes referenciales	11
2.2. Contenido teórico que fundamenta la investigación	12
2.2.1. Mitosis como proceso biológico y dificultades conceptuales	12
2.2.2. Realidad Aumentada en la Educación.....	14
2.2.3. Aplicación <i>División Mitótica 3D</i>	14
2.2.4. Bases Pedagógicas y Teóricas Constructivismo.....	14

CAPÍTULO III: Diseño metodológico	16
2.2. Tipo y diseño de investigación	16
2.2. La población y la muestra	17
2.2.1. Características de la población	17
2.2.2. Delimitación de la población.....	17
2.2.3. Tipo de muestra.....	17
2.2.4. Proceso de selección de la muestra	17
2.3. Los métodos y las técnicas	17
2.3.1. Métodos empíricos	18
CAPÍTULO IV: Análisis e interpretación de resultados	19
4.1. Análisis de la situación actual	19
4.2. Análisis Comparativo	25
4.3. Verificación de las Hipótesis.....	27
4.3.1. Hipótesis General	27
CAPÍTULO V: Conclusiones y Recomendaciones	29
5.1. Conclusiones	29
5.2. Recomendaciones	30
Referencias bibliográficas	31
Anexos	33

Introducción

A lo largo de la historia la curiosidad ha sido una característica innata del ser humano y gracias a este impulso ha desarrollado conocimiento, ha explorado su propia naturaleza y ha investigado el entorno que lo rodea. En la actualidad el avance de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) ha guiado de una manera significativa en el enfoque educativo, dando a conocer nuevos avances de metodologías con herramientas para un mejor proceso de enseñanza- aprendizaje (Chanta-Jiménez, 2022).

En el bachillerato, uno de las dificultades para los docentes es poder que los estudiantes comprendan conceptos complicados de entender, como es el caso de la mitosis, el cual es un proceso esencial en la biología celular. Aunque existen varios recursos tecnológicos, las metodologías tradicionales siguen siendo las más utilizadas, como las exposiciones, las imágenes estáticas y los libros de texto (Ruiz-Ledesma, 2022). Esta calamidad se refleja en algunos datos recogidos en la Unidad Educativa Ricardo Descalzi, donde un alto porcentaje de estudiantes manifiesta dificultades para comprender las fases de la mitosis y, al mismo tiempo, muestran interés en utilizar recursos tecnológicos educativos más interactivos.

En la actualidad se ha generado una necesidad de implementar recursos didácticos innovadores, que abarquen la tecnología en el proceso de enseñanza-aprendizaje. En este enfoque, la Realidad Aumentada (RA) se presenta como una tecnología innovadora que integra el entorno físico con características digitales interactivas, aportando a los estudiantes experiencias educativas más dinámicas y visualmente atractivas (Cárdenas, 2022).

La relevancia y el alcance del tema son muy importante porque, al incluir tecnologías como la RA, se responde a las respuestas de una educación moderna que es guiada al mejoramiento en los estudiantes para los desafíos actuales. Los principales beneficiarios serán los alumnos del primer año de bachillerato (BGU) de la Unidad Educativa Ricardo Descalzi, quienes podrán mejorar su comprensión de la mitosis, y los docentes, que tendrán el alcance de una nueva herramienta para sus clases. Además, este estudio puede suministrar una base para la incorporación de tecnologías similares en otros cursos o instituciones.

El objetivo general de esta investigación es evaluar el efecto que tiene la aplicación de una herramienta de realidad aumentada llamada *División Mitótica 3D* sobre la comprensión de las fases de la mitosis en los estudiantes. Entre los objetivos específicos están medir el conocimiento previo de los alumnos, analizar los avances en su comprensión luego de usar la aplicación y conocer la opinión de los estudiantes respecto a esta herramienta tecnológica. Los resultados que se obtengan servirán para recomendar su uso como recurso pedagógico en el área de ciencias.

El aporte práctico en el estudio propone la utilización y evaluación de la aplicación *División Mitótica 3D*, que permite observar modelos tridimensionales de las fases mitóticas en el ciclo celular de forma interactiva. Esta aplicación será implementada en el aula y evaluada a través de pruebas y encuestas. En caso de obtener resultados positivos, se sugerirá su uso permanente y su posible adaptación para otras materias científicas.

La investigación recalca su carácter novedoso, ya que se enfoca en la enseñanza de la mitosis con realidad aumentada en un contexto local, en estudiantes de bachillerato, un ámbito en el que no se han registrado estudios similares en la provincia de Tungurahua. Además, combina la evaluación del aprendizaje con el análisis de la motivación y la percepción de los alumnos sobre la tecnología, ofreciendo una visión integral del impacto educativo.

La metodología utilizada será de tipo cuantitativo, con un diseño cuasi-experimental que incluye un grupo de control y un grupo experimental. Se aplicarán pruebas antes y después de la intervención, además de encuestas para recoger la opinión de los estudiantes. Los datos obtenidos se analizarán estadísticamente para determinar el efecto real de la herramienta en el aprendizaje.

Finalmente, la tesis está estructurada en cinco capítulos: el primero presenta el planteamiento del problema, los objetivos y la justificación; el segundo desarrolla el marco teórico; el tercero detalla la metodología aplicada; el cuarto muestra los resultados y su análisis; y el quinto expone las conclusiones, recomendaciones y sugerencias para futuras investigaciones.

Capítulo I: El problema de la investigación

1.1. Planteamiento del problema

A lo largo de la historia, la curiosidad del ser humano ha fomentado a mejorar el conocimiento y la explorar el entorno. En el ámbito educativo, los avances de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) han modificado las metodologías de enseñanza, implementando nuevos recursos que mejoran la relación y la comprensión de conceptos difíciles de entender. Sin embargo, en la educación específicamente en el área de Ciencias Naturales, continúan con dificultades en la comprensión de procesos celulares como la mitosis, fenómeno fundamental para comprender la división y reproducción celular.

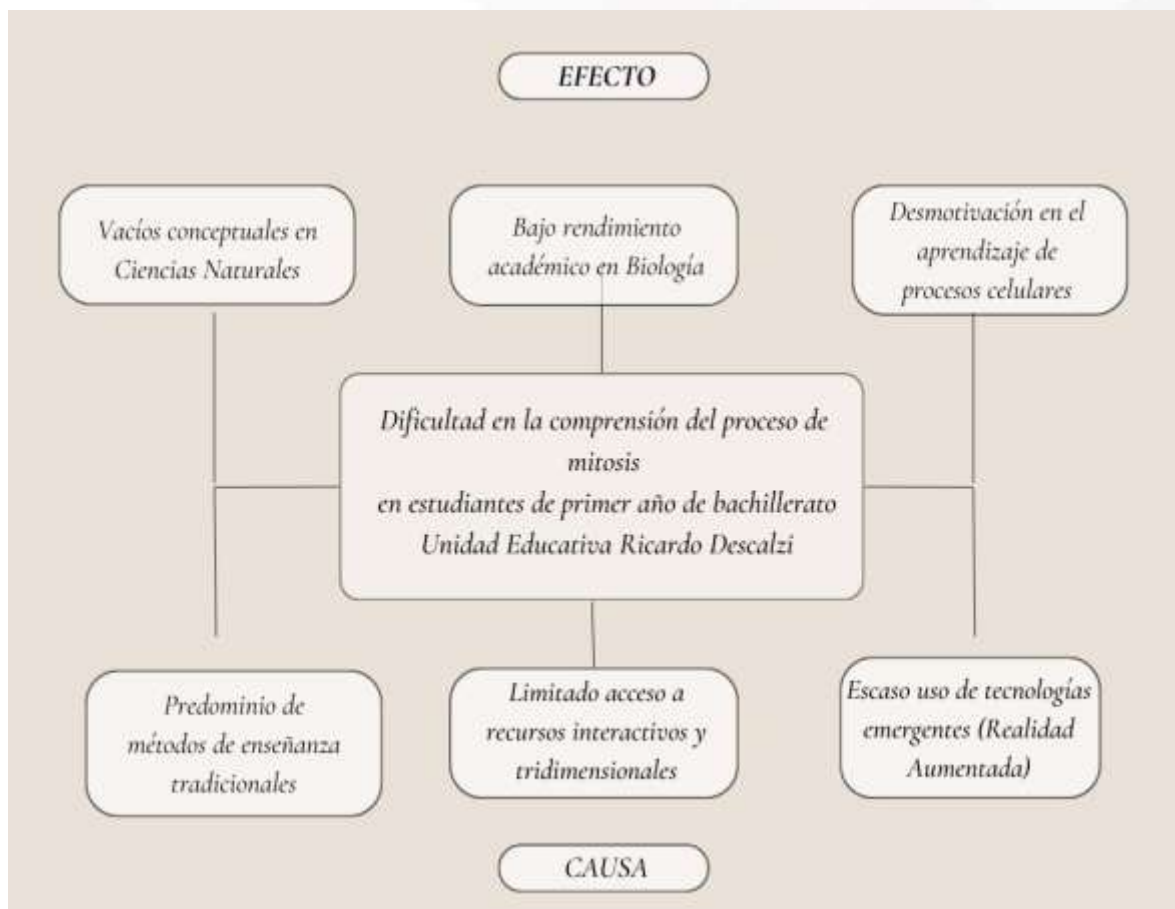
En la Unidad Educativa Ricardo Descalzi de la ciudad de Ambato, observaciones y evaluaciones diagnósticas a docentes manifiestan que un porcentaje de estudiantes de primer año de bachillerato presenta dificultades en la identificación en el ciclo celular específicamente en las fases de la mitosis. Esto conlleva a que, una gran parte, de los métodos tradicionales predominante en clases y material con gráfico estático, que no logran representar de forma dinámica y tridimensional la complejidad del proceso.

En el estudio de Cabero & Díaz (2017) menciona que la realidad aumentada (RA) es una herramienta emergente que ayuda a superponer elementos virtuales interactivos sobre el mundo real, aumentando la visualización de conceptos abstractos y mejorando la motivación estudiantil. Con dicha explicación, aparece la propuesta de poner en activación la aplicación *División Mitótica 3D* para mejorar la comprensión de este proceso celular.

Consecuentemente a esto, si la problemática se mantiene sin cambio alguno, es previsible que los estudiantes continúen presentando vacíos conceptuales dentro de las Ciencias Naturales enfocado al proceso celular, lo que repercutirá negativamente en su formación y en su rendimiento académico. El control de la herramienta se realizará mediante la evaluación pre y post implementación del instrumento tecnológico, complementada con encuestas de estudiantiles.

Figura 1.

Árbol de problemas enfocado al Planteamiento del problema.



Nota: El árbol de problemas evidencia el Planteamiento del problema enfocado en la dificultad en la comprensión de la mitosis en estudiantes de primer año de bachillerato, mostrando cómo las causas y metodológicas generan un problema central que repercute en efectos negativos en el aprendizaje y rendimiento académico.

1.2. Delimitación del problema

El análisis de la investigación se tomara en cuenta dentro de las instalaciones de la Unidad Educativa Ricardo Descalzi, ubicada en la ciudad de Ambato, provincia de Tungurahua. La población estará constituida por estudiantes de primer año de bachillerato, y las variables del estudio serán:

- **Variable independiente:** Uso de la aplicación de realidad aumentada *División Mitótica 3D*.
- **Variable dependiente:** Nivel de entendimiento de las fases de la mitosis, se mide a través de instrumentos evaluativos (encuestas)

1.3. Formulación del problema

Pregunta central:

¿Cuál es el efecto del uso de la aplicación de realidad aumentada *División Mitótica 3D* en la comprensión de las fases de la mitosis en estudiantes de primer año de bachillerato de la Unidad Educativa Ricardo Descalzi, en la ciudad de Ambato?

1.1 Preguntas de investigación

- ¿Qué nivel de conocimiento poseen los estudiantes sobre las fases de la mitosis antes de la implementación de la aplicación *División Mitótica 3D*?
- ¿Cómo el uso de la aplicación *División Mitótica 3D* mejora la comprensión de cada una de las fases del proceso de la mitosis?
- ¿Existen diferencias en el aprendizaje entre los estudiantes que utilizan la aplicación y quienes no utilizan la aplicación?
- ¿Mejorarías la implementación en la guía práctica para optimizar el uso de la herramienta en la unidad educativa?

1.4. Determinación del tema

Tema de investigación:

Efecto del uso de la aplicación de realidad aumentada *División Mitótica 3D* en la comprensión de las fases de la mitosis en estudiantes de primer año de bachillerato de la unidad educativa Ricardo Descalzi en la ciudad de Ambato.

1.5. Objetivo general

Analizar el efecto del uso de la aplicación de realidad aumentada *División Mitótica 3D* en la comprensión de las fases de la mitosis en estudiantes de primer año de bachillerato de la Unidad Educativa Ricardo Descalzi, en la ciudad de Ambato, mediante la aplicación de encuestas diagnósticas y evaluativas, así como la elaboración de una guía práctica que facilite su implementación como recurso pedagógico.

1.6. Objetivos específicos

- Conocer, mediante un diagnostico, los conocimiento previos de los estudiantes sobre las fases de la mitosis en la materia de Biología.
- Diseñar una guía práctica para el uso de la aplicación *División Mitótica 3D* como herramienta didáctica en el proceso de enseñanza-aprendizaje de la biología celular.
- Evaluar el impacto del uso de la aplicación en la comprensión de las fases de la mitosis, mediante la comparación de resultados obtenidos de la intervención pedagógica.

1.7. Hipótesis

Hipótesis General

El uso de la aplicación de realidad aumentada *División Mitótica 3D* mejora la comprensión de las fases de la mitosis en los estudiantes de primer año de bachillerato de la Unidad Educativa Ricardo Descalzi en la ciudad de Ambato.

Hipótesis particulares

- Los estudiantes que utilizan la aplicación *División Mitótica 3D* aumentará su capacidad para identificar las fases de la mitosis en comparación con su conocimiento previo.
- El uso de la aplicación *División Mitótica 3D* permite a los estudiantes explicar los eventos celulares que ocurren en cada fase de la mitosis, mejorando la comprensión de conceptos.
- La aplicación *División Mitótica 3D* facilita que los estudiantes ordenen las fases de la mitosis de manera lógica y secuencial.

1.8. Declaración de las variables (operacionalización)

En la presente investigación, se identifican dos tipos de variables: La variable independiente y la variable dependiente.

- **Variable independiente:** Enfocado en el uso de la aplicación de realidad aumentada *División Mitótica 3D* como recurso didáctico en el proceso de enseñanza-aprendizaje. Esta variable se maneja por el investigador con el fin de generar un cambio en la comprensión de las fases de la mitosis por parte de los estudiantes.
- **Variable dependiente:** Se basa en la comprensión de las fases de la mitosis en los estudiantes de primer año de bachillerato. Esta variable muestra el efecto de la implementación de la herramienta tecnológica y se mide a través de instrumentos evaluativos (encuestas) antes y después de su aplicabilidad.

1.9. Operacionalización:

En el presente estudio, la operacionalización se basa en establecer indicadores efectivos para medir cada variable. En esta investigación, la variable independiente se medirá a través de registros de uso y observación del manejo de la aplicación, en contraste de la variable dependiente que se basará en la evaluación mediante cuestionarios y pruebas escritas que generaran la identificación y descripción de las fases de la mitosis antes y después de su aplicabilidad.

Tabla 1.

Operacionalización de variables.

Variable	Dimensión	Indicador	Técnica	Instrumento	Escala de medición
Variable independiente					
Uso de la aplicación de RA División Mitótica 3D	Accesibilidad	Disponibilidad de dispositivos móviles compatibles	Observación	Lista de cotejo	Nominal
	Interacción	Tiempo de uso de la aplicación durante las sesiones de clase	Observación directa	Registro de tiempo	Razón
	Funcionalidad	Ejecución de las funciones de visualización 3D y navegación por fases de la mitosis	Observación	Lista de cotejo	Nominal
Variable dependiente					
Comprensión de las fases de la mitosis	Reconocimiento	Identificación correcta de las fases de la mitosis	Evaluación escrita	Prueba diagnóstica y final	Ordinal
	Descripción	Explicación de los eventos celulares que ocurren en cada fase	Evaluación escrita	Prueba diagnóstica y final	Ordinal
	Secuenciación	Orden lógico de las fases de la mitosis	Evaluación escrita	Prueba diagnóstica y final	Ordinal

Nota: La Operacionalización de variables se enfoca en la variabilidad de en establecer indicadores efectivos para medir cada variable.

1.10. Justificación

Dentro de la explicación de las Ciencias Naturales. La mitosis en cuanto a su enseñanza suele representar un desafío para los estudiantes debido al grado de complejidad de sus fases y a la visualización microscópica del proceso con recursos convencionales. Esta investigación surge ante la necesidad de aplicar herramientas tecnológicas innovadoras, como la realidad aumentada, que faciliten la visualización tridimensional e interactiva del proceso de división celular.

Desde el punto de vista académico, la investigación generará evidencia sobre la efectividad de la realidad aumentada como recurso didáctico para mejorar la comprensión de conceptos complejos en las Ciencias Naturales. En el ámbito metodológico, aportará un modelo de integración tecnológica que podrá aplicarse en otras asignaturas dentro de las ramas Biológicas.

En la práctica tiene varias utilidades una de esas es, el estudio donde brindará beneficios a estudiantes y docentes de la Unidad Educativa Ricardo Descalzi de la ciudad de Ambato, mejorando el aprendizaje, la motivación y el desarrollo de competencias digitales. A su vez, su aplicación puede tener un impacto positivo en el rendimiento académico.

1.11. Alcance y limitaciones

El presente investigación se llevará a cabo con estudiantes de primer año de bachillerato de la Unidad Educativa Ricardo Descalzi, en la ciudad de Ambato. El alcance estará enfocado en medir el efecto de la aplicación *División Mitótica 3D* dentro de la comprensión de las fases de la mitosis.

Dentro del estudio la población a tratar está constituida por los estudiantes de primer año de bachillerato de la Unidad Educativa Ricardo Descalzi, en la ciudad de Ambato. La población es finita, ya que se conoce con certeza el número total de estudiantes matriculados en dicho nivel, que corresponde a 12 estudiantes.

Entre las limitaciones, se toma en cuenta, que los resultados no podrán generalizarse a otros niveles educativos o instituciones sin adaptaciones previas. A su vez, el uso de la aplicación dependerá de la disponibilidad de dispositivos móviles compatibles y de la conectividad a internet, lo que podría influir en el tiempo y calidad de la experiencia de aprendizaje. Finalmente factores externos, como el tiempo de práctica o condiciones tecnológicas del aula.

CAPÍTULO II: Marco teórico referencial

2.1. Antecedentes

2.1.1. Antecedentes históricos

Dentro de la historia la consolidación el crecimiento de la tecnológica enfocado con la Realidad Aumentada (RA) se ha utilizado como una de las tecnologías con mayor expansión en distintos ámbitos, entre ellos la educación, el turismo, la publicidad y el entretenimiento (Cárdenas, 2022). Dichas herramientas fortalecen, en tiempo real la integración y participación activa del usuario, información digital y física mediante dispositivos como tabletas, teléfonos inteligentes, cámaras web o gafas de RA. Su inicio radica en encontrarse a medio camino entre la realidad y los entornos virtuales inmersivos, conformando así una nueva experiencia donde la información digital complementa el entorno real (Almenara, 2019).

En la educación, los procesos educativos apoyados en la RA han sido limitados, la Biología específicamente el proceso celular donde la duplicación de células generan otras células hijas llamada “mitosis” el cual es un proceso fundamental en la biología celular, descubierto en el siglo XIX por científicos como Walther Flemming, quien observó por primera vez la cromatina durante la división celular (Cáceres Contreras, 2021).

Desde entonces, la comprensión de las fases de la mitosis ha evolucionado significativamente, especialmente con el desarrollo de tecnologías avanzadas que permiten su observación detallada (Domínguez Rodríguez & Palomares Ruiz, 2020). A su vez, la mitosis se enfoca en gráficas representativas estáticas y descripciones textuales. Sin embargo, con la unificación de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC), surge nuevas metodologías que buscan mejorar la comprensión de procesos celulares biológicos (Chanta-Jiménez, 2022).

Las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC), cumplen un pilar fundamental en promover la organización de herramientas digitales en la educación, permitiendo experiencias más interactivas y visuales (Cabero Almenara, 2020). La realidad aumentada (RA) surge como una alternativa de innovación educativa que combina lo físico y lo digital, ofreciendo una manera de observar procesos celulares en tres dimensiones, favoreciendo la comprensión de conceptos abstractos y complejos como la mitosis.

2.1.2. Antecedentes referenciales

En varias investigaciones se ha explorado el uso de la tecnología en la enseñanza de temáticas relacionadas a las Ciencias Naturales, Biología y Química. Existen investigaciones realizadas en instituciones educativas que han demostrado el uso de aplicaciones educativas interactivas mejora la comprensión de conceptos científicos en estudiantes de diferentes niveles educativos (Monika et al., 2024).

Cabero (2020), menciona que la realidad aumentada es una herramienta que genera vincular la unión del mundo físico con el entorno virtual, a través de la recopilación de información en el entorno de la multimedia especialmente el modelado 3D. En relación al análisis de los estudios referentes a esta investigación se podría afirmar que se requiere de un dispositivo móvil para su funcionamiento (López y Martínez, 2019).

Dentro de la educación especialmente en el contexto ecuatoriano, la implementación de herramientas digitales en el aula ha sido limitada, lo que resalta la importancia de estudios como el presente, que busca evaluar el impacto de la realidad aumentada en la enseñanza de varias asignaturas especialmente en Biología en temas relacionados con el ciclo celular como es la mitosis (Cumbe Quito, 2023).

Al incluir tecnología en la enseñanza de la biología, tiene características positivas en el analisis en cuanto a su implementacion, desarrollo y componentes en cuanto a la realidad aumentada en la educación. En mención de López y Martínez (2019) mencionan que el uso de simuladores digitales en biología celular en estudiantes de secundaria, que aumentan la motivación y mejoran la comprensión conceptual de los procesos celulares.

Lam (2023) comenta que, la implementación de RA para enseñar la división celular en bachillerato, tiene un incremento significativo en la retención de conocimiento y la participación estudiantil. Ruiz-Ledesma (2022) afirma que desarrollaron un modelo de animación 3D para la enseñanza de la mitosis, destacando la importancia de la visualización tridimensional en la comprensión de fases celulares complejas.

Por otro lado, de estas investigaciones, la presente investigación se centra específicamente en la aplicación *División Mitótica 3D*, evaluando su efecto en estudiantes de primer año de bachillerato de la Unidad Educativa Ricardo Descalzi, incluyendo además cuestionarios y una hoja de práctica para medir de manera objetiva el nivel de comprensión y percepción de los estudiantes sobre la herramienta tecnológica.

2.2. Contenido teórico que fundamenta la investigación

La presente investigación se basa en la necesidad un mejoramiento en relación a la enseñanza-aprendizaje enfocado a la mitosis, un proceso biológico complejo que, al estar compuesto por fases sucesivas y abstractas, resulta complejo su comprensión únicamente, a través de explicaciones teóricas o ilustraciones bidimensionales. En este sentido, la teoría educativa y los avances tecnológicos constituyen la base conceptual que guía el desarrollo de la propuesta.

Según Cáceres Contreras (2021) la educación en Ciencias Naturales tiene diversas limitaciones, no solo en dictar clases magistrales obligando al estudiante a estudiar de una manera común y de “aprender las cosas de memoria” teniendo un bajo impacto en el aprendizaje y siendo todo lo contrario a una enseñanza que realmente marque a los alumnos a lo largo de sus vidas (López y Martínez, 2019).

El proceso de división celular es un compendio de diversos ciclos donde la parte fundamental es la célula, que es la unidad básica de la vida, dentro del proceso de nivel celular en la enseñanza tradicional la mitosis se considera como la división de las células madres para dividirse en células hijas y generar vida (Monika et al., 2024).

2.2.1. Mitosis como proceso biológico y dificultades conceptuales

El ciclo celular puede entenderse como el conjunto de procesos que experimenta una célula eucariota desde su formación hasta que se divide originando dos células hijas (Cáceres Contreras, 2021). A lo largo de este período, la célula incrementa su volumen mediante la síntesis de componentes internos y la generación de nuevas estructuras. En este proceso se caracteriza por dos fases principales: la interfase, en la que la célula se prepara (carga) y duplica su material genético, y la fase de división (duplicación celular), que comprende tanto la mitosis como la citocinesis o partición del citoplasma (Lam et al., 2023).

La mitosis es un proceso de división celular, el cual una célula progenitora da origen a dos células hijas con información genética idéntica, siguiendo etapas como profase, metafase, anafase y telofase (Lam et al., 2023). No obstante, algunas investigaciones se enfocan que los estudiantes suelen presentar dificultades conceptuales recurrentes, entre ellas la confusión entre cromosomas y cromátidas, o la mezcla de los procesos de mitosis y meiosis, incluso después de recibir clases convencionales (Domínguez Rodríguez & Palomares Ruiz, 2020). Estas ideas alternativas, al estar fuertemente interiorizadas, repercuten de manera negativa en la comprensión de los fenómenos biológicos (González Soto, 2021).

La mitosis es el proceso mediante el cual una célula madre se divide para formar dos células hijas genéticamente idénticas. Este proceso es esencial para el crecimiento, desarrollo y reparación de tejidos en organismos multicelulares. Se divide en varias fases:

- **Profase:** Los cromosomas se condensan y se hacen visibles.
- **Metafase:** Los cromosomas se alinean en el centro de la célula, en la llamada línea ecuatorial.
- **Anafase:** Las cromátidas hermanas se separan y se dirigen hacia los polos opuestos de la célula.
- **Telofase:** Se forman dos nuevas envolturas nucleares alrededor de los cromosomas en cada polo.
- **Citocinesis:** La célula se divide en dos células hijas.

(Lam et al., 2023).

El análisis de la mitosis es importante para los estudiantes de biología, ya que es un concepto fundamental en la biología celular. Sin embargo, estudios han mostrado que los estudiantes a menudo enfrentan dificultades para entender este proceso debido a su complejidad y abstracto carácter (Cáceres Contreras, 2021).

2.2.2. Realidad Aumentada en la Educación

La realidad aumentada (RA) es una herramienta tecnológica que incluye elementos digitales con el entorno físico, generando experiencias interactivas que mejoran los procesos de aprendizaje. En el ámbito educativo, se ha identificado su utilidad para la enseñanza de conceptos conceptuales, particularmente en ciencias, al posibilitar que los estudiantes visualicen y manipulen modelos tridimensionales de fenómenos complejos, como los procesos celulares (Cabero Almenara, 2020).

2.2.3. Aplicación *División Mitótica 3D*

La aplicación *División Mitótica 3D* se presenta como un recurso didáctico que emplea RA para recrear de manera tridimensional las diferentes fases de la mitosis. A través de la interacción con los modelos, los estudiantes logran una aproximación más clara y detallada al proceso de división celular, lo que favorece la comprensión profunda y significativa de los contenidos (Cumbe, 2023).

2.2.4. Bases Pedagógicas y Teóricas

Constructivismo

El constructivismo, planteado por autores como Piaget y Vygotsky, concibe el aprendizaje como un proceso activo mediante el cual los estudiantes construyen conocimientos a partir de experiencias previas y de la interacción con su entorno (González Fernández & Gaytán, 2019). Desde esta perspectiva, la RA se ajusta a los principios constructivistas, pues ofrece escenarios en los que el estudiante puede explorar, experimentar y descubrir de manera autónoma.

Aprendizaje Significativo

De acuerdo con Ausubel, el aprendizaje se torna significativo cuando los nuevos contenidos se integran de manera coherente en la estructura cognitiva del alumno (González Soto, 2021). La representación tridimensional de la mitosis mediante RA posibilita este proceso, ya que vincula la nueva información con conocimientos previos, favoreciendo un aprendizaje contextualizado y relevante.

Teoría Cognitiva del Aprendizaje Multimedia

González (2019) a través de su teoría del aprendizaje multimedia, sostiene que las personas aprenden con mayor eficacia cuando la información se presenta de manera combinada: verbal y visual.

Lagunas de Conocimiento y Aporte Académico

Aunque el uso de tecnologías educativas ha experimentado avances notables, en el contexto ecuatoriano aún persisten limitaciones para su aplicación en la enseñanza de las ciencias. Por ello, la presente investigación pretende aportar evidencias empíricas acerca del impacto de la aplicación *División Mitótica 3D* en la comprensión del proceso de mitosis, contribuyendo así a generar insumos que puedan orientar prácticas pedagógicas innovadoras y decisiones en políticas educativas.

La presente investigación se sustenta en la comprensión de la mitosis como un proceso biológico esencial, que, a pesar de su importancia, presenta dificultades de aprendizaje para los estudiantes de bachillerato debido a su carácter abstracto y secuencial. La integración de la realidad aumentada (RA) en la educación, mediante herramientas como la aplicación *División Mitótica 3D*, permite la visualización y manipulación de modelos tridimensionales, promoviendo un aprendizaje interactivo, significativo y constructivista. Esta tecnología combina elementos visuales, textuales y auditivos, facilitando la retención de conceptos científicos complejos y abordando las limitaciones de la enseñanza tradicional. Además, la investigación busca generar evidencia empírica sobre la efectividad de la RA en la enseñanza de la mitosis, ofreciendo insumos valiosos para mejorar prácticas pedagógicas y contribuir a la innovación educativa en el contexto ecuatoriano.

CAPÍTULO III: Diseño metodológico

2.2. Tipo y diseño de investigación

En la presente investigación se basará en un enfoque cuasi-experimental, combinando tanto el modelo cuantitativo como el cualitativo, para obtener una comprensión del problema relacionado con el efecto del uso de la aplicación de realidad aumentada *División Mitótica 3D* en la comprensión de las fases de la mitosis en estudiantes de primer año de bachillerato de la unidad educativa Ricardo Descalzi en la ciudad de Ambato. Esta información será importante para identificar patrones de comportamiento y establecer relaciones entre el uso de la realidad aumentada y variables como el rendimiento académico, el tiempo de estudio y generalizables dentro del contexto estudiado (Almenara, 2019).

Lo cuantitativo ofrecerá una base sólida de datos por medio de encuestas, revelando frecuencias, tendencias y patrones (Chico Fernández de Terán, 2019). A su vez el ámbito cualitativo se basará en las vivencias, gestos, silencios. No se tratará de contar respuestas, sino de escuchar historias. Dentro del aula el uso de la tecnología está avanzando de una manera significativa, por lo que es necesario introducirnos en ese ámbito de la RA.

La naturaleza de la investigación es de carácter descriptivo. No se busca transformar el aprendizaje de forma inmediata (Cabero-Alemanra & Marín Díaz, 2017). Dentro del diseño de investigación, se adopta un diseño cuasi-experimental con un grupo experimental y grupo de control, puesto que los estudiantes no se asignan de manera completamente aleatoria, pero se pretende cuantificar el efecto de la intervención educativa con la aplicación *División Mitótica 3D* sobre la variable dependiente enfocada a la comprensión de las fases de la mitosis.

La herramienta tecnológica *División Mitótica 3D* se utilizara en el experimental como material didáctico durante las clases de biología, incluyendo en su metodología hojas de práctica diseñadas para guiar la interacción y aumentar los conceptos aprendidos. Por otro lado, el grupo de control recibirá la instrucción mediante métodos tradicionales, como exposiciones, imágenes estáticas y libros de texto, sin el uso de la realidad aumentada. En la parte de la selección de este diseño genera la necesidad de contrastar los efectos del uso de la realidad aumentada con la metodología convencional, logrando permitir relaciones de causa y efecto entre la manipulación de la variable independiente (uso de la aplicación) y los cambios en la variable dependiente (nivel de comprensión de la mitosis).

2.2. La población y la muestra

2.2.1. Características de la población

La población está conformada por los estudiantes de primer año de bachillerato de la Unidad Educativa Ricardo Descalzi, en la ciudad de Ambato. Los estudiantes tienen la característica similar de cursar la asignatura de biología donde se les suministra el aprendizaje de conceptos de biología celular, incluyendo la mitosis.

2.2.2. Delimitación de la población

La población son los estudiantes de primer año de bachillerato de la institución mencionada. La población es finita, ya que se conoce con certeza el número total de estudiantes matriculados en dicho nivel, que corresponde a $N = 12$ estudiantes.

2.2.3. Tipo de muestra

Para este estudio se aplicará censo total, considerando a todos los 12 estudiantes para los grupos experimental y de control. Se distribuirán en dos grupos de 6 estudiantes cada uno, garantizando que todos participen en la intervención educativa y en la recolección de datos.

2.2.4. Proceso de selección de la muestra

Dado que se trata de un censo, no se realiza selección aleatoria. Los estudiantes se asignarán a los grupos experimental y control de manera equitativa, considerando criterios de asistencia y disponibilidad para participar en las sesiones de la aplicación *División Mitótica 3D*.

2.3. Los métodos y las técnicas

Se utilizarán métodos teóricos para procesar la información conceptual y para fundamentar la intervención tecnológica:

- **Histórico-lógico:** para analizar la evolución del estudio de la mitosis y la incorporación de tecnologías educativas en la enseñanza de biología.
- **Analítico-sintético:** para descomponer los conceptos de la mitosis y sintetizar la información en modelos tridimensionales interactivos.
- **Inductivo-deductivo:** para derivar conclusiones a partir de los datos empíricos obtenidos en los grupos experimental y de control.
- **Hipotético-deductivo:** para contrastar la hipótesis planteada sobre el efecto de la aplicación de RA en la comprensión de las fases de la mitosis.
- **Tránsito de lo abstracto a lo concreto:** para transformar conceptos abstractos de biología celular en representaciones concretas mediante la aplicación 3D

(Cáceres Contreras, 2021).

2.3.1. Métodos empíricos

Fundamentales:

- **Observación:** seguimiento del desempeño y participación de los estudiantes durante la implementación de la aplicación.
- **Experimentación:** aplicación de la herramienta *División Mitótica 3D* al grupo experimental para evaluar su impacto en la comprensión de la mitosis.

Complementarios (técnicas de investigación):

- **Encuesta:** para conocer la percepción, motivación y experiencia de los estudiantes al usar la aplicación.
- **Prueba o test:** para medir el conocimiento antes y después de la intervención (pretest y posttest).
- **Estudio documental:** revisión de literatura sobre mitosis y experiencias de RA en educación.

CAPÍTULO IV: Análisis e interpretación de resultados

4.1. Análisis de la situación actual

En este capítulo aborda los resultados obtenidos a partir de la aplicabilidad de instrumentos de evaluación (Pre Test y PosTest) a estudiantes de Primer año de bachillerato de la Unidad Educativa Ricardo Descalzi, en la ciudad de Ambato, con la finalidad de analizar el nivel de comprensión de las fases de la mitosis (antes y después) de la utilización de Realidad Aumentada (RA). La población estuvo formada por 12 estudiantes, distribuidos en dos grupos: experimental (6 estudiantes) y el grupo control (6 estudiantes).

En su aplicabilidad se enfocó en un diseño cuasi-experimental con enfoque cuantitativo, donde los resultados se compararon con los resultados iniciales (pretest), se agregó una guía didáctica enfocada en la aplicación de RA, para el grupo experimental y la enseñanza tradicional para el grupo control, y finalmente se evaluó de nuevo los resultados finales (postest).

Se llevó a cabo un análisis estadístico guiado a medias, frecuencias y porcentajes en relación a ambos grupos experimental y control, donde logra identificar la eficiencia de la metodología educativa aplicada.

Tabla 2.

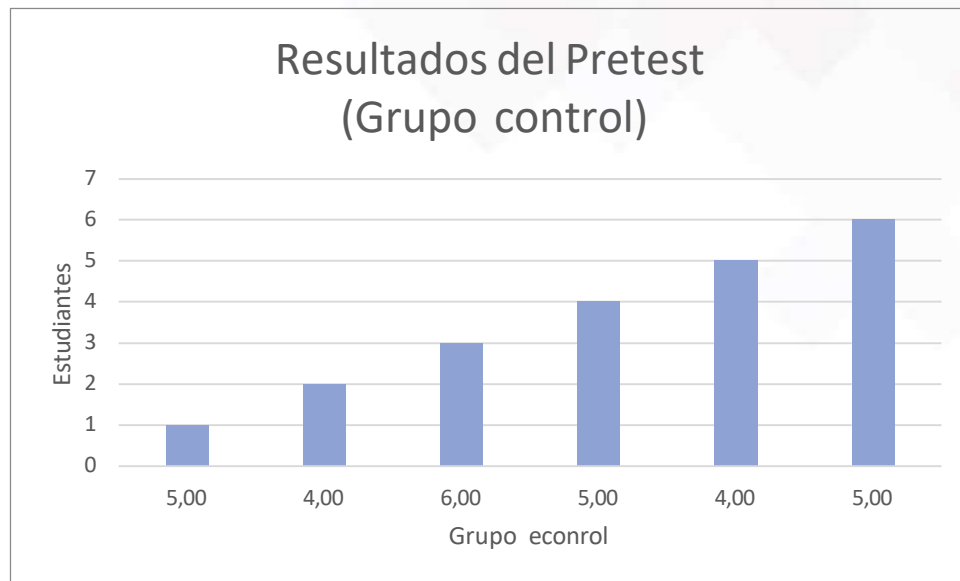
Resultados del Pretest (grupo control y experimental).

Estudiantes	Grupo Experimental	Grupo Control
1	6/10	5/10
2	5/10	4/10
3	4/10	6/10
4	5/10	5/10
5	6/10	4/10
6	7/10	5/10
Promedio	5,5/10	4,83/10

Nota: Se identifican los resultados del Pretest (grupo control y experimental) donde los grupos presentan niveles similares de conocimiento inicial, lo que asegura condiciones de partida comparables. Grupo experimental (5,5/10) y el Grupo control (4,83/10).

Figura 2.

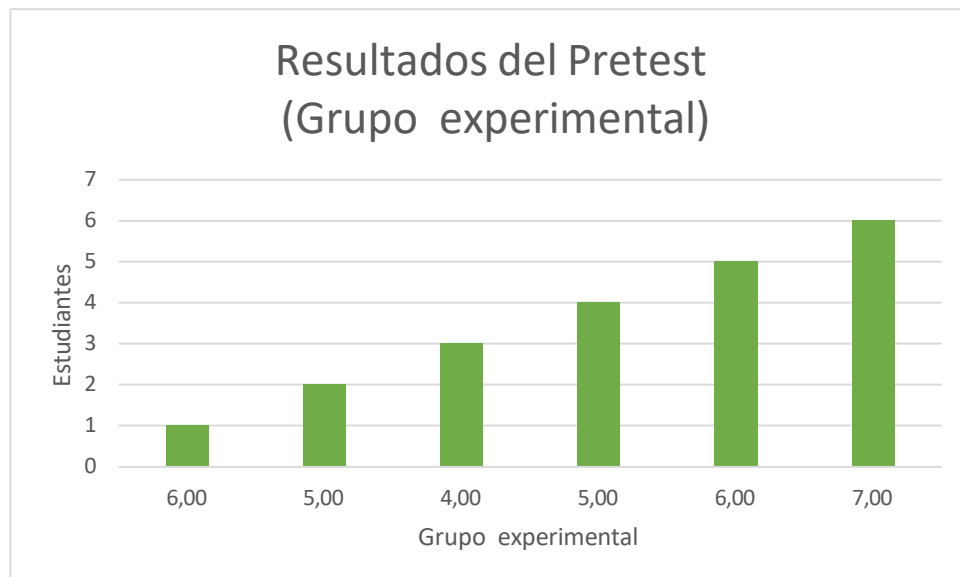
Resultados del Pretest (grupo control).



Nota: En el grupo control, se observa que los resultados mediante analisis de barras el Pretest (grupo control) presenta niveles inferiores a 7/10 donde el conocimiento inicial es inferior en la educación-aprendizaje, con un promedio de 4,83/10.

Figura 3.

Resultados del Pretest (grupo experimental).



Nota: En el grupo experimental, se observa que los resultados mediante analisis de barras el Pretest (grupo experimental) presenta niveles inferiores a 7/10 donde el conocimiento inicial es inferior en la educación-aprendizaje, con un promedio de 5,5/10.

Tabla 3.

Aplicación de enseñanza tradicional (grupo control).

Estudiantes	Nivel de aprendizaje	Observación
1	Media	Reconoce la identificación de las fases de la mitosis
2	Baja	Mínima identificación de las fases de la mitosis
3	Baja	Mínima identificación de las fases de la mitosis
4	Media	Reconoce la identificación de las fases de la mitosis
5	Baja	Mínima identificación de las fases de la mitosis
6	Baja	Mínima identificación de las fases de la mitosis

Nota: Dentro de la aplicación de la enseñanza tradicional en el grupo control la mayoría de los estudiantes tienen resultados bajos con la identificación de las fases de la mitosis que cometen errores conceptuales, reforzando el valor de la aplicación como recurso didáctico.

Tabla 4.

Aplicación de la guía práctica (grupo experimental).

Estudiantes	Nivel de aprendizaje	Observación
1	Alta	Cumple con la identificación de las fases de la mitosis
2	Media	Reconoce la identificación de las fases de la mitosis
3	Alta	Cumple con la identificación de las fases de la mitosis
4	Media	Reconoce la identificación de las fases de la mitosis
5	Alta	Cumple con la identificación de las fases de la mitosis
6	Alta	Cumple con la identificación de las fases de la mitosis

Nota: La mayoría de los estudiantes en el grupo experimental tienen resultados con la identificación de las fases de la mitosis y lograron corregir errores conceptuales, reforzando el valor de la aplicación como recurso didáctico.

Tabla 5.

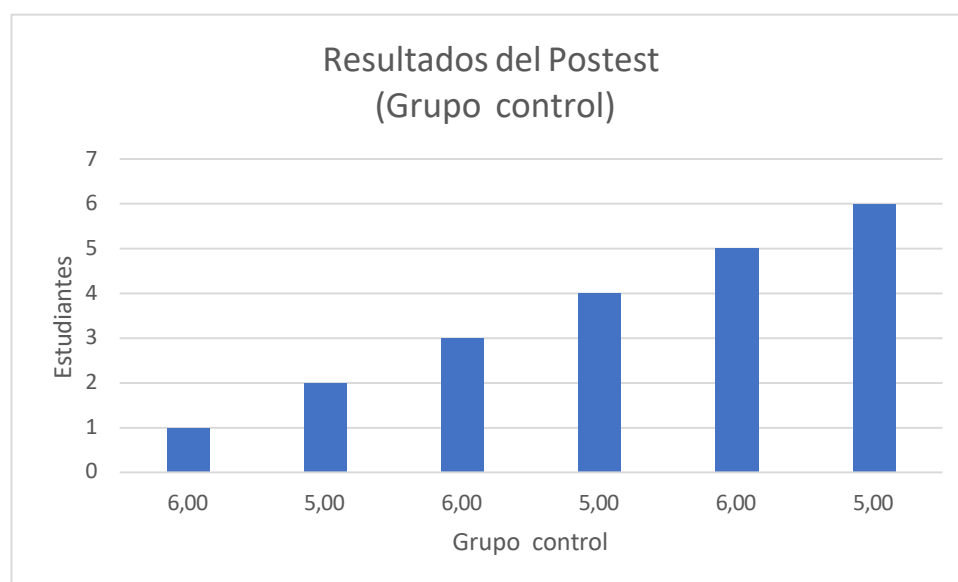
Resultados del Posttest (grupo control y experimental).

Estudiantes	Grupo Experimental	Grupo Control
1	9/10	6/10
2	7/10	5/10
3	9/10	6/10
4	8/10	5/10
5	9/10	6/10
6	8/10	5/10
Promedio	8,3/10	5,5/10

Nota: Se logra observar en el grupo experimental un crecimiento significativo en su desempeño, mejorando ampliamente con la RA al grupo control que mantuvo un avance mínimo dentro de la enseñanza tradicional.

Figura 4.

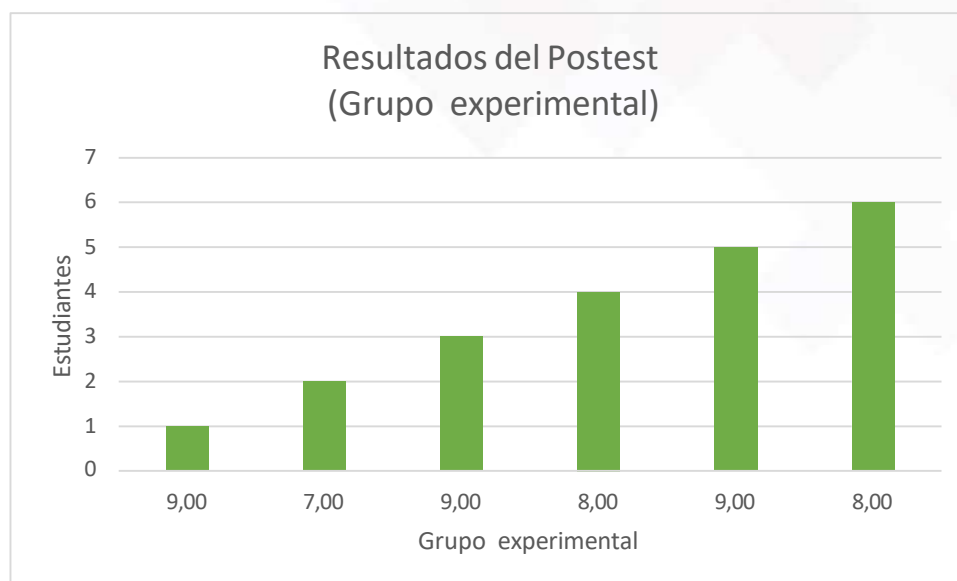
Resultados del Posttest (grupo control).



Nota: En el grupo control, se observa que los resultados mediante analisis de barras el Posttest (grupo control) presenta niveles inferiores a 7/10 donde el conocimiento final es inferior en la educación-aprendizaje, con un promedio de 5,5/10.

Figura 5.

Resultados del Posttest (grupo experimental).



Nota: En el grupo experimental, se observa que los resultados mediante análisis de barras el Posttest (grupo experimental) presenta niveles superiores a 7/10 donde el conocimiento inicial es superior en la educación-aprendizaje con la aplicabilidad de RA con un promedio de 8,3/10.

Tabla 6.

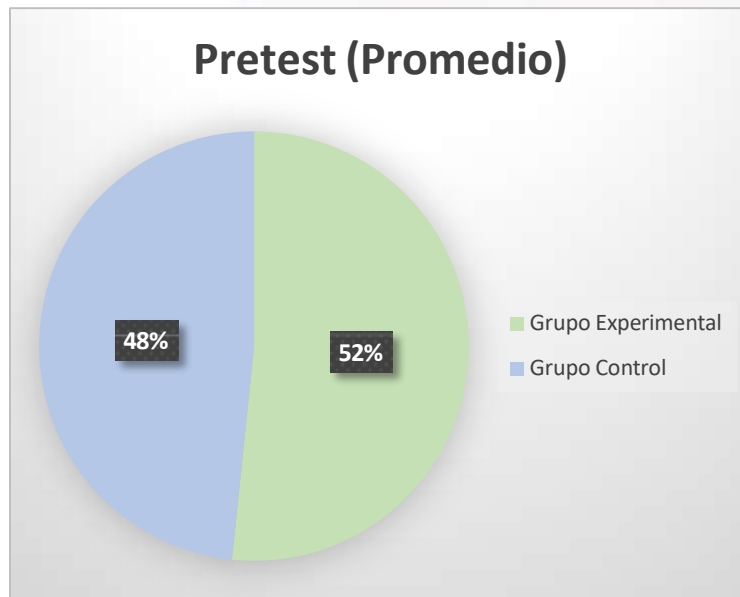
Comparación de resultados (grupo control y experimental).

Grupo	Pretest (Promedio)	Posttest (Promedio)	Variación	Variación %
Grupo Experimental	5,16	8,50	3,34	83 %
Grupo Control	4,83	5,50	0,67	17 %

Nota: Se identifica que la guía didáctica basada en la aplicación con RA, se manifestó con un crecimiento afirmativo en la comprensión de las fases de la mitosis, con un mejoramiento en el promedio 83% de variación en el grupo experimental frente a apenas 17% de variación en el grupo control.

Figura 6.

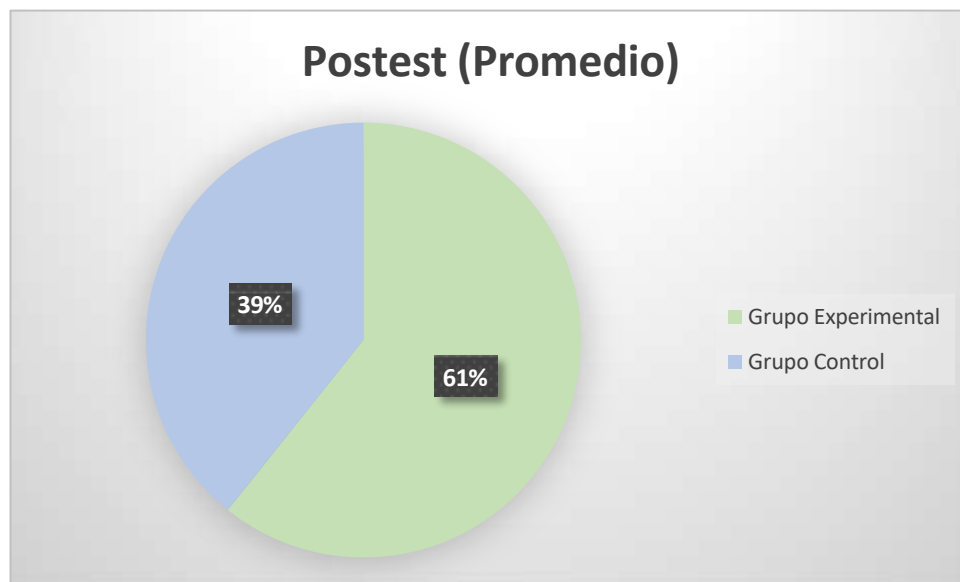
Comparación de resultados del grupo control y experimental (Promedio Pretest).



Nota: Se logra observar mediante el gráfico de pastel el promedio de la evaluación diagnóstica (Pretest) en comparación del grupo control (48%) y el grupo experimental (52%).

Figura 7.

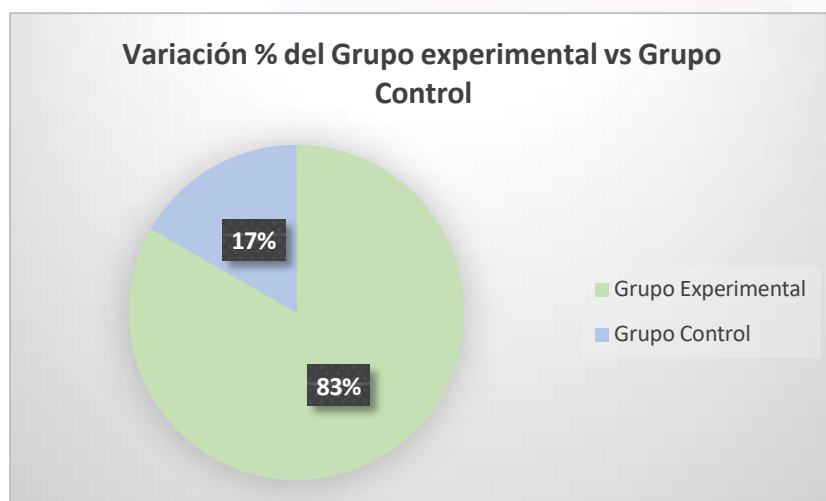
Comparación de resultados del grupo control y experimental (Promedio Postest)



Nota: Se logra observar mediante el gráfico de pastel el promedio de la evaluación final (Postest) en comparación del grupo control (39%) y el grupo experimental (61%).

Figura 8.

Comparación de resultados del grupo control y experimental (Promedio Variación).



Nota: Se identifica mediante un gráfico de pastel, donde la guía didáctica basada en la aplicación con RA, se manifestó con un crecimiento afirmativo en la comprensión de las fases de la mitosis, con un mejoramiento en el promedio 83% en el grupo experimental frente a apenas 17% en el grupo control.

4.2. Análisis Comparativo

La educación tradicional se ha basado en metodologías repetitivas del conocimiento enseñanza-aprendizaje en cuanto al futuro de los estudiantes relacionados en la Biología Tradicional, en cuestión el crecimiento es constante (Cabero-Alemanra & Marín Díaz, 2017). En la Tabla 2. se puede observar la tabulación con instrumento de evaluación (PreTest), donde se logró identificar que los estudiantes de primero de bachillerato en la Unidad Educativa Ricardo Descalzi no tienen bases sólidas en cuanto al conocimiento de las fases de la mitosis. Almenara (2019) menciona que la educación tradicional ira devaluándose si no existe un crecimiento con el apoyo de la IA.

En la figura 2 presenta niveles inferiores a 7/10 donde el conocimiento inicial es inferior en la educación-aprendizaje, con un promedio (Pretest) de 4,83/10. y figura 3 presenta niveles inferiores a 7/10 donde el conocimiento inicial es inferior en la educación-aprendizaje, con un promedio (Pretest) de 5,5/10, donde se puede observar un mínimo en el puntaje en la evaluación diagnostica, teniendo la base que la educación tradicional se va devaluando cada día más como lo expresa Ruiz-Ledesma (2022) en su investigación “*Beneficios del uso de la tecnología en el aula de clases*”

En mención de Cáceres (2021) afirma que la educación tradicional cada vez más se va quedando en el olvido con las nuevas metodologías que salen a la luz en la era de la IA, como se puede evidenciar tras las clases tradicionales en la tabla 3. Se observa que el conocimiento no generó un avance significativo en la vida de los estudiantes, teniendo un mínimo en su efectividad en la enseñanza-aprendizaje, pero, por otro lado, en la tabla 4. Se puede evidenciar tras la aplicabilidad de una guía práctica utilizando la aplicación *División Mitótica 3D* con (RA) (Cabero Almenara, 2020) comenta en su investigación que la RA surge como una innovación educativa que combina lo físico y lo digital, ofreciendo una manera de observar procesos celulares en tres dimensiones. Donde favorece la comprensión de conceptos abstractos y complejos como la mitosis.

Posterior a las clases metodológicas utilizando RA en contraste a una clase tradicional se logró evidenciar en la tabla 5. En el grupo control se mantuvo un avance mínimo dentro de la enseñanza tradicional con un promedio (Postest) de 5,5/10 donde se puede observar en la figura 4. En comparación el grupo experimental donde tuvo un crecimiento significativo en su desempeño con un promedio (Postest) de 8,3/10 como se puede observar en la figura 5, En comparación al estudio de (Lam et al., 2023) donde comenta que la metodología con RA favorece al crecimiento intelectual de los estudiantes al ser innovadora, entretenida y entendible en sus fases al comprender el proceso de reproducción de la célula.

Al realizar una comparación de promedios entre el (Pretest) y el (Postest) se identifica que hay un mejoramiento significativo por parte de los estudiantes (Cumbe, 2023), donde se identifica que la guía didáctica basada en la aplicación con RA, con un mejoramiento en el promedio 83% de variación en el grupo experimental frente a apenas 17% de variación en el grupo control como se logra ver en la tabla 6. En el estudio de Cumbe (2023) menciona que la educación con RA es más efectivo en estudiantes que tienen problemas con déficit de atención en clases.

En la figura 6 se observa el promedio (Pretest) donde contrastan promedios porcentuales del grupo control (48%) y el grupo experimental (52%) por que, en la figura 7 se observa el promedio (Postest) el cual comparan del grupo control (39%) y el grupo experimental (71%), (Cabero & Díaz, (2017) afirma que la RA es mas eficiente que la educacion tradicional en las fases de la mitosis, donde los resultados obtenidos despertaron el interés de los investigadores

porque es información y conocimientos que les ayuda a los alumnos a lo largo de su vida estudiantil (Cumbe, 2023).

En síntesis, la observación de los resultados con la aplicación de la guía didáctica basada en RA tuvo un impacto afirmativo en el aprendizaje de los estudiantes. El grupo experimental logró una mejora de 83% en promedio, mientras que el grupo control apenas alcanzó promedio de 17% como se puede observar en la figura 8. Esto evidencia que la metodología innovadora contribuyó de manera más efectiva a la comprensión de las fases de la mitosis en comparación con la enseñanza tradicional como lo menciona (Lam et al., 2023).

4.3. Verificación de las Hipótesis

El objetivo general de la presente investigación es analizar el efecto del uso de la aplicación de realidad aumentada *División Mitótica 3D* en la comprensión de las fases de la mitosis en estudiantes de primer año de bachillerato de la Unidad Educativa Ricardo Descalzi, en la ciudad de Ambato, mediante la aplicación de encuestas diagnósticas y evaluativas, así como la elaboración de una guía práctica que facilite su implementación como recurso pedagógico, para la verificación del cumplimiento del mismo, se compararon los resultados obtenidos antes y después de la aplicabilidad de la RA en el mismo grupo experimental y grupo control al inicio y final del aprendizaje tradicional, evaluando el efecto de la herramienta de RA.

4.3.1. Hipótesis General

El uso de la aplicación de realidad aumentada *División Mitótica 3D* mejora la comprensión de las fases de la mitosis en los estudiantes de primer año de bachillerato de la Unidad Educativa Ricardo Descalzi en la ciudad de Ambato.

Los resultados obtenidos evidencian que el grupo experimental logró alcanzar un promedio de 83% en el postest, con una diferencia de +3,34 de variación respecto al pretest, mientras que el grupo control solo incrementó en 0,67 de variación entre evaluaciones con un promedio de 17%.. Esta diferencia significativa evidencia que el uso de la aplicación mejoró la comprensión de las fases de la mitosis, verificando así la hipótesis general de la investigación.



UNEMI

CAPÍTULO V: Conclusiones y Recomendaciones

5.1. Conclusiones

- La utilización de la aplicación de realidad aumentada *División Mitótica 3D* tuvo un efecto eficiente en la comprensión de las fases de la mitosis por parte de los estudiantes de primer año de bachillerato de la Unidad Educativa Ricardo Descalzi, en la ciudad de Ambato. Donde se analizó los resultados al evidenciar un crecimiento significativo en el grupo experimental en comparación al grupo control, lo cual confirma que la incorporación de recursos tecnológicos innovadores favorece la asimilación de conceptos complejos en la enseñanza de las fases de la mitosis.
- Se conoció los conocimientos previos mediante el diagnóstico inicial el cual permitió identificar que los estudiantes tenían un conocimiento limitado y confusiones conceptuales con respecto a la mitosis y sus fases. Sin embargo, este hallazgo logró evidenciar la necesidad de introducir estrategias didácticas que fortalezcan el aprendizaje de procesos biológicos básicos y que potencien las limitaciones de la enseñanza tradicional en la materia de Biología.
- La elaboración y aplicación de una guía práctica enfocada al uso de realidad aumentada con la aplicación *División Mitótica 3D* resultó ser un recurso pedagógico innovador y motivador para los estudiantes. La interacción con modelos tridimensionales favoreció el aprendizaje autónomo favoreciendo la participación activa y la construcción de conocimientos de manera más significativa como herramienta didáctica en el proceso de enseñanza-aprendizaje de la biología celular.
- La comparación de los resultados del Pretest y Postest mostró que los estudiantes del grupo experimental, al trabajar con la aplicación *División Mitótica 3D*, alcanzaron niveles de comprensión amplios. Esto confirma la eficiencia de la aplicación con realidad aumentada como apoyo didáctico que fortalece la capacidad proceso de enseñanza-aprendizaje que supera las limitaciones de los métodos tradicionales en las fases de la mitosis.

5.2. Recomendaciones

- Se recomienda integrar de manera permanente el uso de la aplicación *División Mitótica 3D* u otras herramientas basadas en realidad aumentada dentro de la planificación curricular de Biología. Esto permitirá fortalecer la enseñanza de procesos abstractos como la mitosis y, a la vez, motivar a los estudiantes a involucrarse activamente en su propio aprendizaje.
- Es recomendable hacer evaluaciones diagnósticas sobre los conocimientos previos de los estudiantes, con el fin de identificar vacíos conceptuales y generar metodologías con estrategias que respondan de manera más efectiva a sus falencias. Esta práctica permitirá personalizar los procesos de enseñanza y evitar la persistencia de errores conceptuales.
- Para posteriores investigaciones se aconseja aumentar más guías prácticas similares a la utilizada en este estudio, adaptadas a diferentes temáticas de Biología y Ciencias Naturales. Por lo que el desarrollo de estos materiales digitales con realidad aumentada puede convertirse en un recurso didáctico eficaz para nuevas estrategias de aprendizaje.
- Es apropiado continuar evaluando el impacto de las aplicaciones educativas de RA mediante estudios comparativos, para que se pueda generar evidencia científica sólida que guíen futuras estrategias educativas con enfoque a enseñanza-aprendizaje y respalde la implementación de estas herramientas en más instituciones del país.

Referencias bibliográficas

- Almenara, J. C. (2019). *Presentación: Aplicaciones de la Realidad Aumentada en educación*. <http://www.gartner.com/technology/home.jsp>
- Cabero Almenara, J. (2020). *La Realidad Aumentada: tecnología emergente para la sociedad del aprendizaje* (Vol. 66). <http://orcid.org/0000-0002-1133-603>
- Cabero-Almenara, J., & Marín Díaz, V. (2017). Blended learning y realidad aumentada: experiencias de diseño docente. *RIED. Revista Iberoamericana de Educación a Distancia*, 21(1), 57. <https://doi.org/10.5944/ried.21.1.18719>
- Cáceres Contreras, A. (2021). *Fortalecimiento del proceso de enseñanza-aprendizaje en el área de ciencias naturales – biología, apoyado en la herramienta de realidad aumentada división mitótica 3d, en octavo grado*.
- Cárdenas, A. (2022). *Realidad aumentada (RA): aplicaciones y desafíos para su uso en el aula de clase Augmented reality (RA): applications and challenges for using it in the classroom Realidade aumentada (RA): aplicações e desafios para uso em sala de aula*.
- Chanta-Jiménez, S. (2022). Uso de las tecnologías de la información y la comunicación para la evaluación dentro de aulas de clases. *Praxis*, 18(2), 237–259. <https://doi.org/10.21676/23897856.4007>
- Chico Fernández de Terán, A. G. (2019). *La realidad aumentada en la educación: usabilidad y ejemplos de su aplicación*.
- Cumbe Quito, J. D. C. (2023). *Sistema de actividades basado en Realidad Extendida para el aprendizaje de estructura celular en 1ro_C, Unidad Educativa Manuel J. Calle*.
- Domínguez Rodríguez, F. J., & Palomares Ruiz, A. (2020). El “aula invertida” como metodología activa para fomentar la centralidad en el estudiante como protagonista de su aprendizaje. *Contextos Educativos. Revista de Educación*, 26, 261–275. <https://doi.org/10.18172/con.4727>
- Gonzáles Soto, Á. P. (2021). *Píxel-Bit. Revista de Medios y Educación Pixel-Bit. Revista de Medios y Educación*. <https://revistapixelbit.com>
- González Fernández, M. O., & Gaytán, P. H. (2019). A flipped classroom experience to promote prosumer students of the higher level. *RIED-Revista Iberoamericana de Educacion a Distancia*, 22(2), 245–263. <https://doi.org/10.5944/ried.22.2.23065>
- Lam, M. C., Lim, S. M., & Tan, S. Y. (2023). User Evaluation on a Mobile Augmented Reality Game-based Application as a Learning Tool for Biology. *TEM Journal*, 12(1), 550–557. <https://doi.org/10.18421/TEM121-65>

- Monika, Y., Andrade, P., Álvarez, A. G., Jennyffer, M., Pino, R., & León, A. C. (2024). *Estrategia didáctica para el fortalecimiento del estudio de las ciencias naturales a través de aplicaciones de realidad aumentada en estudiantes del grado sexto de la Institución Educativa Leones del municipio de Florián, Santander.*
- Ruiz-Ledesma, E. F. (2022). *Beneficios del uso de la tecnología en el aula de clases: El caso de una Unidad Académica de la Ciudad de México.*

Anexos

Anexo 1.

Prueba diagnostico



UNIDAD EDUCATIVA "RICARDO DESCALZI"
COORDINACIÓN ACADÉMICA
PERÍODO LECTIVO 2025 -2026
PRUEBAS DE CONOCIMIENTO – MITOSIS

CALIFICACIÓN

DATOS INFORMATIVOS			
Estudiante: (Apellido, Nombre)		Fecha:	___/___/2024
Asignatura:	Ciencias Naturales		
Curso			
Paralelo:	"A"	Docente:	Ing. Rodrigo Núñez

PRUEBA DIAGNÓSTICA (Pretest)

Instrucciones:

Responde las siguientes preguntas con atención.

Parte A – Reconocimiento (Identificación)

1. La mitosis es un proceso mediante el cual:

- a) Se producen gametos
- b) Se dividen las células somáticas
- c) Se sintetizan proteínas
- d) Se realiza la meiosis

2. Observa el siguiente evento: 'Los cromosomas se condensan y la membrana nuclear empieza a desaparecer'. ¿A qué fase corresponde?

- a) Profase
- b) Metafase
- c) Anafase
- d) Telofase

3. Marca con ☒ la fase en la que ocurre cada evento:

Evento celular	Profase	Metafase	Anafase	Telofase
Cromosomas alineados en la placa ecuatorial				
Separación de cromátidas hermanas				
Reaparición de la membrana nuclear				

Parte B – Descripción (Explicación breve)

4. Explica en tus palabras qué ocurre durante la anafase: _____

5. Explica en tus palabras qué ocurre durante la telofase: _____

Parte C – Secuenciación (Orden lógico)

6. Ordena las fases de la mitosis con números del 1 al 4 según su secuencia correcta:

() Telofase

() Metafase

() Profase

() Anafase

Parte D – Reflexión

7. ¿Por qué es importante que las células realicen correctamente la mitosis?

FIRMAS DE ELABORACIÓN, REVISIÓN Y APROBACIÓN:

ELABORADO POR:	REVISADO POR:	APROBADO POR:	SELLO
Ing. Rodrigo Núñez DOCENTE	Ing. Rodrigo Núñez COORDINADORA DE ÁREA	Lic. Diana Heredia COORDINADORA ACADÉMICA	

Anexo 2.

Guía Práctica



UNIDAD EDUCATIVA "RICARDO DESCALZI" COORDINACIÓN ACADÉMICA PERÍODO LECTIVO 2025 -2026

DATOS INFORMATIVOS			
Estudiante: (Apellido, Nombre)		Fecha:	___/___/2024
Asignatura:	Ciencias Naturales		
Curso			
Paralelo:	"A"	Docente:	Ing. Rodrigo Núñez

FORMULARIO DE GUÍAS PRÁCTICAS DE APLICACIÓN Y EXPERIMENTACIÓN DE LOS APRENDIZAJES

I. TEMA:

Comprensión de la mitosis mediante la aplicación de Realidad Aumentada División Mitótica 3D.

II. OBJETIVO:

Fortalecer la comprensión del proceso de mitosis identificando, describiendo y secuenciando sus fases a través de la interacción con la aplicación División Mitótica 3D.

III. MODALIDAD:

Presencial con apoyo tecnológico.

IV. TIEMPO DE DURACIÓN:

1 hora clase.

V. INSTRUCCIONES:

- Seguir las indicaciones del docente para instalar y abrir la aplicación.
- Explorar las fases de la mitosis en el modelo tridimensional.
- Completar las actividades propuestas en la guía.
- Entregar los resultados de manera individual al finalizar la práctica.

VI. LISTADO DE EQUIPOS, MATERIALES Y RECURSOS:

- Dispositivo móvil compatible (celular o tablet)
- Aplicación División Mitótica 3D instalada
- Cuaderno o ficha de trabajo

VII. ACTIVIDADES POR DESARROLLAR:

Actividad 1 – Reconocimiento (Identificación):

Observar las fases de la mitosis en la aplicación y completar la tabla:

Evento celular	Profase	Metafase	Anafase	Telofase
Condensación de cromosomas				
Alineación en la placa ecuatorial				
Separación de cromátidas hermanas				
Reaparición de la membrana nuclear				

Actividad 2 – Descripción (Explicación):

Redactar en sus palabras lo que ocurre en cada fase observada.

Fase	Descripción breve
Profase	
Metafase	
Anafase	
Telofase	

Actividad 3 – Secuenciación (Orden lógico):

Ordenar las fases de la mitosis en la secuencia correcta según la aplicación.

N	Fase
1	
2	

3	
4	

VIII. RESULTADOS OBTENIDOS:

- Completar las tablas con la información recopilada.
- Redactar una breve conclusión sobre cómo la realidad aumentada mejoró la comprensión del tema.

IX. CONCLUSIONES:

(Se elaborarán con base en los resultados de cada estudiante).

X. CUESTIONARIO:

1. ¿Qué fase de la mitosis resultó más fácil de identificar con la aplicación y por qué?
2. ¿Qué ventajas ofrece la realidad aumentada frente a los esquemas planos del libro?
3. ¿Cómo podría esta herramienta mejorar tu aprendizaje en otros procesos biológicos?

FIRMAS DE ELABORACIÓN, REVISIÓN Y APROBACIÓN:

ELABORADO POR:	REVISADO POR:	APROBADO POR:	SELLO
Ing. Rodrigo Núñez DOCENTE	Ing. Rodrigo Núñez COORDINADORA DE ÁREA	Lic. Diana Heredia COORDINADORA ACADÉMICA	

Anexo 3.

Prueba final



UNIDAD EDUCATIVA "RICARDO DESCALZI"
COORDINACIÓN ACADÉMICA
PERÍODO LECTIVO 2025 -2026
PRUEBAS DE CONOCIMIENTO – MITOSIS

CALIFICACIÓN

DATOS INFORMATIVOS			
Estudiante: (Apellido, Nombre)		Fecha:	___ / ___ / 2024
Asignatura:	Ciencias Naturales		
Curso			
Paralelo:	"A"	Docente:	Ing. Rodrigo Núñez

PRUEBA FINAL (Postest)

Instrucciones:

Responde las siguientes preguntas con atención.

Parte A – Reconocimiento (Identificación)

1. La mitosis ocurre en:

- a) Células reproductoras
- b) Células somáticas
- c) Bacterias
- d) Virus

2. Observa el evento: 'Las cromátidas hermanas se separan y se dirigen a polos opuestos'. ¿A qué fase corresponde?

- a) Profase
- b) Metafase
- c) Anafase
- d) Telofase

3. Marca con ✓ la fase en la que ocurre cada evento:

Evento celular	Profase	Metafase	Anafase	Telofase
Condensación de cromosomas				
Alineación en la zona media de la célula				
Reaparición de la membrana nuclear				

Parte B – Descripción (Explicación breve)

4. Describe lo que sucede en la profase: _____

5. Describe lo que sucede en la metafase: _____

Parte C – Secuenciación (Orden lógico)

6. Ordena las fases de la mitosis con números del 1 al 4 según su secuencia correcta:

() Anafase

() Profase

() Telofase

() Metafase

Parte D – Reflexión

7. ¿Cómo ayuda la mitosis a la conservación genética en los organismos?

FIRMAS DE ELABORACIÓN, REVISIÓN Y APROBACIÓN:

ELABORADO POR:	REVISADO POR:	APROBADO POR:	SELLO
Ing. Rodrigo Núñez DOCENTE	Ing. Rodrigo Núñez COORDINADORA DE ÁREA	Lic. Diana Heredia COORDINADORA ACADÉMICA	

UNEMI

UNIVERSIDAD ESTATAL DE MILAGRO

¡Evolución académica!

@UNEMIEcuador

