



**DISEÑO DE UN VIDEOJUEGO
EDUCATIVO CON ELEMENTOS DE
REALIDAD VIRTUAL PARA LA
ENSEÑANZA DE CONCEPTOS DE FÍSICA
CUÁNTICA COMO EL EFECTO
FOTOELÉCTRICO APLICADO EN UN
ENTORNO ESCOLAR.**

Tesis De Grado Para Optar Al Título De Maestría En Física Aplicada
Modalidad Investigativa

Cristian Camilo Jaramillo Jaramillo

Asesor
Dr. Christian Andrés Díaz León.

UNIVERSIDAD EAFIT
Escuela De Ciencias Aplicadas e Ingeniería
Maestría En Física Aplicada
Medellín
2024.

“La educación es el arte de hacer visibles las cosas invisibles”
(Jean-François Lyotard)

AGRADECIMIENTOS

Quisiera expresar mi sincero agradecimiento a las siguientes personas:

Al Ing. José Octavio Vidal Salcedo, por su dedicación y habilidades como programador de videojuegos inmersivos en Unity. Su trabajo ha sido fundamental para el desarrollo de este proyecto.

Al Dr. Christian Andrés Díaz León, por su orientación y asesoramiento a lo largo de esta tesis.

A William López, por su apoyo emocional y financiero durante este tiempo. Sus consejos son el mejor legado.

A mi madre, por estar siempre a mi lado, brindándome su amor, apoyo y comprensión en todo momento. Su presencia ha sido mi mayor fortaleza.

RESUMEN

La importancia de enseñar física cuántica en la educación secundaria radica en la necesidad de familiarizar a los estudiantes con conceptos científicos que ya influyen en nuestro entorno tecnológico actual. Además, la falta de motivación para estudiar carreras relacionadas con la física puede abordarse al mostrar la relevancia de esta área desde etapas tempranas de la educación. A pesar de no completar el desarrollo total del videojuego, las experiencias virtuales, incluido el experimento del efecto fotoeléctrico, lograron captar la atención y motivar a los participantes de las pruebas. Se recomienda ampliar el estudio con una muestra más amplia y evaluar el impacto a largo plazo del videojuego en el aprendizaje de los escolares. Este trabajo aporta una nueva perspectiva sobre el uso de la tecnología educativa en la enseñanza de la física cuántica en la educación secundaria. El documento presenta el diseño de un videojuego educativo creado con Unity y elementos de realidad virtual para enseñar conceptos de física cuántica en la educación secundaria, evaluando su efectividad mediante el *Instrumental Material Motivational Survey (IMMS)* de Keller.

Palabras claves: Videojuegos educativos, Realidad virtual, Motivación y satisfacción

ABSTRACT

The importance of teaching quantum physics in secondary education lies in the need to familiarize students with scientific concepts that already influence our current technological environment. Additionally, the lack of motivation to study careers related to physics can be addressed by demonstrating the relevance of this area from early stages of education. Despite not completing the total development of the video game, virtual experiences, including the photoelectric effect experiment, managed to capture the attention and motivate the participants of the tests. It is recommended to expand the study with a larger sample and evaluate the long-term impact of the video game on student learning. This work provides a new perspective on the use of educational technology in teaching quantum physics in secondary education. The document presents the design of an educational video game created with Unity and virtual reality elements to teach concepts of quantum physics in secondary education, evaluating its effectiveness through Keller's Instrumental Material Motivational Survey (IMMS).

Keywords: Educational video games, Virtual reality, Motivation, Satisfaction

TABLA DE CONTENIDO

AGRADECIMIENTO-----	3
RESUMEN-----	4
ABSTRACT-----	5
LISTA DE FIGURAS-----	8
LISTA DE TABLAS-----	10
1. INTRODUCCIÓN-----	11
1.1 Motivación-----	11
1.2 Planteamiento Del Problema-----	12
1.3 Objetivo General-----	13
1.4 Objetivos Específicos-----	13
1.5 Justificación-----	13
1.6 Nota Aclaratoria-----	14
2. MARCO DE REFERENCIA-----	15
2.1 Antecedentes-----	15
2.11 Innovación En La Enseñanza De Conceptos Cuánticos A Través De Experimentación, Simulación Y Juegos-----	16
2.2 Marco Teórico-----	21
2.21 La Física Cuántica Y El Efecto Fotoeléctrico-----	21
2.22 Laboratorio Virtual-----	22
2.23 Realidad Virtual-----	23
2.24 Videojuegos-----	24
2.25 Teoría constructivista Y Enfoques Pedagógicos-----	26
2.26 Estándares Y Competencias En Ciencias Naturales Propuestos Por El Ministerio De Educación-----	29
3. MARCO METODOLÓGICO-----	32
3.1 Diseño De La Investigación-----	32
3.2 Población-----	34
3.3 Muestra-----	34
3.4 Variable Principal-----	38
3.5 Variable Secundaria-----	39
3.6 Instrumentos De Medición-----	41
3.7 Contribuciones Esperadas en Este Trabajo-----	40
4. DESARROLLO DE LOS OBJETIVOS PARA LA CREACIÓN DE UN VIDEOJUEGO EDUCATIVO-----	41
4.1 Adaptación De Los Estándares Y Competencias Educativas Propuestos Por El Ministerio De Educación Nacional De Colombia A Los Alcances Del Videojuego-----	41
4.2 Identificación De Las Características Y Necesidades De Los Estudiantes-----	44
4.3 Creación Del Onepage-----	45
4.4 El Diseño de la Narrativa del Videojuego: Creación de la Historia y Contexto del Juego-----	47
4.5 Integración Del Videojuego Con Los Estándares Nacionales-----	60
4.6 Desarrollo Del Videojuego En Unity-----	62
4.7 Superación De Limitaciones En La Enseñanza De La Física Cuántica-----	65

5. APLICACIÓN DEL INSTRUMENTO PARA EL ANÁLISIS DE LA EXPERIENCIA-----	66
6. RESULTADOS Y ANÁLISIS OBTENIDOS-----	68
6.1 Resultados Del Instrumento “Instrumental Material Motivational Survey (IMMS)-----	68
6.2 Análisis de resultados del instrumento “Instrumental Material Motivational Survey (IMMS)-----	81
6.3 Resultados Entrevistas-----	83
6.4 Análisis Entrevistas-----	83
6.5 Observaciones Directas A Los Usuarios Del Videjuego-----	84
6.6 Resultados De La Observación-----	84
6.7 Análisis De La Observación-----	85
6.8 Contratiempo De La Prueba-----	85
7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES-----	86
7.1 Conclusiones-----	86
7.2 Recomendaciones-----	86
REFERENCIAS-----	88
ACTA PARTICIPACIÓN PONENCIA CIBERSORPRENDE 2023-----	101
CERTIFICADO PARTICIPACIÓN PONENCIA CIBERSORPRENDE 2023-----	102
ANEXOS-----	103

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Efecto fotoeléctrico-----	16
Figura 2. Applet de simulación correspondiente a la práctica de radiación de un filamento incandescente (RFI) -----	17
Figura 3. La pantalla de realidad virtual inmersiva con sus principales características.-----	18
Figura 4. Despliegue de realidad mixta en la educación de identificación por radiofrecuencia (RFID).-----	19
Figura 5. Casco y controles de mando para realidad Virtual-----	23
Figura 6. Distribución de edades de los Encuestados-----	35
Figura 7. Frecuencia de juego de los encuestados-----	35
Figura 8. Tiempo dedicado a jugar en una sola sesión-----	36
Figura 9. Tipos de Juegos Preferidos por los Encuestados -----	36
Figura 10. Experiencia con dispositivos de realidad virtual-----	37
Figura 11. Experiencia previa con videojuegos educativos relacionados con la física o la ciencia-----	37
Figura 12. Diagrama para el desarrollo de los objetivos para la creación del videojuego-----	41
Figura 13. Diseño One Page-----	46
Figura 14. Diseño One Page: Escenario 1-----	48
Figura 15. Diseño One Page: Escenario 2-----	49
Figura 16. Diseño One Page: Escenario 3-----	50
Figura 17. Diseño One Page: Escenario 4-----	51
Figura 18. Diseño One Page: Escenario 5-----	52
Figura 19. Diseño One Page: Escenario 6-----	53
Figura 20. Diseño One Page: Escenario 7-----	54
Figura 21. Diseño One Page: Escenario 8-----	55
Figura 22. Diseño One Page: Escenario 9-----	56
Figura 23. Diseño One Page: Escenario 10-----	57
Figura 24. Diseño One Page: Escenario 11-----	58
Figura 25. Diseño One Page: Escenario 12-----	59
Figura 26. Competencias de aproximación al conocimiento científico-----	60
Figura 27. Competencias del manejo de conocimiento de las ciencias naturales-----	61
Figura 28. Competencias de desarrollo de compromisos personales y sociales-----	61
Figura 29. Escenario griego creado con Unity-----	62
Figura 30. Ciudad creada con Unity-----	63
Figura 31. Laboratorio griego en RV creado con Unity-----	64
Figura 32. Laboratorio experimento fotoeléctrico en RV creado con Unity-----	64
Figura 33. Científicos creados con Real Player Me. (Einstein, Planck, Marie Curie, Newton).-----	65
Figura 34. Captación de la atención en el inicio del videojuego-----	68
Figura 35. Elementos visuales del videojuego-----	69
Figura 36. Interés en los primeros minutos del juego-----	69
Figura 37. Atracción por la narrativa del videojuego-----	70
Figura 38. Contribución de los efectos de sonido a la atención-----	71

Figura 39. Impacto de la introducción del videojuego en el deseo de continuar jugando-----	71
Figura 40. Importancia de los conceptos de física cuántica para el aprendizaje-----	72
Figura 41. Percepción sobre la utilidad del videojuego para comprender la física cuántica-----	72
Figura 42. Valoración de la utilidad de los temas tratados en el videojuego para la formación académica-----	73
Figura 43. Impacto de los ejemplos y situaciones del videojuego educativo-----	73
Figura 44. Percepción de la relevancia del videojuego para la vida cotidiana-----	74
Figura 45. Evaluación de la aplicabilidad de la información del videojuego a situaciones reales-----	74
Figura 46. Confianza en la comprensión de la física cuántica después de jugar-----	75
Figura 47. Seguridad en la habilidad de entender temas complejos-----	75
Figura 48. Percepción de aprendizaje potencial con el uso del videojuego-----	76
Figura 49. Creencia en la capacidad de dominar conceptos de física cuántica-----	76
Figura 50. Motivación para aprender más sobre física cuántica-----	77
Figura 51. Expectativas de mejora en habilidades en física cuántica-----	77
Figura 52. Valoración positiva del videojuego-----	78
Figura 53. Recomendación del videojuego a otros estudiantes-----	79
Figura 54. Satisfacción general con la experiencia de aprendizaje -----	79
Figura 55. Valoración del tiempo invertido jugando-----	79
Figura 56. Cumplimiento de expectativas como herramienta de aprendizaje-----	80
Figura 57. Intención de seguir utilizando el videojuego-----	80
Figura 58. Estándares Básicos de Competencias en Ciencias Naturales para los grados décimo y once enmarcados en el Proyecto Ministerio de Educación Nacional, República de Colombia 2004.-----	104
Figura 59. Modelo de arquetipo 1-----	105
Figura 60. Modelo de arquetipo 2-----	106

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Funciones de Trabajo de Metales Comunes en Electronvoltios (eV)-----	21
Tabla 2. Aspectos importantes para diseñar un videojuego educativo desde el ámbito académico y desde el ámbito lúdico-----	25
Tabla 3. Mecánicas de juego para tener en cuenta en un contexto educativo a nivel general y a nivel específico-----	25
Tabla 5. Principios aplicativos en el diseño DUA-----	29
Tabla 6. Habilidades científicas que se buscan desarrollar en estudiantes de educación media-----	30
Tabla 7. Estándares generales y competencias en ciencias naturales grados 10° y 11°-----	42
Tabla 8. Porcentaje de expresión positiva y satisfactoria de los estudiantes con relación a la prueba del videojuego-----	82

1. INTRODUCCIÓN

En Colombia, la enseñanza de la física cuántica (FC) en la educación secundaria enfrenta grandes desafíos debido a la falta de directrices claras y un currículo adecuado, sumados a la complejidad de sus conceptos y el uso de matemáticas avanzadas. Este estudio busca explorar cómo las nuevas tecnologías educativas (TE) como laboratorios virtuales (LV), realidad virtual (RV) y videojuegos, junto con la integración de lineamientos curriculares y estándares, pueden mitigar estos problemas y motivar a los estudiantes hacia la ciencia. Esta iniciativa no solo pretende eliminar barreras en el aprendizaje de la FC, proporcionando una experiencia educativa equitativa y efectiva (Cuesta Beltrán, 2018), sino también despertar la curiosidad de los estudiantes de básica media sobre la naturaleza del universo y desarrollar habilidades críticas, preparándolos para futuros académicos y profesionales (Ilmar, Pereira, Dias, & Filho, 2021).

Este trabajo se estructura en siete capítulos. En el capítulo inicial se introduce la motivación detrás de la investigación, el planteamiento del problema y los objetivos. En el segundo capítulo, se habla sobre el marco referencial nombrando antecedentes sobre los laboratorios virtuales, simulaciones y juegos educativos que han integrado conceptos de FC como el efecto fotoeléctrico en sus aplicaciones y el marco teórico donde se describe los conceptos de la investigación.

En el capítulo tercero se detalla el marco metodológico donde se explora el enfoque de investigación centrado en cómo enseñar conceptos de física cuántica mediante un videojuego que combina elementos de realidad virtual; en el capítulo cuatro se describe el desarrollo de los objetivos, la adaptación de los estándares educativos nacionales en ciencias naturales al videojuego, la creación del diseño de los escenarios en Unity y la elaboración de los personajes y laboratorios usando realidad virtual. El capítulo quinto aborda el protocolo de prueba que se hizo para aplicar los instrumentos de evaluación con los estudiantes de básica media del programa Primaria Incluyente, y finalmente los capítulos seis y siete son los resultados, análisis y conclusiones del trabajo respectivamente.

1.1 Motivación

La FC ha impulsado numerosas innovaciones tecnológicas en diversos ámbitos, en el campo científico, ésta proporciona las bases para entender fenómenos a escala atómica y subatómica, esencial para el desarrollo de tecnologías avanzadas en áreas como la optoelectrónica, la informática cuántica y la nanotecnología (Parr y Yang, 2011; Lloyd, 2018). Además, una comprensión profunda de la FC brinda a los estudiantes una perspectiva amplia sobre la evolución del conocimiento científico y la naturaleza dinámica de la investigación en física (Gregori, 2017).

La TE juega un papel crucial para aplicar la FC en entornos escolares porque ofrece herramientas valiosas para que los estudiantes puedan explorar conceptos complejos de manera interactiva y práctica (Wu, C.H., 2021; Ley Leyva et al., 2021). Estos recursos tecnológicos pueden transformar el papel de los estudiantes dándoles un rol más participativo en el proceso de diseño, experimentación y resolución de problemas (Mesa Flórez, 2019). Específicamente, los LV pueden ayudar a superar las barreras de acceso a los laboratorios físicos, brindando a los estudiantes

oportunidades equitativas de aprendizaje (Canchari Moreyra et al., 2021). Por lo tanto, considero fundamental que los estudiantes de básica secundaria adquieran una base en los principios de la física cuántica y su aplicación en diferentes contextos.

1.2 Planteamiento Del Problema

Los derechos básicos de aprendizaje en ciencias naturales del Ministerio de Educación de Colombia buscan garantizar una educación de calidad uniforme en todas las escuelas e instituciones educativas del país (Dulcey Cuta & Yina Ximena, 2016). Sin embargo, llevar la enseñanza de la FC al aula en la educación media presenta algunos desafíos importantes donde su aplicación puede ser un gran reto.

- No hay directrices claras sobre cómo abordar la enseñanza de la física cuántica. Esto deja espacio para interpretaciones individuales y vacíos en el conocimiento (Ramos Zambrano, 2022).
- La enseñanza de la física cuántica se dificulta por la complejidad de sus conceptos y el uso de matemáticas avanzadas (Martínez Torregrosa 2016).
- La falta de laboratorios de física cuántica puede suponer una barrera para el aprendizaje debido a los desafíos relacionados con la infraestructura y el equipamiento (Taoufik, Abouzaid, & Moufti, 2016)

La educación ha tratado de dar soluciones a estos desafíos implementando tecnología, incluso, recreando prácticas experimentales mediante aplicaciones o sitios web que utilizan LV, juegos educativos, RV y realidad aumentada (RA). Estas tecnologías buscan llevar experiencias al aula y abordar conceptos abstractos y complejos de manera interactiva y práctica (Wu, C.H., 2021; Ley Leyva et al., 2021).

En la literatura se ha encontrado que la integración de las tecnologías en la educación en física puede simplificar el contenido abstracto, generar interés y mejorar los resultados de aprendizaje (Samaila, Dauda, & Aliyu, 2020); incluso, la falta de equipos y materiales en los laboratorios de ciencias debido a limitaciones presupuestarias puede mitigarse utilizando entornos de aprendizaje virtuales en 3D que admitan simulaciones y observaciones de experimentos (Bogusevski, Muntean, & Muntean, 2019).

Según Mesa Florez (2019), estos recursos dan a los estudiantes un rol más participativo; y en términos de inclusión, las TE ayudan a superar barreras de acceso para proveer en los escolares oportunidades equitativas de aprendizaje (Canchari Moreyra, 2021).

Sin embargo, al implementar TE en la educación media, también hay desafíos relacionados con su uso y la medición de su efectividad. Una observación en la literatura es la necesidad de investigaciones a largo plazo para evaluar el mantenimiento de los efectos positivos del uso de estas tecnologías. Aún es incierto qué pasa con los conocimientos adquiridos por medio de estas tecnologías (Chiofalo, 2022).

En este contexto, surge el videojuego como una estrategia prometedora. Según Mostafá (2024), los videojuegos pueden mantener la atención de los estudiantes y evaluar los conocimientos a

mediano y largo plazo, y Ferguson y Olsen (2013) sugieren que el desarrollo de videojuegos inmersivos aplicados a la FC mejora habilidades como la percepción visual y el razonamiento abstracto (Chiofalo, et al.2024)¹.

Para abordar las limitaciones identificadas y garantizar el éxito de esta iniciativa y su contribución a la mejora de la enseñanza de la FC en la educación media, se plantea el siguiente interrogante: *¿Cómo diseñar una estrategia metodológica que integre laboratorio virtual y la realidad virtual con videojuegos para la interpretación de conceptos cuánticos como el efecto fotoeléctrico en estudiantes de educación media?*

1.3 Objetivo General

Diseñar y evaluar una estrategia metodológica innovadora que utilice un videojuego educativo inmersivo usando realidad virtual para facilitar la comprensión y el aprendizaje de conceptos de física cuántica, centrado en el efecto fotoeléctrico.

1.4 Objetivos Específicos

- Identificar las características y necesidades de los estudiantes de educación media en relación con el aprendizaje de la física cuántica, con el propósito de diseñar un videojuego educativo que promueva un aprendizaje significativo de la física cuántica.
- Diseñar un videojuego educativo utilizando la programación Unity que tenga en cuenta las necesidades identificadas en el objetivo anterior, simulando a través de la realidad virtual experiencias históricas importantes, como el efecto fotoeléctrico, en laboratorios y escenarios que reflejen situaciones de descubrimientos científicos.
- Analizar la motivación de los estudiantes hacia el aprendizaje de conceptos de física cuántica, con un enfoque en el efecto fotoeléctrico, mediante el uso de un videojuego educativo de realidad virtual.

1.5 Justificación

El uso de videojuegos que integran LV mediante la RV puede ofrecer múltiples beneficios en el ámbito educativo, especialmente en la enseñanza de conceptos complejos de física como el efecto fotoeléctrico. La RV está revolucionando la educación al ofrecer entornos de aprendizaje inmersivos e interactivos que van más allá de las limitaciones de los métodos tradicionales. Con tecnologías de RV como Neotrie, los estudiantes pueden involucrarse en un aprendizaje práctico, manipulando objetos y explorando fenómenos en un espacio virtual seguro y controlado. Esta tecnología ha demostrado ser efectiva en la educación médica, mejorando la enseñanza de anatomía y razonamiento clínico en instituciones como Queen Mary, University of London (Rodríguez, J. L. 2024, Elston et al., 2023)

Además, estas herramientas están alineadas con las tendencias pedagógicas actuales, promoviendo el aprendizaje experiencial y personalizado según los principios de Diseño Universal

¹ Aunque las ideas presentadas en esta sección se basan en investigaciones previas, se han incluido referencias recientes para proporcionar un contexto actualizado y reforzar los argumentos expuestos.

para el Aprendizaje (DUA) (Cuesta Beltrán, 2018) y pueden proporcionar experiencias prácticas y contextualizadas.

Además, los videojuegos educativos en RV promueven la interactividad, un componente esencial para el aprendizaje, a través de la manipulación directa y la experimentación en laboratorios virtuales, los estudiantes desarrollan una comprensión más profunda y aplicada de los conceptos científicos. Zollman et al. (2002) dicen que la interactividad en entornos virtuales fomenta el pensamiento crítico y la resolución de problemas, habilidades cruciales en la educación científica.

Por otro lado, los laboratorios virtuales en RV abordan problemas de accesibilidad. En muchas instituciones educativas, los recursos para laboratorios físicos son limitados, lo que restringe las oportunidades de aprendizaje práctico. Los laboratorios virtuales proporcionan una solución equitativa, permitiendo que todos los estudiantes accedan a experiencias de aprendizaje científico de alta calidad (Hsu et al., 2011). Esta accesibilidad no solo nivela el campo de juego para todos los estudiantes, sino que también garantiza que las limitaciones presupuestarias no comprometan la calidad de la educación.

Finalmente, los videojuegos en RV aumentan la motivación de los estudiantes mediante la gamificación del aprendizaje. El uso de elementos de juego, como la narrativa envolvente y los desafíos interactivos, hace que el aprendizaje sea más atractivo y divertido. Ortiz & Franco (2007) destacan que la gamificación puede mejorar el compromiso de los estudiantes, alentándolos a invertir más tiempo y esfuerzo en su aprendizaje. Esta mayor motivación es crucial para el éxito educativo, especialmente en áreas de estudio complejas como la física cuántica.

1.6 Nota Aclaratoria

Originalmente, el objetivo de esta investigación era evaluar la efectividad del videojuego educativo en la enseñanza de conceptos de física cuántica, específicamente en la comprensión del efecto fotoeléctrico. Sin embargo, debido a que los estudiantes contaron con poco tiempo para la realización de la prueba, por el desconocimiento en el uso de las gafas y el manejo de los controles, no fue posible realizar el laboratorio completo sobre el efecto fotoeléctrico. Por eso no se llevó a cabo una evaluación comparativa de conocimientos antes y después del uso del videojuego. Por esta razón, el objetivo se reformuló para centrarse en el análisis de la percepción y motivación de los estudiantes hacia el aprendizaje de dichos conceptos mediante el videojuego.

2. MARCO DE REFERENCIA

2.1 Antecedentes

La física cuántica ha revolucionado diversos campos científicos y de ingeniería gracias a los avances en experimentación y comprensión de sus complejos conceptos (Rafael, Bonato, Gonçalves y Carvalho, 2023). Hobson (1994) subraya la importancia de entender estos conceptos fundamentales, ya que son clave para comprender la estructura de la materia y fenómenos que no podemos observar a simple vista.

En la educación secundaria, enseñar física cuántica presenta varios desafíos significativos. La desconexión con la vida cotidiana y la complejidad matemática dificultan su comprensión para los estudiantes (Cuesta Beltrán, 2018). Además, la enseñanza de la estructura atómica suele ser simplista y carece de una base teórica sólida (Muñoz Burbano, 2018). La falta de un enfoque y contenido coherente también es un obstáculo, dificultando la continuidad educativa (Velázquez-Quesada et al., 2019). Las diferentes interpretaciones de la teoría cuántica pueden confundir a los estudiantes, quienes están más familiarizados con la física newtoniana (Leyva, 2013). La falta de acceso a herramientas experimentales limita la enseñanza práctica y la demostración de conceptos en el aula (Cid, 2016). Además, la ausencia de contexto histórico en los libros de física y las restricciones de las evaluaciones estandarizadas reducen la frecuencia con la que se enseña física cuántica en la educación secundaria (Cuesta Beltrán, 2018).

Sin embargo, enfoques innovadores como la integración de juegos cuánticos están mostrando resultados prometedores. Estos métodos han mejorado la comprensión de conceptos fundamentales de la mecánica cuántica, como la superposición y el entrelazamiento, entre los estudiantes de secundaria (Montagnani, Stefanel, Chiofalo, Santi, & Michelini, 2023). La manipulación de herramientas en un entorno de laboratorio también es crucial para mejorar la comprensión de los estudiantes sobre los conceptos científicos. Al participar en experimentos como la interferencia de un solo fotón, los fotones correlacionados y el entrelazamiento, los estudiantes pueden captar mejor el comportamiento de los fotones y los fenómenos cuánticos (Rojas-Santana & Lopez-Mago, 2018). Aunque estas experiencias se abordan generalmente en un contexto universitario, González y Solbes (2020) apoyan la enseñanza de la física cuántica en niveles de educación media, ya que proporciona una visión realista de cómo los científicos desarrollan modelos para resolver problemas y cómo estos modelos pueden evolucionar.

Además, hay iniciativas y proyectos específicos que han incorporado conceptos de física cuántica en programas de estudio, adaptando el contenido para que sea accesible a estudiantes de secundaria. Estos esfuerzos se centran en proporcionar una comprensión básica de los principios cuánticos a través de enfoques didácticos innovadores, como el uso de simulaciones y actividades experimentales (Alvarado Puentes, 2021).

Frente a estos desafíos, es crucial considerar la implementación de tecnologías educativas emergentes como los laboratorios virtuales, la realidad virtual y los videojuegos. Según Paguay (2016) y Céspedes (2014), estas estrategias metodológicas son efectivas y atractivas para enseñar física cuántica en la educación media, ayudando a superar las barreras tradicionales y motivando a los estudiantes hacia la ciencia.

2.11 Innovación En La Enseñanza De Conceptos Cuánticos A Través De Experimentación, Simulación Y Juegos.

Se presentan a continuación varios estudios que identifican tendencias, limitaciones y áreas de investigación futura que contribuyen al avance de la enseñanza de la física, especialmente en el contexto de la física cuántica a través de la implementación de laboratorios virtuales (LV), realidad virtual y videojuegos

Del estudio realizado por Del Blanco Alegre, Gordaliza y Laiz (2021) sobre laboratorios virtuales aplicados a la Física universitaria, se desprende un análisis detallado de la implementación de tecnologías de LV en la enseñanza de la Física universitaria. Destacan la efectividad de herramientas en línea, señalando resultados comparables entre prácticas presenciales y virtuales. Sin embargo, señalan como limitaciones la posible pérdida de realismo en entornos virtuales y la falta de evaluación estadística en la propuesta de prácticas mixtas.

Serrano Pérez (2018) menciona los recursos educativos en línea como PhET y Educaplus, que ofrecen simulaciones interactivas gratuitas para enseñar conceptos de física. En la Figura 1. se observa una de las simulaciones del efecto fotoeléctrico de Educaplus. Estas herramientas, proporcionan LV que permiten a los estudiantes explorar conceptos científicos de manera interactiva, sin necesidad de equipos físicos.

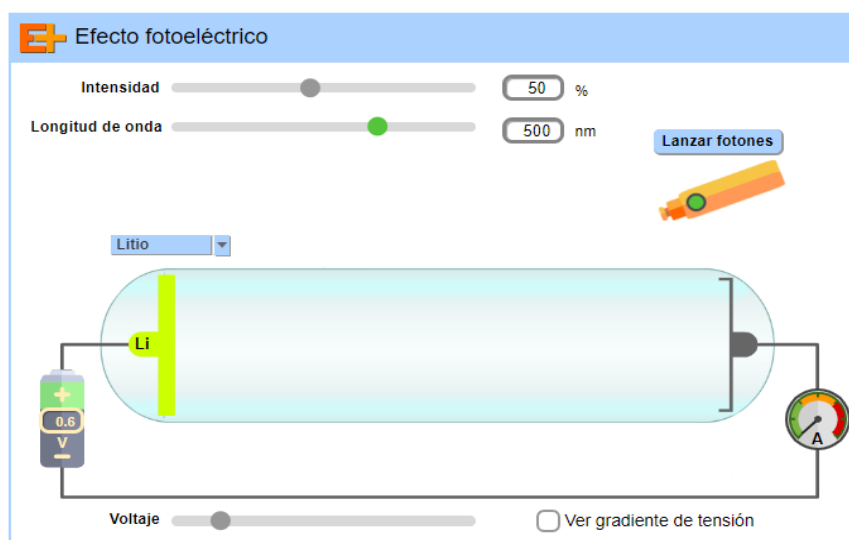


Figura 1. Efecto fotoeléctrico, imagen tomada de Educaplus (2023)
<https://www.educaplus.org/games/cuantica>

Aunque ampliamente utilizadas a nivel mundial, las páginas web PhET y Educaplus no especifican la metodología de análisis. El autor sugiere la integración de laboratorios virtuales en videojuegos y simulaciones para un aprendizaje práctico y entretenido, con futuras investigaciones centradas

en evaluar la eficacia de estas interacciones y el impacto de la gamificación en la motivación estudiantil.

Perona y García (2012) presentaron el Laboratorio Virtual de Física (LVFC) Cuántica, una herramienta educativa innovadora que simula la práctica de radiación de un filamento incandescente de instrumentación óptica en la FC como se observa en la Figura 2. Este enfoque no solo brindó una experiencia interactiva de aprendizaje, sino que también permitió a los estudiantes acercarse de manera efectiva a valores de la constante de Planck. El LVFC ilustra el uso de tecnologías educativas para visualizar y simular conceptos complejos en la física cuántica, proporcionando a los estudiantes una experiencia educativa práctica y enriquecedora. Aunque el artículo no detalla sus limitaciones, destaca la importancia de la interactividad y la simulación práctica en la enseñanza de la física cuántica, resaltando la necesidad de investigaciones futuras para abordar esta área.

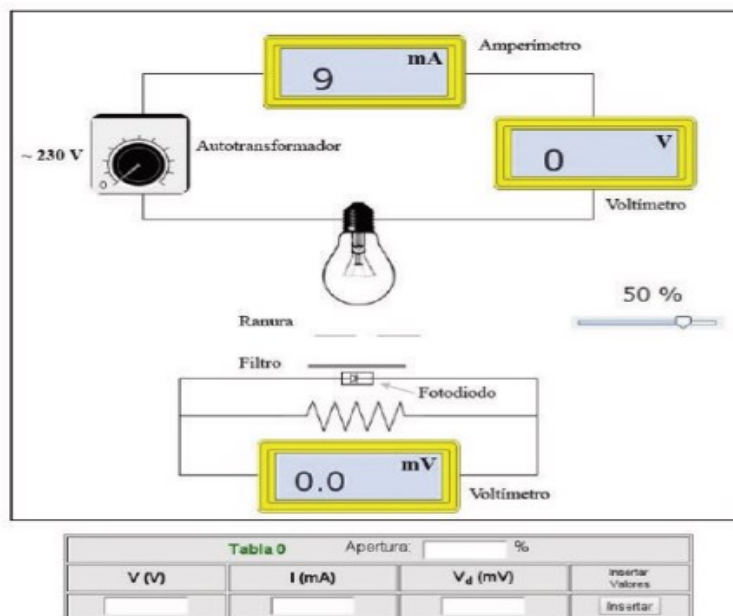


Figura 2. Applet de simulación correspondiente a la práctica de radiación de un filamento incandescente (RFI), imagen tomada Perona, J. V., & García, Á. F. (2012). Laboratorio virtual de física cuántica: radiación de un hilo incandescente

Los análisis de los estudios anteriores destacan la necesidad de fusionar laboratorios virtuales con videojuegos y simulaciones, enfocándose en un aprendizaje práctico y atractivo. Las investigaciones a futuro deben centrarse en evaluar la efectividad de estas interacciones y el impacto en la motivación estudiantil, además, que exploren la metodología mixta y aborden la necesidad de herramientas gratuitas y mejoras estéticas.

En la revisión de la literatura, se constató la escasez de trabajos experimentales basados en RV centrados en la enseñanza de la física cuántica a nivel de educación media. Aunque se han identificado algunos estudios que exploran la aplicación de estas tecnologías en contextos educativos, pocos se han aventurado en la integración de la RV para abordar conceptos de física cuántica en este nivel académico. En esta sección, se describirá la naturaleza y hallazgos de los trabajos encontrados, destacando las innovaciones y desafíos que enfrentan.

El artículo "Writing Virtual Reality Teaching Resources" de Gerd Kortemeyer (2023) destaca el uso de la RV para mejorar la enseñanza y el aprendizaje de conceptos de mecánica básica en física. La investigación demuestra que la representación física de escenarios de física (embodiment, el término usado en inglés) puede llevar a resultados de aprendizaje aún mejores en conceptos de campos eléctricos. Estas simulaciones ofrecen oportunidades para la exploración en la enseñanza y el aprendizaje de la física. Además, resalta la capacidad de la realidad virtual para visualizar conceptos abstractos, como los vectores de campos eléctricos, de manera más efectiva en un entorno tridimensional. Estas visualizaciones inmersivas permiten a los usuarios caminar alrededor, mirar alrededor e interactuar intuitivamente con objetos en un espacio virtual.

Yiannis Georgiou, Olia E. Tsivitanidou y Andri Ioannou (2021) en su artículo Learning experience design with immersive virtual reality in physics education, exploran la introducción de simulaciones de RV en la física como se detalla en la Figura 3., para ayudar a los estudiantes de secundaria a comprender la Teoría Especial de la Relatividad. Argumentan que las simulaciones de RV ofrecen experiencias realistas y prácticas facilitando la comprensión de fenómenos científicos complejos, aunque su integración en las aulas presenta desafíos como el de accesibilidad.

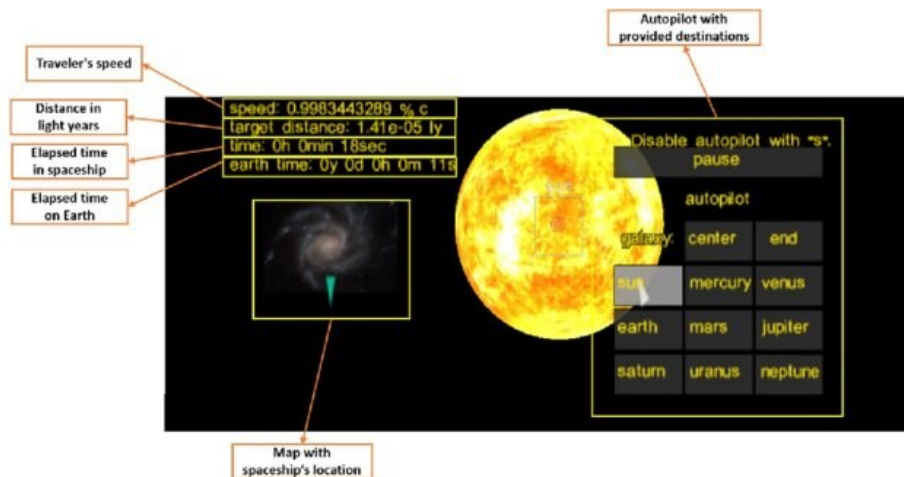


Figura 3. La pantalla de realidad virtual inmersiva con sus principales características. Yiannis Georgiou, Olia E. Tsivitanidou y Andri Ioannou (2021). Learning experience design with immersive virtual reality in physics education

El estudio presenta un diseño de experiencia de aprendizaje (LX) desarrollado para esta integración y realiza una investigación empírica con 109 estudiantes de secundaria. Se evalúan los avances en el aprendizaje conceptual y las percepciones de los estudiantes sobre la experiencia de aprendizaje. El estudio reflexiona sobre la efectividad del diseño LX y destaca áreas para futuras investigaciones en este campo emergente.

Wu, Tang, Tsang y Chau (2021) propone una innovadora idea en el campo de la Educación Tecnológica, que se basa en la aplicación de la Metodología de Sistemas Blandos (MSB) para diseñar un enfoque de aprendizaje inmersivo con realidad mixta como se visualiza en la Figura 4. Esta investigación se llevó a cabo en el contexto del curso de Identificación por Radiofrecuencia (RFID) en la Facultad de Ingeniería de la Universidad Politécnica de Hong Kong.

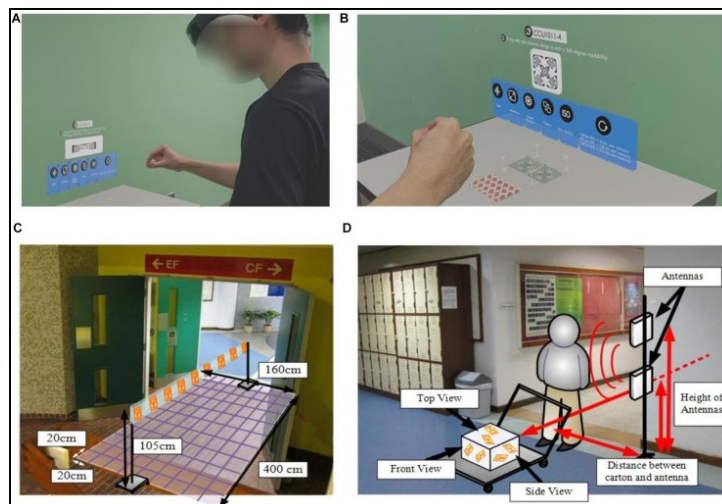


Figura 4. Despliegue de realidad mixta en la educación de identificación por radiofrecuencia (RFID). Wu CH, Tang YM, Tsang YP and Chau KY (2021) *Immersive Learning Design for Technology Education: A Soft Systems Methodology*.

El enfoque de aprendizaje inmersivo combina la MSB con tecnologías de realidad mixta (RM), para mejorar la calidad de la enseñanza y el rendimiento del aprendizaje de los estudiantes en el ámbito de la tecnología RFID. Los resultados revelaron que esta integración de MSB y tecnologías inmersivas condujo a una mejora significativa en el rendimiento de los estudiantes, en conocimientos teóricos y prácticos relacionados con la tecnología RFID.

En su artículo sobre la RV y la realidad aumentada (RA) en la educación, Piscitelli Altomari (2017) hace una revisión de treinta proyectos relacionados con RV y RA en el ámbito educativo que revela un predominio de iniciativas académicas (investigación y desarrollo de aplicaciones educativas basadas en RV 53%), seguidas por proyectos híbridos (27%) y privados (soluciones comerciales que sean implementables en instituciones educativas 20%).

Los estudios anteriores no proporcionan suficiente evidencia para afirmar que los proyectos analizados hayan contribuido de manera efectiva a mejorar la educación. La eficacia real dependerá de cómo interactúen todos los componentes y actores educativos, y se necesita una evaluación más detallada en futuras fases del análisis.

Aunque la mayoría de los proyectos ofrecen acceso a experiencias y contenidos exclusivos, no está claro si realmente mejoran el aprendizaje. La simple incorporación de la realidad virtual no garantiza una mejora en el aprendizaje; es fundamental integrarla en un entorno educativo adecuado, con una estrategia pedagógica de apoyo al aprendizaje inmersivo, y la integración al currículo académico de la experiencia inmersiva usando un proceso de diseño para la experiencia de aprendizaje (Díaz León et al., 2024)

Los trabajos coinciden en que la integración de la realidad virtual y tecnologías inmersivas puede mejorar el rendimiento estudiantil, especialmente en la visualización de conceptos abstractos en la enseñanza de la física.

El trabajo de Sreekuttan et al. (2022), "Stranded: A Mainstream VR Quantum Game For Novices" presenta un juego cuántico de realidad virtual basado en acertijos, denominado 'Stranded'. Este juego, integrando la educación cuántica en una historia convencional, ofrece una plataforma educativa interactiva sobre estados cuánticos, puertas, circuitos cuánticos y algoritmos. Su enfoque innovador se apoya en representaciones visuales intuitivas inspiradas en la teoría de juguetes de estados cuánticos de Robert Spekkens. Además, hacen uso de qiskit en el backend para tareas cuánticas relevantes para el juego. La implementación de esta herramienta como apoyo al plan de estudios de cursos de computación cuántica podría representar un avance significativo en la enseñanza de estos conceptos en entornos educativos.

El estudio de Zhang y Shen (2020) proporciona una revisión exhaustiva de la literatura relacionada con el uso de los videojuegos y la animación en la educación. Se discute la creciente popularidad de los videojuegos y cómo han evolucionado para proporcionar experiencias de juego más realistas. Se hace referencia a los principios de aprendizaje presentes en los juegos y cómo estos pueden mejorar la calidad de la educación. Finalmente, el artículo aborda el uso de la animación en la presentación de conceptos educativos y para aclarar temas complejos.

El estudio realizado por Pérez y Saenz (2021) utilizando un videojuego educativo demostraron que los estudiantes que utilizaron la aplicación obtuvieron mejores resultados en la comprensión de la estructura del átomo de hidrógeno en comparación con aquellos que no lo utilizaron. Esto sugiere que los videojuegos pueden ser una herramienta efectiva para mejorar el aprendizaje en temas de física cuántica.

Salcedo y Hernández (2015) en su trabajo "El Uso De Los Videojuegos Como Herramienta Didáctica En El Aprendizaje De La Física" se centran en la exploración de las características y criterios que deben cumplir los videojuegos para ser considerados herramientas didácticas efectivas en el aprendizaje de la física. Para llevar a cabo esta revisión bibliográfica, los autores examinaron artículos publicados entre 2009 y 2014 en reconocidas bases de datos como Scopus, Web of Science y Dialnet. El estudio identificó 17 artículos que abordan el uso de los videojuegos como recursos para enseñar física.

Los artículos fueron analizados en función de sus objetivos, metodologías, resultados y conclusiones, lo que llevó a Salcedo y Hernández a proponer cinco criterios fundamentales para el diseño y selección de videojuegos didácticos en la enseñanza de la física: motivación, interactividad, contextualización, colaboración y evaluación.

Entre las ideas destacadas de los estudios previos analizados por Salcedo y Hernández se encuentra el potencial del uso de aplicaciones y videojuegos inmersivos para estimular la motivación, el interés y la capacidad de los estudiantes para explorar conceptos teóricos y experimentar fenómenos cuánticos de manera interactiva. Estas experiencias han generado una alta satisfacción entre los estudiantes y han demostrado ser inclusivas al atender a las necesidades de estudiantes con diversas capacidades, reduciendo así las barreras de accesibilidad. Además, se enfatiza la importancia de que los videojuegos integren mecanismos efectivos de evaluación para medir el progreso del estudiante de manera precisa y fomentar el desarrollo de habilidades prácticas y una comprensión profunda de los conceptos cuánticos.

2.2 Marco Teórico

2.21 La física Cuántica Y El Efecto Fotoeléctrico

Desde la antigüedad, los filósofos griegos Leucipo y Demócrito comenzaron a plantearse preguntas sobre la naturaleza de la materia, buscando respuestas que dieran sentido a su estructura (Rivadulla Rodríguez, 1986). Sus reflexiones, basadas en la lógica y la observación racional, pusieron los cimientos para el desarrollo de la ciencia. La noción del átomo, que inicialmente surgió como una idea filosófica en la antigua Grecia, fue evolucionando hasta convertirse en un concepto respaldado por evidencia experimental (Demtröder, 2009).

En el siglo XX, la física cuántica transformó radicalmente nuestra comprensión de la realidad, replanteando ideas profundamente arraigadas sobre la naturaleza del universo. Esta rama de la física se enfoca en estudiar fenómenos a escala microscópica y desafía las intuiciones clásicas mediante conceptos como la superposición y el entrelazamiento (Giles, 2019).

El descubrimiento del efecto fotoeléctrico, observado por primera vez por Heinrich Hertz en 1887 y teorizado por Albert Einstein en 1905, fue crucial para establecer la naturaleza cuántica de la luz y ha sido fundamental en el desarrollo de tecnologías modernas como los paneles solares y dispositivos electrónicos (Jho, Lee, Ji, & Ha, 2023). Este descubrimiento no solo confirmó aspectos esenciales de la teoría cuántica, sino que también abrió nuevas vías para aplicaciones tecnológicas que hoy en día son parte integral de nuestra vida cotidiana.

Einstein postuló que la luz está compuesta por partículas llamadas fotones, cada una con energía definida ($E = h \cdot f$) donde h es la constante de Planck ($h \approx 6.626 \times 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}$) y f es la frecuencia de la radiación (Oldani, 2022; Lindner, 2011). Cuando un fotón golpea un material, puede transferir energía a los electrones en los átomos del material. Para liberar un electrón, la energía del fotón debe superar la función trabajo del material, que es la energía necesaria para vencer la atracción del núcleo atómico sobre el electrón (Resnick, Halliday y Krane, 1999). Se mide en electronvoltios (eV) $1 \text{ eV} = 1.602 \times 10^{-19} \text{ J}$.

La función trabajo se puede determinar experimentalmente utilizando un espectrómetro de fotoelectrones, donde la energía de la radiación incidente se ajusta para identificar el umbral de emisión de electrones, proporcionando mediciones precisas de las funciones de trabajo de los materiales (Baddorf, A. 2023; Yoshitake, M. 2021). En la Tabla 1. se destaca algunos elementos y su función trabajo medidos en eV.

Tabla 1. Funciones de Trabajo de Metales Comunes en Electronvoltios (eV)

Metal	Función de Trabajo (eV)
Aluminio	4.07
Cobre	4.7
Oro	5.1
Plata	4.26
Zinc	4.3
Hierro	4.5
Titanio	6.07

Níquel	5.01
Plomo	4.14

La ecuación que describe el efecto fotoeléctrico es: $E = E_k + \Phi$, donde E_k es igual a la energía cinética del electrón liberado. La energía cinética del electrón E_k se puede calcular como:

$$E_k = \frac{1}{2} m \cdot v^2$$

Donde: m es la masa del electrón ($m \approx 9.11 \times 10^{-31} \text{Kg}$), v es la velocidad del electrón después de ser liberado. Podemos combinar las dos ecuaciones anteriores y obtener:

$$E = \frac{1}{2} m \cdot v^2 + \Phi$$

Si despejamos v , obtenemos:

$$v = \sqrt{\frac{2(E - \Phi)}{m}}$$

La formulación matemática del efecto fotoeléctrico describe la relación entre la energía del fotón, la energía cinética del electrón y la función trabajo del material.

Al descubrir que tanto la luz como la materia pueden comportarse como ondas y partículas, los científicos han podido investigar con mayor precisión la naturaleza de los átomos y las partículas subatómicas. Este avance ha impulsado el desarrollo de campos como la física de partículas y la química cuántica, sentando las bases para tecnologías como la electrónica y la nanotecnología (Fachgesellschaften & Jardine, 2023).

2.22 Laboratorio Virtual

En el ámbito educativo, los laboratorios virtuales han transformado la enseñanza de la física cuántica (FC), posibilitando la interacción visual con conceptos abstractos y enriqueciendo el aprendizaje de los estudiantes (Velasco Pérez, 2013; Guiza Ezkauriatza, 2011; Ortiz & Franco, 2007).

Los laboratorios virtuales se han destacado como herramientas en la educación en línea, especialmente en la física, al ofrecer experiencias interactivas y accesibles beneficiosas para docentes y estudiantes (Loertscher et al., 2013). Estudios han evidenciado que estudiantes que emplean laboratorios virtuales para aprender física obtienen resultados equiparables a los de laboratorios físicos tradicionales, manifestando un mayor nivel de satisfacción en su experiencia de aprendizaje (Zollman et al., 2002; Hsu et al., 2011).

Estos entornos en línea permiten a los estudiantes realizar experimentos en un contexto virtual, brindándoles una experiencia auténtica de laboratorio. La enseñanza de la FC mediante laboratorios virtuales ha demostrado fomentar el desarrollo de habilidades y promover la exploración y análisis de resultados, facilitando la comprensión de conceptos fundamentales (Feisel y Rosa, 2005; Cuesta Beltrán, 2018).

A pesar de las ventajas de los LV, se han identificado ciertas limitaciones. Entre ellas se encuentran la falta de acceso generalizado a la tecnología, la ausencia de interacción física y la dificultad para representar conceptos complejos. No obstante, los docentes buscamos estrategias

tecnológicas innovadoras con el objetivo de crear laboratorios virtuales cada vez más inclusivos. La incorporación de elementos de accesibilidad en el diseño de LV tiene como fin garantizar igualdad de oportunidades de aprendizaje para todos los estudiantes, independientemente de sus estilos de aprendizaje y habilidades (Sheppard et al., 2008; Feisel & Rosa, 2005; Silva Coutinho & Morán-Mirabal, 2022).

Por lo anterior, la incorporación de tecnologías educativas como LV en la enseñanza de la física cuántica ofrecen ventajas en términos de accesibilidad y flexibilidad, pero también presentan desafíos técnicos y pedagógicos.

2.23 Realidad Virtual

La realidad virtual se ha posicionado como una herramienta innovadora en la educación, al sumergir a los estudiantes en entornos virtuales inmersivos, se pueden recrear experiencias realistas y contextualizadas, permitiendo explorar conceptos abstractos de forma más tangible y vívida (Cañas-Guerrero 2019).

Esto facilita la comprensión de fenómenos complejos, como los relacionados con la física cuántica. Este entorno detecta las acciones y la posición del participante, lo que permite sustituir o ampliar las respuestas sensoriales, dando el efecto de inmersión mental en un mundo virtual o simulado.

Los cascos de RV, ofrecen una experiencia inmersiva única. Además, sus controles pueden brindar una interacción más intuitiva (Albito Tapia, P. I. & Ardaiz Villanueva, O 2022), en la Figura 5. se puede ver un prototipo de casco y sus controles de mando. Esta experiencia de RV ofrece ventajas y desventajas que influyen en su adopción y efectividad.



Figura 5. Casco y controles de mando para realidad Virtual. Leonardo AI. (2024). Gafas de realidad virtual [Imagen generada por inteligencia artificial].

La incorporación de tecnologías inmersivas en la educación está en aumento, ya que ayudan a los estudiantes a visualizar conceptos abstractos y complejos y los envuelven con una experiencia realista. Además, estas tecnologías ayudan a los estudiantes a desarrollar habilidades especiales que son mucho más difíciles de adquirir con recursos pedagógicos tradicionales. De hecho, se ha demostrado que las tecnologías inmersivas mejoran y aumentan la participación. La educación basada en tecnologías inmersivas es especialmente relevante para los estudiantes actuales, quienes muestran una preferencia por el aprendizaje a través de internet en lugar de medios tradicionales (Kuhail et al., 2022).

Los estudios sobre el uso de estas tecnologías también han señalado diversas limitaciones en su implementación, como malestar físico al utilizar auriculares de realidad virtual durante períodos prolongados, seguimiento insuficiente de movimientos, falta de tutoriales para comprender el funcionamiento de los dispositivos, dificultades visuales y operativas, y la percepción de un exceso de texto en las experiencias de aprendizaje (Kuhail et al., 2022). Además, algunos sistemas de realidad virtual presentan deficiencias en la calidad del audio guía y una sensación de hiperrealismo que puede resultar abrumadora para los usuarios.

2.24 Videojuegos

Pero no solo los LV han sido esenciales en el avance pedagógico, los videojuegos son una modalidad de aprendizaje que ha ganado terreno en el ámbito educativo en las últimas décadas. Los videojuegos educativos o juegos serios se definen como una experiencia diseñada a partir de la mecánica del juego y el pensamiento de juego con el propósito de educar a los individuos en un contenido específico (Cornellà, Estebanell y Brusi, 2020, según Kapp, 2012).

En cuanto a la física cuántica, la incorporación de videojuegos educativos ha sido más reciente debido a la complejidad de los conceptos involucrados. Sin embargo, han surgido algunos videojuegos como "Quantum Moves" (2012), un juego en línea que permite a los usuarios aprender y aplicar conceptos de mecánica cuántica mientras resuelven rompecabezas que implican la manipulación de átomos y partículas a nivel microscópico (Grossman, 2016).

"Schrodinger's Cat and the Raiders of the Lost Quark" (2014) es otro videojuego que utiliza mecánicas de juego para enseñar conceptos cuánticos como la superposición, la entrelazación y la medición (Kirriemuir & McFarlane, 2017). Es un juego de plataformas con puzzles, situado en un mundo con una física cuántica peculiar: Un accidente en un destino turístico subatómico ha provocado que las partículas primarias escapen. El jugador debe ayudar al gato de Schrödinger a atraparlas.

Además de los videojuegos específicos de física clásica y física cuántica, también se han desarrollado plataformas educativas más amplias que incluyen módulos dedicados a estas áreas. Por ejemplo, "Kerbal Space Program" (2011) permite a los jugadores aprender sobre mecánica orbital y leyes del movimiento al construir y pilotar naves espaciales en un entorno de simulación (Gosney, 2015).

Por lo tanto, los videojuegos educativos son herramientas efectivas para enseñar la FC. No obstante, su implementación en la FC requiere un diseño alineado con los objetivos de aprendizaje, respaldado por un fundamento teórico sólido y complementado con actividades que

refuercen la comprensión conceptual. Según Celorrio Aguilera (2018), el diseño de videojuegos educativos demanda habilidades técnicas, artísticas y creativas, incluyendo conocimientos de tecnologías de videojuegos, programación, animación 3D y creación de escenarios virtuales. Este autor se enfoca en dos aspectos importantes a la hora de diseñar un videojuego educativo: el académico y el lúdico como se especifica a continuación en la Tabla 2.

Tabla 2. Aspectos importantes para diseñar un videojuego educativo desde el ámbito académico y desde el ámbito lúdico

Académico	Lúdico
El diseño del juego debe alinearse con los objetivos y contenidos de la guía docente de la asignatura correspondiente. Esto implica que el juego debe cubrir unidades didácticas específicas y permitir el desarrollo de competencias generales y específicas. Además, debe reflejar los resultados de aprendizaje previstos en el currículo de la asignatura.	Desde una perspectiva lúdica, se introduce el concepto de "gamificación", que implica la incorporación de elementos y técnicas de diseño de juegos en contextos educativos. La idea es hacer que el proceso de aprendizaje sea divertido y entretenido para mantener el interés y la participación de los estudiantes a lo largo del juego.

I. Mecánicas De Juego En El Diseño De Videojuegos Educativos:

Werbach y Hunter (2012) referenciados por Celorrio Aguilera, (2018) identifican una serie de mecánicas de juego clave que son particularmente relevantes en el contexto educativo a nivel general y a nivel específico. El nivel general se refiere a las mecánicas que son relevantes en un sentido amplio, aplicable a diferentes tipos de juegos y situaciones. Por otro lado, el nivel específico son a las mecánicas que están más relacionadas con el contenido o el propósito educativo del juego en particular. Estas mecánicas se diseñan de manera específica para cumplir con los objetivos educativos del juego y pueden variar según el contexto y el contenido del juego como se muestran en la Tabla 3.

Tabla 3. Mecánicas de juego para considerar en un contexto educativo a nivel general y específico.

NIVEL GENERAL	NIVEL ESPECÍFICO
Desafíos: Estos pueden ser puzles u otras tareas que requieran esfuerzo por parte del jugador.	Misiones heroicas: Implican desafíos particularmente complejos al finalizar un nivel.
Suerte: Incluye elementos de aleatoriedad que pueden afectar el juego.	Misiones: Son desafíos predefinidos con objetivos y recompensas.
Competición: Implica que un jugador o grupo gane mientras que otros pueden perder.	Emblemas: Representan visualmente los logros.
Cooperación: Requiere que los jugadores trabajen juntos para lograr un objetivo común.	Logros: Representan objetivos específicos que los jugadores deben alcanzar.

Realimentación: Proporciona información sobre el desempeño del jugador.	Desbloqueo de contenido: Permite a los jugadores acceder a aspectos adicionales del juego al cumplir ciertos objetivos.
Adquisición de recursos: Involucra la obtención de elementos útiles o coleccionables.	Colecciones: Consisten en conjuntos de elementos o emblemas que los jugadores pueden coleccionar.
Recompensas: Ofrece beneficios por completar acciones o alcanzar logros.	Combate: Puede incluir batallas de corta duración.
Transacciones: Puede implicar comercio entre jugadores o intercambios a través de intermediarios.	Regalos: Brindan oportunidades para compartir recursos con otros jugadores.
Turnos: Se refiere a la participación secuencial de jugadores.	Avatares: Son representaciones visuales de los personajes de los jugadores.
Estados de victoria: Son objetivos que determinan qué jugador o grupo gana.	Tablas de clasificación: Muestran visualmente la progresión y los logros de los jugadores.

Estas mecánicas de juego necesitan tener un aspecto lúdico. El juego debe ser divertido porque se aprende y se mejora, y debe ofrecer un reto que sea posible pero no fácil, que vaya aumentando el nivel de las habilidades del jugador poco a poco (Koster, 2013).

En el ámbito educativo, se han creado videojuegos de FC con realidad virtual diseñados para educar a quienes se están iniciando en los conceptos de estados cuánticos. Estos juegos han integrado representaciones visuales, facilitando su comprensión para los estudiantes. Se ha reconocido su potencial como herramientas de apoyo en los programas de estudio de cursos de computación cuántica en escuelas y colegios (Sreekuttan et al. 2022).

En la comunidad cuántica, se han desarrollado diversas herramientas interactivas y juegos como “Hello Quantum”, “Hello Qiskit”, “Particle in a Box” y “QPlayLearn”, con el propósito de facilitar un acceso más amplio a las tecnologías cuánticas. Estas herramientas están diseñadas para ser incorporadas en recursos educativos, permitiendo una mayor accesibilidad para aquellos que se están iniciando en estos conceptos (Bob, et al. 2019).

2.25 Teoría Y Enfoques Pedagógicos

El constructivismo, una teoría del aprendizaje desarrollada por Jean Piaget y Lev Vygotsky, sostiene que el conocimiento se construye activamente a través de experiencias y la reflexión sobre esas experiencias (Piaget, 1970; Vygotsky, 1978). Esta teórica se moldea con la implementación de videojuegos, simulaciones y laboratorios virtuales en el ámbito educativo. Para Gee (2003), los videojuegos bien diseñados aplican principios constructivistas al permitir a los estudiantes aprender haciendo, experimentar las consecuencias de sus decisiones y reflexionar sobre sus acciones.

De Jong y Van Joolingen (1998) explican que las simulaciones ofrecen un entorno donde los estudiantes pueden formular hipótesis, experimentar y observar resultados, promoviendo así el aprendizaje a través de la experiencia directa y la construcción activa del conocimiento; y Brinson (2015) señala que los laboratorios virtuales son efectivos para promover el aprendizaje constructivista, ya que permiten a los estudiantes interactuar con el material de manera significativa, probar hipótesis y observar los resultados de sus experimentos en tiempo real.

El objetivo de integrar laboratorios virtuales, realidad virtual y videojuegos como estrategia para introducir a los estudiantes de educación media a la física cuántica se apoya en diversos enfoques pedagógicos. Rozo Clavijo, Walteros y Cortés (2019) abogan por un enfoque pedagógico que se centra en actividades experimentales y una perspectiva fenomenológica para enseñar la física cuántica, con el objetivo de superar las dificultades de comprensión de los estudiantes y promover un cambio en la enseñanza de la física.

Rey Gallego (2014) propone estrategias pedagógicas para enseñar física cuántica en bachillerato, como el uso de recursos visuales para despertar el interés de los estudiantes en el mundo cuántico, emplear simulaciones interactivas para hacer la materia más atractiva, fomentar el aprendizaje por descubrimiento para que los alumnos deduzcan leyes y conceptos, y aprovechar juegos y aplicaciones interactivas para un aprendizaje lúdico y experimental.

Estas propuestas pedagógicas buscan facilitar la comprensión y el interés de los estudiantes en la física cuántica mediante enfoques interactivos y prácticos, ayudándoles a superar la dificultad inherente de esta disciplina y a aplicar sus principios a situaciones de la vida cotidiana. Para ello, se consideran enfoques como el Aprendizaje Basado en Juegos (ABJ), el aprendizaje inmersivo y el Diseño Universal para el Aprendizaje (DUA). El constructivismo, una teoría del aprendizaje desarrollada por Jean Piaget y Lev Vygotsky,

I. Aprendizaje Basado En Juegos (ABJ)

Es un enfoque que se basa en la teoría del aprendizaje activo y experiencial, una metodología basada en teorías pedagógicas constructivistas de autores como Jean Piaget, John Dewey, Lev Vygotsky y David Kolb que buscan promover una experiencia educativa motivadora y significativa para los estudiantes (Ávila-García, Rodríguez-Sedano, & Martínez-Ortiz, 2020).

Según Prensky (2001), los juegos ofrecen un entorno propicio para el aprendizaje, ya que involucran la participación y el compromiso emocional de los estudiantes. A través de la inmersión en un contexto lúdico, los estudiantes se enfrentan a desafíos, toman decisiones y experimentan las consecuencias de sus acciones. Otros autores como Pascu, M.-S. Y Şoitu, L. (2023) sostienen que el ABJ se enfoca en que los estudiantes construyan conocimiento a partir de experiencias activas en el mundo real. Permite evaluar y mejorar habilidades a través de métodos de enseñanza experimentales y experienciales Griffin, L. L., & Richard, J.-F. (2023)

Montagnani et al. (2023) dice que el aprendizaje basado en juegos ha demostrado tener potencial en la enseñanza de la física cuántica en las escuelas secundarias al introducir juegos cuánticos como Q|Cards) y Qubit.

Por tanto, un LV bajo este enfoque puede ofrecer la oportunidad de simular y explorar conceptos científicos de manera inmersiva proporcionando una comprensión más profunda y contextualizada. Sin embargo, existe la necesidad de un desarrollo profesional continuo para que los maestros utilicen plenamente el ABJ en el aula y superen las barreras percibidas, tales como el tiempo necesario para integrar los juegos en su plan de estudios y dificultades con la tecnología o las redes escolares (Warren & Ellsworth, 2023)

II. Aprendizaje Inmersivo:

El uso de tecnologías inmersivas en entornos educativos está transformando la forma en que se enseña y se aprende al proporcionar experiencias interactivas y envolventes para los estudiantes. Estas tecnologías, como la realidad virtual (VR), permiten la creación de entornos de aprendizaje prácticos y experienciales. Esta metodología se basa en la creación de simulaciones realistas que facilitan el aprendizaje a través de la experiencia y la aplicación, siendo especialmente efectiva en áreas que requieren una aplicación práctica del conocimiento. El diseño de experiencias de aprendizaje inmersivas se enfoca en situar el aprendizaje en contextos auténticos, destacando la importancia de representaciones realistas y tareas desafiantes para mejorar los resultados educativos. Stefano, Gampe., et al. (2023)

Las ventajas del aprendizaje inmersivo incluyen la mejora en la participación y la motivación a través de experiencias interactivas, facilitando el aprendizaje experiencial al proporcionar simulaciones prácticas. También contribuye a mantener la retención del conocimiento al crear entornos de aprendizaje realistas y desafiantes, y aumenta la comprensión de conceptos complejos mediante experiencias interactivas y multidimensionales. Stylianos, et al. (2023)

El aprendizaje inmersivo también presenta desafíos en comparación con los métodos de enseñanza tradicionales. Estos entornos de aprendizaje pueden generar una mayor carga cognitiva debido a los elementos de información complejos, lo que potencialmente reduce el interés y la motivación de los estudiantes (Zhang & Liu, 2023) . Además, la incorporación de la realidad virtual inmersiva en la educación ha generado inquietudes sobre la falta de investigación centrada en los resultados de aprendizaje, las características de la intervención y las medidas de evaluación, y algunos estudios no muestran diferencias significativas en los niveles de logro entre los métodos inmersivos y no inmersivos (Hamilton, McKechnie, Edgerton, & Wilson, 2021). Además, el cambio a métodos de enseñanza inmersivos puede requerir inversiones significativas en tecnología y capacitación, lo que podría ser una barrera para las instituciones con recursos limitados (Wu, 2021).

III. Diseño Universal Para El Aprendizaje (DUA)

Es un enfoque pedagógico que busca garantizar la accesibilidad y el éxito de todos los estudiantes, independientemente de sus características individuales. Destaca su importancia para promover la inclusión y el aprendizaje significativo (Meyer A. y Rose D. 2002). En la tabla 5. se describen los tres principios del DUA.

Tabla 5. Principios aplicativos en el diseño DUA. Meyer A. y Rose D. (2002)

Principio 1	Principio 2	Principio 3
Proporcionar múltiples representaciones del contenido. Esto implica presentar la información de diferentes formas (visual, auditiva, táctil, etc.) para adaptarse a las diversas necesidades de los estudiantes (Castellanos y Zúñiga, 2017).	Ofrecer múltiples medios de acción y expresión. Se trata de permitir que los estudiantes demuestren su aprendizaje a través de diversas formas (escritura, habla, arte, etc.) para fomentar su participación y la expresión de su comprensión (Burgstahler, 2015).	Facilitar el acceso y la participación, eliminando las barreras físicas y tecnológicas, y proporcionar apoyos y recursos adicionales para asegurar que todos los estudiantes puedan participar en el proceso de aprendizaje (Burgstahler, 2015; Novak, 2018).

El DUA ha demostrado ser efectivo en diversos entornos educativos. Cuando se implementa en entornos educativos, se busca llegar a una diversidad de estudiantes y ofrecer oportunidades equitativas para el aprendizaje. Autores como Meyer, Rose y Gordon (2014) han destacado la importancia de adaptar el currículo y las estrategias de enseñanza para responder a las necesidades individuales de los estudiantes, promoviendo así su participación y éxito académico. Además, Sánchez y Pozo (2018), dicen que el DUA fomenta el aprendizaje activo, la autonomía y la motivación de los estudiantes, brindándoles oportunidad de desarrollar habilidades y competencias clave para su participación plena en la sociedad.

Sin embargo, algunas desventajas del DUA en comparación con las técnicas tradicionales incluyen los desafíos que enfrentan los docentes como las limitaciones de tiempo, las prioridades institucionales y la falta de sistemas de apoyo (Polvinen, 2023). Además, la transición al DUA en entornos educativos puede ser lenta, especialmente en la educación superior, donde la investigación sobre su impacto aún se encuentra en sus primeras etapas (Baroni & Lazzari, 2022).

2.26 Estándares Y Competencias En Ciencias Naturales Propuestos Por El Ministerio De Educación

En el campo de las ciencias naturales, el desarrollo de competencias y estándares se convierte en un elemento fundamental para que los estudiantes puedan adquirir un conocimiento sólido y significativo. La integración de videojuegos y entornos virtuales, junto con enfoques pedagógicos como ABJ, aprendizaje inmersivo y DUA, no se alinea perfectamente con los estándares y competencias en ciencias naturales establecidos por el Ministerio de Educación Nacional de Colombia. La investigación indica que existe una discrepancia entre las políticas educativas y las prácticas en el aula en la enseñanza de las ciencias naturales, y que la planificación curricular a menudo carece de abordar las competencias científicas (Hernández-Suárez, Avendaño-Castro, & Rojas-Guevara, 2021).

Según el Ministerio de Educación Nacional (2002), los estándares generales se desglosan en tres acciones de pensamiento y producción concretas: aproximación al conocimiento científico-natural, manejo de los conocimientos y conceptos propios de las ciencias naturales, y desarrollo de compromisos personales y sociales (ver anexo 1, Figura 49).

i. La *aproximación al conocimiento científico-natural* implica que los estudiantes se acerquen a los conocimientos de las ciencias naturales de la misma forma en que proceden quienes las estudian y utilizan. Esto implica la capacidad de formular preguntas específicas, plantear hipótesis basadas en teorías y modelos científicos, identificar variables relevantes, proponer modelos predictivos, realizar mediciones precisas, registrar observaciones y resultados, interpretar los resultados y relacionar las conclusiones con las de otros autores.

II. Por otro lado, el manejo de los *conocimientos y conceptos propios de las ciencias naturales* busca que los estudiantes adquieran un dominio sólido de los principios científicos. Esto implica la capacidad de explicar la estructura de los átomos, comprender la obtención de energía nuclear a partir de la alteración de la estructura del átomo, y explicar la relación entre la estructura de los átomos y los enlaces que realizan.

III. Finalmente, el desarrollo de *compromisos personales y sociales* implica que los estudiantes asuman responsabilidades como personas y miembros de la sociedad en relación con los conocimientos y avances en las ciencias naturales. Esto se asume como la capacidad de escuchar activamente, reconocer otros puntos de vista, valorar conocimientos diferentes al científico, comprender que los modelos científicos pueden cambiar con el tiempo y debatir sobre temas de interés.

Según los estándares en ciencias naturales, se busca fomentar en los estudiantes el desarrollo de habilidades científicas como las señaladas en la tabla 6.

Tabla 6. Habilidades científicas que se buscan desarrollar en estudiantes de educación media. Ministerio de Educación Nacional (2002)

Habilidades Científicas	Descripción
Curiosidad científica	Estimular la capacidad de plantear preguntas y explorar en el campo de las ciencias naturales.
Honestidad en la recolección de datos y su validación	Fomentar la ética científica en la obtención y verificación de información, promoviendo la transparencia y la rigurosidad en el proceso.
Flexibilidad	Desarrollar la capacidad de adaptarse a nuevas situaciones, ideas y perspectivas, permitiendo la revisión y ajuste de hipótesis y modelos científicos.
Persistencia	Cultivar la determinación y la tenacidad para enfrentar desafíos científicos, superar obstáculos y perseverar en la búsqueda de

	respuestas.
Pensamiento crítico y apertura mental	Estimular la capacidad de evaluar de manera objetiva y reflexiva la información científica, considerando diferentes puntos de vista y estando dispuesto a modificar ideas preconcebidas.
Tolerancia a la incertidumbre y aceptación de la naturaleza provisional	Fomentar la comprensión de que la ciencia implica la aceptación de la incertidumbre y la comprensión de que los conocimientos científicos están sujetos a revisión y actualización constante.
Reflexión sobre el pasado, el presente y el futuro	Promover la comprensión de la evolución del conocimiento científico a lo largo del tiempo.
Valoración crítica de las consecuencias de los descubrimientos científicos	Desarrollar y promover una actitud responsable y reflexiva hacia el impacto de la ciencia en la sociedad.
Trabajo en equipo	Fomentar la colaboración y la capacidad de trabajar de manera efectiva en grupos, valorando la diversidad de ideas y aportes.
Compartir los resultados	Estimular la capacidad de comunicar los hallazgos científicos de manera clara y precisa, promoviendo la difusión y socialización del conocimiento.

Estas habilidades científicas son fundamentales para el desarrollo integral de los estudiantes y su preparación para enfrentar los desafíos del mundo científico y tecnológico actual, por lo que para llevar a cabo la propuesta investigativa es fundamental que ésta vaya en paralelo con los estándares y competencias decretados por el ministerio de educación.

3. MARCO METODOLÓGICO

La investigación adopta un enfoque mixto, combinando métodos cualitativos (entrevistas y observaciones) con métodos cuantitativos como el IMMS (Instructional Materials Motivation Survey), para evaluar la efectividad del videojuego educativo en la enseñanza de conceptos de física cuántica.

Se trata de una investigación aplicada, donde se emplean conocimientos teóricos para desarrollar un videojuego orientado al acercamiento de conceptos complejos de FC entre estudiantes de educación media.

El paradigma constructivista guía la investigación, ya que el diseño del videojuego está centrado en crear un entorno que permita a los estudiantes construir activamente su comprensión de los conceptos abstractos de física cuántica mediante la experiencia inmersiva y la interacción con el contenido.

Se utiliza un método inductivo, que facilita la construcción de conclusiones a partir de la observación detallada y el análisis de datos empíricos. A través de métodos cualitativos como entrevistas y observaciones, se captura la experiencia y la percepción de los estudiantes frente al videojuego, proporcionando así una comprensión profunda de su impacto educativo.

3.1 Diseño De La Investigación

Al integrar a los estudiantes en un entorno de realidad virtual, se busca que adquieran conocimiento de manera experimental en lugar de solo recibir información teórica, La aplicación de esta metodología se alinea con el desarrollo de una herramienta educativa práctica y adaptada al contexto específico de los estudiantes (Gleason Rodríguez y Rubio 2020).

El diseño de la investigación es experimental, porque se hacen pruebas controladas del videojuego con un grupo específico de estudiantes, evaluando su efectividad a través de distintos métodos de recolección de datos como pruebas, encuestas y observaciones. Este diseño se fundamenta en aspectos como la historia de la física cuántica, la adaptación a diversos estilos de aprendizaje, la alineación con estándares educativos, la accesibilidad y la evaluación de impacto.

El objetivo principal de esta investigación es diseñar y evaluar una estrategia metodológica innovadora para la enseñanza de la física cuántica en la educación media a partir de un videojuego serio que integre laboratorios virtuales con experiencias inmersivas, específicamente RV, lo que requiere una metodología que permita abordar sistemáticamente los desafíos asociados con la creación de un recurso educativo innovador y su posterior evaluación en un entorno pedagógico real.

Inicialmente, se realizará una búsqueda de los estándares y competencias propuestos por el Ministerio de Educación Nacional. Estos elementos orientarán la práctica pedagógica para alcanzar y desarrollar las competencias en los estudiantes de educación media.

Los estándares y competencias son fundamentales en la creación del videojuego educativo, ya que el diseño estará enfocado en alinear sus contenidos y actividades con estos lineamientos

curriculares para garantizar que el videojuego no solo sea una herramienta lúdica, sino que también promueva el logro de los objetivos educativos y el desarrollo de las competencias previamente establecidas por el Ministerio De Educación Nacional.

Se describirá a nivel general la población a la que se dirigirá la estrategia a implementar. Para este propósito, se desarrollarán dos arquetipos que representarán de manera estandarizada a dos usuarios del videojuego, considerando sus habilidades, limitaciones físicas y barreras del entorno. Estos arquetipos guiarán el diseño de las actividades, asegurando que estén orientadas a la satisfacción y adaptación de ambos perfiles de usuarios.

En el campo del diseño, un arquetipo es una representación estandarizada o prototipo de un tipo específico de usuario. Estos arquetipos son herramientas utilizadas para comprender y definir a los usuarios objetivo de un producto o servicio.

Los arquetipos son adecuados para el diseño del videojuego educativo por varias razones: primero porque permite identificar las preferencias, habilidades y necesidades del usuario, segundo, se crean experiencias de juego que se adapten a las necesidades de grupos específicos de estudiantes. En tercer lugar, ayudan a identificar problemas o desafíos comunes que los usuarios podrían enfrentar, permitiendo anticipar obstáculos y diseñar soluciones efectivas.

Un paso adicional en la metodología es la revisión y descripción de los hechos históricos más relevantes en la evolución de la teoría atómicas desde Demócrito hasta Heisenberg, destacando a los científicos clave involucrados en este proceso. Esta tarea se llevará a cabo mediante la creación de un "One Page".

El propósito fundamental de un "One Page" radica en ofrecer una visión concisa y ágil del videojuego, que englobe tanto sus objetivos como las mecánicas de juego, además de resaltar su narrativa única.

Para la fase de diseño y desarrollo del laboratorio virtual se propone un diseño basado en la idea de Martínez Torregrosa (2016) que expone una unidad problematizada para enseñar física cuántica en el bachillerato, a través del proceso que llevó a los científicos a la construcción del concepto de quantum (recorrido histórico). Se adaptará dicha estrategia haciendo uso de la realidad extendida para la creación de la experiencia educativa, aplicando mecánicas de juegos como parte de la interacción y utilizando como ambiente de desarrollo la herramienta Unity.

La elección de Unity como programa central para desarrollar el videojuego se basa en su amplia documentación, flexibilidad multiplataforma y sólida integración con aplicaciones de modelado y animación. A continuación, se describe el motor de desarrollo Unity y su valioso aporte en el diseño y desarrollo en diferentes proyectos académicos.

Unity es un motor de desarrollo de videojuegos que ofrece un entorno versátil y accesible para la creación de experiencias interactivas en 2D y 3D, y permite fusionar conceptos de física cuántica con elementos de juego inmersivo.

Rodríguez Caldú, (2023) ofrece una visión detallada del uso de Unity como motor para el desarrollo de videojuegos por sus múltiples ventajas, una de ellas es su integración multiplataforma y compatibilidad.

Hu et al. (2023), aprovechó el motor de física de Unity y su capacidad para implementar la lógica del juego a partir de herramientas de desarrollo de software como Microsoft Visual Studio y el lenguaje de programación C#.

Cantalapiedra Artiaga (2022) utiliza Unity3D como motor multiplataforma para crear Twynbird, un juego educativo que utiliza la electromiografía para medir la fuerza muscular y facilitar la rehabilitación. Unity3D se elogia por su versatilidad y las herramientas disponibles que simplifican el desarrollo del juego.

Villarroel, A., et al. (2023) crearon de una planta virtualizada para sellado de botellas usando la técnica Hardware in the Loop. Para ello diseñaron un entorno virtualizado en Unity 3D donde el usuario visualizará el proceso en tiempo real y podrá interactuar manipulando un avatar en el software Unity 3D.

Los proyectos anteriores destacan la versatilidad de Unity como plataforma de desarrollo de juegos, enriqueciendo la experiencia educativa y facilitando soluciones creativas para objetivos pedagógicos y de salud. Por tanto, Unity proporciona la base necesaria para crear un videojuego con laboratorios virtuales en un entorno inmersivo, algo crucial para los objetivos específicos de este proyecto de tesis.

3.2 Población

La población objetivo de esta investigación está conformada por los estudiantes de grado décimo y undécimo del CIBERCOLEGIO UCN; colegio creado en el año 2002 como una iniciativa de la Universidad Católica del Norte, y que tiene su origen en la necesidad de brindar educación a distancia y virtual a diferentes grupos de estudiantes.

Durante los últimos diez años, el CIBERCOLEGIO UCN ha expandido sus servicios para incluir a una población diversa, entre ellos, los estudiantes del programa "Primaria Incluyente", una iniciativa educativa formal de la Secretaría de Educación del Municipio de Medellín. Este programa, manejado por la Fundación Universitaria Católica del Norte, brinda educación virtual a estudiantes que presentan diversos diagnósticos que van desde la discapacidad física hasta discapacidad psicosociales.

3.3 Muestra

La descripción de la muestra se hizo a partir de los resultados demográficos que se les hizo a los estudiantes que participaron en el uso del videojuego (ver anexo 2). Esta muestra se hizo con estudiantes entre las edades 15 y 22 años Figura 6., matriculados en los grados décimo y undécimo. El criterio de selección para la muestra incluyó participantes de ambos géneros (hombres y mujeres).

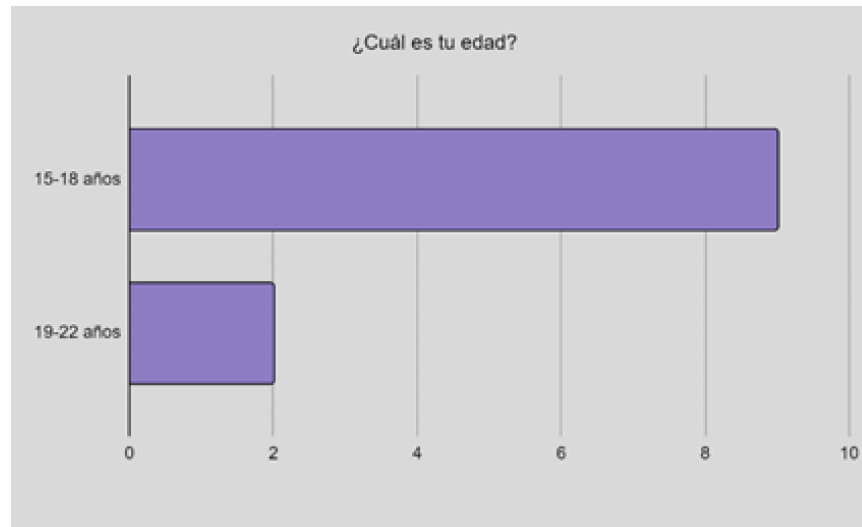


Figura 6. Distribución de edades de los encuestados

El estudio se centró en 11 estudiantes (2 mujeres y 9 hombres) interesados en participar de la prueba. El 45% de ellos juega diariamente o varias veces al mes con un porcentaje del 18,2% Figura 7., donde el 54.5% dedican de 1 a 2 horas en una sesión Figura 8, seguido por el 36,4% que juegan más de dos horas Figura 8.

Además, el 81,1% prefieren juegos de aventura y acción y el 72,7% les gusta los juegos de estrategia por lo que un videojuego educativo que incorpore estos elementos podría ser efectivo para captar su atención y mantener su interés. Figura 9.

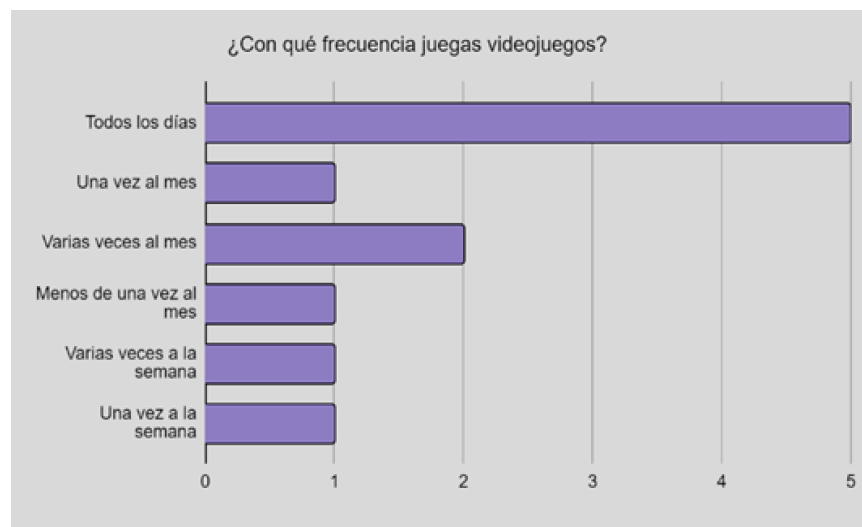


Figura 7. Frecuencia de juego en los encuestados

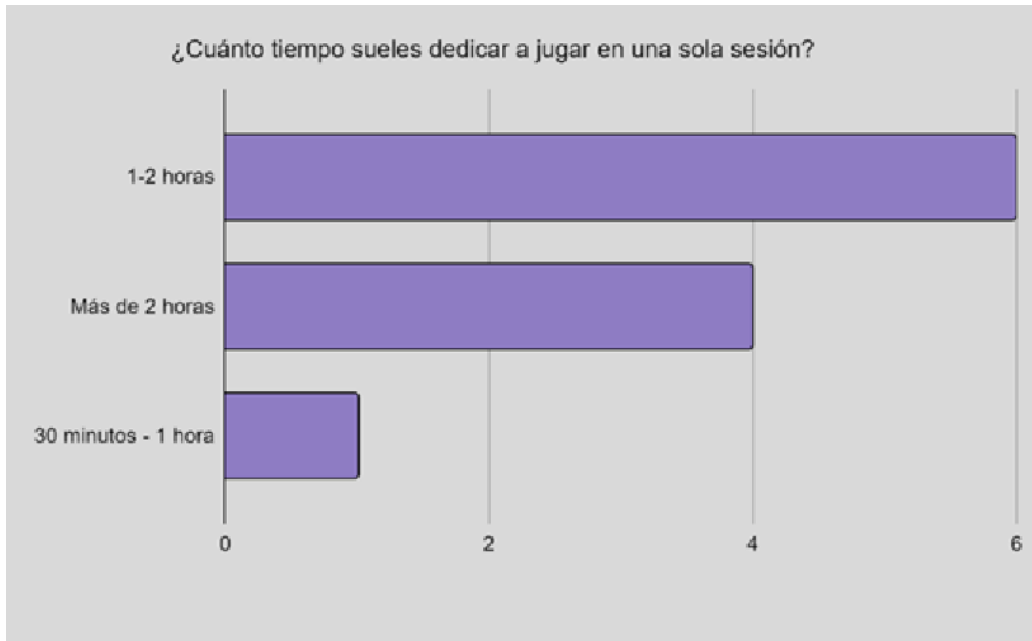


Figura 8. Tiempo dedicado a jugar en una sola sesión

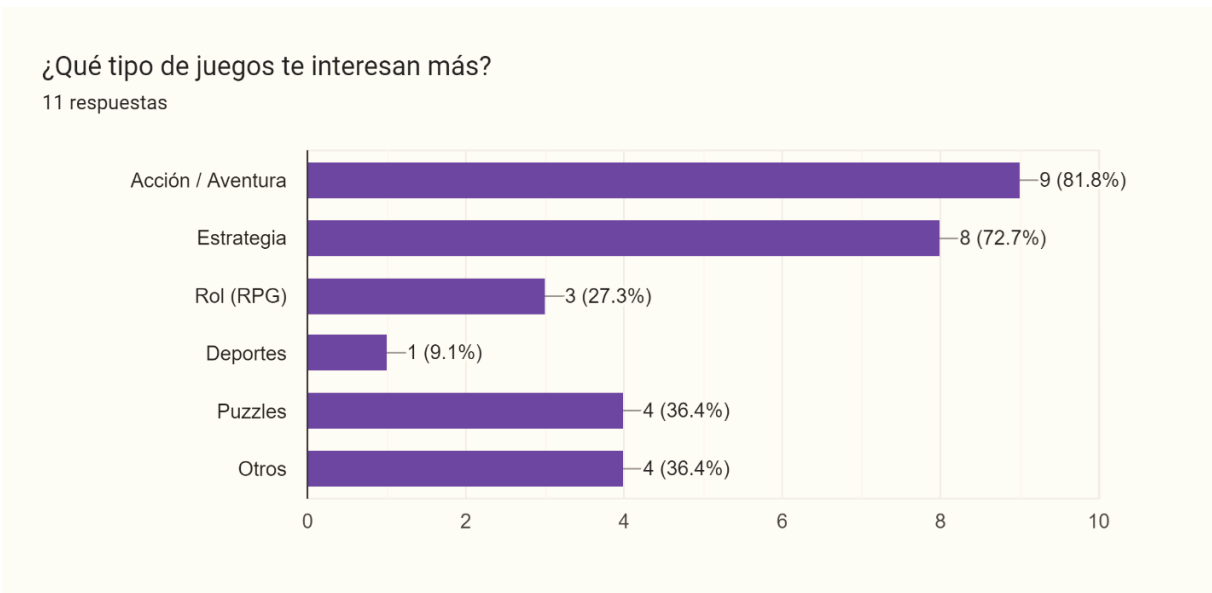


Figura 9. Tipos de Juegos Preferidos por los Encuestados

A pesar de esta ventaja por el gusto de los videojuegos, la mayoría de los participantes (63.3%) señaló no haber utilizado antes un dispositivo de realidad virtual, lo que daba indicios que la experiencia con este tipo de tecnología podía ser limitada como se evidencia en la Figura 10.



Figura 10. Experiencia con dispositivos de realidad virtual

De la muestra seleccionada el 90.9% dicen que es su primera vez explorando este tipo de videojuegos educativos relacionados con la física o la ciencia, lo que puede influir en su disposición y receptividad hacia este tipo de juegos en el futuro Figura 11.

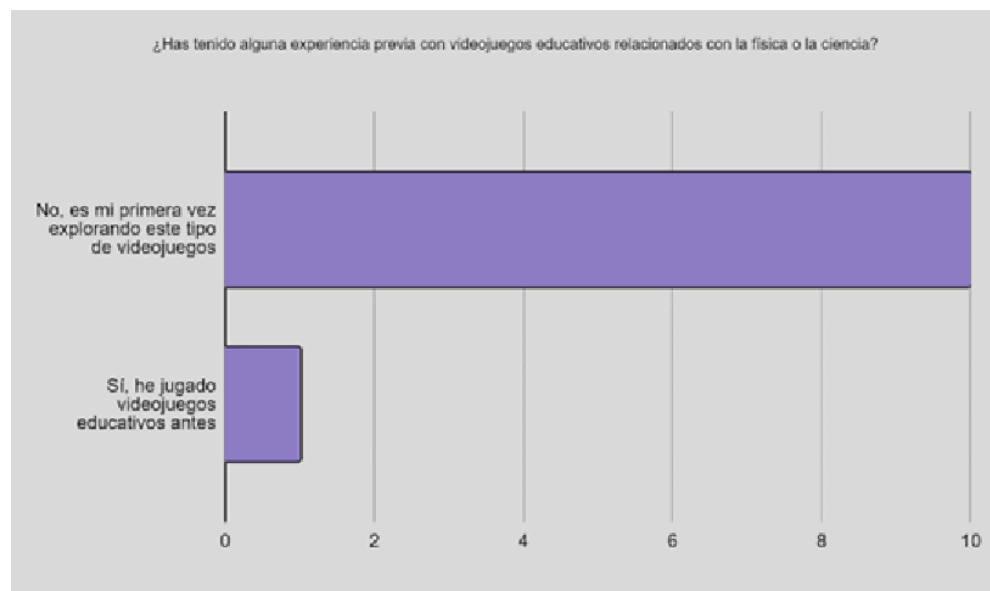


Figura 11. Experiencia previa con videojuegos relacionados con física o ciencia

3.4 Variables Principales

La variable que se eligió fue i. el diseño del videojuego, basado en la necesidad de innovar en la enseñanza de la física cuántica. La elección de esta variable está respaldada por la literatura existente, que ha demostrado que este enfoque puede mejorar significativamente la motivación y el rendimiento de los estudiantes en contextos educativos (Lee, Tang, & Wen, 2023 y Ahmed, 2023).

I. Diseño del Videojuego Educativo

Los elementos visuales y narrativos son fundamentales para captar y mantener el interés de los estudiantes en el contenido educativo, según estudios recientes (Royo Salvador & Cobos, 2023; Soriani & Caselli, 2019; Staikopoulos & Conlan, 2018; Cheng et al., 2023). Al emplear técnicas narrativas como arcos argumentales y desarrollo de personajes, los videos educativos no solo mejoran la comprensión, sino que también fomentan el pensamiento crítico, lo que se refleja en mejores resultados de aprendizaje (Royo Salvador & Cobos, 2023).

Además, el uso de elementos visuales en los videojuegos puede crear experiencias inmersivas y transmitir narrativas complejas, aprovechando el potencial narrativo único de este medio (Soriani & Caselli, 2019). Las narrativas visuales personalizadas en entornos de aprendizaje en línea también motivan a los estudiantes a interactuar activamente con el contenido del curso, promoviendo un mayor nivel de conocimiento y apoyando su desarrollo continuo (Staikopoulos & Conlan, 2018).

Al integrar interactividad, niveles de dificultad graduados y mecanismos de retroalimentación, las experiencias educativas pueden adaptarse al ritmo de aprendizaje individual de cada estudiante, lo que facilita la retención de conocimientos y refuerza los conceptos aprendidos (Cheng et al., 2023).

El diseño del videojuego está en términos de la RV y su narrativa. La RV ha demostrado ser una herramienta poderosa en la educación, ya que puede aumentar la motivación y el compromiso de los estudiantes al proporcionar una experiencia de aprendizaje más interactiva y realista (Wang & Zhang, 2023; Sviridova et al., 2023). Además, la inmersión total que ofrece la RV puede ayudar a los estudiantes a concentrarse mejor y a comprender más profundamente los conceptos complejos (McIntosh, J. S. 2023).

Mientras que la narrativa del videojuego es fundamental para contextualizar los conceptos de física cuántica dentro de historias que sean relevantes e interesantes para los estudiantes. Integrar contextos históricos y científicos, así como incluir interacciones con científicos y fenómenos cuánticos, ayuda a anclar el aprendizaje en situaciones del mundo real y a proporcionar un sentido de propósito y relevancia. Este enfoque narrativo no solo facilita la comprensión de los conceptos científicos, sino que también puede inspirar a los estudiantes al mostrarles la historia y las personas detrás de los descubrimientos científicos (Piispanen et al. 2023; Seung Lee et al. 2023).

3.5 Variable Secundaria

La motivación de los estudiantes es significativamente importante a la hora de adquirir conocimientos y competencias en una determinada ciencia. Las investigaciones indican que la motivación proporciona entusiasmo, energía y disfrute en las actividades de aprendizaje, lo que influye en sus logros académicos (Permata, Neviyarni, & Nirwana, 2024) . Los estudios han demostrado que la motivación es un factor clave que afecta el rendimiento académico, y los estudiantes muestran diferentes comportamientos en función de sus niveles de motivación (Liu, Luo, & Wang, 2023) .

Además, la motivación está vinculada a la inteligencia emocional, mejorando la comprensión y los resultados de aprendizaje de los estudiantes, preparándolos así para los desafíos del mundo real (An, Risia, Yogasnumurti, & Setiagraha, 2024) . La motivación se identifica como un componente esencial que influye en qué, cuándo y cómo aprenden los estudiantes, lo que contribuye significativamente al rendimiento académico (Moreira-Morales & García-Loor, 2024) . La frustración, que puede provenir de una falta de motivación, se destaca como un problema común que afecta las experiencias de aprendizaje y los logros académicos de los estudiantes (Chitrakar & Nisanth, 2023).

Por lo tanto, fomentar y mantener altos niveles de motivación entre los estudiantes es esencial para asegurar su éxito en la educación. En este sentido, la integración de tecnologías innovadoras, como los juegos de realidad virtual y las narrativas inmersivas, ha emergido como una estrategia prometedora para aumentar la motivación de los estudiantes en el aula (Mallek et al. 2024).

3.6 Instrumentos De Medición

Seleccionó el IMMS como instrumento de evaluación debido a su reconocida validez y fiabilidad en medir la motivación hacia materiales instruccionales específicos. Esta herramienta proporcionará insights sobre cómo el diseño y uso de un videojuego educativo impactan en la motivación de los estudiantes, apoyando así el objetivo de la investigación de mejorar las estrategias educativas mediante tecnologías innovadoras. También, se analizará la motivación de los estudiantes a través de métodos cualitativos como entrevistas para comprender la experiencia de los estudiantes y de la observación directa.

I. Instructional Materials Motivation Survey (IMMS)

El IMMS de Keller es un instrumento ampliamente utilizado para evaluar la motivación de los estudiantes en el contexto del uso de materiales educativos. Este cuestionario está diseñado para medir cuatro componentes clave de la motivación: atención, relevancia, confianza y satisfacción. Estos componentes son esenciales para entender cómo los materiales educativos, en este caso, el videojuego educativo, impactan en la motivación de los estudiantes (Keller, 2010). El IMMS es particularmente útil debido a su enfoque estructurado y validado, que proporciona datos cuantitativos sobre los niveles de motivación de los estudiantes antes y después de interactuar con el videojuego. Utilizar este instrumento permite una evaluación integral y detallada de la motivación estudiantil, destacando áreas de éxito y posibles mejoras en el diseño del videojuego educativo (Cachay-Gutierrez & Cabanillas-Carbonell, 2024; Cardoso-Júnior et al., 2021).

Cardoso-Júnior et al., (2021) implementaron el IMMS en un entorno de aprendizaje a distancia, utilizando videolecciones asincrónicas sobre anatomía humana, condujo al desarrollo de un instrumento alternativo denominado IMMS-BRV. Este último se ajustó reduciendo el número de ítems para mayor concisión y mantuvo una sólida coherencia interna. Los resultados proporcionan indicios iniciales de validez y confiabilidad adecuadas en el contexto utilizado.

II. Entrevista

Las entrevistas son una herramienta cualitativa crucial para complementar los datos cuantitativos obtenidos mediante el IMMS. A través de entrevistas semiestructuradas, se puede obtener una visión más profunda de las experiencias, percepciones y sentimientos de los estudiantes respecto al videojuego educativo. Las entrevistas permiten explorar en detalle cómo los estudiantes perciben la atención, relevancia, confianza y satisfacción derivadas del uso del videojuego (Oswald et al., 2019). Este método proporciona un espacio para que los estudiantes expresen sus opiniones de manera libre y detallada, lo que ayuda a identificar aspectos específicos del videojuego que funcionan bien y aquellos que necesitan ajustes.

III. Observación Directa

La observación directa es otro instrumento vital para evaluar la motivación de los estudiantes mientras interactúan con el videojuego educativo. A través de la observación, se pueden registrar comportamientos, niveles de atención, reacciones y patrones de interacción en tiempo real. Este método permite identificar momentos específicos en los que los estudiantes muestran mayor o menor interacción, facilitando el ajuste de elementos del videojuego para maximizar la atención y la efectividad educativa (Muriel et al., 2022). Este enfoque observacional es fundamental para entender cómo los estudiantes interactúan con la tecnología en un entorno de aprendizaje natural, proporcionando insights valiosos sobre la usabilidad y la efectividad del videojuego.

3.7 Contribuciones Esperadas En Este Trabajo

Este trabajo busca contribuir con un marco metodológico para diseñar y desarrollar videojuegos inmersivos que enseñen física cuántica en entornos educativos ya sea en establecimientos educativos físicos o virtuales. Se busca entender cómo utilizar tecnología para desarrollar habilidades en física cuántica y se espera que los resultados brinden información útil sobre su impacto en el aprendizaje. Las recomendaciones derivadas de la investigación serán útiles para educadores y diseñadores, permitiéndoles crear experiencias educativas inclusivas y accesibles.

4. DESARROLLO DE LOS OBJETIVOS PARA LA CREACIÓN DE UN VIDEOJUEGO EDUCATIVO

A continuación, se detalla el desarrollo de cada una de las fases planteadas y un diagrama (Figura 12.) que resume el desarrollo de los objetivos para la creación del videojuego.

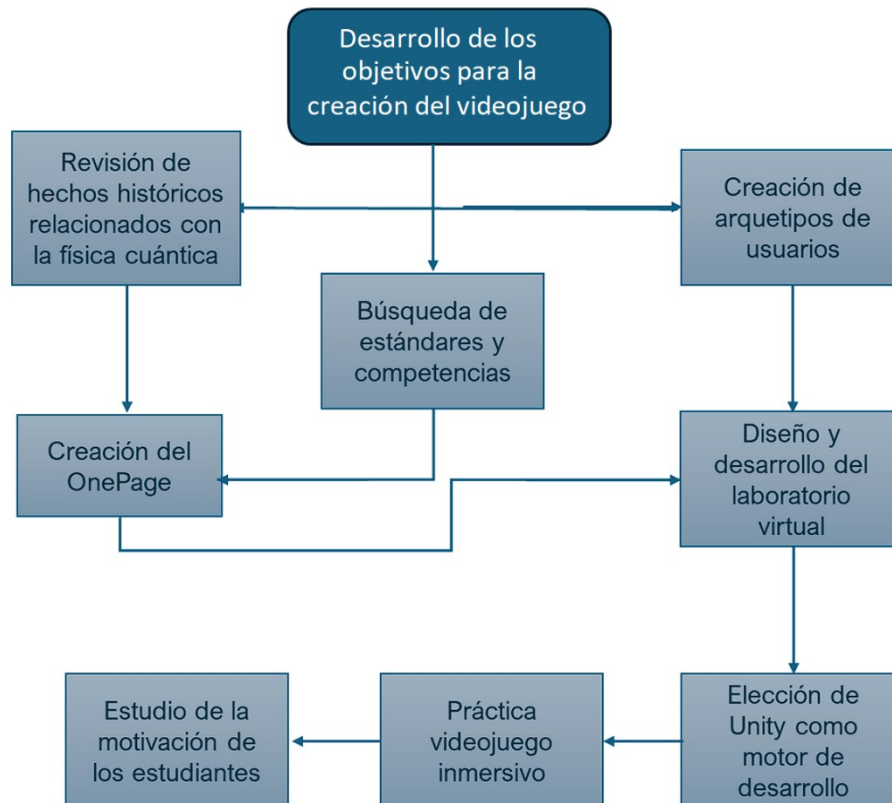


Figura 12. Diagrama para el desarrollo de los objetivos para la creación del videojuego

4.1 Adaptación De Los Estándares Y Competencias Educativas Propuestas Por El Ministerio De Educación Nacional De Colombia A Los Alcances Del Videojuego

El Ministerio de Educación de Colombia establece estándares de competencia como criterios públicos para evaluar si los estudiantes cumplen con expectativas de calidad. Estos estándares guían el diseño del currículo, la enseñanza en el aula y la toma de decisiones docentes, alentando a los estudiantes a aplicar conocimientos en la resolución de problemas y situaciones de la vida real. En la Tabla 7. se muestran los estándares generales propuestos por el ministerio de educación nacional, seguido está cada uno de los tres pensamientos en los que se dividen los estándares y paralelo la aplicación dentro del videojuego para ayudar a alcanzar dichas competencias.

Tabla 7. Estándares generales y competencias en ciencias naturales grados 10° y 11°

Estándar General	
Según los Estándares Básicos de Competencias en Ciencias Naturales del Ministerio de Educación Nacional (Colombia) (2016), el estándar establece: “ <i>Explico la estructura de los átomos a partir de diferentes teorías</i> ” (p. 22).	
Pensamiento	
Me aproximo al conocimiento como científico natural	Aplicación al juego
Observo y formulo preguntas específicas sobre aplicaciones de teorías científicas.	Los jugadores pueden observar fenómenos cuánticos en el juego como la radiación de un cuerpo negro, el efecto fotoeléctrico, el experimento de doble rendija entre otros; y plantear preguntas sobre cómo se relacionan con las teorías científicas.
Formulo hipótesis con base en el conocimiento cotidiano, teorías y modelos científicos	Los jugadores podrán desarrollar hipótesis sobre el comportamiento cuántico de los átomos y las partículas subatómicas dentro del juego.
Identifico variables que influyen en los resultados de un experimento	Los jugadores pueden aprender a identificar variables clave en experimentos cuánticos dentro del juego, esto pueden ser la frecuencia de la luz en el experimento fotoeléctrico, el comportamiento ondulatorio de las partículas mediante el experimento de doble rendija, la separación de elementos de una sustancia como en el experimento de la electrólisis.
Propongo modelos para predecir los resultados de mis experimentos y simulaciones	Los jugadores pueden construir modelos cuánticos para predecir resultados y observar cómo se comparan con la realidad virtual del juego.
Realizo mediciones con instrumentos y equipos adecuados.	Los jugadores podrían practicar la medición de propiedades cuánticas usando herramientas virtuales en el juego. En el experimento fotoeléctrico, el usuario puede medir la corriente eléctrica con un voltímetro a medida que aumentan la frecuencia de la onda electromagnética sobre un material.
Registro mis observaciones y resultados utilizando esquemas, gráficos y tablas.	Los jugadores podrían llevar registros de sus experimentos y observaciones en el juego.
Utilizo las matemáticas para modelar, analizar y presentar datos y modelos en forma de ecuaciones, funciones y conversiones.	Los jugadores podrían aplicar conceptos matemáticos para comprender y modelar la física cuántica en el juego. En el experimento fotoeléctrico, el jugador deberá aplicar fórmulas matemáticas para encontrar la frecuencia de onda

	que necesitará para generar corriente eléctrica de acuerdo con la función trabajo de determinado material.
Relaciono la información recopilada con los datos de mis experimentos y simulaciones.	A medida que avancen en el juego, los usuarios podrían acceder a laboratorios virtuales donde se simulan experimentos reales de la física cuántica. Los datos recopilados en estos experimentos podrían presentarse de manera interactiva y relacionarse con la información teórica proporcionada en el juego.
Interpreto los resultados teniendo en cuenta el orden de magnitud del error experimental.	El juego puede animar a los jugadores a extraer conclusiones de experimentos cuánticos, incluso si los resultados no son los previstos.
Relaciono mis conclusiones con las presentadas por otros autores y formulo nuevas preguntas.	Los jugadores podrían proponer soluciones cuánticas a desafíos y comparar sus respuestas con teorías científicas y las de otros jugadores en el juego.
Manejo conocimientos propios de las ciencias naturales o sociales	Aplicación al juego
Explico la estructura de los átomos a partir de diferentes teorías.	los jugadores puedan explorar diferentes modelos atómicos propuestos por varios científicos, como el modelo de Bohr, el modelo de Thomson, entre otros.
Explico la obtención de energía nuclear a partir de la alteración de la estructura del átomo.	Los jugadores podrían interactuar con un reactor virtual donde aprendan cómo la alteración de los núcleos atómicos libera energía y cómo se puede controlar este proceso para aplicaciones en la vida real.
Explico la relación entre la estructura de los átomos y los enlaces que realiza.	En un laboratorio, los jugadores tengan que construir moléculas mediante la combinación de átomos. Aquí podrían ver cómo diferentes estructuras atómicas se relacionan con la formación de enlaces químicos, mostrando cómo la disposición de los átomos afecta la formación de los enlaces y las propiedades resultantes de las moléculas.
Desarrollo compromisos personales y sociales	Aplicación al juego
Escucho activamente a mis compañeros y compañeras, reconozco otros puntos de vista, los comparo con los míos y puedo modificar lo que pienso ante argumentos más sólidos.	El jugador requiere el uso de datos recopilados en experimentos dentro del juego o simulaciones. Los usuarios podrían tener acceso a una base de datos dentro del juego con información que necesitan para resolver problemas o completar misiones.
Reconozco los aportes de conocimientos diferentes al científico.	Incluir diálogos entre personajes científicos en el juego que presenten diferentes perspectivas sobre un concepto cuántico.
Reconozco que los modelos de la ciencia cambian con el tiempo y que varios pueden	Los jugadores podrían explorar diferentes enfoques o teorías cuánticas en distintos escenarios o niveles.

ser válidos simultáneamente.	
Me informo para participar en debates sobre temas de interés general en ciencias	Proporcionar acceso a material educativo dentro del juego, como artículos, notas o incluso debates simulados entre personajes.

Integrar el uso de videojuegos en la educación puede ofrecer oportunidades significativas para el desarrollo de estas competencias y estándares en ciencias naturales. Al interactuar con los videojuegos, los estudiantes pueden aplicar los conceptos y principios científicos en situaciones reales, formular y probar hipótesis, experimentar con diferentes variables y modelos, interpretar resultados y participar en debates sobre temas científicos relevantes.

4.2 Identificación De Las Características Y Necesidades De Los Estudiantes

En el diseño del videojuego educativo, se recogió información creando dos arquetipos representativos (ver anexo 2 y anexo 3) de los estudiantes del grado 10. Este arquetipo se construyó con la participación de todos los estudiantes, lo que permitió identificar diversas necesidades y preferencias individuales.

El arquetipo resultante describió detalladamente a un estudiante típico del grado 10, incorporando aspectos específicos como sus necesidades particulares, preferencias de aprendizaje y gustos individuales. Este perfil de usuario se utilizó como referencia en el diseño del videojuego, asegurando que las características y dinámicas del juego se alinearan con las particularidades identificadas en el arquetipo.

Este enfoque basado en el arquetipo garantizó que el videojuego fuera diseñado de manera inclusiva, considerando las distintas formas en que los estudiantes interactúan con la información y su entorno educativo. Asimismo, permitió personalizar la experiencia de juego, adaptándola a las necesidades específicas de los usuarios, y contribuyó significativamente a la efectividad y relevancia del producto final en el contexto educativo del grado 10.

Con la información de los dos arquetipos, el diseño del video juego debe tener los siguientes elementos:

- Accesibilidad para personas con diferentes capacidades, proporcionando opciones que permitan la participación de todos, independientemente de las limitaciones físicas.
- Tutorial completo que enseñe de manera divertida y fácil los temas complejos. Una sección inicial que sirva como tutorial detallado, explicando los conceptos de manera accesible y divertida para facilitar la comprensión.
- Un entorno educativo diverso, con desafíos y actividades interactivas relacionadas con la física cuántica, presentadas de manera entretenida y clara.
- Considerar la posibilidad de permitir que los jugadores elijan entre diferentes niveles de dificultad o enfoques de aprendizaje para adaptarse a sus preferencias individuales.

- Una narrativa atractiva, interesante y motivadora, relacionando la física cuántica con escenarios interactivos que mantengan el interés de los jugadores.
- Proporcionar retroalimentación constante y recompensas por logros y avances, de modo que los jugadores se sientan motivados a seguir aprendiendo.

4.3 Creación Del One Page

El one page describe de manera detallada las mecánicas del juego, el desarrollo de la historia y los trabajos experimentales que formarán parte interactiva de los laboratorios virtuales teniendo en cuenta los elementos anteriormente descritos como se muestra en la figura 13.

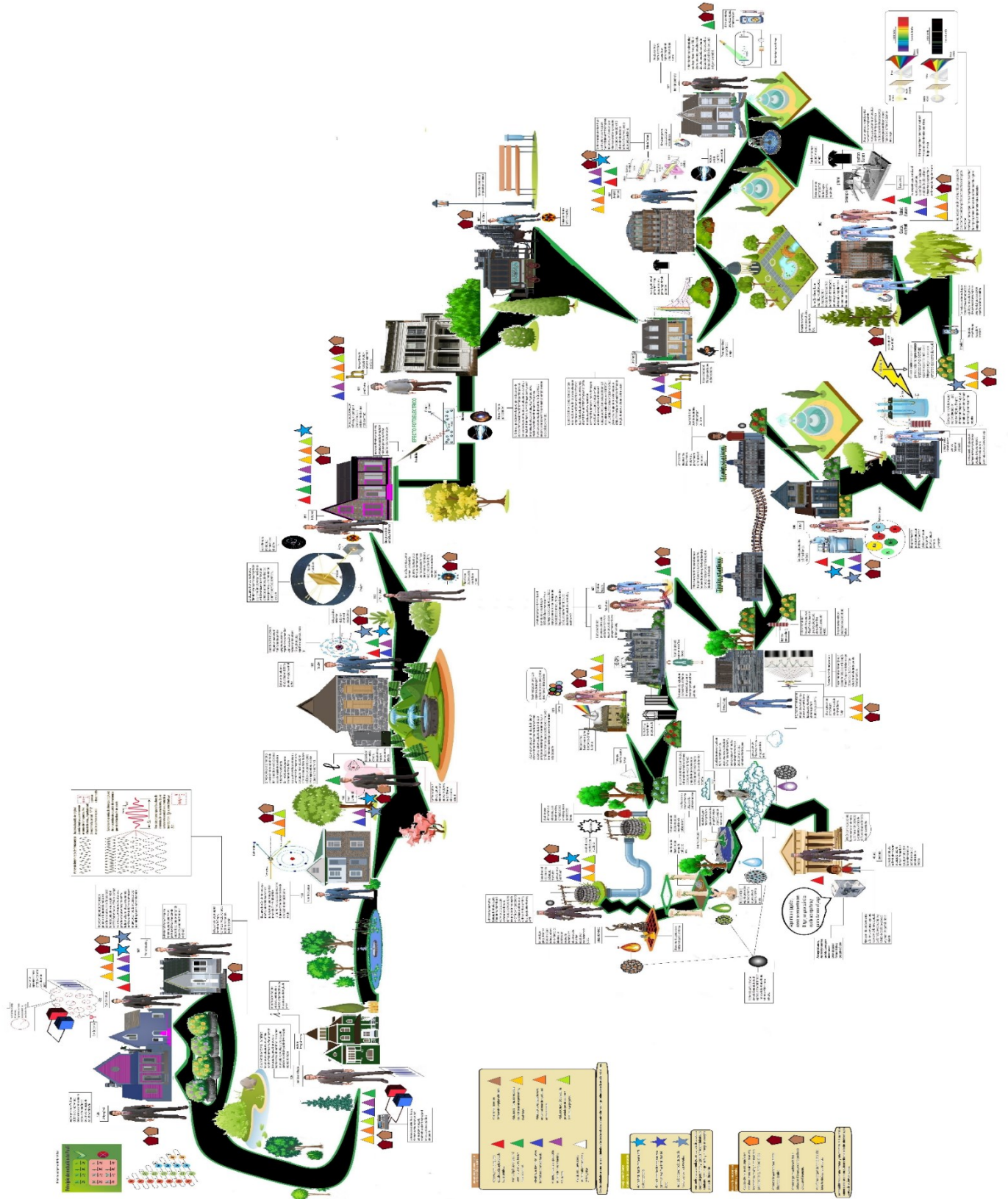


Figura 13. Diseño One page

El One Page ofrece una visión general de los escenarios, comienza con un escenario exploratorio que introduce al jugador en las mecánicas básicas del juego y la narrativa, así como en los personajes secundarios.

A medida que avanza, el jugador recolecta objetos como termómetros, voltímetros, apuntes de científicos, algunas prendas de vestir para realizar experimentos, y recibe recompensas por completar los diferentes laboratorios. Los jugadores recolectan elementos clave y enfrentan desafíos cada vez más complejos, lo que brinda una experiencia educativa inmersiva y contextualizada en la historia de la física cuántica.

4.4 El Diseño De La Narrativa Del Videojuego: Creación De La Historia Y Contexto Del Juego

La narrativa de este videojuego incorpora conceptos de la física cuántica en un contexto histórico. El objetivo del juego es abordar y superar diversas limitaciones en la enseñanza de la física cuántica al recrear los experimentos realizados por quienes sentaron las bases para comprender la composición de la materia.

La integración de la física cuántica en la narrativa se da mientras el jugador interactúa con partículas, visualiza y explica fenómenos ópticos, eléctricos, magnéticos, idea diferentes modelos atómicos según van avanzando en la historia del juego. También el usuario podrá realizar cálculos matemáticos sencillos, como calcular la frecuencia de un haz de luz necesaria para producir electricidad en un determinado material. Cada desafío está diseñado para involucrar activamente a los jugadores y fortalecer su comprensión de conceptos cuánticos.

Escenario Uno

En el primer escenario del videojuego educativo Figura 14, relata la historia de Átom, un niño que viaja al pasado 460 a.C., en busca de la respuesta que le revele de qué está hecha la materia. Su primer encuentro es con Demócrito, quien le explica que para entenderlo debe atravesar cuatro escenarios representativos de los elementos básicos (aire, agua, tierra y fuego). En cada escenario, Átom recolecta gemas especiales que le revelan cómo se componen y de qué están hechos los elementos. de esta manera el jugador tendrá la noción primigenia de átomo. Aquí también, el jugador conoce a Dinger, un "gato cuántico" que lo guiará a lo largo del juego. Dinger orienta al usuario sobre el uso de los controles de mando, narra la historia de los diferentes personajes con los que se encontrará y explica el uso de los diversos elementos que encontrará durante el recorrido del juego.

Escenario Dos

Al resolver algunas preguntas planteadas por Demócrito, Átom, lleno de conocimiento, atraviesa un túnel de tiempo que lo transporta al año 1670 Figura 15. Durante su viaje, recoge un prisma y llega a la casa de Newton. Allí, utilizando el prisma, el jugador descompone la luz blanca en diferentes colores. Newton le entrega siete esferas de diferentes colores, lo que representa una concepción de la luz como partícula. Luego, el usuario se dirige al Instituto de "the Royal Society", donde conoce a Robert Hooke y Christian Huygens (1678), quienes presentan otra concepción de la luz, esta vez como una onda.

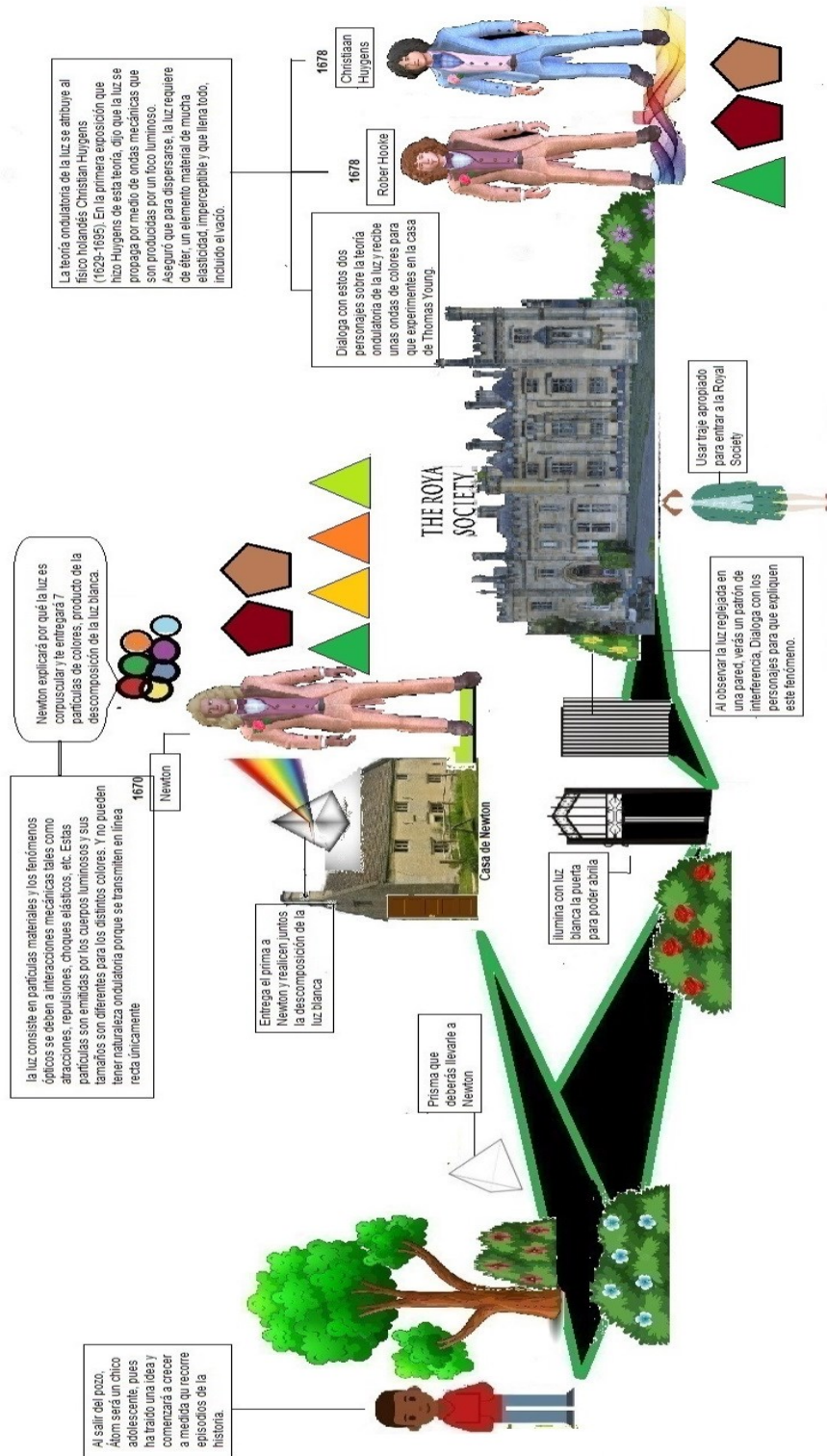


Figura 15. Diseño One page: escenario 2

Escenario Tres

Con esta nueva comprensión ondulatoria de la luz, Átom viaja al año 1801 y conoce a Thomas Young Figura 16. Aquí, el usuario realiza experimentos haciendo pasar un rayo de luz por diferentes rendijas y observando el patrón que se forma en una pantalla. Estos experimentos llevan al jugador a concluir que la luz se comporta como una onda, creando patrones de interferencia similares a los de las ondas mecánicas. Al salir de la casa de Young, el jugador encuentra en el camino una batería o pila de Volta, que necesitará más adelante.

1801
Thomas Young

Haz pasar un rayo de luz por ur rendija y observa el patrón que se forma en la pantalla, luego hazlo pasar por dos rendijas y observa el patrón de interferencia que se forma.

Utiliza algunas ondas para observar el experimento de doble rendija de Thomas Young

Experimento de doble rendija con la luz

El experimento de la doble rendija es un experimento realizado por el físico inglés Thomas Young, con el objetivo de apoyar la teoría de que la luz era una onda y rechazar la teoría de que la luz estaba formada por partículas.

Batería o pila de volta

El 20 de marzo de 1800, Alessandro Volta comunica a la Royal Society su invento de la pila. Tres años después, Johann Wilhelm Ritter construyó su acumulador eléctrico.

Recoge la batería y entrega a Faraday para realizar uno de sus trabajos

Figura 16. Diseño One page: escenario 3

Escenario Cinco

En este escenario Figura 18, el jugador interactúa con Kirchhoff y Bunsen (1860). Con la ayuda de un espectrómetro, el jugador será capaz de realizar observaciones de radiación y absorción de elementos como el helio, hidrógeno y neón.

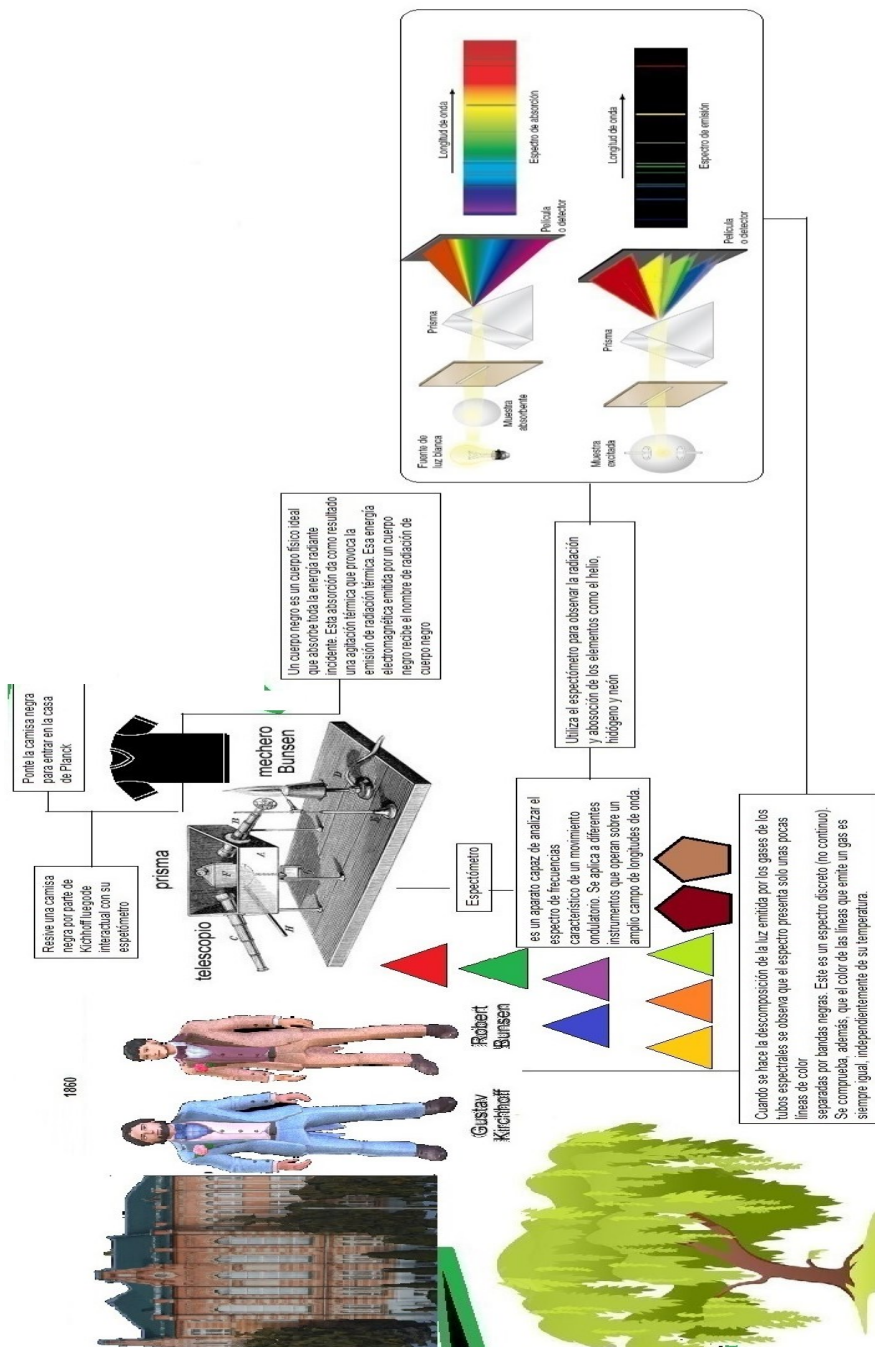


Figura 18. Diseño One page: escenario 5

Escenario Seis

En este escenario Figura 19., el jugador conoce a Rudolf Hertz (1887) y realiza pruebas con diferentes longitudes de onda, observando el comportamiento de placas metálicas cuando son alcanzadas por estas longitudes de onda. Luego, conoce a Thomson y lleva a cabo un experimento para descubrir una partícula llamada electrón, mientras este último explica su concepto de la materia.

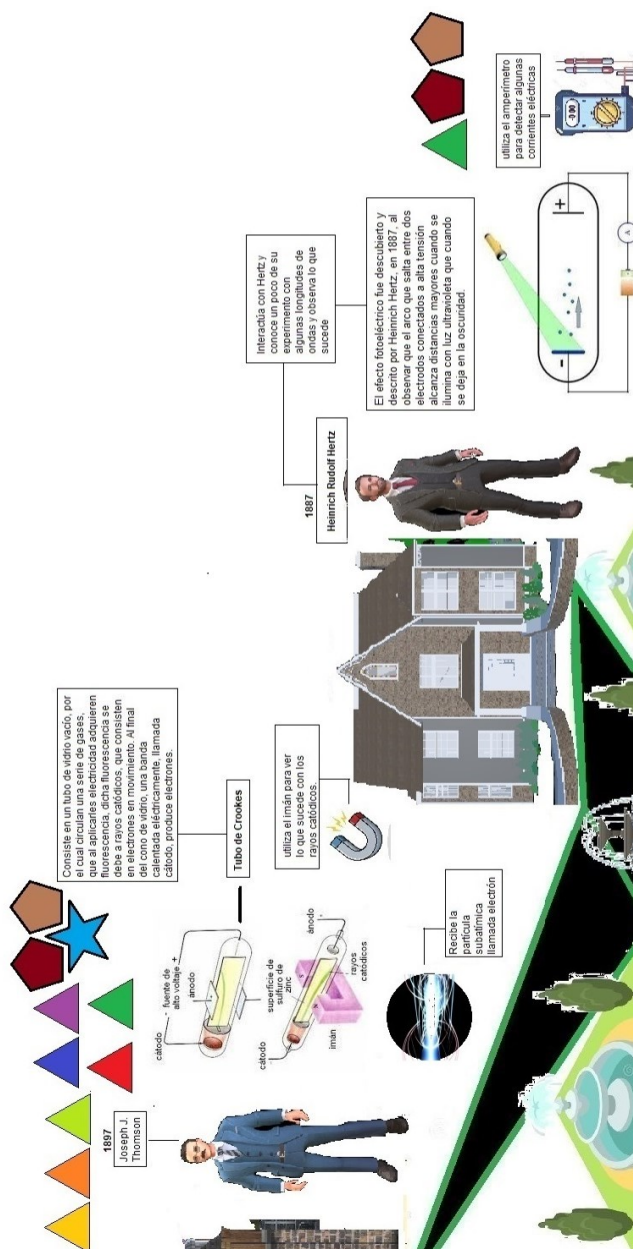


Figura 19. Diseño One page: escenario 6

Escenario Siete

Posteriormente en el escenario siete Figura 20, el jugador interactúa con Max Planck (1900) y comprende el fenómeno conocido como la catástrofe ultravioleta. Aquí, el jugador recibe una constante h , que simboliza la constante de Planck y que será útil en otro experimento más adelante en el juego.

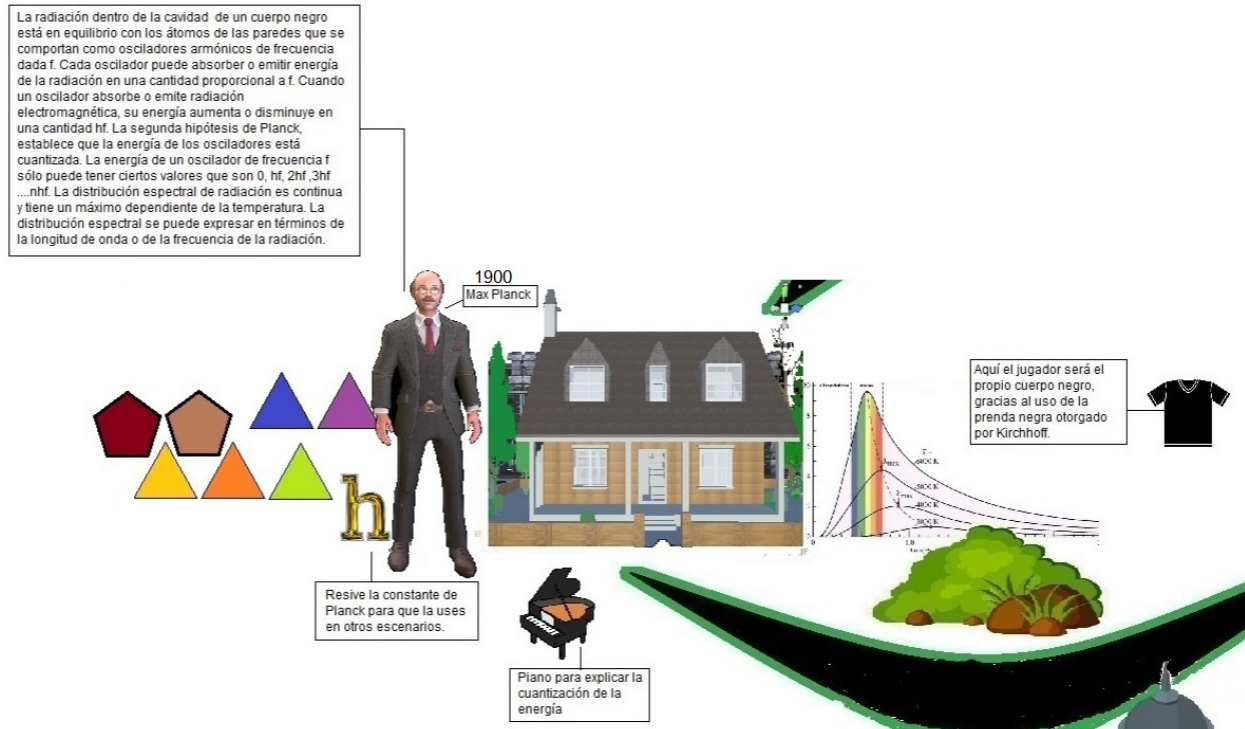


Figura 20. Diseño One page: escenario 7

Escenario Ocho

En el escenario donde conoce a Albert Einstein (1905) Figura 21, el jugador realizará el experimento del efecto fotoeléctrico. En este experimento, podrá comprender de mejor manera la idea inicial de Hertz al aplicar la constante de Planck y al medir la corriente eléctrica producida por la incidencia de longitudes de onda sobre diferentes metales.

Escenario Nueve

En este escenario Figura 22., el jugador conoce a Rutherford (1911) y debe realizar el experimento que le ayuda a probar la existencia de los protones, añadiendo así una nueva partícula a la colección y a la idea del átomo. En el mismo escenario, interactúa con Chadwick para descubrir los neutrones y finalmente conoce a Bohr (1913) para acercarse más a un modelo atómico general con todas las partículas que ha obtenido a lo largo del camino.

Escenario Diez

En el escenario representado en la Figura 23, el jugador interactúa con Sommerfeld y lleva a cabo el experimento del efecto Compton (1923), donde se demuestra que un fotón puede considerarse como una partícula con momento lineal y energía definidos.

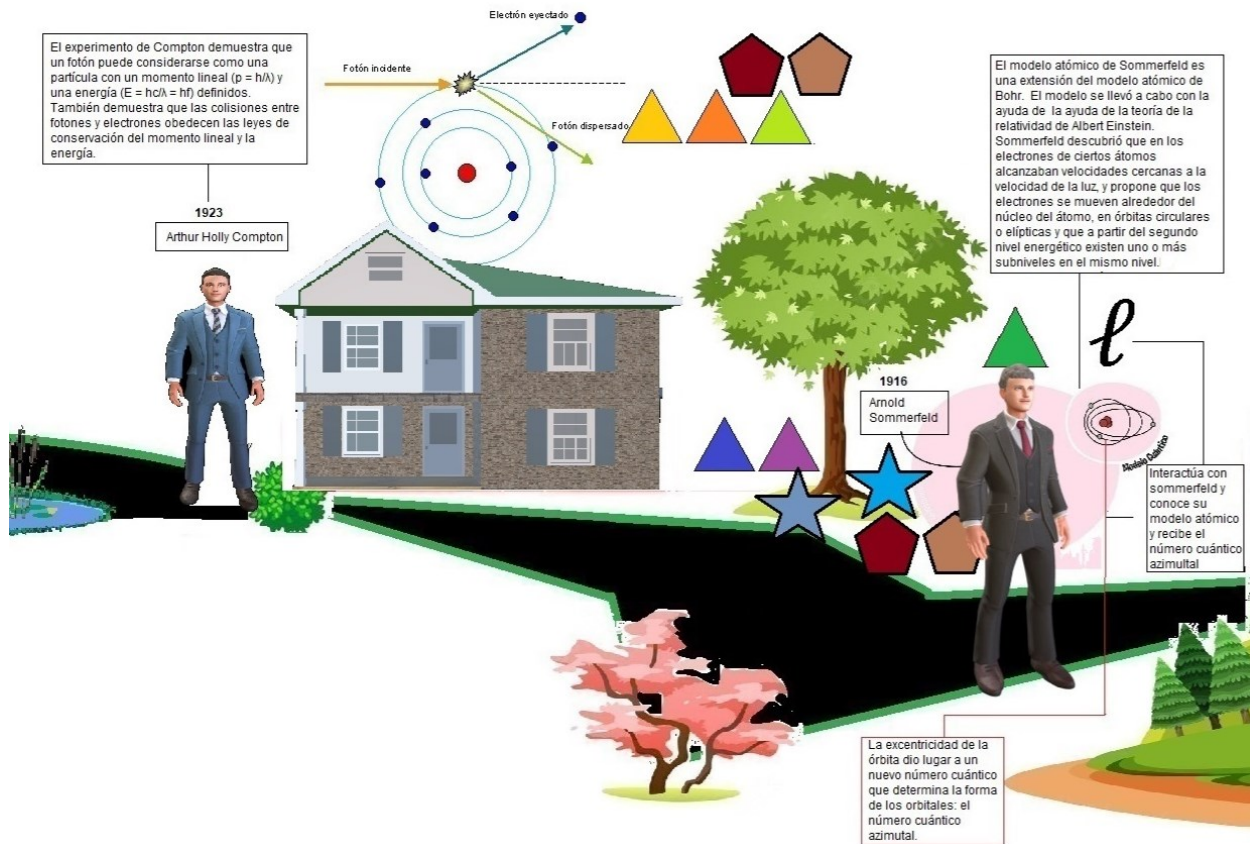


Figura 23. Diseño One page: escenario 10

Escenario Once

En el escenario representado en la Figura 24., el jugador lleva a cabo el experimento propuesto por De Broglie (1924), donde se demuestra que los electrones también se comportan como ondas. Este experimento brinda al jugador no solo comprensión sobre la composición de la materia, sino también sobre su comportamiento.

Momento determinado de forma precisa

Una onda sinusoidal de longitud de onda λ implica que el momento se conoce de forma precisa. Pero la función de onda y la probabilidad de encontrar la partícula $\Psi^* \Psi$ se esparce ¡por todo el espacio!

$$p = \frac{h}{\lambda}$$

p preciso
 x desconocido

Sumando varias ondas de diferentes longitudes de onda producirán un patrón de interferencia que inicia la localización de la onda.

Pero este proceso esparce los valores del momento y lo hace mas incierto. Esto es un inherente e ineludible aumento de la incertidumbre Δp cuando disminuye Δx .

$$\Delta x \Delta p > \frac{h}{2}$$

Se realiza dos experimentos con la caja, el primero se abre una caja y se deja salir un electrón, el segundo experimento, se abren las dos cajas al tiempo y se observa el patrón de interferencia.

1924

Louis-Victor de Broglie

recibe la longitud de onda

Louis de Broglie pensó: ¿y si... las partículas también se comportasen como ondas? Tras estudiar a fondo durante varios años las bases de la física cuántica, presentó su tesis con un importante descubrimiento teórico: los electrones se comportan como ondas y, no solo eso, sino que todas las partículas y objetos llevan asociada una onda de materia.

una partícula con masa m y velocidad v , también debería exhibir el comportamiento de una onda con un valor de longitud de onda λ

Figura 24. Diseño One page: escenario 11

Escenario Doce

Para el último escenario, representado en la Figura 25., el jugador interactúa con Pauli, donde a través de un tablero de juego, aprende sobre la redistribución de los electrones en orbitales. Además, con Schrödinger (1925), el jugador conoce la función de onda, que es una representación matemática de la probabilidad de encontrar una partícula en un lugar específico del espacio-tiempo. En este escenario, también interactúa con Heisenberg, comprendiendo que al momento de medir una partícula, el fotón utilizado interactúa con ella, dando información incorrecta sobre su posición y velocidad.

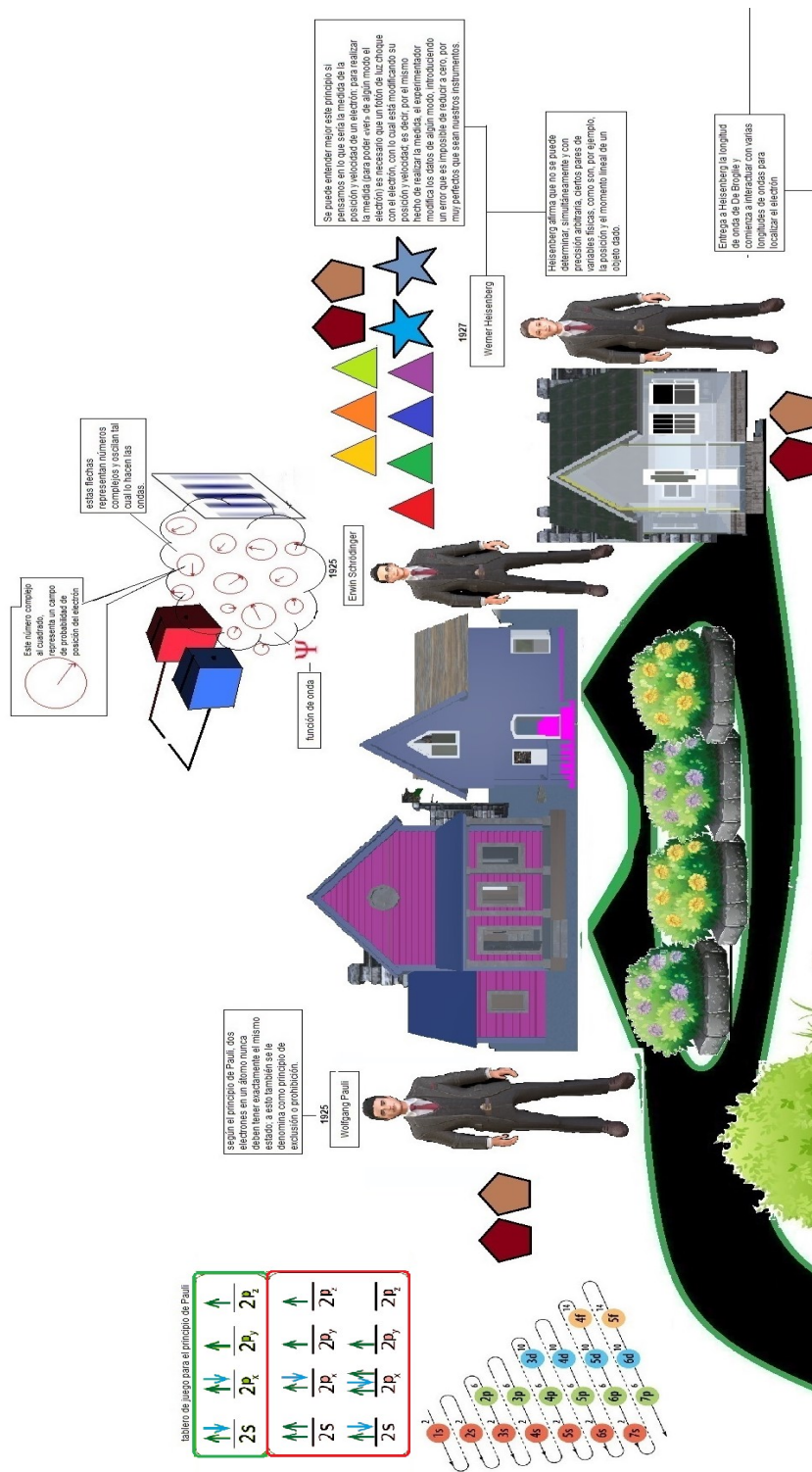


Figura 25. Diseño One page: escenario 12

4.5 Integración Del Videojuego Con Los Estándares Nacionales

En el One Page, también se detallaron los estándares y competencias delineadas por el Ministerio de Educación Nacional en cada contexto específico. Esto actúa como una guía fácil para los docentes al proporcionarles una visión clara de las competencias que pueden ser desarrolladas en cada escenario educativo.

En el diseño, se utilizan símbolos distintivos para representar las diferentes competencias. Las figuras triangulares simbolizan las competencias relacionadas con “aproximarse al conocimiento científico” como se evidencia en la Figura 26., mientras que las estrellas representan “el dominio de las ciencias naturales” Figura 27. Por otro lado, los pentágonos representan las competencias vinculadas al “desarrollo de compromisos personales y sociales” Figura 28.

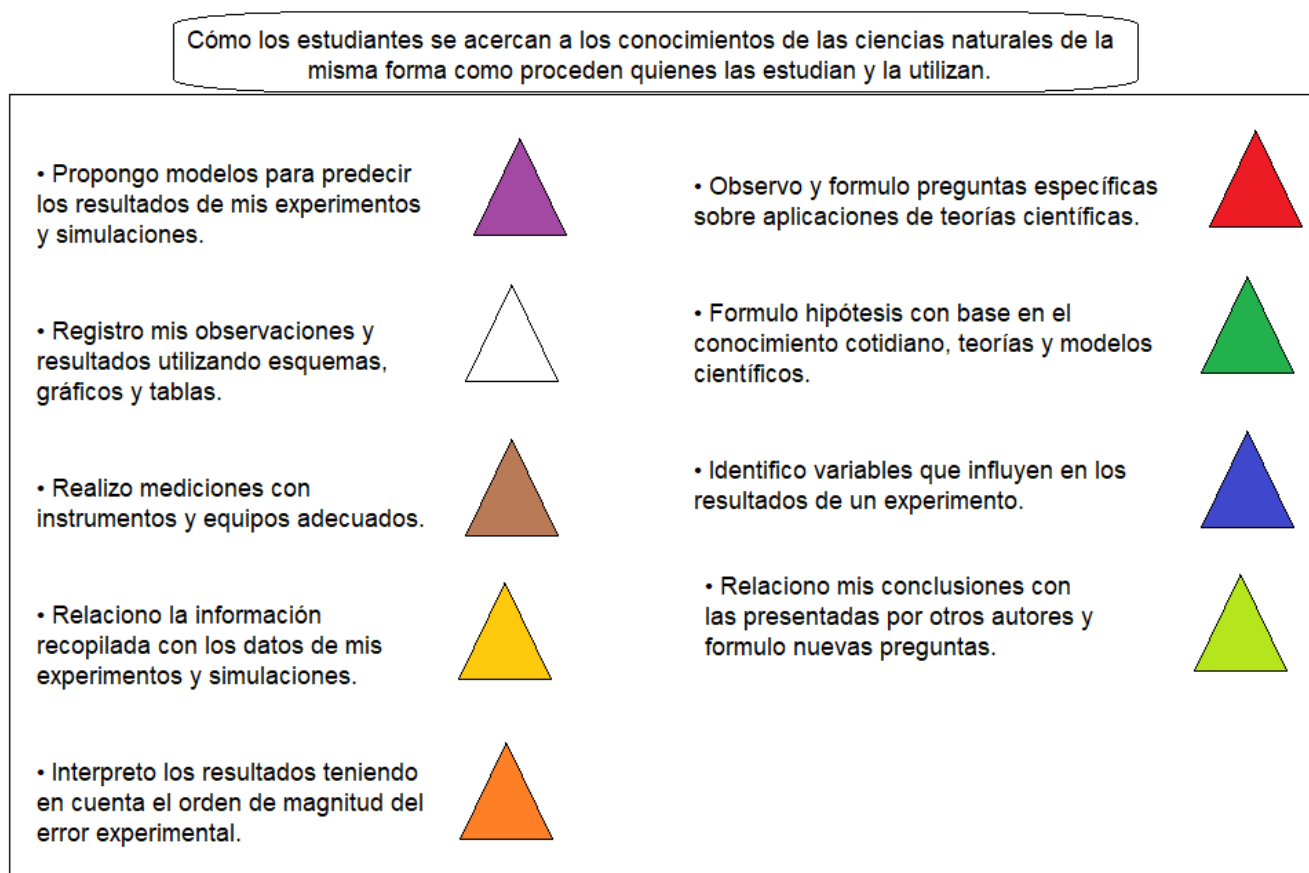


Figura 26. Competencias de aproximación al conocimiento científico

crear condiciones de aprendizaje para que, a partir de acciones concretas de pensamiento y de producción de conocimientos, los estudiantes logren la apropiación y el manejo de conceptos propios de dichas ciencias.




• Explico la estructura de los átomos a partir de diferentes teorías.	
• Explico la obtención de energía nuclear a partir de la alteración de la estructura del átomo.	
• Explico la relación entre la estructura de los átomos y los enlaces que realiza.	

Figura 27. Competencias del manejo de conocimiento de las ciencias naturales

Responsabilidades que como personas y como miembros de la sociedad se asumen cuando se conocen y valoran críticamente los descubrimientos y los avances de las ciencias naturales.



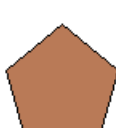

• Escucho activamente a mis compañeros y compañeras, reconozco otros puntos de vista, los comparo con los míos y puedo modificar lo que pienso ante argumentos más sólidos.	
• Reconozco los aportes de conocimientos diferentes al científico.	
• Reconozco que los modelos de la ciencia cambian con el tiempo y que varios pueden ser válidos simultáneamente.	
• Me informo para participar en debates sobre temas de interés general en ciencias.	

Figura 28. Competencias de desarrollo de compromisos personales y sociales

4.6 Desarrollo Del Videojuego En Unity

El diseño del videojuego educativo involucra dos escenarios desarrollados en Unity para la generación de una experiencia inmersiva. El primero, es un entorno griego que sirve como introducción para que el jugador explore las mecánicas del juego. El segundo escenario, una ciudad detallada que presenta las viviendas de 24 científicos y en cada casa se debe hacer una interacción con el personaje para realizar un laboratorio haciendo uso de la RV.

Mecánica Del Juego

El jugador explora entornos históricos y científicos, como la antigua Grecia Figura 29. y una ciudad evolutiva Figura 30., interactuando con diversos elementos y detalles que reflejan la evolución de la ciencia a lo largo del tiempo. Se presenta un recorrido cronológico a través de los 24 científicos, donde el jugador debe seguir un orden específico, interactuando con cada uno para avanzar en la historia y los desafíos del juego. Para ver el video del diseño de la ciudad griega en Unity acceder al siguiente enlace (<https://www.youtube.com/watch?v=WmAKKwjFwXg>) y para ver la recreación de la ciudad con los científicos hecho en Unity acceder a (<https://www.youtube.com/watch?v=ZPCDn7U1ZZc>).

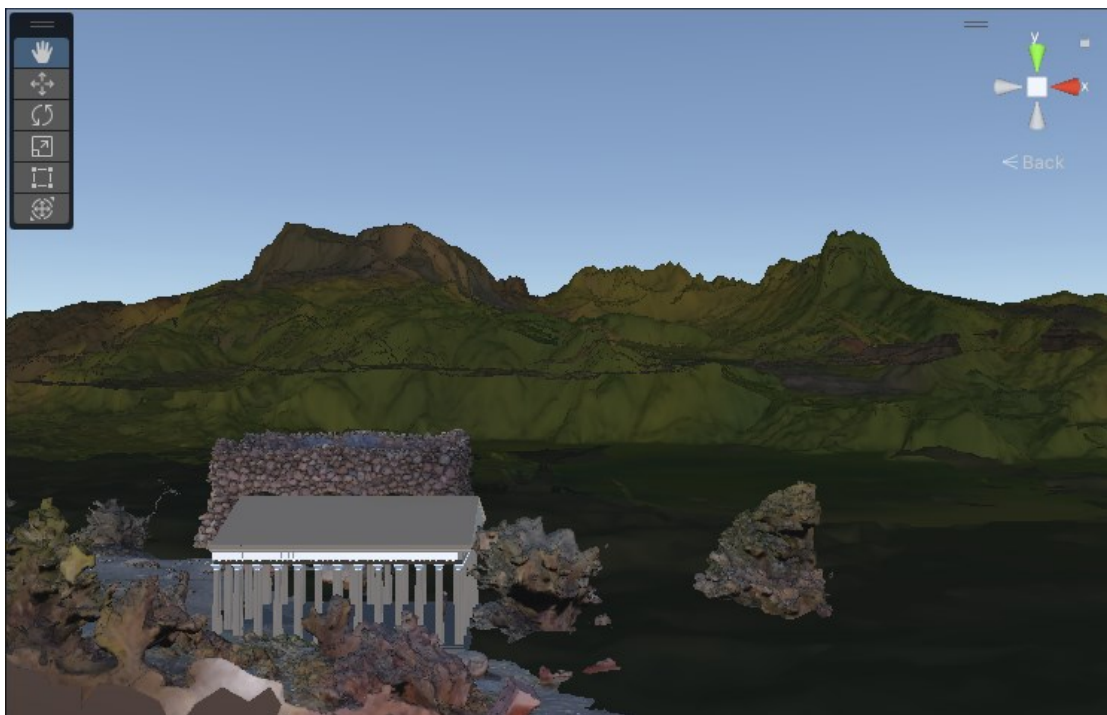


Figura 29. Escenario griego creado con Unity

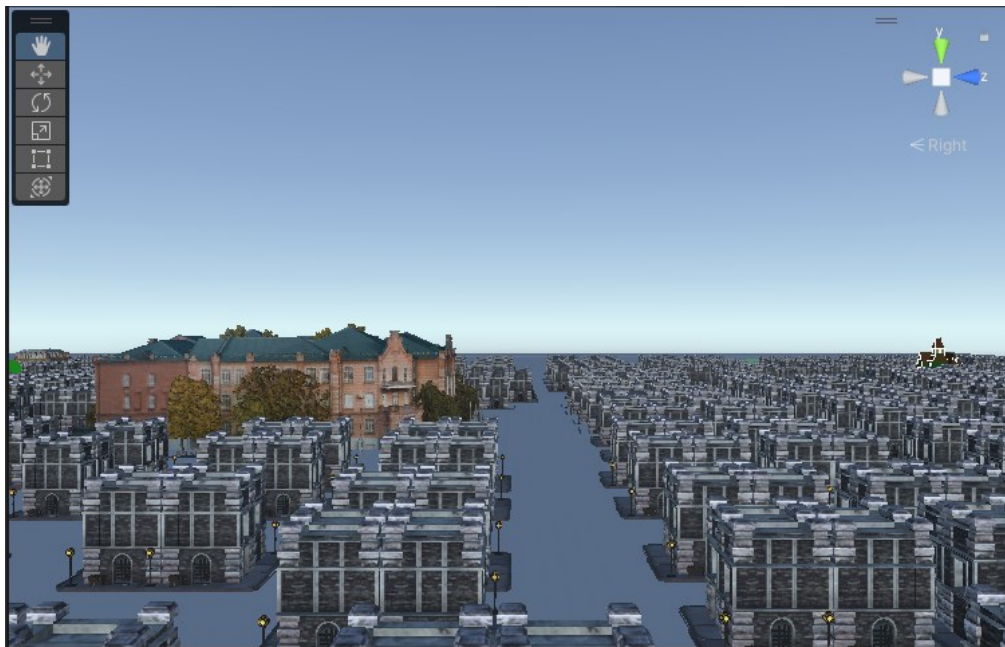


Figura 30. Ciudad creada con Unity

A medida que se avanza en el juego, el usuario, recolecta algunos objetos que le servirán de soporte para realizar otras experiencias dentro del juego, además que va aprendiendo de historia, fechas en las que se hicieron aportes significativos a la física.

Para la presentación de esta tesis, se integran dos laboratorios virtuales en RV, que permiten al jugador sumergirse en la experiencia del juego. En el primer escenario, el usuario recolecta partículas de los cuatro elementos (aire, agua, tierra, fuego) en un entorno griego Figura 31, experimentando y aprendiendo sobre la idea primigenia del átomo. En el siguiente enlace se puede observar el video del escenario de Demócrito en detalle creado no solo para conocer las ideas intuitivas de este personaje, sino que por su simplicidad, el jugador pueda reconocer la manera de jugar y manipular los controles (<https://www.youtube.com/watch?v=PHINiC6EjFA&t=7s>)

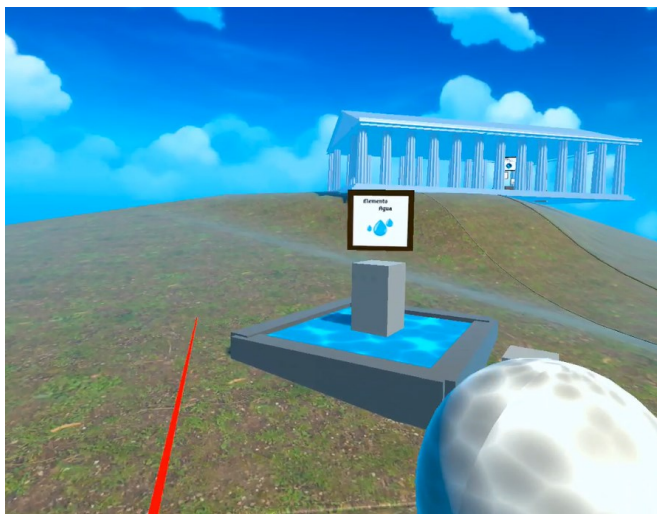


Figura 31. Laboratorio griego en RV creado con Unity

En el laboratorio virtual Figura 32., sobre el efecto fotoeléctrico junto a Einstein, el jugador lleva a cabo experimentos para comprender la relación entre la energía de los electrones, la frecuencia de la luz y la generación de corriente eléctrica. En el video que se muestra a continuación se puede observar el escenario de Albert Einstein, creado para realizar el experimento del efecto fotoeléctrico, dicho escenario implica la manipulación de instrumentos y tener en cuenta un número significativo de variables y conocimientos previos en física y en el desarrollo del videojuego (<https://www.youtube.com/watch?v=C8PHEKd1Y7o>),

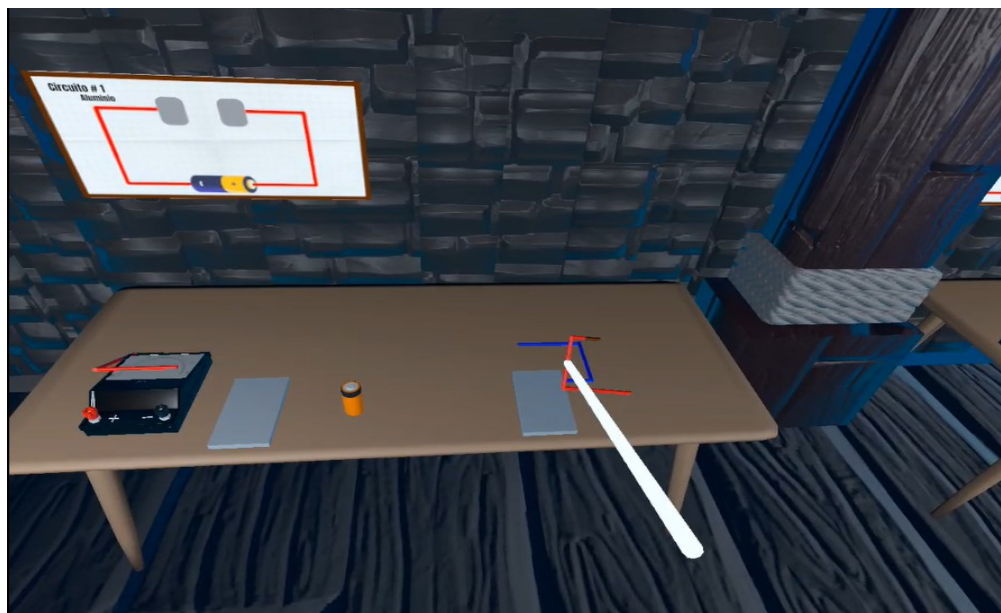


Figura 32. Laboratorio experimento fotoeléctrico en RV creado con Unity

Creación De Personajes

Los personajes del videojuego fueron generados utilizando la plataforma Ready Player Figura 33. Se busca una imagen del científico respectivo mediante un motor de búsqueda en internet, luego se sube a la página web la cual fue incorporada en la página web [<https://readyplayer.me/es/hub>] para crear un avatar del personaje. Durante este proceso, se seleccionó el vestuario y se añadieron elementos adicionales para otorgar mayor realismo a la representación del científico. Estos avatares fueron importados a la plataforma Unity y colocados en las diferentes escenas del videojuego.



Figura 33. Científicos creados con Real Player Me. (Einstein, Planck, Marie Curie, Newton).

4.7 Superación de Limitaciones en la Enseñanza de la Física Cuántica

El videojuego aborda varias limitaciones en la enseñanza de la física cuántica encontradas en el estado del arte. Aunque no reemplaza estudios comparativos a gran escala, proporciona un entorno interactivo y medible para enseñar conceptos cuánticos como el efecto fotoeléctrico. Los datos de interacción del jugador pueden ser valiosos en futuras investigaciones sobre el impacto de tecnologías educativas en el aprendizaje.

Cada escenario descrito, aborda conceptos de la física cuántica a través de actividades prácticas y ejemplos históricos, por lo que puede ser una herramienta que ayude a los estudiantes a superar desafíos conceptuales. Además, la narrativa histórica introduce a los escolares en el contexto de descubrimientos científicos importantes, facilitando una comprensión más profunda de la física cuántica.

El juego se presta a investigaciones a largo plazo para evaluar el mantenimiento de los efectos positivos en el aprendizaje y la sostenibilidad de los resultados. El diseño del videojuego está pensado para superar barreras relacionadas con la accesibilidad y la adopción de (TE) en los entornos educativos de educación media.

5. APLICACIÓN DEL INSTRUMENTO PARA EL ANÁLISIS DE LA EXPERIENCIA

A continuación se describe el protocolo de prueba llevado a cabo por los 11 estudiantes de grado décimo y undécimo, quienes participaron de la práctica del videojuego educativo llevado a cabo en el Medialab bloque 38 de la universidad EAFIT.

Protocolo De Prueba Del Demo Del Videojuego En Estudiantes Del Cibercolegio UCN

Objetivo: Evaluar la efectividad de los “demos” del videojuego basado en realidad virtual para la enseñanza de conceptos de física cuántica, así como su impacto en la motivación de los estudiantes de grado décimo y once de bachillerato del Cibercolegio UCN.

Participantes:

Estudiantes de bachillerato de grado décimo y once del Cibercolegio UCN.

Preparación:

1. Autorización de los padres o tutores (ver anexo 4).
2. Consentimiento informado del uso de imágenes y videos de los estudiantes que prueban el videojuego educativo (ver anexo 5).
3. Se dará a los participantes una breve capacitación sobre cómo usar los dispositivos de realidad virtual y cómo interactuar con el videojuego. Esto se hará en viernes 8 de marzo en horas de la tarde.
4. Explicar el propósito de la prueba y las instrucciones para jugar el juego. Esto se hará el sábado antes de comenzar las pruebas.
5. Realizar una breve demostración del juego y el uso de gafas de realidad virtual con un primer escenario (Demócrito), que por su simplicidad puede favorecer la interacción del videojuego educativo.
6. Se llevará a cabo una evaluación inicial de conocimientos (ver anexo 9) antes de la intervención, seguida de un post test con iguales preguntas a pretest para identificar el impacto de la experiencia en el aprendizaje.

Prueba Del Videojuego

1. Los participantes jugarán la experiencia en ambos escenarios (Demócrito sobre el átomo y Einstein sobre el efecto fotoeléctrico).
2. Durante la prueba, se observará la interacción de los estudiantes con el videojuego, tomando nota de su nivel de compromiso y comprensión de los conceptos que allí se proponen.
3. Se tendrá en cuenta el tiempo de juego y cualquier dificultad técnica experimentada.

Entrevistas

Se realiza entrevistas individuales con algunos participantes para obtener información más detallada sobre su experiencia.

Entrevista 1.

1. ¿Cómo describirías tu experiencia general al interactuar con el videojuego educativo de física cuántica?
2. ¿Qué aspectos del videojuego te resultaron más atractivos o interesantes?
3. ¿Qué opinas sobre la integración de la realidad virtual en la experiencia de aprendizaje?
4. ¿Cómo crees que el videojuego te ayudó a comprender mejor los conceptos de física cuántica, especialmente el efecto fotoeléctrico?
5. ¿Sentiste que el videojuego aumentó tu motivación para aprender sobre física cuántica?
6. ¿Hubo alguna parte del videojuego que te resultara confusa o difícil de entender?
7. ¿Cómo compararías esta experiencia de aprendizaje con otras formas tradicionales de enseñanza de la física cuántica?
8. ¿Recomendarías este videojuego a otros estudiantes? ¿Por qué?
9. ¿Qué cambios o mejoras sugerirías para futuras versiones del videojuego?
10. ¿Crees que este tipo de enfoque educativo podría ser beneficioso para otros temas científicos o áreas de estudio?

Entrevista 2

1. ¿Cómo crees que la experiencia de usar un videojuego educativo de física cuántica se compara con otras formas de aprendizaje que has experimentado?
2. ¿Qué aspectos del videojuego te resultaron más desafiantes o difíciles de comprender?
3. ¿De qué manera crees que el videojuego podría haber sido más efectivo en la enseñanza de conceptos de física cuántica?
4. ¿Consideras que el videojuego despertó tu interés en explorar más sobre la física cuántica fuera del aula?
5. ¿Qué sugerencias tendrías para mejorar la integración de la realidad virtual en la enseñanza de la física cuántica?
6. ¿Cómo afectó tu experiencia con el videojuego tu percepción general sobre la física cuántica y la ciencia en general?

Observaciones

Se describirán las observaciones directas que se vean durante la práctica, como reacciones de los participantes, comentarios “sueltos”, acciones por parte de la muestra que considere relevante frente al uso del videojuego educativo.

6. RESULTADOS Y ANÁLISIS OBTENIDOS

6.1 Resultados del instrumento “Instrumental Material Motivational Survey (IMMS) (Ver Anexo 6)

I. Atención

Al implementar elementos de RV en el juego, El 81,9% de los participantes indicaron que el inicio del videojuego captó su atención. Esto sugiere que la implementación de elementos de RV fue efectiva para generar curiosidad desde el principio Figura 34 El mismo porcentaje (81,9%) expresó que tanto los elementos visuales como los primeros minutos del juego les resultaron atractivos (Figura 35 y Figura 36). Esto refuerza la idea de que el diseño visual inicial del juego fue exitoso al llamar la atención.

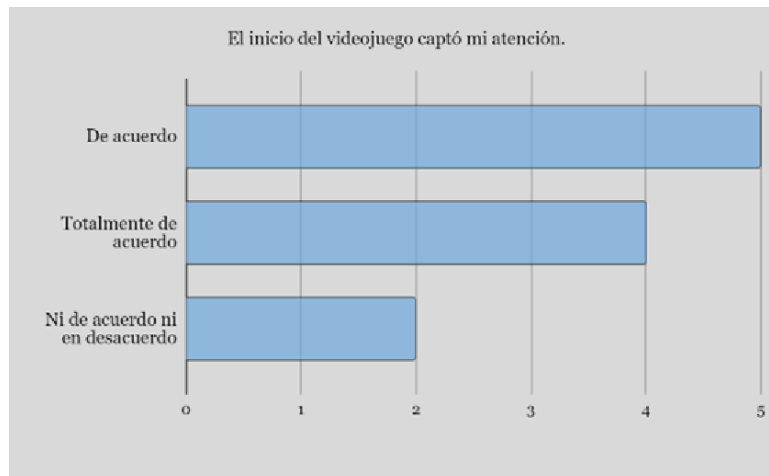


Figura 34. Captación de la atención en el inicio del videojuego

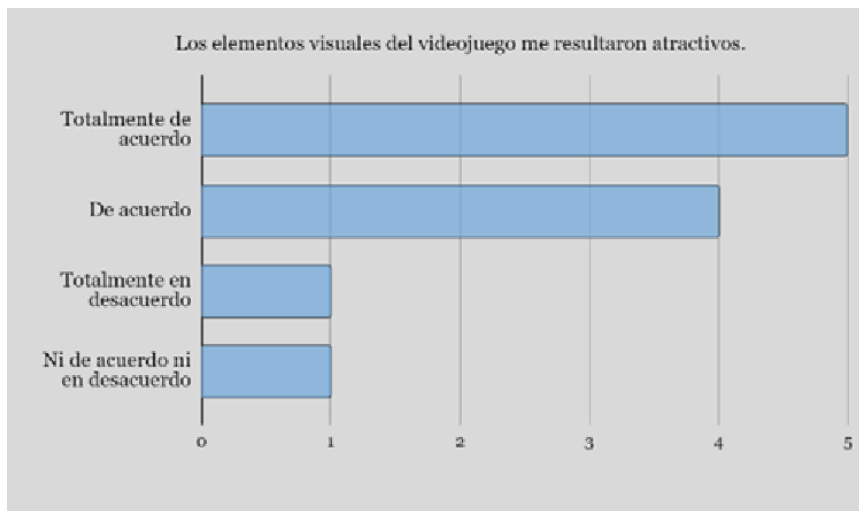


Figura 35. Elementos visuales del *videojuego*

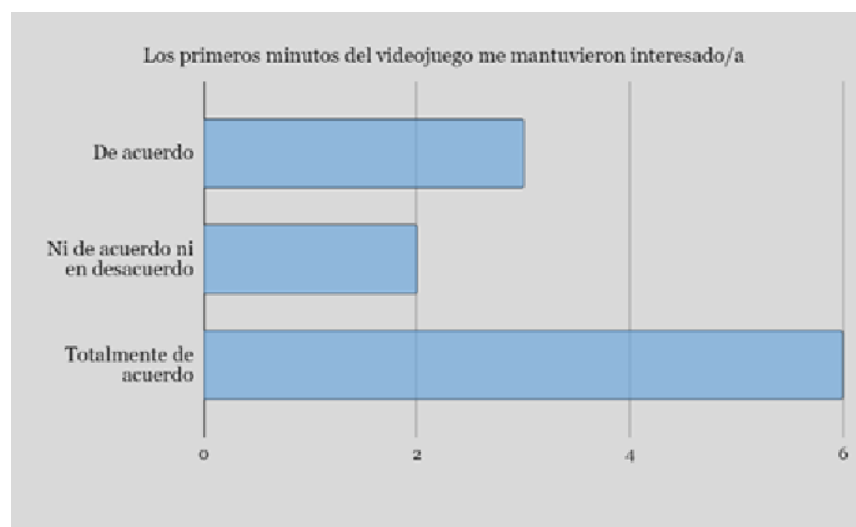


Figura 36. Interés en los primeros minutos del juego

El 63,6% de los estudiantes mostraron acuerdo o total acuerdo en que la narrativa del videojuego los atrajo desde el principio (Figura 37). Aunque es menos que los elementos visuales, aún representa una mayoría significativa, indicando que la historia incorporada tuvo un impacto positivo inicial en la motivación de los participantes.

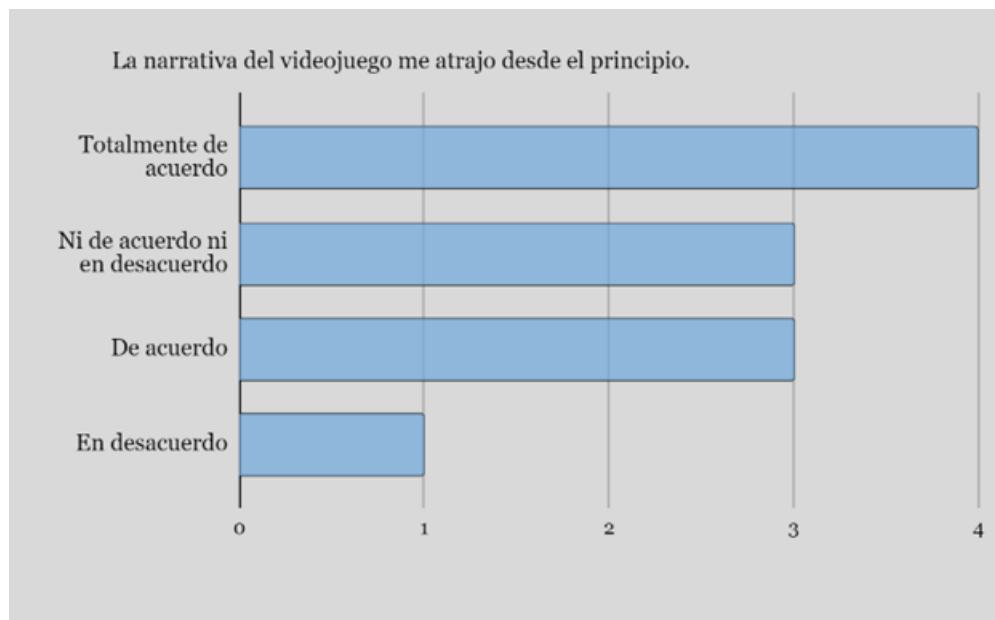


Figura 37. Atracción por la narrativa del videojuego

En cuanto a los efectos de sonido para mantener la atención, hay diversidad en las respuestas de los estudiantes. Mientras que el 45.5% de los estudiantes no están ni de acuerdo ni en desacuerdo que los efectos de sonido contribuyeron a mantener su atención, otro porcentaje del 36.4% indicó que si está de acuerdo. Estos resultados sugieren que la efectividad de los efectos de sonido en el videojuego puede variar entre los estudiantes y más si tenemos en cuenta sus diagnósticos. Para algunos participantes los efectos de sonido resultan estimulantes y ayudan a mantener su atención, para otros, estos mismos efectos pueden resultar poco efectivos. Esta percepción de los efectos de sonido destaca que se debe considerar las preferencias individuales de los estudiantes al diseñar experiencias de aprendizaje interactivas Figura 38.

El 72,8% de la muestra expresó que la introducción del videojuego les generó un deseo continuo de jugar (Figura 39). Este hallazgo subraya la importancia de una introducción bien diseñada y atractiva para mantener el interés y la motivación a largo

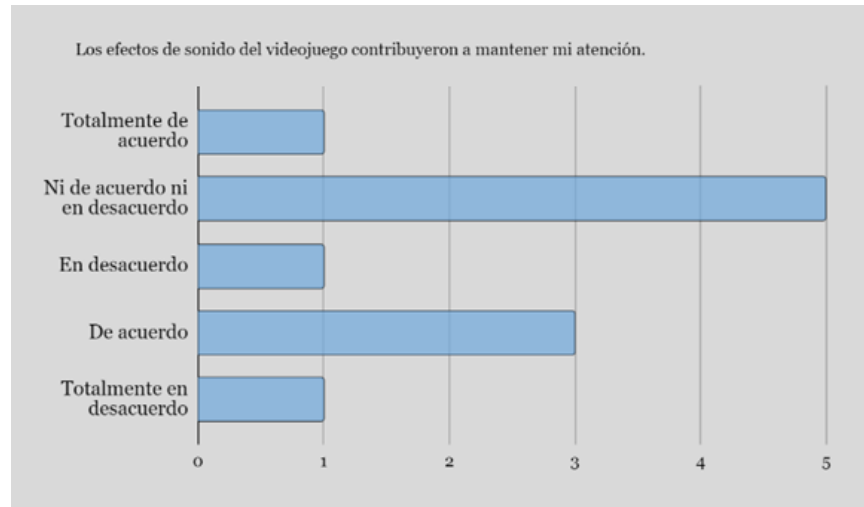


Figura 38. Contribución de los efectos de sonido a la atención

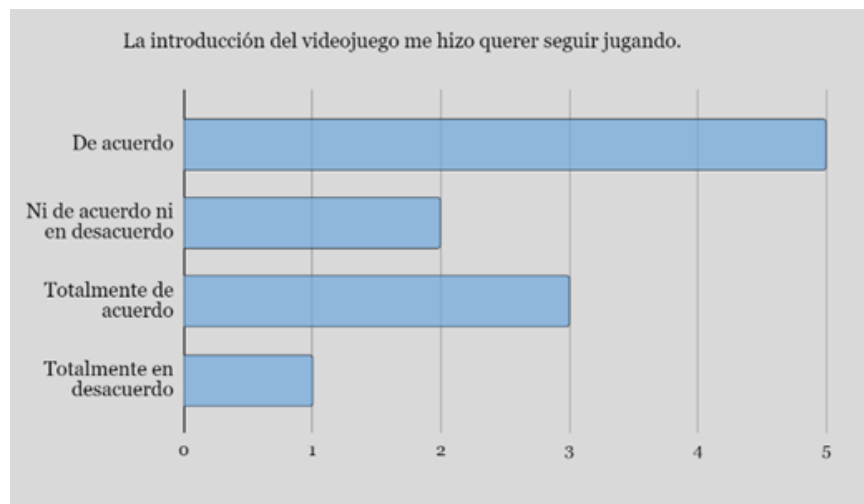


Figura 39. Impacto de la introducción del *videojuego* en el deseo de continuar jugando

Los datos recopilados indican que tanto los elementos de RV, los aspectos visuales, la narrativa y una introducción bien diseñada son críticos para captar y mantener la atención de los estudiantes en un videojuego educativo. La variabilidad en la percepción de los efectos del sonido destaca la importancia de considerar las preferencias individuales al diseñar experiencias interactivas de aprendizaje.

II. Relevancia

El 81,9% de los participantes perciben que el experimento fotoeléctrico realizado en el demo es importante para su formación académica (Figura 40). Esta alta aprobación destaca la relevancia de incluir temas como la física cuántica en herramientas educativas para ciencias naturales.

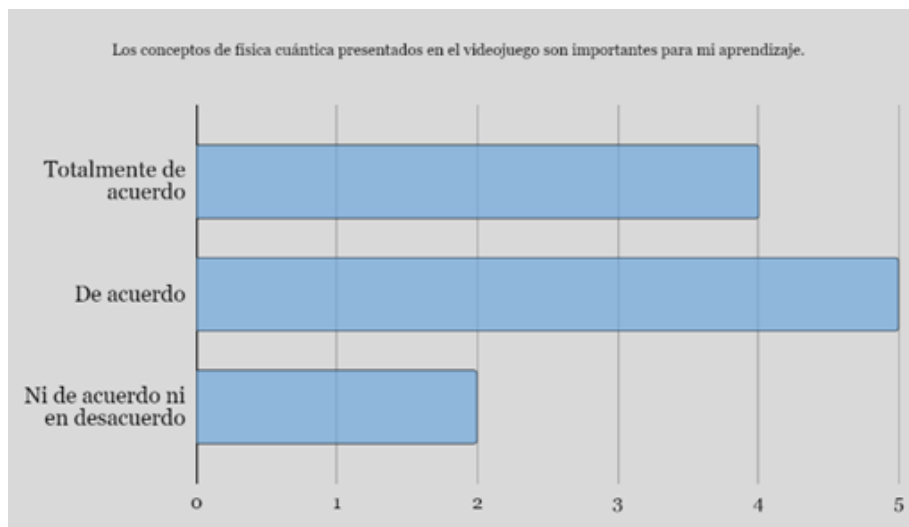


Figura 40. Importancia de los conceptos de física cuántica para el aprendizaje

Los usuarios expresaron que el videojuego les proporcionó una comprensión fácil de algo similar relacionado con la física cuántica (Figura 41). Esto sugiere que hay confianza y percepción positiva entre los estudiantes sobre la efectividad del juego para facilitar la comprensión de conceptos complejos.

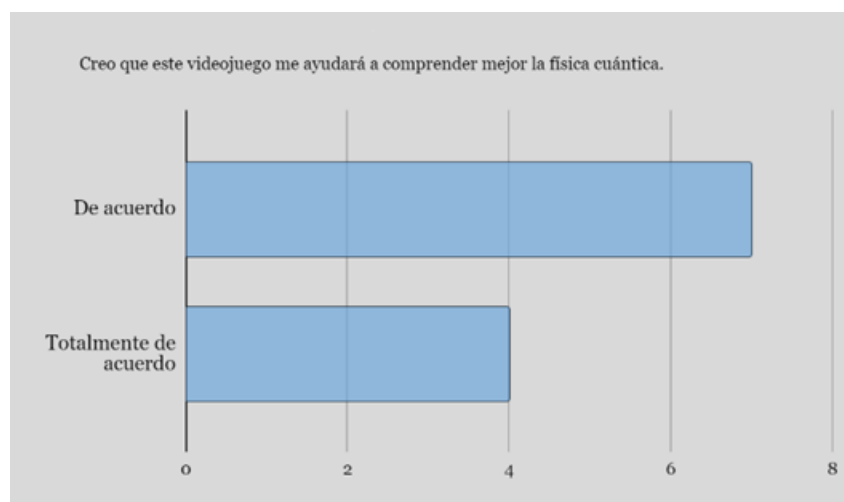


Figura 41. Percepción sobre la utilidad del videojuego para comprender la física cuántica

El 72,8% reconoce la utilidad y relevancia de los conceptos abordados en el videojuego para su educación (Figura 42). Esto indica que los participantes vienen a una conexión directa entre los conceptos presentados en el juego y su aprendizaje. Un alto porcentaje (81,9%) indica que los ejemplos y situaciones vívidas con el videojuego les ayudarían a entender de manera positiva los conceptos de física cuántica (Figura 43). Esto fortalece la idea de que el videojuego es efectivo para transmitir conocimientos de manera comprensible.

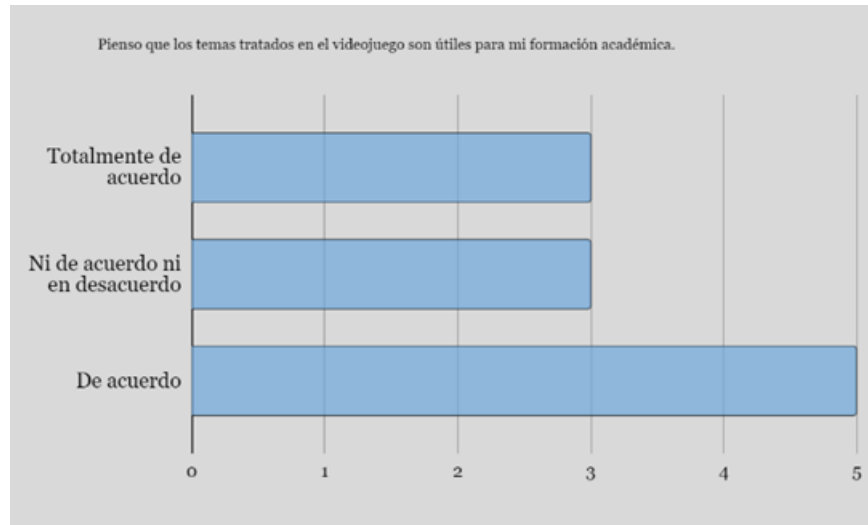


Figura 42. Valoración de la utilidad de los temas tratados en el videojuego para la formación académica

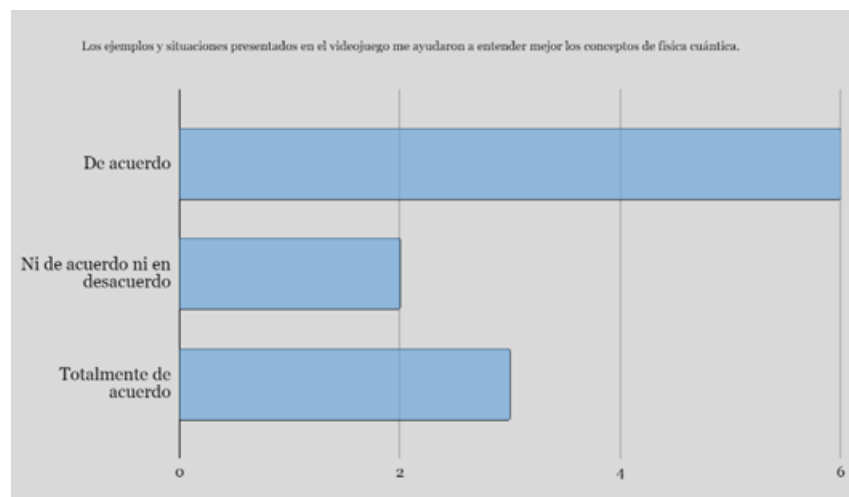


Figura 43. Impacto de los ejemplos y situaciones del videojuego educativo

Sin embargo, hay una variación en las respuestas sobre la relevancia del videojuego para la vida cotidiana de los estudiantes. Un 45,5% percibe el videojuego como poco relevante ni irrelevante para su vida diaria (Figura 44). De manera similar, cuando se pregunta si la información del videojuego se aplica a situaciones reales, el porcentaje es similar (Figura 45). Esto sugiere que el videojuego podría mejorar su conexión con aplicaciones prácticas fuera del contexto.

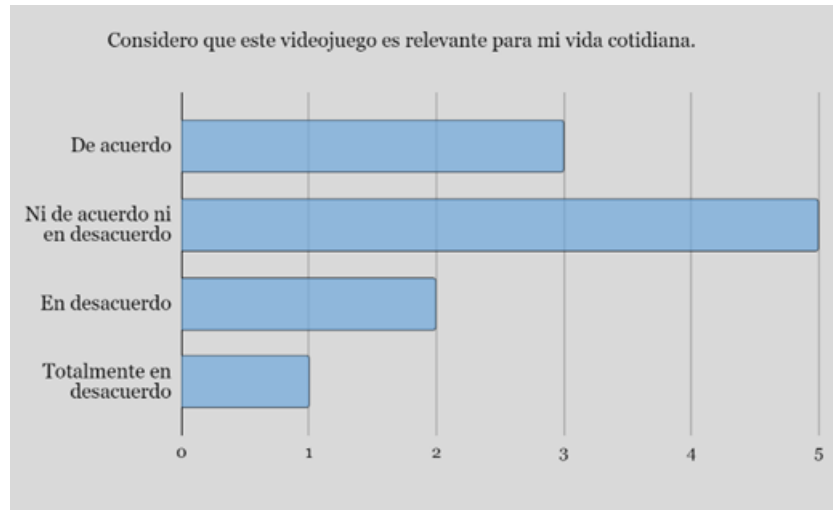


Figura 44. Percepción de la relevancia del videojuego para la vida cotidiana

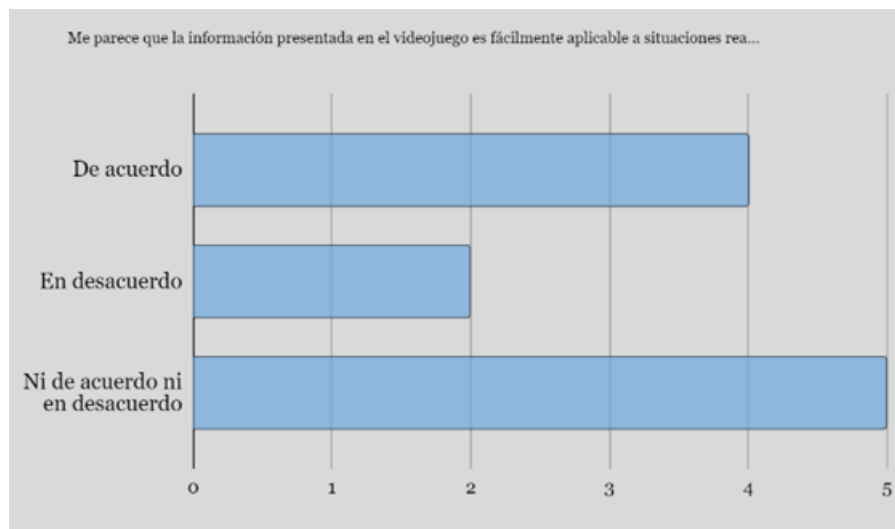


Figura 45. Evaluación de la aplicabilidad de la información del videojuego a situaciones reales

En conclusión, los datos indican que el videojuego tiene una alta relevancia y utilidad percibida para la formación académica en física cuántica, facilitando la comprensión de conceptos complejos. Sin embargo, existen oportunidades para mejorar la conexión del juego con la vida cotidiana de los estudiantes, lo que podría aumentar la motivación y el compromiso en futuras versiones del videojuego.

III. Confianza

El 54,5% de los participantes optaron por no tomar una postura clara sobre su seguridad para comprender la física cuántica después de jugar (Figura 46). Esto puede indicar una falta de familiaridad previa con el tema tratado en el videojuego. De manera similar, el 54,5% no tomó una postura clara sobre su capacidad para

comprender temas complejos relacionados con la física cuántica (Figura 47), sugiriendo una percepción mixta o indecisa debido a la novedad del videojuego.

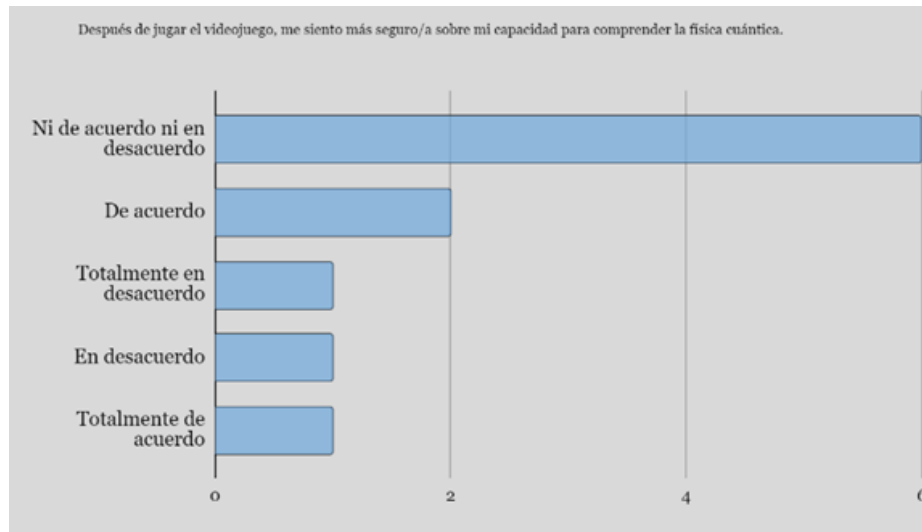


Figura 46. Confianza en la comprensión de la física cuántica después de jugar

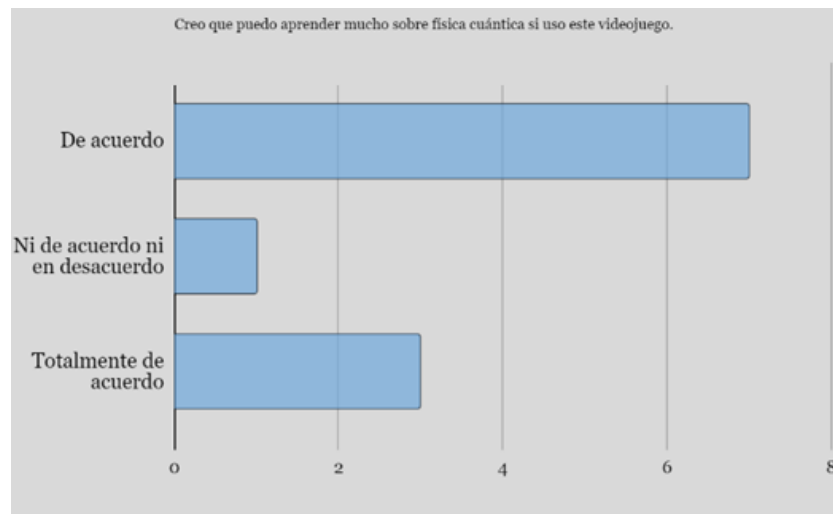


Figura 47. Seguridad en la habilidad de entender temas complejos

Sin embargo, el 90,9% de los estudiantes cree que puede aprender mucho sobre física cuántica utilizando este videojuego (Figura 48). Esto muestra una percepción positiva sobre la utilidad educativa del juego, a pesar de las dudas iniciales sobre la comprensión y la seguridad en el entendimiento de los conceptos. Igualmente alto, el 90,9% de los encuestados cree que puede dominar los conceptos de física cuántica a través de la demo del videojuego (Figura 49), lo que refleja una confianza significativa en la capacidad del juego para enseñar y facilitar el aprendizaje.

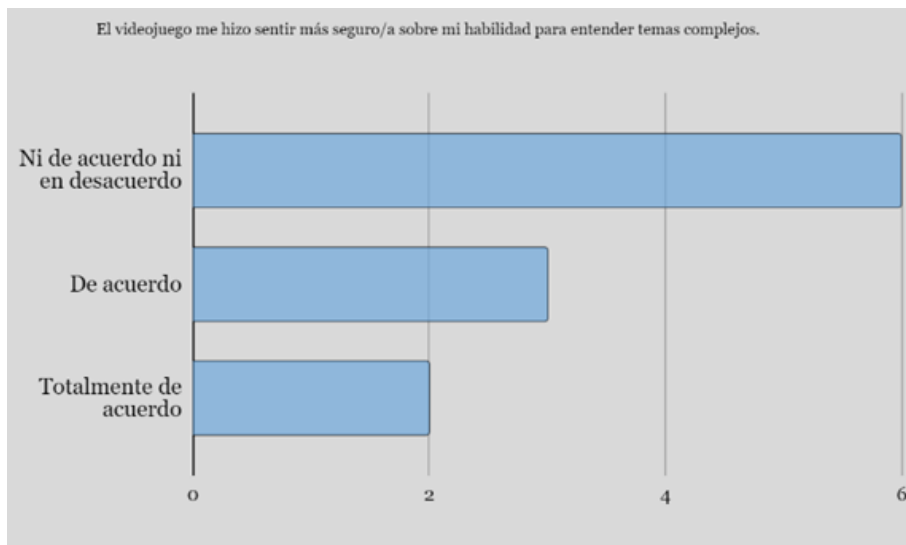


Figura 48. Percepción de aprendizaje potencial con el uso del videojuego

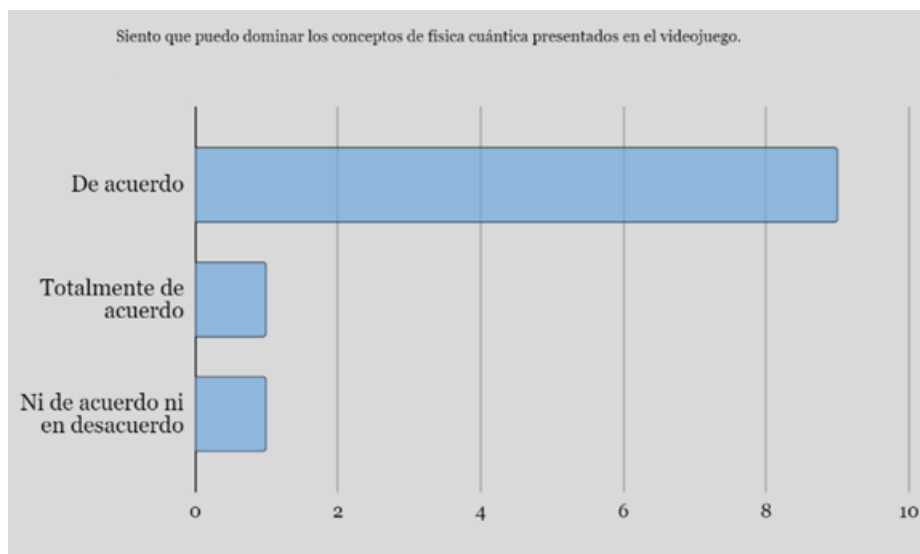


Figura 49. Creencia en la capacidad de dominar conceptos de física cuántica

Los resultados muestran una división en la motivación: el 36,4% está motivado a aprender más después de jugar, mientras que otro 36,4% no muestra motivación (Figura 50). Esto sugiere que el impacto del videojuego en la motivación puede variar entre los participantes, posiblemente debido a factores como la presentación de los conceptos o preferencias personales.

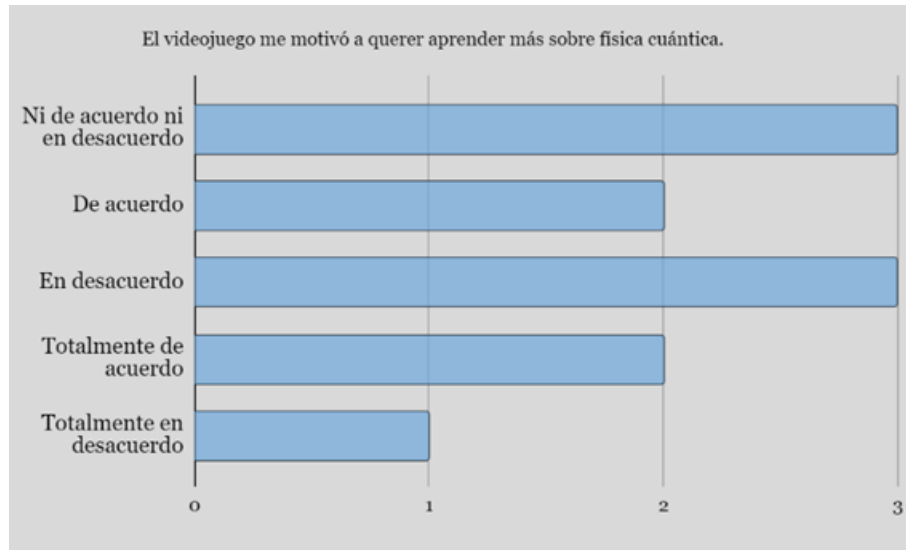


Figura 50. Motivación para aprender más sobre física cuántica

El 81,8% cree que la demo del videojuego puede ayudarles a mejorar sus habilidades en física cuántica (Figura 51), lo que indica una percepción positiva sobre el potencial del juego para desarrollar competencias en ciencias naturales.

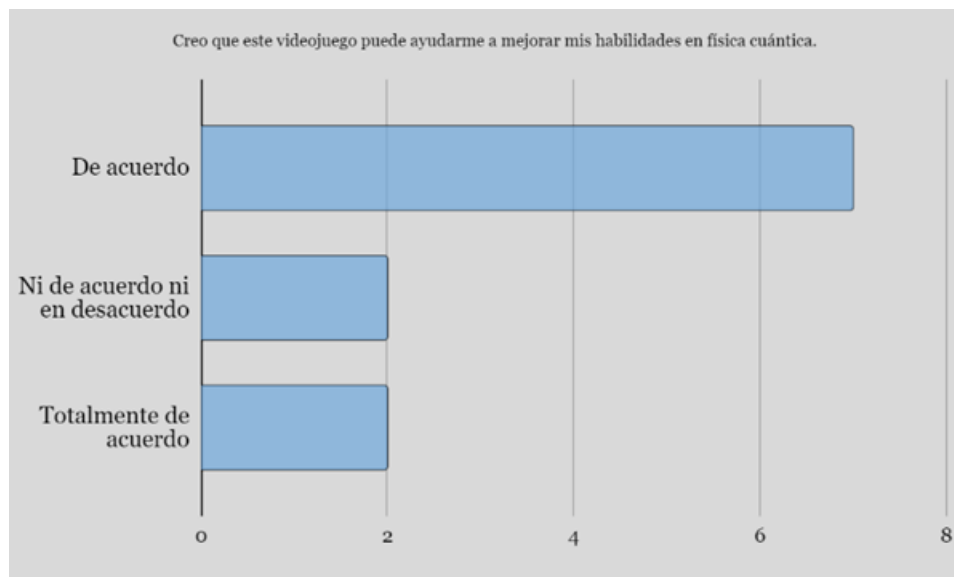


Figura 51. Expectativas de mejora en habilidades en física cuántica

Los datos muestran una alta confianza en la utilidad educativa y la capacidad del videojuego para enseñar física cuántica, también es importante considerar el conocimiento previo y las preferencias individuales de los estudiantes al diseñar herramientas educativas interactivas. La falta de familiaridad inicial con el tema puede influir en la percepción de seguridad y comprensión, aunque la mayoría ve el juego como una herramienta efectiva para aprender y mejorar habilidades específicas.

IV. Satisfacción

El 90,9% de los estudiantes expresaron que les gustó jugar este videojuego (Figura 52). Esta alta valoración inicial indica una recepción positiva del juego entre los estudiantes. Igualmente alto, el 90,9% estaría dispuesto a recomendar este videojuego a otros (Figura 53), lo cual refuerza la percepción positiva y la satisfacción general con la experiencia educativa. En la misma proporción, los usuarios se mostraron satisfechos con la experiencia del videojuego educativo que incluye elementos de Realidad Virtual (Figura 54), lo que indica una aceptación positiva de la tecnología.



Figura 52. Valoración positiva del videojuego

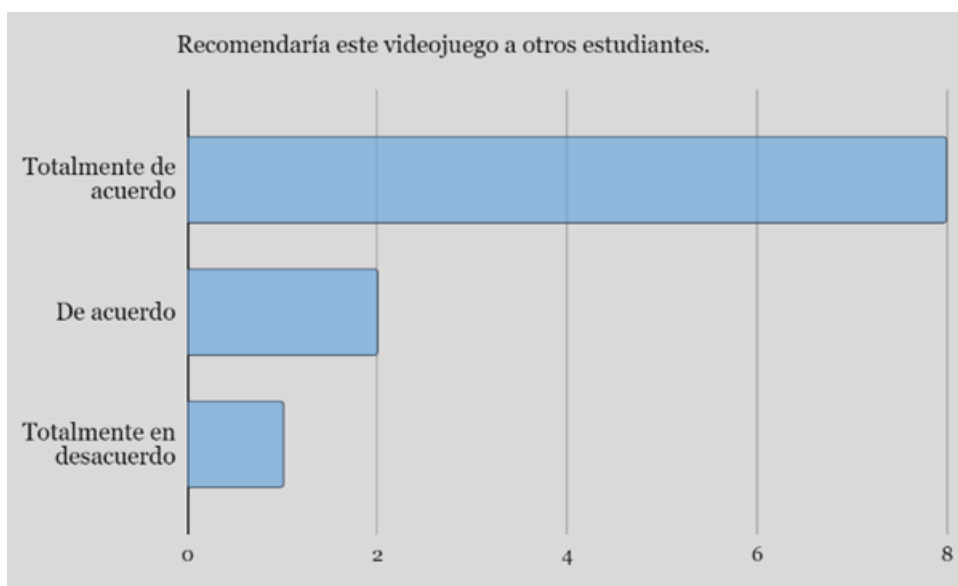


Figura 53. Recomendación del videojuego a otros estudiantes

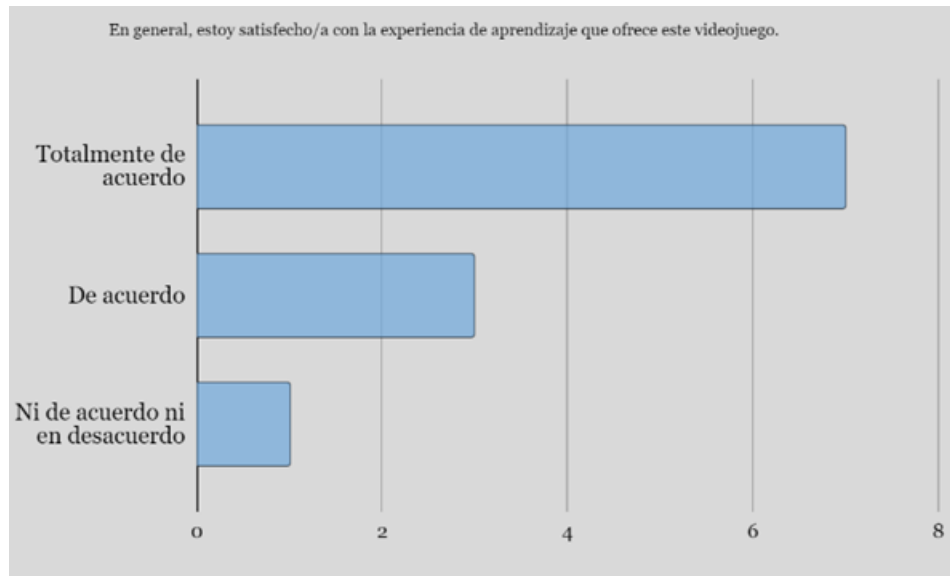


Figura 54. Satisfacción general con la experiencia de aprendizaje

El 72,8% calificó que el tiempo invertido con la experiencia inmersiva de realizar el experimento del efecto fotoeléctrico mediante la RV fue valioso para aprender sobre este concepto (Figura 55). Esto sugiere que los estudiantes valoran la utilidad educativa del juego para comprender conceptos complejos de física cuántica.

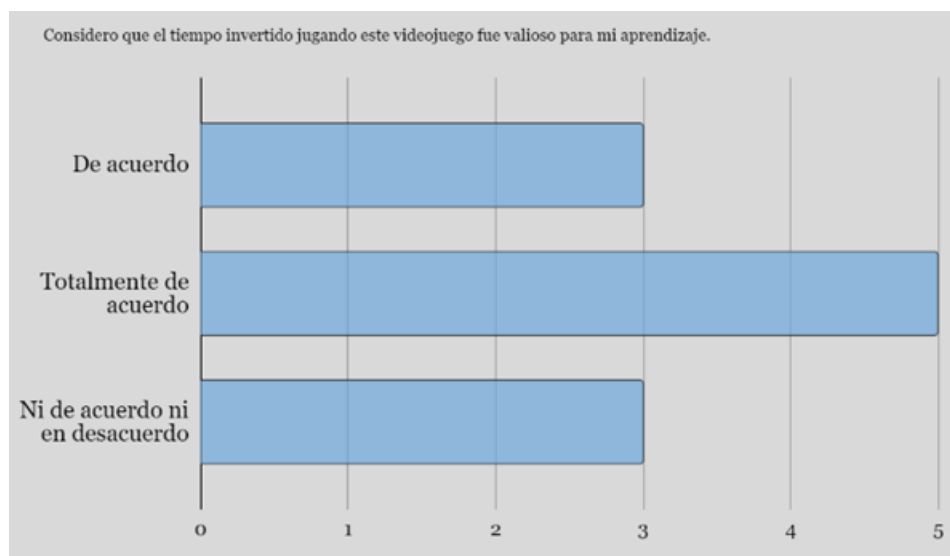


Figura 55. Valoración del tiempo invertido jugando

El 81,8% de los encuestados consideró que la experiencia con el demo cumplió sus expectativas como herramienta de aprendizaje (Figura 56). Esto refleja que el juego logró suscitar asombro y satisfacción entre los participantes, cumpliendo con lo esperado en el término.



Figura 56. Cumplimiento de expectativas como herramienta de aprendizaje

Cuando se les preguntó si seguirían usando el videojuego como parte de estudiar física cuántica, el 90,9% expresó su intención de hacerlo (Figura 57). Esta alta intención de uso futuro indica una aceptación continua y una disposición a integrar el videojuego como parte de estudiar física cuántica.



Figura 57. Intención de seguir utilizando el videojuego

Los resultados muestran una valoración muy positiva de la experiencia de aprendizaje dada por el videojuego de física cuántica. Los estudiantes valoran la innovación tecnológica, la utilidad educativa y la capacidad del juego para cumplir con sus expectativas, demostrando una alta satisfacción y una disposición significativa a seguir utilizando el videojuego en el futuro.

6.2 Análisis de resultados del instrumento “Instrumental Material Motivational Survey (IMMS)

I. Atención

Según estudios anteriores (Montagnani et al., 2023; Salcedo & Hernández, 2015), los elementos inmersivos son muy efectivos para captar y mantener la atención. Esto se reflejó en los resultados, ya que el 81.9% de los participantes dijo que el videojuego captó su atención, especialmente por sus elementos visuales. Además, la narrativa inicial también atrajo el interés del 63.6% de los estudiantes, aunque no tanto como los elementos visuales. Los efectos de sonido tuvieron una respuesta mixta: el 45.5% de los estudiantes no mostró una opinión clara, mientras que el 36.4% los encontró útiles. Por último, el 72.8% manifestó un deseo continuo de interactuar con el videojuego. Estos resultados destacan la importancia de una buena introducción y sugieren que personalizar los efectos de sonido podría mejorar aún más la experiencia.

II. Relevancia

Según González & Solbes (2020), enseñar conceptos complejos como la física cuántica puede ser complicado, pero el videojuego parece dar distinción en este aspecto porque el 81.9% de los estudiantes valoró de manera positiva la importancia del experimento fotoeléctrico para su formación académica. Sin embargo, el 45.5% sintió que tenía poca relevancia para su vida cotidiana. Esto muestra que, aunque el videojuego ayuda a entender la física cuántica, todavía hay una desconexión entre la teoría y su aplicación práctica. Para mejorar, sería útil desarrollar futuras versiones del videojuego que conecten mejor los conceptos aprendidos con situaciones del mundo real.

III. Confianza

Estudios como los de Rojas-Santana & Lopez-Mago (2018) muestran que la implementación de tecnologías educativas a menudo necesita mejorar la claridad de las instrucciones y el soporte educativo. En este caso, el 54.5% de los estudiantes expresó inseguridad en su comprensión de la física cuántica después de usar el videojuego, aunque el 90.9% lo consideró útil para aprender. El interés en profundizar en el tema varió, con un 36.4% mostrando interés y otro 36.4% sin interés. Esto sugiere que, aunque el videojuego es visto como una herramienta útil, hay espacio para mejorar su contenido y hacerlo más accesible para todos los estudiantes, ajustándolo para abordar mejor sus diferentes estilos de aprendizaje y aumentar su confianza en la comprensión.

IV. Satisfacción

Estudios como los de Perona & García (2012) y Yiannis et al. (2021) confirman que las estrategias de diseño efectivas son clave para el éxito de herramientas educativas. Con la aplicación de la estrategia, el 90.9% de los estudiantes expresó una alta satisfacción con el videojuego y lo recomendaría a otros. Esto muestra que el videojuego ha sido percibido como innovador y efectivo. La alta satisfacción también subraya lo importante que es una buena experiencia de usuario para mantener la motivación y el compromiso con el contenido educativo. Sin embargo, para que el videojuego sea aún más efectivo, es esencial abordar cualquier problema que se haya identificado y seguir optimizando tanto el diseño como su implementación.

Los altos niveles de satisfacción y la disposición para continuar usando el juego sugieren que este tipo de herramientas pueden ser efectivas para motivar a los estudiantes en el aprendizaje de temas complejos y abstractos como la física cuántica.

La siguiente Tabla 8. resume los porcentajes de estudiantes que expresaron una experiencia positiva y satisfactoria en relación con los diferentes aspectos del videojuego de física cuántica. Los altos porcentajes en cada categoría indican una alta motivación y satisfacción general entre los participantes, respaldando la efectividad del juego en motivar el aprendizaje de física cuántica a través de elementos como la atención captada, la relevancia percibida, la confianza en aprender y la satisfacción con la experiencia.

Tabla 8. Porcentaje de expresión positiva y satisfactoria de los estudiantes con relación a la prueba del videojuego.

Factor Evaluado	Ítem	Porcentaje de Estudiantes
Atención	Inicio del juego captó atención	81.9%
	Elementos visuales atractivos	81.9%
	Primeros minutos del juego llamativos	81.9%
	Narrativa atrajo desde el principio	63.6%
	Efectos de sonido variados en percepción	36.4% (de acuerdo), 45.5% (neutral)
Relevancia	Importancia del experimento fotoeléctrico	81.9%
	Utilidad del juego para comprender física cuántica	90.9%
	Beneficio para formación académica	72.8%
	Ejemplos y situaciones ayudaron a entender física cuántica	81.9%
	Aplicabilidad del juego a la vida cotidiana	45.5% (neutral)
Confianza	Seguridad para comprender física cuántica	27.3% (de acuerdo), 54.5% (neutral), 18.2% (en desacuerdo)
	Capacidad de entender temas complejos de física cuántica	27.3% (de acuerdo), 54.5% (neutral), 18.2% (en desacuerdo)
	Confianza en la capacidad de aprender a través del juego	90.9%
	Motivación para aprender más sobre física cuántica después del juego	36.4% (de acuerdo), 36.4% (en desacuerdo)
	El demo del videojuego mejora habilidades en física cuántica	81.8%
Satisfacción	Gusto por jugar el videojuego	90.9%
	Disposición a recomendar el juego	90.9%
	Satisfacción con la experiencia educativa de RV	90.9%
	Tiempo invertido en el juego fue valioso	72.8%
	Cumplió expectativas como herramienta de aprendizaje	81.8%
	Intención de seguir usando el juego para estudiar física cuántica	90.9%

6.3 Resultados Entrevista

I. Entrevista A (Ver Anexo 7)

- Experiencia general: El estudiante encontró el videojuego interesante tanto por el modo de juego como por el tema del efecto fotoeléctrico.
- Aspectos atractivos: La implementación de la realidad virtual fue especialmente atractiva para el estudio.
- Comprensión de los conceptos: El juego ayudó al estudiante a comprender mejor el efecto fotoeléctrico y aumentó su motivación para aprender sobre física cuántica.
- Comparación con formas tradicionales: Prefiere la realidad virtual sobre las formas tradicionales.
- Recomendación y sugerencias: Recomendaría el juego y sugiere agregar más escenarios de científicos para mejorarlo.
- Beneficios para otros temas científicos: Cree que la educación con realidad virtual puede beneficiar a otros temas científicos y áreas de conocimiento.

II. Entrevista B (Ver Anexo 8)

- Comparación con otras formas de aprendizaje: Considera que el videojuego ofrece una alternativa dinámica y práctica a la enseñanza tradicional.
- Desafíos y dificultades: Encontró desafiantes las mecánicas de movimiento y la jugabilidad en realidad
- Efectividad en la enseñanza: Sugiere que el juego podría ser más efectivo incorporando más experimentación práctica y menos teoría
- Interés en explorar más: No sintió un fuerte estímulo para explorar más sobre física cuántica fuera del aula después de jugar.
- Sugerencias para mejorar la RV: Propone hacer los elementos interactivos más intuitivos para mejorar la integración de la realidad virtual en la enseñanza.
- Impacto general en la percepción: Aunque la experiencia fue limitada, permitió una comprensión más profunda de algunos conceptos.

6.4 Análisis Entrevistas

Se puede observar que el Estudiante A mostró mayor motivación y satisfacción general con el videojuego. Expresó interés en explorar más sobre física cuántica, encontró el juego atractivo y útil para su aprendizaje, además recomendó el juego a otros estudiantes. Por otro lado, el Estudiante B, aunque valoró positivamente la experiencia dinámica del juego, destacó desafíos con la jugabilidad y no mostró un claro estímulo para explorar más el tema después de jugar.

En términos de motivación, la alta satisfacción y el interés demostrado por el Estudiante A sugieren que el videojuego fue efectivo en motivar el aprendizaje y la exploración adicional del tema. En cambio, el Estudiante B, aunque apreció la dinámica del juego, presentó algunas inconformidades y no mostró una motivación tan fuerte para profundizar en el tema fuera del contexto del juego.

Estas declaraciones destacan la importancia de considerar tanto los aspectos positivos como las áreas de mejora identificadas por los estudiantes al diseñar y evaluar herramientas educativas como el videojuego de física cuántica.

6.5 Observaciones Directas A Los Usuarios Del Videojuego

Antes de realizar la prueba, los estudiantes se mostraron interesados y curiosos, tenían sus dudas de cómo era el videojuego educativo, desde el punto de vista personal, puedo decir que la asistencia a la práctica era más por la experiencia de RV que el juego o la experimentación que se pudiera llevar a cabo en él.

Durante la práctica con el videojuego educativo, los estudiantes mostraron interés y cierta aprensión al utilizar los cascos y los controles. Su primera impresión fue de asombro al interactuar por primera vez con la RV, que si bien, no es completamente real, les resultaba novedosa la experiencia. Al ser la primera vez, algunos no se enfocaron en la finalidad de la práctica, mostrando más interés en observar e interactuar con todo lo que veían en la inmersión.

Al finalizar la sesión, 10 de los estudiantes expresaron comentarios positivos, mostrando interés en explorar más el videojuego y en la innovadora forma de realizar un laboratorio de física, ya que para muchos era la primera vez que participaban en una práctica experimental. Uno de ellos no mostró ninguna emoción particular por el contenido o la experiencia. Los estudiantes expresaron el deseo de terminar el videojuego y agregar más personajes para hacerlo más efectivo. Consideraron que no solo estaban aprendiendo sobre temas de física cuántica, sino que también se estaban divirtiendo, aunque el cansancio visual era algo que los fatigaba después de varios minutos de exposición en el videojuego.

Aunque hubo una variedad de respuestas entre los estudiantes, la mayoría expresó una percepción positiva al finalizar la sesión y en las siguientes semanas el tema del efecto fotoeléctrico y cómo este concepto estaba relacionado con la física cuántica, fue un tema de conversación que propusieron en las clases de física siguiente.

6.6 Resultados De La Observación

- Interés inicial y curiosidad: Antes de la prueba, los estudiantes mostraron interés y curiosidad por el videojuego educativo, especialmente por la experiencia de realidad virtual.
- Impresión durante la práctica: Durante la práctica, los estudiantes mostraron asombro y emoción al interactuar con la RV por primera vez. Aunque algunos se centraron más en la novedad de la tecnología que en los objetivos educativos del videojuego.
- Reacciones al finalizar la sesión: La mayoría de los estudiantes expresaron comentarios positivos y mostraron interés en explorar más el videojuego. Consideraron que la experiencia no solo fue educativa sino también divertida, aunque algunos mencionaron fatiga visual después de realizar la práctica.
- Discusión posterior e impacto en el aprendizaje: En las semanas siguientes, el tema del efecto fotoeléctrico y su relación con la física cuántica fue discutido en las clases de física, indicando un impacto positivo y duradero.

6.7 Análisis De La Observación

Estos puntos sugieren que la mayoría de los estudiantes mostraron motivación durante y después de la experiencia con el videojuego. El interés inicial, la impresión positiva durante la práctica, los comentarios favorables al finalizar la sesión y la discusión continua del tema en las clases siguientes son indicativos de que el videojuego logró motivar a los estudiantes hacia el aprendizaje de la física cuántica mediante una experiencia innovadora.

6.8 Contratiempo De La Prueba

El propósito inicial de la prueba era que los estudiantes exploraran dos escenarios: el de Demócrito y el efecto fotoeléctrico. Estos escenarios representan simulaciones completas del videojuego. Sin embargo, debido a limitaciones de tiempo y dificultades en el desplazamiento hacia la universidad EAFIT, donde se realizaría la prueba, se decidió optar por un solo escenario. Se seleccionó el escenario del efecto fotoeléctrico para contar con más interacciones e instrumentos de medida similares a los de un laboratorio real.

Solo dos estudiantes lograron completar la práctica virtual, se concentraron en las instrucciones y finalizaron la prueba satisfactoriamente, respondiendo las preguntas al final del videojuego. Como la mayoría de los usuarios no terminaron la prueba no se pudo llevar a cabo el test de conocimientos previos y el post test. Sin embargo, al preguntarles de manera espontánea a los dos participantes que culminaron satisfactoriamente la experiencia por conceptos relacionados con el efecto fotoeléctrico, se mostraron nerviosos y tendieron a confundir el objetivo de la prueba. Por ejemplo, al preguntarles por la intención del laboratorio, no lograron decidirse entre graduar las frecuencias para obtener más energía y liberar electrones, o si era para evidenciar corriente eléctrica entre las placas de metal proporcionadas por la interacción de las diferentes frecuencias de las ondas electromagnéticas. .

Los estudiantes que completaron la prueba tardaron aproximadamente 10 minutos. Aunque este tiempo es adecuado para la experiencia, no se debe prolongar la actividad debido al cansancio y sensación de inestabilidad que pueden experimentar.

Otro inconveniente fue que solo se contaba con un dispositivo para los once estudiantes, lo que generó impaciencia en algunos por la espera, mientras que quienes usaban las gafas se vieron limitados en disfrutar plenamente de la experiencia. Fue necesario orientarlos sobre el objetivo de la práctica, ya que, a pesar de que el videojuego contaba con un personaje que les indicaba qué hacer, los estudiantes parecían no prestar atención a sus instrucciones. La instrucción inicial sobre el uso del videojuego y la tarea a realizar se les había olvidado, por lo que fue necesario recordarles cómo hacer la práctica y cómo debían usar los controles.

7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

7.1 Conclusiones

- La tesis logró diseñar y evaluar un videojuego educativo inmersivo utilizando realidad virtual que facilita la comprensión y aprendizaje de conceptos de física cuántica, específicamente el efecto fotoeléctrico. La captación de atención y la percepción de importancia del juego demuestran lo positivo de esta estrategia metodológica.
- Se identificaron las características y necesidades de los estudiantes de educación media del programa Primaria incluyente en relación con el aprendizaje de la física cuántica. Los resultados obtenidos mostraron que los estudiantes encuentran útil el contenido del videojuego, lo que indica que se consideraron adecuadamente sus necesidades en el diseño del juego.
- Se diseñó un videojuego educativo utilizando la programación Unity, incorporando simulaciones de experiencias históricas y escenarios científicos relacionados la física cuántica y con el efecto fotoeléctrico. Estos elementos tuvieron valor para los estudiantes en cuanto a la facilidad de aprender teorías científicas.
- El videojuego aumentó la motivación de los estudiantes hacia el aprendizaje de conceptos de física cuántica. Los niveles de satisfacción y la disposición para recomendar el juego indican una iniciativa hacia el conocimiento científico, logrando así el objetivo de analizar y aumentar la motivación estudiantil.
- A pesar de los desafíos logísticos y técnicos enfrentados durante la prueba, los estudiantes que completaron la experiencia mostraron una comprensión básica de los conceptos relacionados con el efecto fotoeléctrico. Sin embargo, la confusión observada en algunos estudiantes sobre los objetivos de la prueba resalta la necesidad de una orientación más clara y precisa.

7.2 Recomendaciones

- Es necesario ampliar la muestra de estudiantes y repetir el estudio para obtener resultados más representativos. Además, se debe considerar el uso de múltiples dispositivos para maximizar el tiempo de interacción con el videojuego.
- Proporcionar instrucciones más claras y detalladas antes y durante la experiencia de juego es crucial para asegurar que los estudiantes comprendan plenamente los objetivos y procedimientos de la práctica. La inclusión de tutoriales interactivos dentro del videojuego podría ser una solución efectiva.
- Implementar un sistema de evaluación formal de conocimientos antes y después de la experiencia de juego para medir con precisión el impacto del videojuego en el

aprendizaje. Esto ayudaría a identificar áreas de mejora y validar la eficacia educativa del videojuego.

- Ajustar la duración de las sesiones de juego para evitar el cansancio y la inestabilidad. Es recomendable realizar múltiples sesiones más cortas en lugar de una sola sesión larga para mantener el nivel de motivación y concentración de los estudiantes.
- Ampliar el contenido del videojuego para incluir más conceptos de física cuántica y otros fenómenos relacionados. Esto permitiría una exploración más profunda y una comprensión más completa de la materia, aumentando el valor educativo del videojuego.
- Realizar estudios longitudinales para evaluar el mantenimiento de los efectos positivos del uso del videojuego a lo largo del tiempo. Esto permitirá determinar la durabilidad del aprendizaje y la motivación generada por el videojuego.
- Trabajar en la integración del videojuego con el currículo escolar de manera que complemente y enriquezca las clases tradicionales de física. Esto podría implicar la colaboración con docentes para diseñar actividades complementarias y evaluaciones que se alineen con los objetivos educativos.

REFERENCIAS

- Ahmed, S. P. (2023). Impact of video game based instructional strategy on students' interest and conceptual understanding of senior secondary school physics. *ScienceOpen Research*. <https://doi.org/10.11648/j.sr.20231102.11>
- Albito Tapia, P. I. & Ardaiz Villanueva, O (2022). Herramienta Colaborativa En Realidad Virtual Y Mixta De Diseño Y Prototipado De Dispositivos Interactivos.
- Alvarado Puentes, K. A. (2021). Enseñanza Y Aprendizaje De Aspectos Fundamentales De Física Cuántica En La Escuela Secundaria Colombiana A Partir Del Enfoque De Feynman (Tesis De Doctorado En Enseñanza De Las Ciencias Mención Matemática/Física). Facultad De Ciencias Exactas, UNICEN.
- An, R., Risia, R., Yogasnumurti, R., & Setiagraha, D. (2024). Managing student motivation and learning achievements: A case study in financial mathematics class Sriwijaya State Polytechnic. *Jurnal Manajemen*. <https://doi.org/10.36546/jm.v12i1.1109>
- Artnr, M., Wallner, G., & Wille, R. (2023). Introducing QRogue: Teaching Quantum Computing Using a Rogue-like Game Concept. *Journal Name*. Advance online publication. <https://doi.org/10.1145/3582437.3587177>
- Asinc Benites, E., & Alvarado Barzallo, S. (2019). Steam Como Enfoque Interdisciplinario E Inclusivo Para Desarrollar Las Potencialidades Y Competencias Actuales. En M. R. Tolozano Benítez & E. Soria (Eds.), *Memorias Del Quinto Congreso Internacional De Ciencias Pedagógicas De Ecuador: Aprendizaje En La Sociedad Del Conocimiento: Modelos, Experiencias Y Propuestas* (Págs. 1504-1514).
- Ávila-García, D., Rodríguez-Sedano, F. J., & Martínez-Ortiz, I. (2020). Aprendizaje Basado En Juegos: Una Revisión Sistemática De La Literatura. *Revista Interuniversitaria De Investigación En Tecnología Educativa*, 0(0), 1-16.
- Baddorf, A. (2023). Identifying the secondary electron cutoff in ultraviolet photoemission spectra for work function measurements of non-ideal surfaces. Oak Ridge National Laboratory. 2-3. [<https://doi.org/10.21203/rs.3.rs-2908906/v1>]
- Baroni, F., & Lazzari, M. (2022). Universal Design for Learning at University: Technologies, Blended Learning and Teaching Methods. *Studies in Health Technology and Informatics*, 297, 541-548. <https://doi.org/10.3233/SHTI220885>

- Bennett, W. (S.F.). Ventajas Y Desventajas De La Realidad Virtual. Science Daily . Saber Mas, Revista De Divulgación De La Universidad Michoacana De San Nicolás De Hidalgo. Recuperado De [<https://www.sabermas.umich.mx/archivo/tecnologia/93-numero-1250/186-ventajas-y-desventajas-de-la-realidad-virtual.html>]
- Bob, Dorland., Lennard, van, Hal., Stanley, Lageweg., Jurgen, Mulder., Rinke, Schreuder., Amir, Zaidi., Jan, Willem, David, Alderliesten., Rafael, Bidarra. (2019). Quantum physics vs. classical physics: Introducing the basics with a virtual reality game. doi: 10.1007/978-3-030-34350-7_37
- Bogusevski, D., Muntean, C. H., & Muntean, G.-M. (2019). Teaching and Learning Physics using 3D Virtual Learning Environment: A Case Study of Combined Virtual Reality and Virtual Laboratory in Secondary School. The Journal of Computers in Mathematics and Science Teaching, 39(1), 5-18. <https://www.learntechlib.org/primary/p/205377/>
- Brinson, J. R. (2015). Learning outcome achievement in non-traditional (virtual and remote) versus traditional (hands-on) laboratories: A review of the empirical research. Computers & Education, 87, 218-237.
- Calvo, J. M., & Calvo, A. M. (2023). Quantum Mechanics And The Need To Include It In Study Plans. Revista Escuela De Ingenierías Y Tecnologías - REIT, 1. [<https://doi.org/10.29151/reit.n1a2>]
- Canchari Moreyra, L. Z., Leyva Lucas, C. L., Puchuri Meza, A. V., Retamozo Mendoza, N. C. (2021). Desarrollamos La Competencia Explica Con Laboratorios Virtuales [Tesis De Licenciatura, Escuela De Educación Superior Pedagógica Pública Monterrico, Programa De Formación Inicial Docente]. Lima. [http://161.132.172.67/bitstream/20.500.12905/1958/1/tesis_ccnn_canchari%20m.pdf]
- Cantalapiedra Artiaga, J. (2022). Juego Serio Para Valoración De Movimiento Y Esfuerzo Muscular Con Motor De Juegos Unity3D Y Sensores Vestibiles (Tesis De Maestría). Universidad De Valladolid, Escuela Técnica Superior De Ingenieros De Telecomunicación. [<https://uvadoc.uva.es/handle/10324/57414>]
- Cañas-Guerrero, I., & Naranjo-Zuñiga, J. C. (2019). Uso De La Realidad Virtual En El Aprendizaje De La Física. Eureka, 16(3), 577-590.

- Cardoso-Júnior, A., & Faria, R. M. D. D. (2021). Psychometric Assessment Of The Instructional Materials Motivation Survey (IMMS) Instrument In A Remote Learning Environment. *Revista Brasileira De Educação Médica*, 45, E197.
- Celorrío Aguilera, I. (2018). Diseñando Un Videojuego Educativo: Factores Y Mecánicas Para Abordar Los Contenidos Curriculares E Implicar A Los Estudiantes. En *EDUNOVATIC 2018 Conference Proceedings*. UDIMA, España.
- Céspedes, Yolanda. (2014). La Producción De Conocimiento: Una Reflexión En Torno A La Didáctica De La Mecánica Cuántica. En *III Conferencia Latinoamericana Del International, History And Philosophy Of Science Teaching Group Ihpst-La*, Santiago De Chile, 17-19 De noviembre (P. 393).
- Cheng, A., Ritchie, J., Agrawal, N., Childs, E., Deveaux, C., Maples, B., Cuadra, A., & Landay, J. A. (2023). Designing immersive, narrative-based interfaces to guide outdoor learning. doi: 10.1145/3544548.3581365.
- Chiofalo, M. L., Foti, C., Lazzeroni, C., Maniscalco, S., Seskir, Z., Sherson, J., Weidner, C. A., & Michelini, M. (2024). Games for Quantum Physics Education. *Journal of Physics: Conference Series*, 2727(1), 012010. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/2727/1/012010>
- Chiofalo, M. L., Foti, C., Michelini, M., Santi, L., & Stefanel, A. (2022). Games for Teaching/Learning Quantum Mechanics: A Pilot Study with High-School Students. *Education Sciences*, 12(7), 446-446. <https://doi.org/10.3390/educsci12070446>
- Chitrakar, N., & Nisanth, P. M. (2023). Frustration and its influences on student motivation and academic performance. *International Journal of Scientific Research and Management Studies and Technology*. <https://doi.org/10.59828/ijrmst.v2i11.158>
- Cid, R. (2016). Teaching Quantum Mechanics In High School. *European Journal Of Physics Education*, 7(4), 31–38.
- Cornellà, P., Estebanell, M., & Brusì, D. (2020). Gamificación Y Aprendizaje Basado En Juegos. Consideraciones Generales Y Algunos Ejemplos Para La Enseñanza De La Geología. *Enseñanza De Las Ciencias De La Tierra*, 2020 (28.1), ISSN (Edición Impresa): 1132-9157 - (Edición Electrónica): 2385-3484, Págs. 5-19.
- Csikszentmihalyi, M. (1990). *Flow: The Psychology Of Optimal Experience*. Harper & Row.
- Cuesta Beltrán, Y. J. (2018). Estado Del Arte: Tendencias En La Enseñanza De La Física Cuántica Entre 1986 Y 2016 Colombia. *Tecné, Episteme Y Didaxis: Ted*, 44, 147–166

- De Jong, T., & Van Joolingen, W. R. (1998). Scientific discovery learning with computer simulations of conceptual domains. *Review of Educational Research*, 68(2), 179-201.
- Del Blanco Alegre, C., Gordaliza, A. I. C., & Laiz, R. F. (2021). Laboratorios Virtuales Aplicados A La Física Universitaria: Situación Actual Y Perspectivas Futuras. In *Innovaciones Docentes En Tiempos De Pandemia. Actas Del VI Congreso Internacional Sobre Aprendizaje, Innovación Y Cooperación, CINAIC 2021* (Pp. 502-507). Servicio De Publicaciones.
- Demtröder, W. (2009). *The Concept of the Atom* (pp. 7-80). Springer Berlin Heidelberg.
- Díaz León CA, Arbeláez Rivera N, González, Cabrera M, Mesa Cano JH, Acosta Ortiz S and Mozo Osorio JD (2024) Designing learning experiences using serious games: innovative mVillage case study. *Front. Educ.* 9:1322704.
- Dulcey Cuta, & Yina Ximena. (2016). Los libros de texto de Ciencias Naturales y su articulación con los estándares básicos de competencias en Ciencias Naturales de la República de Colombia. <https://doi.org/10.35537/10915/62778>
- Elston, P., Canale, G. P., Ail, G., Fisher, N., & Mahendran, M. (2023). Twelve tips for teaching in virtual reality. *Medical Teacher*, pp, 1-5. <https://doi.org/10.1080/0142159X.2023.2285396>
- Fachgesellschaften, N. S. d. d. m., & Jardine, M. (2023). States, modes, fields, and photons in quantum optics. *Acta Physica Polonica A*, 143(6), S28-S41.
doi: 10.12693/aphyspola.143.s28
- Feisel, L. D., & Rosa, A. J. (2005). The Role Of The Laboratory In Undergraduate Engineering Education. *Journal Of Engineering Education*, 94(1), 121–130.
[<https://doi.org/10.1002/J.2168-9830.2005.Tb00833.X>]
- Gee, J. P. (2003). What Video Games Have To Teach Us About Learning And Literacy. *Computers In Entertainment*, 1(1), 20-20.
- Gerd, Kortemeyer. (2023). Writing Virtual Reality Teaching Resources. *The Physics Teacher*, doi: 10.1119/5.0067963
- Giles, M. (2019). Explainer: What is a quantum computer? MIT Technology Review. Retrieved from <https://www.technologyreview.com>.
- Gleason Rodríguez, M. A., & Rubio, J. E. (2020). Implementación Del Aprendizaje Experiencial En La Universidad, Sus Beneficios En El Alumnado Y El Rol Docente. *Revista Educación*, 44(2), Universidad De Costa Rica, Costa Rica. Disponible En: [<https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=44062184033>]

- González, E. M., Muñoz Burbano, Z. E., & Solbes, J. (2020). La Enseñanza De La Física Cuántica: Una Comparativa De Tres Países. *Góndola, Enseñanza Y Aprendizaje De Las Ciencias*, 15(2), 239-250. DOI: [[Http://Doi.Org/10.14483/23464712.15619](http://doi.org/10.14483/23464712.15619)]
- Gosney, M. W. (2015). Space Flight And Kerbal Space Program: Exploring Game- Based Learning In A New Aerospace Frontier. *Simulation & Gaming*, 46(3-4), 365-386.
- Gregori, Javier. *Revista Ciencia Y Tecnología* (2017) El Pensamiento Humano Se Desarrolló Hace 1,8 Millones De Años. [[Https://Cadenaser.Com/Ser/2017/05/15/Ciencia/1494862046_143625.html](https://cadenaser.com/Ser/2017/05/15/Ciencia/1494862046_143625.html)]
- Griffin, LL y Richard, J.-F. (2023). El enfoque lúdico como modelo constructivista para la enseñanza del juego. En JF Richard & LL Griffin (Eds.), *Enseñar juegos y deportes para la comprensión* (1ª ed., págs. 87-97). Routledge.
- Grossman, L. (2016). Crowdsourced Quantum Mechanics. *Science*, 352(6292), 1510-1511.
- Guiza Ezkauriatza, M. (2011). Trabajo Colaborativo En La Web: Entorno Virtual De Autogestión Para Docentes. Tesis De Doctorado, Universitat De Les Illes Balears.
- Halliday, D., Resnick, R., & Krane, K. S. (2016). *Principios De Física* (10th Ed.). Editorial Médica Panamericana.
- Hamilton, D., McKechnie, J., Edgerton, E., & Wilson, C. (2021). Immersive virtual reality as a pedagogical tool in education: A systematic literature review of quantitative learning outcomes and experimental design. *Springer Berlin Heidelberg*, 8(1), 1-32. doi: 10.1007/S40692-020-00169-2
- Hernández-Suárez, C. A., Avendaño-Castro, W. R., & Rojas-Guevara, J. U. (2021). Planeación curricular y ambiente de aula en ciencias naturales: De las políticas y los lineamientos a la aplicación institucional. *Revista de Investigación, Desarrollo e Innovación*, 11(2), 319-334. Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia.
- Hobson, A. (1994). *Teoría Cuántica Y Educación Concerniente*. Traducción: Lic. Mercedes Vendramini. Tomado De "Physics And Society."
- Hsu, Y. S., Wu, H. K., & Hwang, F. K. (2011). A Comparison Of The Learning Effectiveness Of Computer-Based And Virtual Laboratories In Physics Instruction. *Journal Of Science Education And Technology*, 20(6), 580-591.
- Hu, T., Shi, X., & Mingo López, L. F. De. (2023). Creación De Juegos Multijugador En Unity (Tesis De Máster). Universidad Politécnica De Madrid, E.T.S.I. De Sistemas Informáticos.

- Ilmar, A., Pereira, B., Dias, C. y Filho, D. (2021). A introdução à física quântica para alunos do nono ano do ensino fundamental. *Ciencia Natural* . <https://doi.org/10.29327/269504.4.1-1>
- Jho, H., Lee, B., Ji, Y. R., & Ha, S. (2023). Discussion for the enhanced understanding of the photoelectric effect. *European Journal of Physics*, 44(2), 025301-025301. <https://doi.org/10.1088/1361-6404/ac2919>
- Kapp, K. (2012). *The Gamification Of Learning And Instruction: Game-Based Methods And Strategies For Training And Education*. Pfeiffer.
- Keller, J. M. (2010). *Motivational Design For Learning And Performance: The ARCS Model Approach*. Springer.
- Kirriemuir, J., & Mcfarlane, A. (2017). Quantitative Research On Games And Learning: An Overview. *Technology, Pedagogy And Education*, 26(3), 265-280.
- Koster, R. (2013). *Theory Of Fun For Game Design (2nd Edition)*. Arizona, United States: O'Reilly Media.
- Kuhail, Mohammad Amin, Areej ElSayary, Shahbano Farooq, and Ahlam Alghamdi. 2022. "Exploring Immersive Learning Experiences: A Survey" *Informatics* 9, no. 4: 75.
- Lee, B. G., Tang, H., & Wen, X. (2023). Exploring the fusion of mixed reality and digital game-based learning: The case of puzzle box games for education. En *Actas de la conferencia* (pp. 1-8). IEEE. <https://doi.org/10.1109/tale56641.2023.10398389>
- Leyva, N. V., Morocho Vargas, M. E., & Espinoza Freire, E. E. (2021). Educational technology for teaching geography. *Conrado*, 17(82), 465-472.
- Leyva, M. (2013). La Transición De La Física Clásica A La Cuántica: Dificultades En El Aprendizaje De Los Estudiantes. *Revista De Enseñanza De La Física*, 26(1), 17-25.
- Lindner, H. H. (2011). A QED-compatible wave theory of light, electrons, and their interactions. *Proceedings of SPIE*, 8121, 374-383. <https://doi.org/10.1117/12.892842>
- Liu, Y., Luo, Z., & Wang, J. (2023). The influence of college students' attitude of choosing educational improvement on academic performance: The mediating role of achievement motivation and learning initiative. *Lecture Notes in Education Psychology and Public Media*. <https://doi.org/10.54254/2753-7048/12/20230836>
- Loertscher, J., Lin, Y., & Hsieh, Y. (2013). Virtual And Remote Labs In Teaching And Learning: A Systematic Investment Approach. *Educational Technology & Society*, 16(4), 59-71.

- L., S., Sreekuttan., Rohit, P., Thampy., Sairupa, Thota., Adarsh, Mohan, Sharma., Vinnakota, Tarun, Vikas., Jowin, John, Chemban., Sushma, Raj, Kumar., Supratip, Bhattacharya. (2022). Stranded: A Mainstream VR Quantum Game For Novices. doi: 10.1109/QCE53715.2022.00149
- Mallek, F., Mazhar, T., Abbas Shah, S. F., Ghadi, Y. Y., & Hamam, H. (2024). A review on cultivating effective learning: synthesizing educational theories and virtual reality for enhanced educational experiences. PeerJ, doi: 10.7717/peerj-cs.2000
- Martínez Torregrosa, J., Savall Alemany, F., Domènech Blanco, J. L., Rey Cubero, A., & Rosa Cintas, S. (2016). La Enseñanza Problematizada De La Física Cuántica En El Nivel Introductorio. Una Propuesta Fundamentada. Revista De Enseñanza De La Física, 28(2), 77–100.
- McIntosh, J. S. (2023). Primary school students' experiences of immersive virtual reality use in the classroom. Cogent Education, 10(1). doi: 10.1080/2331186x.2023.2196896
- Mesa Flórez, M. (2019). Una Propuesta Metodológica Para Orientar El Laboratorio De Física Haciendo Uso De Tecnologías Emergentes Y El Enfoque STEM. Revista De Enseñanza De La Física, 31, 525–530. Recuperado A Partir De [https://Revistas.Unc.Edu.Ar/Index.Php/Revistaef/Article/View/26616]
- Meyer, A., Rose, D. H., & Gordon, D. (2014). Universal Design For Learning: Theory And Practice. CAST Professional Publishing.
- Ministerio De Educación Nacional (Colombia). (2016). Estándares Básicos De Competencias En Ciencias Naturales. Bogotá, Colombia, 22 – 23
- Montagnani, S., Stefanel, A., Chiofalo, M. L., Santi, L., & Michelini, M. (2023). An experiential program on the foundations of quantum mechanics for final-year high-school students. Physics Education, 58(3), 035003-035003.
- Moreira-Morales, D. B., & García-Loor, M. I. (2024). Motivation in academic performance. International Research Journal of Management, IT and Social Sciences. <https://doi.org/10.21744/irjmis.v11n1.2403>
- Mostafa, MI (2024). Compu Castel: una herramienta didáctica para enseñar conceptos de firewall: "Análisis de la retención de conocimientos". Revista internacional de informática y tecnología de la información , 9(1). <https://doi.org/10.24203/IJCIT.V9I1.2>

- Muñoz Burbano, Z. E. (2018). Quiebres Epistemológicos Para La Enseñanza De La Teoría Cuántica. *Revista Historia De La Educación Colombiana*, 21(21), 79-97. ISSN 0123-7756/ISSN (Versión En Línea) 2422-2348.
- Muriel, G. A., Algayres., Timcenko, O., & Triantafyllou, E. (2022). Development and use of a Playful Learning Observation Tool (PLOT) for Active Game-based Learning in Physical Classroom Situations. *Electronic Journal of e-Learning*, 16(1), 28-37. <https://doi.org/10.34190/ecgbl.16.1.713>
- Mystakidis, S., & Lympouridis, V. (2023). Immersive Learning. *Encyclopedia*, 3, 396–405.
- Oldani, R. (2022). The photon according to Einstein. *SCIREA Journal of Physics*, 7(1), 14-19. <https://doi.org/10.54647/physics14403>
- Ortiz, R., & Franco, A. (2007). Aprendizaje De La Física Cuántica Mediante Miniproyectos Y Simuladores Computacionales Sobre La Plataforma Moodle. *Revista Cubana De Física*, 24(1), 89-93.
- Oswald, Comber., Renate, Motschnig., & Hubert, Mayer. (2019). Chat-Interviews as a Means to Explore Students' Attitudes and Perceptions on Developing Video Games with Unity in Computer Science Classes. In *Lecture Notes in Computer Science* (Vol. 11741, pp. 903-914). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-030-40274-7_88
- Paguay, C. C. (2016). Desarrollo De Un Laboratorio Virtual Interactivo Para La Enseñanza De Física Para El Primer Año Bachillerato General Unificado. [Tesis De Grado Maestría, Pontificia Universidad Católica Del Ecuador Sede Ambato] Ambato, Ecuador.
- Parr, R. G., & Yang, W. (2011). *Density Functional Theory Of Atoms And Molecules*. Oxford University Press.
- Pascasie, Nyirahabimana., E., Minani., Mathias, Nduwingoma., Imelda, Kemeza. (2022). Prime indicators of current teaching methodologies and students' perceptions in quantum physics. *International Journal of Evaluation and Research in Education*, doi: 10.11591/ijere.v11i3.22078
- Pascu, M.-S. Y Șoitu, L. (2023). Constructivismo, gamificación, învățare. *STUDIA UNIVERSITATIS MOLDAVIAE*, 5(165), 10. [https://doi.org/10.59295/sum5\(165\)2023_02](https://doi.org/10.59295/sum5(165)2023_02)
- Pérez Hein, L., & Saenz Correa , M. (2021). Aprendiendo Las Partes Del Átomo De Hidrógeno Con Un Videojuego . *Revista Pensamiento Académico*, 4(1), 165-179. [<https://doi.org/10.33264/Rpa.202101-1>]

- Permata, T. B., Neviyarni, S., & Nirwana, H. (2024). The role of motivation in influencing student success in learning. *Manajia*, 2(1). <https://doi.org/10.58355/manajia.v2i1.29>
- Perona, J. V., & García, Á. F. (2012). Laboratorio Virtual De Física Cuántica: Radiación De Un Hilo Incandescente. *Revista De Innovación Educativa*(9), 157-163.
- Piaget, J. (1970). *Science of education and the psychology of the child*. Orion Press.
- Piispanen, L., Morrell, E., Park, S., Pfaffhauser, M., & Kultima, A. (2023). The History of Quantum Games. *arXiv.org*, abs/2309.01525. doi: 10.48550/arxiv.2309.01525
- Piscitelli Altomari, A. G., (2017). Realidad Virtual Y Realidad Aumentada En La Educación, Una Instantánea Nacional E Internacional. *Economía Creativa*, (7), 34-65. [<https://doi.org/10.46840/EC.2017.07.03>]
- Polvinen, M. (2023). The Barriers Teachers Face When Implementing the Universal Design for Learning Framework. Retrieved from <https://doi.org/10.33015/dominican.edu/2023.edu.15>
- Prensky, M. (2001). *Digital Game-Based Learning*. New York: McGraw-Hill.
- Rafael, BONATO, GONÇALVES, DE, CARVALHO. (2023). Uma proposta para o ensino do efeito fotoelétrico a partir de uma contextualização histórica. *Revista Científica Semana Acadêmica*, doi: 10.35265/2236-6717-230-12438
- Ramos Zambrano, G. E., Muñoz Burbano, Z. E., & Solbes Matarredona, J. (Universidad de Narino). (2022). Enseñanza de la estructura atómica de la materia en Colombia. *Revista de Humanidades, Educación y Comunicación*, 22(22), 117-140. <https://doi.org/10.22267/RHEC.192222.54>
- Renstrøm, N. E., & Bomark, P. (2022). Textbook myths about early atomic models.
- Resnick, R., Halliday, D., & Krane, K. S. (1999). *Física (4ª Ed.)*. Recuperado De [<https://booksmedicos.org/fisica-resnick-4a-edicion/>]
- Rey Gallego, Á. (2014). *Propuestas Pedagógicas Para Impartir Física Cuántica A Nivel De Bachillerato*. Sociedad, Familia Y Educación, Departamento De Teoría E Historia De La Educación, Máster De Profesorado, Universidad De Valladolid, España.
- Rivadulla Rodríguez, A. (1986). *Filosofía Actual De La Ciencia*, 4 Ed. Tecnos, Madrid. [<https://www.ucm.es/Data/Cont/Docs/481-2013-10-14-Filocien.Pdf>]
- Rodríguez Caldú, B. (2023). *Diseño Y Desarrollo De Un RPG Con Unity (Tesis De Licenciatura)*. Universitat Oberta De Catalunya (UOC). [<http://hdl.handle.net/10609/148252>]

- Rodríguez, J. L. (2024). Virtual reality in the classroom: a difficult but exciting adventure for teachers and students. *Frontiers in Education*. Advance online publication. <https://doi.org/10.3389/feduc.2024.1294715>
- Rojas-Santana, J. A., & Lopez-Mago, D. (2018). Understanding the basic concepts and tools in experimental quantum optics. *Proceedings of SPIE*, 10741, 192-198. Monterrey Institute of Technology and Higher Education.
- Royo Salvador, P., & Cobos, M. (2023). Narrative as a key element for learning through videos. doi: 10.1109/etcm58927.2023.10309024
- Rozo Clavijo, M., Walteros, Á., & Cortés, C. (2019). La Actividad Experimental Como Una Parte Fundamental Para La Enseñanza De La Física Moderna: El Caso De La Mecánica Cuántica. *Tecné, Episteme Y Didaxis: TED*, (45), 191-206. Universidad Pedagógica Nacional; Facultad De Ciencia Y Tecnología.
- Salcedo, E., Y Hernández, J. (2015). El Uso De Los Videojuegos Como Herramienta Didáctica En El Aprendizaje De La Física: Una Revisión Bibliográfica. *Ingeniería Solidaria*, 11(18), 45-54.
- Samaila, K., Dauda, S., & Aliyu, M. (2020). Application of ICTs and Educational Software in Teaching Physics: Advantages, Challenges and Proposed Solutions. *International Journal of Research*, 8(1), 293-304.
- Sánchez, E. F., & Pozo, M. V. (2018). Diseño Universal Para El Aprendizaje (DUA) Y Necesidades Educativas Especiales. *International Journal Of Developmental And Educational Psychology: INFAD Revista De Psicología*, 2(1), 203-210.
- Sanz Pardo, A., & Martínez Vázquez, J. L. (2005). El Uso De Los Laboratorios Virtuales En La Asignatura De Bioquímica Como Alternativa Para La Aplicación De Las Tecnologías De La Información Y La Comunicación. *Tecnología Química*, 25(1), 5-17. Universidad De Oriente, Santiago De Cuba, Cuba.
- Serrano Pérez, J. J (2018). Aprender Física Y Química "Jugando" Con Laboratorios Virtuales. *An. Quím.*, 114 (1), 40-41.
- Seung, Lee., Bradford, W., Mott., Jessica, Vandenberg., Hiller, A., Spires., James, Lester. (2023). Examining the Relationship of Gameplay and Learning in a Narrative-Centered Digital Game for Science Education. *IEEE Transactions on Cognitive and Developmental Systems*, 1-8. doi: 10.1109/cog57401.2023.10333202

- Sheppard, S.D., Macatangay, K., Colby, A., & Sullivan, W.M. (2008). *Educating Engineers: Designing For The Future Of The Field*. Jossey-Bass.
- Silva Coutinho, G., & Morán-Mirabal, L. F. (2022, Octubre 24). Los Laboratorios Virtuales Y Su Contribución Al Futuro De La Educación. Observatorio Del Instituto Para El Futuro De La Educación. URL Del Artículo: [<https://Observatorio.Tec.Mx/Edu-Bits-Blog/Laboratorios-Virtuales-Y-Su-Contribucion-Al-Futuro-De-La-Educacion/>]
- Solbes, J., & Sinarcas, V. (2010). Una propuesta para la enseñanza-aprendizaje de la física cuántica basada en la investigación en didáctica de las ciencias. *Asociación de Profesores de Física de La Argentina (APFA)*, 23(1), 57-84.
- Soriani, A., & Caselli, S. (2019). Visual Narratives in Videogames: How Videogames Tell Stories Through Graphical Elements. *Publica*, 3, 474-499. <https://doi.org/10.6092/ISSN.2724-2463/12270>
- Sreekuttan, L. S., Thampy, R. P., Thota, S., & Sharma, A. M. (2022). Stranded: A Mainstream VR Quantum Game For Novices. En *IEEE Conferencia internacional sobre computación e ingeniería cuántica (QCE)* (pp. 873-874). IEEE. <https://doi.org/10.1109/QCE53715.2022.00149>
- Stefano, Gampe., Oliver, Vauderwange., Ulrich, Haiss., Dan, Curticapean. (2023). El uso de tecnologías inmersivas en entornos de aprendizaje. doi: 10.1117/12.2670563
- Stylianou, Mystakidis., Vangelis, Lympouridis. (2023). Aprendizaje inmersivo. *Enciclopedia*, doi: 10.3390/enciclopedia3020026
- Sviridova, E., Yastrebova, E., Bakirova, G., & Rebrina, F. (2023). Immersive technologies as an innovative tool to increase academic success and motivation in higher education. *Frontiers in Education*. <https://doi.org/10.3389/feduc.2023.1192760>
- Taoufik, M., Abouzaid, A., & Moufti, A. (2016). Les Activités Expérimentales Dans L'enseignement Des Sciences Physiques: Cas Des Collèges Marocains. *European Scientific Journal, ESJ*, 12(22), 190-190. <https://doi.org/10.19044/ESJ.2016.V12N22P190>
- Velázquez-Quesada, F. R., Velázquez-Quesada, L. M., & Rangel-Salazar, J. L. (2019). Un Modelo De Visualización De Partículas En Movimiento Para La Enseñanza De Los Principios Básicos De La Física Cuántica. *Revista De Enseñanza De La Física*, 32(2), 53-59.
- Villalba, M., De La Hoz, M. F., & Bermejo, F. J. (2018). Realidad Virtual Y Física Cuántica: Una Experiencia Didáctica En Bachillerato. *Revista Eureka Sobre Enseñanza Y Divulgación De Las Ciencias*, 15(2), 4181.

- Villarroel, A., Toapanta, D., Naranjo, S., & Ortiz, J. S. (2023). Hardware In The Loop Simulation For Bottle Sealing Process Virtualized On Unity 3D. *Electronics*, 12(13), 2799.
- Vygotsky, L. S. (1978). *Mind in society: The development of higher psychological processes*. Harvard University Press.
- Wang, D., & Zhang, Y. (2023). The Effect of Virtual Reality Game Teaching Technology on Students' Immersion. *International Journal of Emerging Technologies in Learning (ijet)*, 18(08), 183-195. <https://doi.org/10.3991/ijet.v18i08.37825>
- Warren, A., & Ellsworth, W. (2023). *Game-Based Learning*. Boise State University. <https://doi.org/10.18122/td.2040.boisestate>
- Werbach, K., Y Hunter, D. (2012). *For The Win: How Game Thinking Can Revolutionize Your Business*. Wharton Digital Press.
- Wu, J. (2021). Application Exploration of Immersive Teaching Method in Medical Experiment Teaching. *IEEE Computer Society*, 32-36. <https://doi.org/10.1109/CSTE53634.2021.00014>
- Wu CH, Tang YM, Tsang YP And Chau KY (2021) Immersive Learning Design For Technology Education: A Soft Systems Methodology. *Front. Psychol.* 12:745295. Doi: 10.3389/Fpsyg.2021.745295
- Yiannis, Georgiou., Olia, E., Tsvitanidou., Andri, Ioannou. (2021). Learning experience design with immersive virtual reality in physics education. *Educational Technology Research and Development*, doi: 10.1007/S11423-021-10055-Y
- Yoshitake, M. (2021). Measurement of Work Function. In: *Work Function and Band Alignment of Electrode Materials*. NIMS Monographs. Springer, Tokyo. https://doi.org/10.1007/978-4-431-56898-8_4
- Yousuf, B., Staikopoulos, A., & Conlan, O. (2018). Motivating Students to Enhance Their Knowledge Levels Through Personalized and Scrutable Visual Narratives. In Springer, Cham (pp. 136-150). https://doi.org/10.1007/978-3-319-98572-5_11
- Zhang, Y., & Shen, J. (2020). Virtual Reality Laboratory Experiment Of Quantum Mechanics For Senior High School Students. *Computer Applications In Engineering Education*, 28(4), 848-858.
- Zhang, M., & Liu, G. (2023). A Review of Factors Affecting Cognitive Load in Immersive Virtual Learning Environment. pp 48-52. <https://doi.org/10.1109/ICEIT57125.2023.10107848>

Zollman, D., Rebello, N. S., & Hsu, L. (2002). Comparison Of A Computer Simulation To Hands-On Inquiry For Teaching Physics With Real-Time Laboratory Data Acquisition. *Journal Of Research In Science Teaching*, 39(10), 919-935.

Acta participación ponencia Cibersorprende 2023



Medellín, 05 de octubre de 2023

Estimado,
Cristian Camilo Jaramillo Jaramillo
Estudiante de maestría en física aplicada

Asunto: Agradecimiento especial

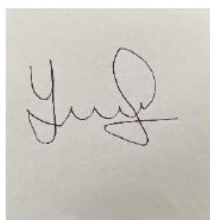
Cordial saludo,

El **Cibercolegio UCN** desea agradecerle por su participación como ponente especial en la semana “**Cibersorprende 2023**”, llevada a cabo del 25 de septiembre al 29 de septiembre, a través de la charla sobre El uso del videojuego en un entorno inclusivo.

La charla cumplió altamente con las expectativas y su aporte al evento organizado, el cual buscaba divulgar los procesos investigativos llevados a cabo por estudiantes y docentes, a través de un ambiente de diálogo de saberes.

De antemano, agradezco su atención.

Cordialmente,



Yeraldín Vélez Taborda

Coordinadora de Investigación Cibercolegio UCN
yjvelezt@ucn.edu.co

Certificado participación ponencia Cibersorprende. 2023



Certificado de Participación

El Cibercolegio UCN, Institución Educativa, certifica que:

Cristian Camilo Jaramillo Jaramillo

Documento de Identidad: 8061350

Participó como ponente en la Feria Institucional "Cibersorprende" 2023, el día 28 de septiembre, con su ponencia denominada "El uso de los videojuegos en un entorno inclusivo", teniendo como asistentes a 1000 personas, entre estudiantes, docentes y padres de familia, que hacen parte de la Institución. Dado en Medellín, a los 5 días del mes de octubre de 2023.

Yeraldin Johana Vélez Taborda
Coordinadora de investigación

Omar Fabian Ruiz Medina
Coordinador Académico

ANEXOS

Anexo 1: Estándares básicos de competencias en ciencias naturales

...me aproximo al conocimiento como científico-a natural	...manejo conocimientos	
	Entorno vivo	Entorno físico
	Procesos biológicos	Procesos químicos
<ul style="list-style-type: none"> • Observo y formulo preguntas específicas sobre aplicaciones de teorías científicas. • Formulo hipótesis con base en el conocimiento cotidiano, teorías y modelos científicos. • Identifico variables que influyen en los resultados de un experimento. • Propongo modelos para predecir los resultados de mis experimentos y simulaciones. • Realizo mediciones con instrumentos y equipos adecuados. • Registro mis observaciones y resultados utilizando esquemas, gráficos y tablas. • Registro mis resultados en forma organizada y sin alteración alguna. • Establezco diferencias entre descripción, explicación y evidencia. • Establezco diferencias entre modelos, teorías, leyes e hipótesis. • Utilizo las matemáticas para modelar, analizar y presentar datos y modelos en forma de ecuaciones, funciones y conversiones. • Busco información en diferentes fuentes, escojo la pertinente y doy el crédito correspondiente. • Establezco relaciones causales y multicausales entre los datos recopilados. • Relaciono la información recopilada con los datos de mis experimentos y simulaciones. • Interpreto los resultados teniendo en cuenta el orden de magnitud del error experimental. • Saco conclusiones de los experimentos que realizo, aunque no obtenga los resultados esperados. • Persisto en la búsqueda de respuestas a mis preguntas. • Propongo y sustento respuestas a mis preguntas y las comparo con las de otros y con las de teorías científicas. • Comunico el proceso de indagación y los resultados, utilizando gráficas, tablas, ecuaciones aritméticas y algebraicas. • Relaciono mis conclusiones con las presentadas por otros autores y formulo nuevas preguntas. 	<ul style="list-style-type: none"> • Explico la relación entre el ADN, el ambiente y la diversidad de los seres vivos. • Establezco relaciones entre mutación, selección natural y herencia. • Comparo casos en especies actuales que ilustren diferentes acciones de la selección natural. • Explico las relaciones entre materia y energía en las cadenas alimentarias. • Argumento la importancia de la fotosíntesis como un proceso de conversión de energía necesaria para organismos aerobios. • Busco ejemplos de principios termodinámicos en algunos ecosistemas. • Identifico y explico ejemplos del modelo de mecánica de fluidos en los seres vivos. • Explico el funcionamiento de neuronas a partir de modelos químicos y eléctricos. • Relaciono los ciclos del agua y de los elementos con la energía de los ecosistemas. • Explico diversos tipos de relaciones entre especies en los ecosistemas. • Establezco relaciones entre individuo, población, comunidad y ecosistema. • Explico y comparo algunas adaptaciones de seres vivos en ecosistemas del mundo y de Colombia. 	<ul style="list-style-type: none"> • Explico la estructura de los átomos a partir de diferentes teorías. • Explico la obtención de energía nuclear a partir de la alteración de la estructura del átomo. • Identifico cambios químicos en la vida cotidiana y en el ambiente. • Explico los cambios químicos desde diferentes modelos. • Explico la relación entre la estructura de los átomos y los enlaces que realiza. • Verifico el efecto de presión y temperatura en los cambios químicos. • Uso la tabla periódica para determinar propiedades físicas y químicas de los elementos. • Realizo cálculos cuantitativos en cambios químicos. • Identifico condiciones para controlar la velocidad de cambios químicos. • Caracterizo cambios químicos en condiciones de equilibrio. • Relaciono la estructura del carbono con la formación de moléculas orgánicas. • Relaciono grupos funcionales con las propiedades físicas y químicas de las sustancias. • Explico algunos cambios químicos que ocurren en el ser humano.

propios de las ciencias naturales		...desarrollo compromisos personales y sociales
Entorno físico Procesos físicos	Ciencia, tecnología y sociedad	
<ul style="list-style-type: none"> • Establezco relaciones entre las diferentes fuerzas que actúan sobre los cuerpos en reposo o en movimiento rectilíneo uniforme y establezco condiciones para conservar la energía mecánica. • Modelo matemáticamente el movimiento de objetos cotidianos a partir de las fuerzas que actúan sobre ellos. • Explico la transformación de energía mecánica en energía térmica. • Establezco relaciones entre estabilidad y centro de masa de un objeto. • Establezco relaciones entre la conservación del momento lineal y el impulso en sistemas de objetos. • Explico el comportamiento de fluidos en movimiento y en reposo. • Relaciono masa, distancia y fuerza de atracción gravitacional entre objetos. • Establezco relaciones entre el modelo del campo gravitacional y la ley de gravitación universal. • Establezco relaciones entre fuerzas macroscópicas y fuerzas electrostáticas. • Establezco relaciones entre campo gravitacional y electrostático y entre campo eléctrico y magnético. • Relaciono voltaje y corriente con los diferentes elementos de un circuito eléctrico complejo y para todo el sistema. 	<ul style="list-style-type: none"> • Explico aplicaciones tecnológicas del modelo de mecánica de fluidos. • Analizo el desarrollo de los componentes de los circuitos eléctricos y su impacto en la vida diaria. • Analizo el potencial de los recursos naturales en la obtención de energía para diferentes usos. • Establezco relaciones entre el deporte y la salud física y mental. • Explico el funcionamiento de algún antibiótico y reconozco la importancia de su uso correcto. • Reconozco los efectos nocivos del exceso en el consumo de cafeína, tabaco, drogas y licores. • Explico cambios químicos en la cocina, la industria y el ambiente. • Verifico la utilidad de microorganismos en la industria alimenticia. • Describo factores culturales y tecnológicos que inciden en la sexualidad y la reproducción humanas. • Argumento la importancia de las medidas de prevención del embarazo y de las enfermedades de transmisión sexual en el mantenimiento de la salud individual y colectiva. • Identifico tecnologías desarrolladas en Colombia. 	<ul style="list-style-type: none"> • Escucho activamente a mis compañeros y compañeras, reconozco otros puntos de vista, los comparo con los míos y puedo modificar lo que pienso ante argumentos más sólidos. • Reconozco y acepto el escepticismo de mis compañeros y compañeras ante la información que presento. • Reconozco los aportes de conocimientos diferentes al científico. • Reconozco que los modelos de la ciencia cambian con el tiempo y que varios pueden ser válidos simultáneamente. • Cumpló mi función cuando trabajo en grupo y respeto las funciones de otras personas. • Me informo para participar en debates sobre temas de interés general en ciencias. • Diseño y aplico estrategias para el manejo de basuras en mi colegio. • Cuido, respeto y exijo respeto por mi cuerpo y por el de las demás personas. • Tomo decisiones responsables y compartidas sobre mi sexualidad. • Analizo críticamente los papeles tradicionales de género en nuestra cultura con respecto a la sexualidad y la reproducción. • Tomo decisiones sobre alimentación y práctica de ejercicio que favorezcan mi salud. • Me informo sobre avances tecnológicos para discutir y asumir posturas fundamentadas sobre sus implicaciones éticas.

Figura 58. Estándares Básicos de Competencias en Ciencias Naturales para los grados décimo y once enmarcados en el Proyecto Ministerio de Educación Nacional, República de Colombia 2004.

Anexo 2: Arquetipo



NOMBRE

Estudiante

Oliver Stone

EDAD: 15 AÑOS

Limitaciones física

Discapacidad física

¿qué piensas de los videojuegos?

Pienso que los videojuegos son un pasatiempo preferido por grandes y chicos y generan agilidad mental para otras habilidades tecnológicas y virtuales.

¿qué piensas de los videojuegos educativos?

Pienso que los videojuegos educativos deben maximizar su potencial, dado que gran parte de los jóvenes utilizan mucho tiempo en videojuegos y sería grandioso que al divertirse también se

Biografía

Soy Oliver Stone tengo 15 años y soy hijo único, vivo en el barrio Buenos Aires – Medellín, soy estudiante 9° grado de Primería Incluyente de la UCN, mi mamá es enfermera y mi padre es abogado. Cuando tenía 10 años, era el mejor nadador del colegio y un día intentando hacer un clavado perfecto tuve un accidente y quedé sin movimiento en las piernas desde entonces tomo clases virtuales. Cuando grande quiero ser astrónomo.

Pasatiempos

- Lectura
- Escritura
- Investigación en Astronomía
- Videojuegos

Uso De Videojuegos

Utilizo los videojuegos como medio de distracción todas las tardes durante una hora.

Cómo sería para ti un videojuego educativo ideal

Un videojuego educativo ideal sería aquel con un completo tutorial que enseñe de manera divertida y fácil los más difíciles temas de las diferentes materias.

Intereses en Física Cuántica:

¿Qué sabes o has oído sobre la física cuántica?

La física cuántica es de suma importancia en el mundo actual, puesto que vienen herramientas tecnológicas que involucran este conocimiento y es de vital importancia para interactuar con importantes herramientas de la vida diaria, como el sistema financiero, tecnologías para la salud, entre otros.

b. ¿Tienes algún interés particular en entender cómo funcionan las partículas subatómicas y los átomos?

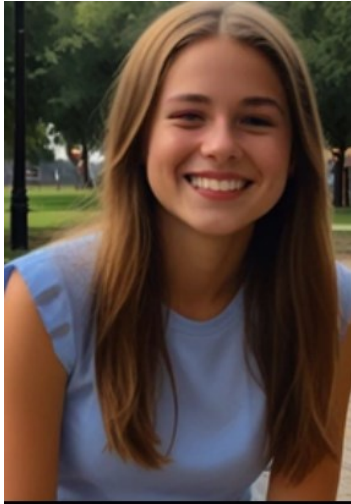
SI **NO**

c. ¿Qué te motiva a aprender más sobre este tema?

Me inquieta saber cómo es el multiverso cuántico, y si esos universos pudieran existir la cura para mi discapacidad.

Figura 59. Modelo de arquetipo 1

Anexo 3: Arquetipo



VALENTINA SERNA JARAMILLO

Estudiante

EDAD: 15 AÑOS

No, no tengo ninguna discapacidad física, aunque soy fiel creyente de que todos tenemos o hemos tenido limitaciones, en cualquier aspecto ya sea físico o cognitivo o emocional. Como ejemplo de ello, es mi incapacidad de socializar con las personas

¿qué piensas de los videojuegos?

Si bien no suelo estar muy familiarizada a o a favor de muchos video juegos reconozco que la mayoría nos dejan algún tipo de aprendizaje sin importar si es educativo o no.

Biografía

Tengo 15 años estudio en colegio primaria incluyente, soy muy curiosa y apasionada.

Pasatiempos

- Leer un buen libro.
- Escuchar música.
- Aprender distintos idiomas.
- Y aprender algo nuevo cada día.

Uso De Videojuegos

No mucho

Conocimiento previo de juegos educativos

Conozco los juegos que hacemos en clase como Kahoot.

Cómo sería para ti un videojuego educativo ideal

Un video juego educativo para mi debe de ir de la mano de la inclusión para las personas que tiene capacidades diferentes. Y por último que no pierda su esencia principal que es la diversión.

Intereses en Física Cuántica: Si, mi interés proviene por la intriga que me causa todo los distintos temas de la física cuántica que son muy interesantes y divertidos.

¿Qué sabes o has oído sobre la física cuántica?

Solo sé que la física cuántica es la ciencia que describe el comportamiento de las partículas subatómicas.

b. ¿Tienes algún interés particular en entender cómo funcionan las partículas subatómicas y los átomos?

SI,

c. ¿Qué te motiva a aprender más sobre este tema? Me inspiran muchas personas tengo varios referentes en cuanto a este tema, Uno de ellos es Heisenberg, Schrödinger y mi profesor de física que diariamente me motiva a aprender estos temas.

Figura 60. Modelo de arquetipo 2

Anexo 4: Permiso para participación en actividad extracurricular

Por medio de la presente, yo, _____, identificado(a) con cédula de ciudadanía número _____, otorgo mi autorización para que mi hijo(a) _____, estudiante de grado ___ en el programa Primaria Incluyente del Cibercolegio UCN, participe en una actividad extracurricular organizada por el docente Cristian Camilo Jaramillo en la Universidad EAFIT.

Entiendo y acepto que esta actividad no guarda relación directa con el plan de estudios del colegio Cibercolegio UCN y que la institución no se hace responsable por cualquier situación que pueda surgir durante la participación de mi hijo(a) en esta actividad. Asimismo, reconozco que los gastos de desplazamiento para asistir a la Universidad EAFIT corren por cuenta de cada uno de los participantes y/o sus familias.

Fecha:

Firma del Padre/Madre/Acudiente: _____

Anexo 5: Consentimiento Informado para Uso de Imágenes en Actividad Extracurricular

Yo, _____, identificado(a) con cédula de ciudadanía número _____, en calidad de representante legal del estudiante _____, quien participará en la actividad extracurricular organizada por el docente Cristian Camilo Jaramillo, en la Universidad EAFIT, declaro lo siguiente:

1. He sido informado(a) y comprendo que el docente Cristian Camilo Jaramillo podrá utilizar las fotografías y/o videos de mi hijo(a) en diferentes medios de comunicación, incluyendo redes sociales, trabajo de investigación de maestría, tesis de grado, artículos académicos y cualquier otro material relacionado con el campo educativo. Estas imágenes serán utilizadas como acciones de divulgación académica y no tienen propósitos comerciales.
2. Se me ha explicado de manera satisfactoria y en un lenguaje comprensible la información referente a los medios donde dichas fotografías y videos serán utilizados.
3. Declaro que he formulado todas las preguntas que consideré necesarias sobre todos los aspectos antes mencionados y estoy satisfecho(a) con las respuestas obtenidas.
4. He leído, entendido y acepto el presente formulario del consentimiento informado. Por medio de mi firma, declaro estar en total acuerdo con los aspectos contenidos en el mismo.

Firma del Padre/Madre/Acudiente: _____

Fecha: _____

Anexo 6: Instrumental Material Motivational Survey (IMMS)

El instrumento Instructional Material Motivational Survey (IMMS) diseñado por John Keller en 2010 que busca medir la percepción de los estudiantes en cuanto a la atención que el videojuego genera, la relevancia que le atribuyen a los conceptos presentados, la confianza en su capacidad para comprender conceptos relacionados con la física cuántica después de jugar, y la satisfacción general con la experiencia de aprendizaje que ofrece los escenarios.

Los resultados de la prueba proporcionarán información sobre la efectividad del videojuego como herramienta educativa en la enseñanza de algunos conceptos sobre física cuántica, así como áreas de mejora en su diseño y contenido para aumentar la motivación de los estudiantes y mejorar su aprendizaje en esta área.

A continuación, selecciona el número que mejor refleje su opinión sobre cada afirmación en relación con su experiencia con los dos escenarios vivenciados en la anterior experiencia virtual.

1. Totalmente en desacuerdo
2. En desacuerdo
3. Ni de acuerdo ni en desacuerdo
4. De acuerdo
5. Totalmente de acuerdo

Atención

- a) El inicio del videojuego captó mi atención.
 1. Totalmente en desacuerdo
 2. En desacuerdo
 3. Ni de acuerdo ni en desacuerdo
 4. De acuerdo
 5. Totalmente de acuerdo
- b) Los elementos visuales del videojuego me resultaron atractivos.
 1. Totalmente en desacuerdo
 2. En desacuerdo
 3. Ni de acuerdo ni en desacuerdo
 4. De acuerdo
 5. Totalmente de acuerdo
- c) Los primeros minutos del videojuego me mantuvieron interesado/a.
 1. Totalmente en desacuerdo
 2. En desacuerdo
 3. Ni de acuerdo ni en desacuerdo
 4. De acuerdo
 5. Totalmente de acuerdo
- d) La narrativa del videojuego me atrajo desde el principio.
 1. Totalmente en desacuerdo
 2. En desacuerdo
 3. Ni de acuerdo ni en desacuerdo
 4. De acuerdo
 5. Totalmente de acuerdo

- e) Los efectos de sonido del videojuego contribuyeron a mantener mi atención.
1. Totalmente en desacuerdo
 2. En desacuerdo
 3. Ni de acuerdo ni en desacuerdo
 4. De acuerdo
 5. Totalmente de acuerdo
- f) La introducción del videojuego me hizo querer seguir jugando.
1. Totalmente en desacuerdo
 2. En desacuerdo
 3. Ni de acuerdo ni en desacuerdo
 4. De acuerdo
 5. Totalmente de acuerdo

Relevancia

- a) Los conceptos de física cuántica presentados en el videojuego son importantes para mi aprendizaje.
1. Totalmente en desacuerdo
 2. En desacuerdo
 3. Ni de acuerdo ni en desacuerdo
 4. De acuerdo
 5. Totalmente de acuerdo
- b) Creo que este videojuego me ayudará a comprender mejor la física cuántica.
1. Totalmente en desacuerdo
 2. En desacuerdo
 3. Ni de acuerdo ni en desacuerdo
 4. De acuerdo
 5. Totalmente de acuerdo
- c) Pienso que los temas tratados en el videojuego son útiles para mi formación académica.
1. Totalmente en desacuerdo
 2. En desacuerdo
 3. Ni de acuerdo ni en desacuerdo
 4. De acuerdo
 5. Totalmente de acuerdo
- d) Los ejemplos y situaciones presentados en el videojuego me ayudaron a entender mejor los conceptos de física cuántica.
1. Totalmente en desacuerdo
 2. En desacuerdo
 3. Ni de acuerdo ni en desacuerdo
 4. De acuerdo
 5. Totalmente de acuerdo
- e) Considero que este videojuego es relevante para mi vida cotidiana.
1. Totalmente en desacuerdo
 2. En desacuerdo
 3. Ni de acuerdo ni en desacuerdo
 4. De acuerdo
 5. Totalmente de acuerdo

- f) Me parece que la información presentada en el videojuego es fácilmente aplicable a situaciones reales.
1. Totalmente en desacuerdo
 2. En desacuerdo
 3. Ni de acuerdo ni en desacuerdo
 4. De acuerdo
 5. Totalmente de acuerdo

Confianza

- a) Después de jugar el videojuego, me siento más seguro/a sobre mi capacidad para comprender la física cuántica.
1. Totalmente en desacuerdo
 2. En desacuerdo
 3. Ni de acuerdo ni en desacuerdo
 4. De acuerdo
 5. Totalmente de acuerdo
- b) Creo que puedo aprender mucho sobre física cuántica si uso este videojuego.
1. Totalmente en desacuerdo
 2. En desacuerdo
 3. Ni de acuerdo ni en desacuerdo
 4. De acuerdo
 5. Totalmente de acuerdo
- c) El videojuego me hizo sentir más seguro/a sobre mi habilidad para entender temas complejos.
1. Totalmente en desacuerdo
 2. En desacuerdo
 3. Ni de acuerdo ni en desacuerdo
 4. De acuerdo
 5. Totalmente de acuerdo
- d) Siento que puedo dominar los conceptos de física cuántica presentados en el videojuego.
1. Totalmente en desacuerdo
 2. En desacuerdo
 3. Ni de acuerdo ni en desacuerdo
 4. De acuerdo
 5. Totalmente de acuerdo
- e) Creo que este videojuego puede ayudarme a mejorar mis habilidades en física cuántica.
1. Totalmente en desacuerdo
 2. En desacuerdo
 3. Ni de acuerdo ni en desacuerdo
 4. De acuerdo
 5. Totalmente de acuerdo
- f) El videojuego me motivó a querer aprender más sobre física cuántica.
1. Totalmente en desacuerdo
 2. En desacuerdo
 3. Ni de acuerdo ni en desacuerdo

4. De acuerdo
5. Totalmente de acuerdo

Satisfacción

- a) Me gustó jugar este videojuego.
 1. Totalmente en desacuerdo
 2. En desacuerdo
 3. Ni de acuerdo ni en desacuerdo
 4. De acuerdo
 5. Totalmente de acuerdo
- b) Recomendaría este videojuego a otros estudiantes.
 1. Totalmente en desacuerdo
 2. En desacuerdo
 3. Ni de acuerdo ni en desacuerdo
 4. De acuerdo
 5. Totalmente de acuerdo
- c) En general, estoy satisfecho/a con la experiencia de aprendizaje que ofrece este videojuego.
 1. Totalmente en desacuerdo
 2. En desacuerdo
 3. Ni de acuerdo ni en desacuerdo
 4. De acuerdo
 5. Totalmente de acuerdo
- d) Considero que el tiempo invertido jugando este videojuego fue valioso para mi aprendizaje.
 1. Totalmente en desacuerdo
 2. En desacuerdo
 3. Ni de acuerdo ni en desacuerdo
 4. De acuerdo
 5. Totalmente de acuerdo
- e) El videojuego cumplió mis expectativas como herramienta de aprendizaje.
 1. Totalmente en desacuerdo
 2. En desacuerdo
 3. Ni de acuerdo ni en desacuerdo
 4. De acuerdo
 5. Totalmente de acuerdo
- f) Me gustaría seguir utilizando este videojuego como parte de mi estudio de física cuántica.
 1. Totalmente en desacuerdo
 2. En desacuerdo
 3. Ni de acuerdo ni en desacuerdo
 4. De acuerdo
 5. Totalmente de acuerdo

Anexo 7: Entrevista A

A continuación, se incluye la entrevista al estudiante A, quien participó en la prueba con el demo. El objetivo es conocer su experiencia al usar el videojuego enfocada en su motivación, aprendizaje y satisfacción, lo que va a permitir obtener una visión amplia de los resultados del estudio y el impacto de esta herramienta educativa en el interés y la comprensión de los estudiantes sobre conceptos de la física cuántica.

¿Cómo describirías tu experiencia general al interactuar con el videojuego educativo de física cuántica?

R// Interactuar con este videojuego de realidad virtual sobre física cuántica me resulto muy interesante tanto el modo de juego como el tema que trataba.

¿Qué aspectos del videojuego te resultaron más atractivos o interesantes?

R// Definitivamente lo que más me resulto atractivo del video juego es que está en realidad virtual y eso hace que el modo de juego sea muy realista.

¿Qué opinas sobre la integración de la realidad virtual en la experiencia de aprendizaje?

R// Definitivamente la idea de implementar realidad virtual en la educación es una idea que yo apoyo pues puede ser un gran apoyo para los maestros a la hora de enseñar o mostrar un tema.

¿Cómo crees que el videojuego te ayudó a comprender mejor los conceptos de física cuántica, especialmente el efecto fotoeléctrico?

R// El videojuego nos permite experimentar el efecto fotoeléctrico de cerca cómo funciona los números de cada elemento además todo esto mientras vemos como Albert Einstein nos explica su teoría.

¿Sentiste que el videojuego aumentó tu motivación para aprender sobre física cuántica?

R// Si, el tema me pareció muy interesante y me motive a investigar más sobre aquel tema.

¿Hubo alguna parte del videojuego que te resultara confusa o difícil de entender?

R// Tuve problemas, pero no con el tema si no con los controles de realidad virtual porque nunca había jugado en realidad virtual.

¿Cómo compararías esta experiencia de aprendizaje con otras formas tradicionales de enseñanza de la física cuántica?

R// Definitivamente la realidad virtual le gana por mucho a las formas de enseñanza tradicionales que tienen los colegios.

¿Recomendarías este videojuego a otros estudiantes? ¿Por qué?

R// Si lo recomiendo por el mero hecho de que es la manera más sencilla y divertida de aprender sobre física cuántica.

¿Qué cambios o mejoras sugerirías para futuras versiones del videojuego?

R// Sugiero que agreguen más de los escenarios de científicos que tenían planeados eso lo haría mucho más interesante

¿Crees que este tipo de enfoque educativo podría ser beneficioso para otros temas científicos o áreas de estudio?

R// Si, este tipo de educación con realidad virtual nos puede llegar a servir bastante para temas científicos y otras áreas de estudio

Anexo 8: Entrevista B

A continuación, se incluye la entrevista al estudiante B, quien participó en la prueba con el demo. El objetivo es conocer su experiencia al usar el videojuego enfocada en su motivación, aprendizaje y satisfacción, lo que va a permitir obtener una visión amplia de los resultados del estudio y el impacto de esta herramienta educativa en el interés y la comprensión de los estudiantes sobre conceptos de la física cuántica.

¿Cómo compararías la experiencia de usar un videojuego educativo de física cuántica con otras formas de aprendizaje que has experimentado?

R// El videojuego educativo de física cuántica proporciona una alternativa dinámica porque sustituye la monotonía del entorno escolar, permitiendo memorizar conocimientos de forma práctica por medio del juego. Ofrece una comprensión más profunda del tema al pasar de la teoría a la experiencia en la historia del personaje, llevando así el aprendizaje de "la cátedra a la práctica".

¿Qué aspectos del videojuego te resultaron más desafiantes o difíciles de comprender?

R// Encontré desafiantes las mecánicas de movimiento y la jugabilidad, especialmente debido a la experiencia en realidad virtual (RV), que puede desvincular perceptivamente de la realidad.

¿De qué manera crees que el videojuego podría haber sido más efectivo en la enseñanza de conceptos de física cuántica?

R// El videojuego podría haber sido más efectivo si hubiera sido menos teórico y más práctico, incorporando una mayor experimentación. Esto significa entender los conceptos de la física a través de dinámicas de experimentación dentro de la trama del juego, haciéndolo menos académico y más interactivo.

¿Consideras que el videojuego despertó tu interés en explorar más sobre la física cuántica fuera del aula?

R// No puedo ofrecer una respuesta definitiva, ya que solo jugué una pequeña fracción de uno de los primeros niveles del videojuego.

¿Qué sugerencias tendrías para mejorar la integración de la realidad virtual en la enseñanza de la física cuántica?

R// Una sugerencia sería cambiar los objetos alusivos a diagramas de la tabla periódica y diseñarlos como elementos interactivos más intuitivos. Por ejemplo, en lugar de mostrar un cuadro que diga "Z 19", se podría representar con una llama de fuego que se pueda apagar echándole un vaso de agua, en lugar de simplemente colocar un cuadrado encima que diga "H₂O".

¿Cómo afectó tu experiencia con el videojuego tu percepción general sobre la física cuántica y la ciencia en general?

R// Mi experiencia me permitió comprender de manera más comprensiva el estudio del efecto fotoeléctrico y la conductividad de diferentes metales como el cobre o el acero. Aunque repito, no jugué lo suficiente como para profundizar en estos temas.

Anexo 9: Pre-test

Bienvenido. Antes de iniciar el uso del juego con las gafas de RV y participar de una experiencia de aprendizaje interactiva diseñada para ayudarte a comprender mejor el efecto fotoeléctrico, por favor, tómate unos minutos para completar este formulario. Tus respuestas me ayudarán a evaluar tus conocimientos previos sobre este fenómeno y a entender mejor cómo el juego puede mejorar tu comprensión sobre este tema. No te preocupes si no estás familiarizado con el efecto fotoeléctrico, ¡este pre-test es para conocer tu punto de partida!

¡Gracias por participar y disfruta del juego!

Nombre completo _____

1. ¿Quién fue el científico que estudió el efecto fotoeléctrico?
 - a. Albert Einstein
 - b. Isaac Newton
 - c. Marie Curie
 - d. No tengo conocimiento
2. ¿Qué papel juega la luz en la recreación del efecto fotoeléctrico?
 - a. Generar corriente eléctrica
 - b. Emitir ondas electromagnéticas
 - c. Graduar las frecuencias de luz
 - d. No tengo conocimiento
3. ¿Cuál es la importancia de graduar las diferentes frecuencias de luz sobre las placas de metal en el efecto fotoeléctrico?
 - a. Controlar la temperatura
 - b. Observar colores brillantes
 - c. Liberar electrones con diferentes energías cinéticas
 - d. No tengo conocimiento
4. ¿Qué son las ondas electromagnéticas y cómo se relacionan con el efecto fotoeléctrico?
 - a. Ondas sonoras que transportan energía
 - b. Luz visible que afecta la visión humana
 - c. Ondas que transportan energía electromagnética
 - d. No tengo conocimiento
5. ¿Cuál es el papel de los diferentes metales en el paso de electrones entre las placas en el efecto fotoeléctrico?
 - a. Atraer electrones
 - b. Repeler electrones
 - c. Liberar electrones con mayor o menor facilidad
 - d. No tengo conocimiento
6. ¿Cómo se puede identificar la corriente eléctrica en un sistema eléctrico?
 - a. Por cambios en la temperatura de las placas metálicas
 - b. Por cambios en la luminosidad de la linterna
 - c. Por la presencia de electrones en movimiento
 - d. No tengo conocimiento
7. ¿Has escuchado sobre el efecto fotoeléctrico?
 - a. Si, tengo un buen entendimiento al respecto
 - b. He escuchado sobre ello, pero no sé mucho

- c. No tengo conocimiento al respecto
- 8. ¿Conoces la importancia de graduar las diferentes frecuencias de luz en un sistema fotoeléctrico?
 - a. Si, entiendo su importancia
 - b. He escuchado algo al respecto, pero no estoy seguro
 - c. No tengo conocimiento al respecto