



UNIVERSIDAD
NACIONAL
AUTÓNOMA DE
NICARAGUA,
MANAGUA
UNAN-MANAGUA

TESIS DE GRADO

Experimentación y demostración de los postulados de Broglie y las propiedades ondulatorias de las partículas a través de simuladores virtuales

Altamirano, F; Rivera, E

Tutor

Dr. Clifford Jerry Herrera Castrillo

CENTRO UNIVERSITARIO REGIONAL ESTELÍ

¡Universidad del Pueblo y para el Pueblo!



UNIVERSIDAD
NACIONAL
AUTÓNOMA DE
NICARAGUA,
MANAGUA
UNAN-MANAGUA

Centro Universitario Regional Estelí

Recinto Universitario “Leonel Rugama Rugama”

Experimentación y demostración de los postulados de Broglie y las propiedades ondulatorias de las partículas a través de simuladores virtuales

Tesis para optar al grado de
Licenciado en ciencias de la Educación con mención en Física-Matemática

Autores

Freddy Josué Altamirano Vásquez

Elmer Misael Rivera González

Tutor

Dr. Clifford Jerry Herrera Castrillo

23 de noviembre, 2024



Dedicatoria

Dedico este trabajo, en primer lugar, a Dios, por ser mi fuente de fortaleza y sabiduría en cada paso de este proceso. A mi madre y seres queridos, cuyo amor incondicional, apoyo y confianza me han sostenido en los momentos más difíciles, brindándome siempre palabras de ánimo para seguir adelante y cumplir mis objetivos. Agradezco especialmente a mi tutor, el Dr. Clifford Jerry Herrera Castrillo, por su valiosa orientación, paciencia y apoyo a lo largo de esta investigación. Su dedicación y conocimientos han sido una guía indispensable en este recorrido académico. Finalmente, extendiendo esta dedicatoria a todos mis ****maestros****, quienes con su pasión por la enseñanza y compromiso con mi formación me han inspirado a enfrentar cada desafío con determinación. "Este proyecto es un homenaje a cada uno de ustedes, cuyo esfuerzo y dedicación son profundamente valorados".

Elmer Misael Rivera González

Dedico este trabajo investigativo primeramente a Dios, por ser la fuente de toda sabiduría, ha estado siempre como mi guía, dándome fortaleza en cada paso y proceso de mi formación académica, a mi madre, familiares y seres queridos que han estado siempre para proporcionarme de su gran amor, su apoyo continuo y su confianza en los momentos difíciles. Sus buenos deseos y consejos me han llenado de inspiración a no darme por vencido hasta cumplir mi objetivo. De igual manera dedico este proyecto a mis maestros quienes han compartido sus conocimientos, con pasión y dedicación por la enseñanza, mostrándome desafíos de superación en cada etapa de este camino; "Este proyecto de investigación es un homenaje a cada uno de ustedes, quienes han contribuido de manera invaluable. Su esfuerzo y dedicación son profundamente apreciados".

Freddy Josué Altamirano Vásquez

Agradecimientos

Primeramente, agradecemos a Dios por habernos permitido culminar este trabajo de investigación universitario satisfactoriamente, dándonos sabiduría y fortaleza para seguir adelante cumpliendo cada uno de nuestros objetivos, a nuestras madres por su constante presencia apoyándonos para fortalecernos y continuar, también a cada uno de nuestros seres queridos, asimismo a los compañeros de clase que de una u otra manera nos han apoyado, a nuestros maestros: que nos han compartido el pan del saber incondicionalmente.

Expresamos nuestra profunda gratitud a maestro Dr. Cliffor Jerry Herrera Castrillo por todo el apoyo y la guía que nos ha brindado durante todo el proceso de esta investigación. Su pasión por la materia y su dedicación para ayudar a los estudiantes a alcanzar su máximo potencial han sido verdaderamente inspiradoras. Gracias por compartir sus conocimientos y por siempre estar dispuesto a ofrecer su tiempo y consejos sin su apoyo, este trabajo no habría sido posible. Este proyecto es un reflejo del impacto positivo que su enseñanza ha dejado en nuestra formación académica y profesional.



UNIVERSIDAD
NACIONAL
AUTÓNOMA DE
NICARAGUA,
MANAGUA
UNAN-MANAGUA

CENTRO UNIVERSITARIO REGIONAL, ESTELÍ
“2024: Universidad Gratuita y de Calidad para seguir en Victorias”

Estelí, 21 de octubre de 2024

CONSTANCIA

Por este medio estoy manifestando que la investigación: **experimentación y demostración de los postulados de Broglie y las propiedades ondulatorias de las partículas a través de simuladores virtuales**, cumple con los requisitos académicos de la clase de Seminario de Graduación, para optar al título de Licenciatura en Física-Matemática

Los autores de este trabajo son los estudiantes: **Elmer Misael Rivera González con carné 20-50297-5 y Freddy Josué Altamirano Vásquez con carné 20-50296-4**; y fue realizado en el II semestre de **2024**, en el marco de la asignatura de Seminario de Graduación, cumpliendo con los objetivos generales y específicos establecidos, que consta en el artículo 9 de la normativa, y que contempla un total de 60 horas permanentes y 240 horas de trabajo independiente.

Considero que este estudio será de mucha utilidad para la carrera de Física-Matemática, así como para investigadores de la Ciencias, la comunidad estudiantil y las personas interesadas en esta temática.

Atentamente,

Dr. Cliffor Jerry Herrera Castrillo

<https://orcid.org/0000-0002-7663-2499>

Cc/Archivo

UNAN-Managua/CUR-Estelí

¡Universidad del Pueblo y para el Pueblo!
Barrio 14 de abril, contiguo a la subestación de ENEL, Tel 27137734, Ext 7408
Cod. Postal 49 – Estelí, Nicaragua

Resumen

La investigación valida un manual didáctico para la enseñanza del principio de incertidumbre en Física Cuántica, dirigido a estudiantes de V año de la carrera de Física-Matemática en la UNAN-Managua/CUR-Estelí, mediante el uso de simuladores virtuales accesibles y fáciles de manipular. El objetivo general es validar un manual para la experimentación y demostración del principio de incertidumbre, desde un enfoque por competencias, utilizando simuladores virtuales. La metodología emplea un enfoque mixto, con encuestas y entrevistas, aplicadas alumnos y docentes expertos. Los resultados muestran que los simuladores virtuales no solo facilitan la visualización de fenómenos cuánticos, sino que también promueven el pensamiento crítico y la resolución de problemas en un entorno dinámico. Los estudiantes interactuaron exitosamente con las actividades guiadas, logrando una comprensión más profunda del principio de incertidumbre. Se concluye que el manual es efectivo y recomienda su implementación en diversos contextos educativos, ampliando su accesibilidad para docentes y aprendiz.

Palabras claves: Incertidumbre, manual, simuladores virtuales, Física Cuántica

Abstract

The research validates a didactic manual for the teaching of the uncertainty principle in Quantum Physics, aimed at fifth year students of Physics-Mathematics at UNAN-Managua/CUR-Esteli, using virtual simulators that are accessible and easy to manipulate. The general objective is to validate a manual for experimentation and demonstration of the uncertainty principle in a competency-based approach, using virtual simulators. The methodology employs a mixed approach, with surveys and interviews. Applied to students and expert teachers. The results show that virtual simulators not only facilitate the visualization of quantum phenomena but also promote critical thinking and problem solving in a dynamic environment. Students successfully interacted with the guided activities, achieving a deeper understanding of the uncertainty principle. It is concluded that the manual is effective and recommends its implementation in various educational contexts, broadening its accessibility for teachers and students.

Keywords: Uncertainty, manual, virtual simulators, Quantum Physics, Quantum Physics

Índice

1. INTRODUCCIÓN.....	1
2. ANTECEDENTES	3
3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	12
3.1. Caracterización general del problema	13
3.2. Preguntas de investigación	15
3.2.1. Pregunta general	15
3.2.2. Preguntas específicas.....	15
4. JUSTIFICACIÓN.....	16
5. OBJETIVOS.....	19
5.1. Objetivo General.....	19
5.2. Objetivos Específicos	19
6. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA	20
6.1. Enfoque por competencia.....	20
6.1.1. Definición de Competencia.....	20
6.1.4. Importancia de las competencias	23
6.1.5. Impacto de los simuladores en las competencias científicas y tecnológicas.....	25
6.2. Manual Didáctico.....	25
6.2.1. Definición	25
6.2.2. Importancia del manual	25
6.2.3. Estructura	26
6.2.5. Simuladores gratuitos para la enseñanza	28
6.3. Demostración y experimentación Física	31
6.4. Física Cuántica.....	32
6.4.1. Definición en la Mecánica Cuántica	32

6.4.2.	Significado en la Teoría Cuántica	33
6.4.3.	Postulado de Broglie.....	34
6.4.4.	Propiedades Ondulatorias de las Partículas	34
6.4.5.	El Principio de Incertidumbre.....	34
6.4.6.	Propiedades de las Ondas de Materia	35
6.4.7.	Algunas Consecuencias del Principio de Incertidumbre	35
7.	HIPÓTESIS	37
8.	OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES.....	38
9.	DISEÑO METODOLÓGICO	42
9.1.	Tipo de investigación.....	42
9.2.	Área de estudio	44
9.2.1.	Línea de investigación	45
9.2.2.	Sub línea de Investigación.....	45
9.2.3.	Área geográfica	45
9.3.	Población y muestra	47
9.3.1.	Población.....	47
9.3.2.	Muestra	47
9.3.3.	Muestreo	48
9.3.4.	Criterios de selección	49
9.4.	Métodos, técnicas e instrumentos de recopilación de datos.....	49
9.5.	Etapas de la investigación.....	53
9.5.1.	Procedimientos de recolección de datos	55
9.5.2.	Plan de análisis de datos	56
9.6.	Consideraciones éticas	57
10.	ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS	60
10.1.	Proceso de Diseño y Elaboración del Manual	60

10.2.	Aplicación del manual	64
10.3.	Comprobación de hipótesis	69
10.3.1.	Variables	70
10.3.2.	Variables dependientes	70
10.4.	Propuesta de un manual.	72
10.5.	Propuesta de Investigación	77
11.	CONCLUSIONES	96
12.	RECOMENDACIONES	97
13.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	98
14.	ANEXOS	108
	Anexo A. Cronograma de Actividades	108
	Anexo B. Instrumentos de Recolección de Datos	110
	Anexo C. Instrumento de evaluación para los expertos	115
	Anexo D. Codificación de datos.....	117
	Anexo E. Carta de validación	119
	Anexo F. Evidencia Fotográfica	120

Índice de Tablas

Tabla 1. <i>Simuladores y aplicaciones gratuitos</i>	28
Tabla 2. <i>Operacionalización de variables</i>	38
Tabla 3. <i>Población estudiantil</i>	47
Tabla 4. <i>Métodos de recolección de datos</i>	49
Tabla 5. <i>Forma de análisis Cual-Cuanti</i>	57
Tabla 6. <i>Muestra de resultados</i>	61
Tabla 7. <i>Calificaciones de los estudiantes</i>	72
Tabla 8. <i>Nombres de símbolos y valor</i>	89
Tabla 9. <i>Plan de clases</i>	91
Tabla 10. <i>Rúbrica de evaluación</i>	94
Tabla 11 cronograma de trabajo	108
Tabla 12 guía de preguntas y valoración	111
Tabla 13 criterios para evaluar.....	115

Índice de figuras

Figura 1. <i>Representación esquemática de documento curriculares</i>	24
Figura 2. <i>Documento y currículo</i>	24
Figura 3. <i>Rotulo de la UNAN-Managua/CUR-Estelí</i>	46
Figura 4. <i>Confiabilidad y Validez</i>	53
Figura 5. <i>Etapas de la Investigación</i>	53
Figura 6. <i>Portada de video introductorio</i>	65
Figura 7. <i>Simulación de Onda</i>	66
Figura 8. <i>Resultados de Resolución de Ejercicios</i>	68
Figura 9. <i>Tendencia de la calificación</i>	73
Figura 10. <i>Paso 1 - Escribir en sitio web simulador PhET</i>	84
Figura 11. <i>Paso 2 - Dar clic en la página de simuladores PhET</i>	84
Figura 12. <i>Paso 3 - Dar clic en la lupa y buscar Simulación de Fourier: Creando Ondas</i> .84	
Figura 13. <i>Paso 4 - Aparecerá una ventanilla donde estará el simulador y dar reproducir</i>	85
Figura 14. <i>Paso 5 - Dar clip en Paquete de ondas</i>	85
Figura 15. <i>Paso 6 - Descripción de los símbolos</i>	86
Figura 16. <i>Paso 7 - Visualización de onda creada</i>	86
Figura 17. <i>Varias ondas y paquete de ondas</i>	88
Figura 18. <i>Pre-defensa de Investigación Aplicada</i>	120

1. Introducción

El uso de simuladores virtuales en la enseñanza de la Física ha mostrado buenos resultados a lo largo de los últimos años en temas complejos estos tienen la capacidad para facilitar la comprensión de conceptos teóricos y ayudan al desarrollo de competencias científicas en los estudiantes. La Física Cuántica presenta muchos desafíos, ya que esta contiene contenidos abstractos entre los cuales se encuentra el principio de incertidumbre de Heisenberg y las propiedades ondulatorias de las partículas subatómicas. Por consiguiente resalta la necesidad de desarrollar distintos recursos didácticos novedosos que permita al estudiantado experimentar y visualizar los fenómenos cuánticos de forma interactiva y práctica.

El presente estudio tiene como objetivo el diseño, la implementación y validación de un manual didáctico, que apoye la enseñanza mediante distintas experimentaciones y demostraciones en el área de la Física Cuántica, aplicando un enfoque por competencias en la educación superior. Donde se promueve el manual para facilitar la enseñanza integrando teoría y práctica, impulsando un aprendizaje significativo que fortalezca el pensamiento crítico y la resolución de problemas en los estudiantes de la carrera de Física-Matemática.

Esta investigación académica es de gran importancia ya que a través de ella se evidencia el poco uso de simuladores en áreas complejas como lo es la Física Cuántica. Además es un recurso educativo que responde a la necesidad de actualizar las metodologías de enseñanza y adaptarlas a las exigencias de la educación actual, integrando herramientas tecnológicas que hagan posible la comprensión de las temáticas, además que permita a los estudiantes experimentar de forma directa con los conceptos abordados. Al diseñar y ofrecer un manual como recurso o guía didáctico es que sea accesible para docentes, así como para estudiantes, el cual ayuda a proporcionar actividades prácticas que fortalezcan la teoría y fomentando un aprendizaje autónomo y colaborativo.

Este estudio se organiza en capítulos los cuales conforman la estructura de todo el trabajo indagado: donde el primer capítulo introduce el contexto general del estudio, resaltando la relevancia de la investigación. En el segundo los antecedentes, donde se realizó investigaciones previas tanto como a nivel nacional como internacionales y locales, donde se relacionan con la Física Cuántica y el uso de simuladores virtuales. El tercero expone el planteamiento de problema identificando las dificultades específicas que enfrenta la enseñanza del principio de incertidumbre.

Mientras en el cuarto se presenta la justificación donde se explica la importancia de abordar esta problemática y los aportes que ofrece en el ámbito educativo. En el quinto detalla los objetivos tanto generales como específicos, basados en la necesidad identificadas. Mientras que en el sexto se desarrolla la fundamentación teórica, donde se presentan los conceptos fundamentales que sustentan la investigación. El séptimo se dedica a la hipótesis y las variables de la indagación.

En el octavo y noveno explican el diseño metodológico, describiendo el tipo de investigación, la población y muestra, así como las técnicas e instrumentos utilizados para la recolección de datos. En el décimo se presenta el análisis de resultado, comparando los hallazgos con estudios previos y discutiendo su relevancia y validez en el contexto actual. Undécimo capítulo introduce la propuesta que consiste en el diseño de un manual didáctico basado en simuladores virtuales para mejorarla comprensión de la Física Cuántica, integrando teoría y práctica.

En el doce y trece, se exponen la conclusión y recomendaciones, evaluando críticamente los resultados y sugiriendo aplicaciones del manual en diversos contextos educativos. Y finalmente el catorce incluye las referencias bibliográficas utilizadas en el estudio, mientras que en el quince contiene los anexos, donde se representa los instrumentos de recolección de datos, cronogramas y otros materiales que complementan la investigación y apoyan su validez científica.

2. Antecedentes

Esta sección expone antecedentes de investigación relacionados directamente con el tema de estudio y que desempeñan un papel fundamental en el desarrollo del presente trabajo. A partir de estos precedentes se extraerán aportes que serán de gran utilidad para la sustentar y enriquecer el análisis de la investigación la cual es “Experimentación y demostración del principio de incertidumbre a través de simuladores virtuales con un enfoque por competencia”.

Para la búsqueda y análisis de antecedentes internacionales, se llevó a cabo una exhausta revisión en repositorios de instituciones educativas reconocidas a nivel mundial, así como de artículos científicos de renombradas revistas académicas. Esto permitió recopilar una amplia gama de estudios previos que han abordado el tema de interés desde diferentes perspectivas.

Becerra Almanza (2020) realizó el estudio *Propuesta para la formulación de un diplomado en Física moderna para licenciados en Física*, en la Facultad de Ciencias y Educación de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Bogotá Colombia. El objetivo de esta investigación fue diseñar una propuesta con sus respectivos contenidos y actividades que permitieran la formulación de una diplomado en la enseñanza de Física Moderna, con el cual se ofrecieron oportunidades a profesionales en la actualización y fortalecimiento en la metodología de la enseñanza de Física. Fue un estudio con enfoque cualitativo bajo una investigación de trabajo teórico y didáctico, mediante la confluencia de tres modalidades: clases presenciales, virtuales (con el uso de simuladores) y aprendizaje autónomo. Por medio de este trabajo se pudo evidenciar la importancia de crear y fortalecer espacios de formación y actualización académica por docentes de Física de educación media, generando así, la divulgación de conceptos y teorías modernas desde el desarrollo didáctico y prácticas para experiencias pedagógicas.

El estudio antes mencionado, sobre la formulación de un diplomado en Física Moderna destaca la relevancia de actualizar la enseñanza de la Física y promover prácticas pedagógicas

efectivas. Este antecedente resalta la necesidad de abordarla enseñanza desde un enfoque práctico y aplicado. En línea de con esto, el uso de simuladores virtuales en la investigación actual permite a los estudiantes experimentar y comprender el principio de incertidumbre de manera dinámica. Además, el enfoque por competencia se fortalece al desarrollar habilidades prácticas y promover el pensamiento crítico. En el análisis de resultado será de gran ayuda para argumentar y validar la importancia de implementar métodos y enseñanzas innovadoras como el uso de simuladores virtuales, en la formación de competencias científicas, ya que estas pueden influir positivamente en la enseñanza de conceptos complejos de Física Cuántica.

Zalazar García (2021) realizó el estudio *Introducción al estudio de nociones básicas de Física Moderna mediante el uso de una propuesta integradora basada en software libre*, del Departamento de biología, Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales (FCEFN), Universidad Nacional de San Juan, Argentina. El objetivo de esta investigación fue analizar los diversos modos de utilización de una simulación diseñada y programada como herramienta cognitiva para favorecer la construcción de esquemas y la jerarquización de conceptos buscando una aproximación al aprendizaje significativo de contenidos. Tenía un enfoque interpretativo, las evidencias encontradas tales como: mejora de actitudes y habilidades del cuerpo docente; interés y motivación de los jóvenes y aumento de la disposición del equipo en participar y realizar actividades innovadoras en ciencias, indican que los resultados previstos han sido mayormente alcanzados y el impacto fue significativo. El diseño de la simulación es apropiado y complementario con otras herramientas cognitivas de uso más frecuente, ya que favorece procesos de aprendizaje significativo crítico en contextos discursivos.

El estudio previamente citado, es un aporte significativo, debido a que, da pautas de como trabajar la experimentación a través de simuladores virtuales, los cuales son de gran ayuda para comprender los fenómenos, que no es posible observar a simple vista. Además, a través del uso de simuladores indican mejoras en las habilidades y actitudes del cuerpo docente, así como un aumento en el interés y la motivación de los estudiantes. Se utilizará en el análisis de

resultado como un punto de referencia clave para comparar y validar la efectividad de los simuladores virtuales en el desarrollo de competencias cognitivas y la mejora de la disposición y motivación de los implicados, por otro lado, será de uso para respaldar la idea del uso de herramientas digitales en la enseñanza de Física y también promueve un entorno dinámico y participativo, en las tendencias actuales en la educación científica.

Gálvez Aucejo (2021) realizó un estudio *Implementación de un simulador de computador cuántico*, Escuela Técnica Superior de Ingeniería Informática, de la Universidad Politécnica de Valencia. El objetivo de esta investigación fue crear desde cero una aplicación de escritorio donde se simulen circuitos cuánticos creados por el usuario con el fin de acercar el mundo de la computación cuántica a más gente y todo de manera didáctica. Fue con un enfoque que consiste en desarrollar un simulador de computación que permite ejecutar circuitos cuánticos con varias puertas lógicas y cúbits en un ordenador clásico donde la muestra fueron usuarios con licencias y docentes de computación y la población fueron los usuarios de computación. La aplicación del simulador es de escritorio, está acompañada de una interfaz gráfica, desarrollada con el lenguaje Python y tiene un carácter educativo, ilustrándolos fenómenos de la cuántica. Se ha puesto en conocimiento las bases de la computación y sus peculiaridades y se han analizado los servicios más importantes de grandes empresas en el estado del arte, se puede analizar los resultados de esta simulación y se lanza circuitos en un servicio extremo, en este caso en ordenador cuánticos de IBM Quantum.

El aporte de este antecedente es significativo, dado que trabajan en una aplicación que simula circuitos cuánticos. Esta herramienta será retomada para la demostración y experimentación en la temática del Principio de Incertidumbre, proporcionando una base sólida y práctica para entender, visualizar los efectos y las implicaciones de este principio fundamental de la mecánica cuántica. A través de la simulación de circuitos cuánticos, se podrá explorar de manera interactiva cómo las variables conjugadas, como la posición y el momento, no pueden ser conocidas simultáneamente con precisión absoluta, tal como lo establece el Principio de

Incertidumbre de Heisenberg. Se utilizará para respaldar la efectividad de los simuladores como una herramienta educativa que permite ilustrar y experimentar con fenómenos cuánticos. Además se discutirá como la integración de simuladores en el manual educativo propuesto ha contribuido a la comprensión y visualización del fenómeno, fortaleciendo las competencias científicas y analíticas de los estudiantes.

En el contexto de Nicaragua, se han realizado diversos trabajos de investigación relacionados con los simuladores virtuales en la educación basada en un modelo por competencias. A continuación, se presenta los estudios más destacados, los cuales, aunque fueron aplicados en universidades nacionales, han sido publicados en revistas internacionales.

Cornejo Casco et al. (2023) realizaron un estudio *Simulador PhET para demostrar ecuación de continuidad con enfoque diferencial e integral incluyendo vectores*, en la Revista Chilena de Educación Científica. El objetivo de esta investigación fue diseñar un laboratorio virtual utilizando el simulador PhET como estrategia metodológica para mejorar el aprendizaje de Física en los estudiantes. Fue una investigación con un enfoque cualitativo, realizando un análisis interpretativo del fenómeno estudiado, lo que condujo a resultados positivos al demostrar la ecuación de continuidad, en la UNAN-Managua con estudiantes de la carrera de Física-Matemática y como muestra los estudiantes de cuarto año. El simulador PhET, es una herramienta eficaz para enseñar y comprender la ecuación de continuidad, resaltando la importancia de la tecnología en la educación científica al proporcionar una experiencia interactiva y visualmente atractiva para los estudiantes.

El análisis antes citado, aporta en el uso de simuladores de acceso gratuito en temática de Física Moderna, al ofrecer una valiosa herramienta educativa que facilita la comprensión de conceptos complejos a través de una interacción práctica y visual. Estos simuladores permiten a los estudiantes experimentar de manera virtual con fenómenos de la Física cuántica. Además, su accesibilidad y gratuidad promueven la equidad en la educación, permitiendo que un mayor número de estudiantes y profesores tengan acceso a recursos de alta calidad sin restricciones

económicas, será de gran aporte ya que se utilizara para evaluar si la implementación de estos simuladores en el manual educativo propuesto ha generado un efecto similar en la enseñanza de la ecuación de continuidad, mejorando la comprensión de conceptos cuánticos como el principio de incertidumbre y promoviendo un aprendizaje significativo.

Gómez García et al. (2021) realizaron un estudio *La tecnología como una herramienta de aprendizaje en las Ciencias Naturales*, en el repositorio institucional RIUMA, UNAN-Managua/CUR-Chontales Recinto “Cornelio Silva Argüello”. El objetivo de esta investigación fue describir la tecnología como una herramienta de aprendizaje en las Ciencias Naturales, ya que hoy en día el uso de esta Ciencia se encuentra en todas partes y sería un gran beneficio dentro y fuera de las aulas de clase, tanto como para los docentes como los estudiantes los cuales adquieren capacidades necesarias para llegar a ser competentes, buscadores, analizadores, evaluadores de información. La metodología empleada en este estudio fue de tipo descriptivo, con un enfoque cualitativo, que permitió analizar el impacto del uso de la tecnología en la formación de habilidades y capacidades académicas en el ámbito de Ciencias Naturales.

El aporte del antecedente anterior está en el uso correcto de la tecnología, para el desarrollo del proceso de aprendizaje, donde el estudiante debe manejar competencias científicas y digitales, útiles para su desarrollo profesional. Se retomarán aspectos teóricos en la fundamentación de este trabajo de graduación y por lo tanto será de gran ayuda para validar la importancia de la tecnología en el proceso de enseñanza-aprendizaje, especialmente en el contexto de la Física y las Ciencias Naturales. Además, se explorará como la tecnología se convierte en un medio que facilita la visualización y comprensión de conceptos complejos que contribuyen, así como un aprendizaje más interactivo y significativo.

Dávila et al. (2023) realizaron un estudio *Uso de la tecnología en la enseñanza de las Ciencias Naturales*, que se encuentra en el repositorio institucional RIUMA, UNAN-Managua/CUR-Chontales, Recinto universitario regional chontales “Cornelio Silva Argüello” el objetivo de esta investigación fue destacar el uso de la tecnología en la enseñanza de las

Ciencias Naturales, donde se trabajó información sobre los conceptos e importancia que tiene la tecnología y relación en el ámbito educativo. El estudio se llevó a cabo utilizando una metodología de tipo descriptiva, con un enfoque cualitativo que permitió evaluar como la incorporación de tecnología educativas están favoreciendo el proceso de enseñanza en todas las disciplinas, ya que brinda nuevas y excelentes herramientas tecnológicas como instrumentos de apoyo que facilita la asimilación de contenidos de manera entretenida donde la población fueron las carreras de la universidad y tomando como muestra la carrera de Ciencias Naturales, innovadora, dinámica, así como también las ventajas y desventajas de usar la tecnología en el proceso, ya que de esta forma se puede fortalecer el conocimiento y una mejor formación en los estudiantes.

La investigación anterior será un aporte significativo ya que permitió construir la fundamentación teórica de manera práctica, proporcionando aspectos claves sobre tecnologías educativas. La integración de conceptos teóricos con ejemplos y aplicaciones concretas facilitó la comprensión y el análisis de cómo estas tecnologías pueden ser implementadas y aprovechadas en entornos educativos. Será de gran ayuda ya que brinda un marco teórico y metodológico sólido sobre el uso de la tecnología en la educación, así como para fundamentar la necesidad de integrar herramientas tecnológicas en el aula que promuevan un aprendizaje activo y significativo.

En el contexto de la UNAN-Managua/CUR-Estelí, se han realizado trabajos de exploración relacionados con los simuladores virtuales en la educación basada en competencias. Estos estudios fueron de relevancias para la investigación, ya que promueven el desarrollo de la competencia en los estudiantes. A continuación, se presenta los análisis más destacados de la universidad.

Amador González et al (2022) realizaron un estudio *Estrategias metodológicas integrando recursos tecnológicos en el aprendizaje del contenido, Leyes de Kepler*, en el repositorio institucional RIUMA de la UNAN-Managua/CUR-Estelí. El objetivo de esta investigación fue validar estrategias metodológicas que integren recursos tecnológicos que faciliten el aprendizaje del

contenido de Kepler con estudiantes de decimo grado "B" del Instituto Augusto Salinas Pinel (INASP) durante el periodo septiembre-noviembre del año 2021. Se realizó bajo un enfoque cualitativo donde se aplicaron instrumentos como guía de observación y entrevistas, a una muestra de doce estudiantes y un docente para validar estrategias metodológicas que integren recursos tecnológicos que faciliten el aprendizaje, lo cual obtuvieron diversas problemáticas presentadas por los estudiantes de las cuales fueron interpretación de conceptos básicos sobre el contenido y también el dominio de la tecnología.

El estudio ya citado proporciona pautas para la elaboración de guías de aprendizaje en temáticas de Física. Estas pautas ayudarán a estructurar actividades y prácticas educativas que faciliten la comprensión y el aprendizaje de conceptos físicos complejos, promoviendo un enfoque pedagógico más dinámico y efectivo. Se podrán diseñar intervenciones didácticas que no solo mejoren el rendimiento académico de los estudiantes, sino que también fomenten un interés más profundo por la materia, permitiendo así una formación integral y aplicada en el área de la Física. Será de gran ayuda ya que nos da un marco teórico sólido para fomentar la importancia de las herramientas tecnológicas en el ámbito educativo.

Córdoba Fuentes et al. (2021) realizaron un estudio *Aprendizaje Basado en las Tecnologías de la Información y Comunicación (ABT) para la aplicación de Electricidad en Didáctica de la Física*, repositorio institucional RIUMA de la UNAN-Managua/CUR-Estelí. El objetivo de esta investigación fue valorar la incidencia de la metodología Aprendizaje Basado en las TIC, en contenidos de Conductividad Eléctrica y Circuitos de Corriente Eléctrica Continua en la asignatura de Didáctica de la Física, con estudiantes de cuarto año de la carrera de Física - Matemática, FAREM-Estelí, 2020, donde se utilizó un enfoque mixto con predominancia cualitativa, aplicada, descriptiva y transversal, en el cual se inició con la revisión documental del Modelo Educativo de la UNAN-Managua y planes didácticos de los docentes. Además, se aplicó una entrevista abierta a dos docentes de la asignatura de Didáctica de la Física y dos encuestas a quince estudiantes para identificar las metodologías de aprendizaje que se están

implementando y su valoración respecto a la propuesta, cuyos datos se analizaron mediante matrices comparativas y gráficos estadísticos.

Este estudio aporta a la investigación actual al proporcionar pautas didácticas para el uso correcto de la tecnología en la experimentación de fenómenos que, a simple vista, no se pueden observar. Mediante la incorporación de herramientas tecnológicas, se posibilita la visualización y comprensión de conceptos abstractos y complejos, facilitando el aprendizaje y la enseñanza de estos fenómenos.

El trabajo citado será de gran ayuda para comparar y contrastar los efectos de la metodología basada en las TIC con la implantación de simuladores virtuales y también fundamentará la necesidad de incluir herramientas tecnológicas en el aula como parte de la formación integral de los estudiantes, proporcionando una base metodológica sólida para el uso de simuladores en la educación superior.

Castillo Castillo et al. (2023) realizó un estudio *Estado del arte de investigación referente a Física clásica y moderna* en la Carrera de Física Matemáticas de la UNAN, Managua-CUR, Estelí con el objetivo de compilar y analizar las investigaciones realizadas en esta área. La metodología empleada fue cualitativa, con un enfoque documental que se desarrolló en dos etapas: heurística y hermenéutica. Se identificaron 34 investigaciones relacionadas con Física Clásica y Moderna, abarcando temáticas como cuerpos celestes, mecánica cuántica y fluidos. Este estudio proporciona una base sólida para futuras investigaciones, proponiendo nuevas líneas de investigación y temas a desarrollar en trabajos de grado.

El estudio será un aporte importante para el presente trabajo , ya que permite comprender el estado actual de la investigación en Física, proporcionando antecedentes teóricos y metodológicos que se pueden aplicar en el análisis de resultados. Además, se utilizara para comparar la evolución de las investigaciones en estas áreas y la metodología utilizada en estudios previos.

Vallecillo et al. (2023) realizó un estudio uso de simuladores y asistente matemático en la demostración del principio de pascal al aplicarse integrales y vectores, tiene como objetivo validar la integración de simuladores virtuales y software matemático en la enseñanza del principio de pascal. Utilizando el simulador PhET y el asistente wólfram Alpha, se analizaron el comportamiento de fluidos en prensas hidráulicas aplicando conceptos de cálculo integral y vectores. La investigación con un enfoque cuantitativo y experimental, demostró que el uso de estas herramientas facilita la comprensión de conceptos abstractos al combinar la teoría con la práctica virtual.

Este antecedente es de gran valor para el presente trabajo, ya que proporciona información sobre la incorporación de simuladores y asistentes matemáticos en la enseñanza de principios físicos, facilitando la visualización de fenómenos que no se pueden observar directamente. Además, en el análisis de resultado se tomara como referencia la metodología de Herrera Castrillo et, al. para evaluar como la integración de estas herramientas puede influir en la comprensión de la temática abordada. Al igual que la visualización interactiva y el aprendizaje de conceptos complejos, comparando los resultados obtenidos y su efecto en la motivación, el desempeño de los estudiantes en la asignatura de Física.

3. Planteamiento del problema

A nivel global, se ha observado un aumento significativo en el uso de tecnología en la educación en los últimos años (Pin Castro et al., 2024). Esto ha generado la necesidad de aplicar herramientas tecnológicas en la educación, con el fin de adaptar nuevas estrategias metodológicas que beneficien a todos los actores educativos. El desarrollo tecnológico, como indican (González González y Restrepo Pineda, 2024) ha abierto nuevos espacios para fortalecer los ambientes de aprendizaje y ha brindado una amplia variedad de aplicaciones que solo la web puede ofrecer. Además, es vital considerar cómo estas herramientas promueven la equidad, permitiendo que estudiantes de diferentes contextos socioeconómicos accedan a materiales de aprendizaje que antes podían estar fuera de su alcance.

En este contexto, los docentes desempeñan un papel fundamental como pilares de la innovación e interacción en el proceso educativo, mientras que los estudiantes se convierten en constructores de su propio conocimiento (Arteaga Marín. 2022). Sin embargo, es importante que comprendan que la tecnología es una pieza importante en el proceso de enseñanza-aprendizaje.

Uno de los enfoques tecnológicos que ha ganado relevancia en la educación es el uso de simuladores virtuales según (Carrión et al. 2020), estos se perciben como herramientas que facilitan la modelización y el acercamiento de conceptos abstractos a los estudiantes. Además, permite la repetición de experimentos sin la necesidad de invertir tanto tiempo y recursos en materiales, lo cual favorece la motivación y el interés hacia las ciencias (Ponzuelo et al, 2023). También es importante destacar que el uso de estos simuladores promueve un aprendizaje activo y autónomo, donde los estudiantes pueden explorar y experimentar a su propio ritmo, fomentando así un desarrollo más profundo de habilidades críticas y de resolución de problemas.

Sin embargo, a pesar de las posibilidades didácticas que ofrecen los simuladores, se enfrenta un problema relacionado con la falta de interés de los estudiantes por el aprendizaje de

las ciencias. Para abordar esta problemática, es necesario incorporar las tecnologías de la información y la comunicación (TIC) en el proceso de enseñanza-aprendizaje, para mejorar el aprendizaje de la Física (Cristancho y Suárez, 2021). Además, es fundamental que los docentes reciban una formación adecuada en el uso de estas herramientas, para que puedan integrarlas de manera efectiva en sus prácticas pedagógicas y así motivar a los estudiantes mediante enfoques más interactivos y participativos.

Según Herrera-Castrillo (2023) todas las universidades, tanto nacionales como internacionales, cuentan con documentos curriculares que establecen los lineamientos que rigen sus programas académicos. Estos coinciden en su objetivo de lograr la calidad educativa en las diversas carreras que ofrecen, y suelen incluir pautas importantes sobre la incorporación de tecnología en los procesos de enseñanza y aprendizaje. No obstante, los docentes han encontrado dificultades para abandonar los métodos tradicionales de enseñanza de contenidos de Física y Matemáticas, replicando enfoques que se han utilizado durante años, debido a que consideran que esa es la mejor fórmula. Los facilitadores justifican este enfoque argumentando que ellos mismos aprendieron de esa manera, sin tener en cuenta que las nuevas generaciones de estudiantes son "nativos digitales", es decir, han crecido inmersos en el uso de la tecnología.

3.1. Caracterización general del problema

En la UNAN-Managua/CUR-Estelí, se ha identificado el poco uso de simuladores virtuales en los estudiantes de V año en la carrera de Física-Matemática al impartir una clase de experimentación y demostración en temas de Física superior y principalmente en los Principios de incertidumbres se ha observado que los maestros no usan simuladores virtuales y esto limita el desempeño del alumnado en los contenidos.

La problemática identificada es el poco uso de simuladores virtuales con enfoque por competencia en el ámbito de Física Cuántica, si esta situación continúa, los estudiantes pueden

experimentar una alta desmotivación, se limitan a sentirse tensos y aburridos durante la clase, lo que resulta en una experiencia de estudio insatisfactoria. Por tanto, surge la necesidad de aplicar herramientas tecnológicas en la educación, la misma que juegan un papel fundamental en la adaptación de nuevas estrategias metodológicas para beneficios de todos los actores educativos (Carrión Paredes et al. 2020).

Además, es fundamental desarrollar una comprensión sólida de los conceptos físicos en los educandos y abordarlos a través de actividades de aprendizaje como la experimentación y demostración. Por lo tanto, es importante utilizar simuladores virtuales, lo cual llevara a que el escolar ponga en práctica el uso de la tecnología y comprenda el tema.

El problema a nivel teórico y práctico en la experimentación y demostración del principio de incertidumbre en Física Cuántica en el ámbito universitario se centra en la dificultad de conceptualizar y visualizar este principio fundamental debido a su naturaleza abstracta y contra intuitiva (Cortés Hernández, 2018). La mecánica cuántica, con su complejidad inherente, plantea desafíos significativos para los estudiantes, quienes a menudo encuentran complicado comprender conceptos que desafían la lógica clásica y la intuición.

La enseñanza tradicional, basada en la exposición teórica y los experimentos de laboratorio, a menudo no logra transmitir de manera efectiva las complejidades y sutilezas de este principio (García Soria, 2024). Los métodos convencionales limitan la capacidad de los estudiantes para captar plenamente la esencia del principio de incertidumbre, lo que resulta en una comprensión superficial y una falta de conexión entre la teoría y su aplicación práctica (Herrera-Castrillo. 2023).

En un enfoque por competencias, el uso de simuladores virtuales se presenta como una solución innovadora para abordar estas dificultades. Estos permiten a los estudiantes interactuar con modelos visuales y dinámicos que facilitan una comprensión más profunda y tangible del

principio de incertidumbre. Al ofrecer un entorno seguro y controlado, los simuladores virtuales permiten al universitario experimentar con los efectos cuánticos de manera directa y exploratoria (Padilla Muñoz et al. 2024).

3.2. Preguntas de investigación

3.2.1. *Pregunta general*

¿Cómo validar un manual para la experimentación y demostración del principio de incertidumbre en un enfoque por competencias a través de simuladores virtuales con estudiantes de V año de la carrera Física-Matemática de la UNAN-Managua/CUR-Estelí durante el II semestre 2024?

3.2.2. *Preguntas específicas*

¿Cómo diseñar para un manual la experimentación y demostración del principio de incertidumbre en un enfoque por competencias a través de simuladores virtuales de acceso gratuito?

¿De qué manera se puede aplicar un manual para la experimentación y demostración del principio de incertidumbre en un enfoque por competencias a través de simuladores virtuales con estudiantes de V año de la carrera de Física-Matemática de la UNAN-Managua/CUR-Estelí en el II semestre 2024?

¿Cómo proponer un manual para la experimentación y demostración del principio de incertidumbre en un enfoque por competencias a través de simuladores virtuales a docentes de Educación Superior?

4. Justificación

Esta investigación se realiza con el propósito de llenar un vacío en la literatura académica, ofreciendo un recurso valioso tanto para docentes de educación superior como para potenciales investigadores interesados en la intersección de los simuladores en los principios de incertidumbre en las ciencias de la Física Cuántica y Relativista. La escasez de información detallada y comprensible sobre este tema resalta la necesidad de este estudio, que busca proporcionar una guía clara y accesible para comprender y utilizar eficazmente los simuladores en la enseñanza y experimentación en estas áreas fundamentales (Castillo Castillo, et al. 2023; Cuesta Beltrán. 2018)

En esta investigación, se aspira a transformar la información en experiencia, proporcionando herramientas prácticas que faciliten la comprensión y aplicación de conceptos complejos. A través de métodos interactivos y experiencias directas, se busca no solo transmitir conocimientos teóricos, sino también desarrollar habilidades prácticas y pensamiento crítico, esenciales para enfrentar desafíos reales, beneficiando la visualización de conceptos abstractos y la posibilidad de realizar experimentos virtuales.

Tras investigar en diversos sitios web, consultar a docentes de educación media y superior, se evidenció una preocupante falta de uso de simuladores en el ámbito educativo. Esta carencia ha motivado la realización de este estudio investigativo, con el fin de abordar esta problemática y ofrecer una solución integral. Al proporcionar información precisa, confiable y actualizada, se aspira a satisfacer las necesidades de los interesados en este campo, contribuyendo así a un mejor desarrollo en la enseñanza y aprendizaje por competencias.

Según Córdoba Fuentes et al. (2021) en la actualidad se hace evidente la presencia de las Tecnologías de la Información como herramientas útiles en la educación superior, debido a que permiten el almacenamiento, transmisión y manipulación de datos, posibilitando así un

cambio en la forma de aprender. En este trabajo, se busca fortalecer el conocimiento, equipando a educadores y estudiantes con herramientas efectivas que fomenten un aprendizaje significativo y duradero.

Al ofrecer acceso a plataformas de software o simuladores virtuales gratuitos, disponibles en una variedad de sistemas operativos, se proporciona a educadores y personas interesadas una herramienta invaluable para enriquecer el proceso de enseñanza (Astudillo Zhindon, 2023). Estos recursos tecnológicos representan avances significativos para la sociedad en general. Al integrar simuladores virtuales, podrán interactuar directamente con modelos de partículas subatómicas y conceptos como la dualidad onda-partícula o el principio de incertidumbre, lo que permitirá un desarrollo más accesible y comprensible.

Este enfoque no solo mejorará su comprensión conceptual, sino que también fomentará una mayor participación y motivación en el proceso de enseñanza-aprendizaje. Desde simuladores de Física Cuántica hasta laboratorios virtuales de química, estos sitios gratuitos ofrecen experiencias inmersivas que complementan y enriquecen la enseñanza tradicional.

Al aprovechar estas herramientas innovadoras, se promueve un aprendizaje activo y participativo que prepara a los estudiantes para enfrentar los desafíos del siglo XXI con confianza y competencia. Un ejemplo destacado de estos simuladores según Carrión Paredes et al. (2020), es el simulador PhET que ofrece una amplia gama de simulaciones gratuitas en Física, Química, Matemáticas y otras disciplinas, brindando a educadores y estudiantes una plataforma interactiva para explorar y comprender conceptos complejos de manera práctica y estimulante.

Al contribuir al desarrollo teórico y tecnológico, se puede abordar las limitaciones de algunas demostraciones que carecen de detalles. A través de aplicaciones tecnológicas, se puede rastrear el origen de cada elemento, facilitando así la experimentación mediante simuladores. Esta combinación de observación y práctica no solo mejora la comprensión teórica,

sino que también estimula la creación de nuevas temáticas mediante la competencia entre ideas. Según Vera Montoya. (2023), las simulaciones son una herramienta para el fortalecimiento de competencias científicas y tecnológicas, además mejora el desempeño de los estudiantes y un mayor interés al momento de abordar las temáticas trabajadas.

Se propone la creación de un manual que no solo facilite la comprensión y el uso del software, sino que también aborde específicamente los principios de incertidumbre en el área de la Física. Esta iniciativa no solo llenaría un vacío existente en recursos educativos, sino que también promovería la aplicabilidad de estos principios en otras disciplinas científicas con una estructura y enfoque que no solo contribuye a un aprendizaje significativo, sino que también ayuda a desmitificar la Física Cuántica, haciéndola más comprensible y atractiva. Este beneficiará directamente a estudiantes y maestros de la Física proporcionándoles una herramienta educativa, así también favorecerá indirectamente a profesionales y alumnos de diversas áreas, quienes podrán aplicar estos principios en sus propios campos, fomentando una perspectiva interdisciplinaria. Igualmente este manual puede inspirar a una nueva generación a explorar las fronteras de esta Ciencia.

5. Objetivos

5.1. Objetivo General

Validar un manual para la experimentación y demostración del principio de incertidumbre en un enfoque por competencias a través de simuladores virtuales con estudiantes de V año de la carrera Física-Matemática de la UNAN-Managua/CUR-Estelí durante el II semestre 2024.

5.2. Objetivos Específicos

1. Diseñar un manual para la experimentación y demostración del principio de incertidumbre en un enfoque por competencias a través de simuladores virtuales de acceso gratuito.
2. Aplicar un manual para la experimentación y demostración del principio de incertidumbre en un enfoque por competencias a través de simuladores virtuales con estudiantes de V año de la carrera de Física-Matemática de la UNAN-Managua/CUR-Estelí en el II semestre 2024.
3. Proponer un manual para la experimentación y demostración del principio de incertidumbre en un enfoque por competencias a través de simuladores virtuales a docentes de Educación Superior.

6. Fundamentación teórica

En el siguiente capítulo se presenta el soporte teórico que sustenta el enfoque propuesto para la validación de un manual para la experimentación y demostración del principio de incertidumbre a través de simuladores virtuales. Se revisaron los principales conceptos y principios de la Mecánica Cuántica relacionados con el principio de incertidumbre de Heisenberg, así como las implicaciones pedagógicas y didácticas de su enseñanza. Esta sentará las bases para comprender la lógica y estructuración del manual propuesto en los siguientes capítulos, donde se detallarán las actividades, recursos y estrategias didácticas específicas.

6.1. Enfoque por competencia

UNAN-Managua, (2024) al igual que muchas otras universidades en los últimos años, está transitando de un modelo educativo enfocado en objetivos a uno basado en competencias. Esto implica que la planificación curricular se realiza a partir de un diagnóstico exhaustivo que identifica las necesidades y demandas del entorno laboral del país. Este diagnóstico incluye factores económicos, sociales y políticos y permite diseñar programas académicos que preparen a los estudiantes con las competencias necesarias para satisfacer las demandas del mercado laboral nacional.

6.1.1. Definición de Competencia

Las competencias no tienen una definición singular y consensuada debido a que este término o también habilidad, aptitud y capacidad son difíciles de definir con precisión. El concepto de estas implica desarrollar un desempeño eficaz, eficiente, o está estrechamente vinculado a la experiencia personal y conocimiento práctico acumulado a través del tiempo (Peralta et al., 2020).

Por lo tanto, algunas de las destrezas más comúnmente utilizadas y valoradas incluyen la capacidad para resolver problemas de manera efectiva, así como la habilidad para tomar

decisiones acertadas y oportunas. Estas no solo requieren conocimientos teóricos, sino también la aplicación práctica de los mismos en situaciones concretas.

Además, las competencias incluyen una combinación de conocimientos, habilidades, actitudes y experiencias que capacitan a los individuos para sobresalir en diversos ámbitos. Estas competencias son esenciales no solo para el éxito profesional, sino también para el desarrollo personal y social. Al integrar estas cualidades, los individuos pueden enfrentar desafíos de manera efectiva y adaptarse a diferentes contextos, lo que les permite contribuir de forma significativa en su entorno.

Como plantean Herrera Castrillo y Córdoba Fuentes (2023) desarrollo personal y la adaptación a los constantes cambios del entorno laboral y social. Un objetivo clave de la educación superior actual es desarrollar en los estudiantes habilidades que faciliten la construcción de conocimiento. Esto se puede lograr a través del fomento de habilidades científicas y tecnológicas, las cuales se enfocan no solo en el aprendizaje de conocimientos y procedimientos, sino también en promover el diálogo, la cooperación y la interacción social.

De esta manera, los estudiantes pueden desarrollar una visión del mundo más responsable y construir soluciones a problemas de la vida diaria de manera crítica y reflexiva. Por lo tanto, las competencias científicas, tecnológicas y actitudinales son fundamentales para proporcionar una enseñanza activa que promueva el aprendizaje autónomo a través de estrategias efectivas e integradas, alineadas con una perspectiva constructivista.

6.1.2. Tipos de competencias

Entre las aplicaciones del modelo por competencia se trabaja con:

- Competencias Genéricas

Estas competencias son transversales y se aplican a una amplia gama de titulaciones. Incluyen habilidades que son comunes a muchos programas académicos y son fundamentales para el desarrollo integral de los estudiantes. Algunas de estas competencias son:

- ✓ Competencias Personales: Incluyen la gestión del tiempo, la autoevaluación y la responsabilidad en el aprendizaje.
- ✓ Competencias Interpersonales: Estas abarcan habilidades como la comunicación efectiva, el trabajo en equipo y el liderazgo.
- ✓ Competencias Instrumentales: Se refieren a la capacidad para gestionar la información, el uso de idiomas y las habilidades informáticas (Gómez García R, 2018)

- Competencias Específicas

Gómez García R, (2018) estas competencias son particulares a un área de estudio o titulación y están diseñadas para alcanzar un perfil de egreso específico. Están más enfocadas en los conocimientos técnicos y habilidades necesarias para desempeñarse en una profesión concreta. Por ejemplo:

- ✓ Habilidades Técnicas: En carreras como Ingeniería o Ciencias de la Salud, se espera que los graduados sean competentes en el uso de herramientas y tecnologías pertinentes a su campo.
- ✓ Conocimientos Especializados: Incluyen el dominio de teorías y prácticas específicas que son necesarias para ejercer en un campo particular, como la economía o la biología (Gómez García R, 2018)

6.1.3. Aprendizaje significativo

El uso de simuladores virtuales en el aprendizaje es significativo no solo facilita la comprensión de conceptos complejos, sino que también mejora la participación, la aplicación práctica y el desarrollo de habilidades críticas. Este enfoque educativo es especialmente valioso en campos que requieren una integración constante de teoría y práctica (López Parrilla, 2016), esta práctica no solo refuerza el conocimiento teórico, sino que también promueve un aprendizaje activo y autónomo, preparando a los estudiantes para responder de manera efectiva a desafíos profesionales y mejorar su rendimiento en entornos complejos.

6.1.4. Importancia de las competencias

La relevancia del desarrollo de estas competencias radica en que los estudiantes comprendan la importancia de investigar e innovar para mejorar la calidad de la educación, tanto en su proceso como en su resultado. Este enfoque implica una reflexión continua y la aplicación práctica en la vida estudiantil, lo que se traduce en una preparación integral para el futuro ejercicio docente. Al desarrollarlas en el aula no solo son pertinentes para los alumnos, sino que también son fundamentales para los profesores, ya que ambos grupos las construyen a través de la interacción personal y social en el entorno universitario (Peralta et al., 2020).

Un modelo educativo basado en competencias es fundamental para la educación superior, ya que se enfoca en desarrollar las habilidades, conocimientos y actitudes que los estudiantes necesitarán para tener éxito en el mundo laboral y la sociedad. A diferencia de los enfoques tradicionales que se centran en la acumulación de información, un modelo por competencias busca que los estudiantes puedan aplicar sus aprendizajes de manera práctica.

Esto no solo les brinda mayor relevancia y aplicabilidad a los programas, sino que también promueve un aprendizaje más activo y centrado en el estudiante. Además, este enfoque permite una mejor evaluación del desempeño de los alumnos, así como mayor flexibilidad y adaptabilidad para mantener los planes de estudio actualizados. Tal enfoque integral, que abarca tanto

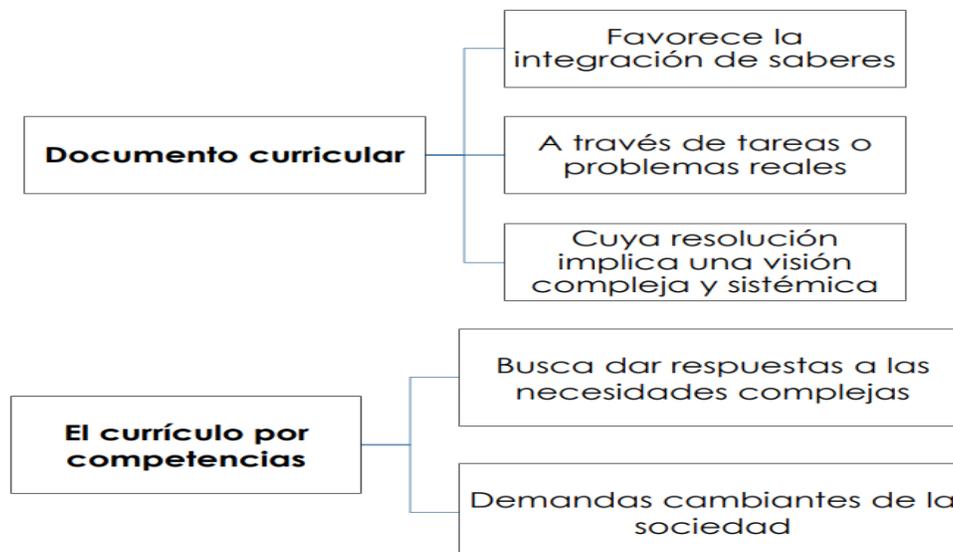
habilidades técnicas como blandas, es clave para preparar a los universitarios para que puedan contribuir de manera efectiva a la sociedad a lo largo de sus carreras.

También se conoce que hay algunos documentos de soporte que son de gran ayuda, esto como apoyo para el desarrollo de competencias los cuales son importante mencionar y son los siguientes.

Figura 1. Representación esquemática de documento curriculares



Figura 2. Documento y currículo



6.1.5. Impacto de los simuladores en las competencias científicas y tecnológicas

El uso de simuladores virtuales ayuda a desarrollar competencias en el estudiantado, beneficiando también a los docentes, estos se pueden utilizar como herramienta tecnológica para el aprendizaje, ya sea dentro o fuera del aula de clase proporcionando capacidades necesarias para que lleguen a ser competentes, buscadores, analizadores, evaluadores de información; solucionar problemas y toma de decisiones que contribuyan a la sociedad, también fomentando el pensamiento crítico, (Gómez García et al. 2021), por lo tanto, representan una ventana hacia un aprendizaje más interactivo y personalizado, donde los estudiantes asumen un papel activo en su educación.

6.2. Manual Didáctico

6.2.1. Definición

Un manual didáctico se define como una guía sobre cómo enseñar un tema en específico, así como actividades y ejercicios que los estudiantes pueden realizar para practicar y consolidar lo aprendido. Este tipo de material es especialmente útil en entornos educativos, ya que promueve un aprendizaje activo y significativo, adapta los contenidos a diferentes estilos de aprendizaje y puede incluir recursos adicionales como gráficos, lecturas y ejercicios de evaluación (Gómez Garcia et al, 2021)

6.2.2. Importancia del manual

Es crucial, ya que facilita el desenvolvimiento de la organización y promueve una distribución efectiva del trabajo al coordinar las tareas de manera eficiente. El manual proporciona una descripción detallada de las funciones que deben llevarse a cabo dentro de la organización, lo que permite evaluar el desempeño y la responsabilidad de quienes las ejecutan. (Cruz Cañon y Avella Ponguta, 2023).

Los manuales didácticos son herramientas fundamentales en el ámbito educativo, ya que organizan y estructuran la información de manera coherente, lo que facilita la comprensión de los estudiantes. Estos recursos no solo proporcionan a los docentes una guía sobre cómo presentar los contenidos, sino que también ofrecen estrategias pedagógicas diversas que pueden adaptarse a diferentes estilos de aprendizaje, enriqueciendo así la experiencia educativa. Además, los manuales incluyen actividades prácticas y dinámicas que fomentan la participación activa de los estudiantes, lo que incrementa su motivación y compromiso (Lorca Noriega, 2020).

6.2.3. Estructura

Lorca Noriega, (2020). Nombre del simulador: Consiste en hacer referencia de un título o denominación de una herramienta, está siendo virtual que se utiliza para comprender mejor un tema

- Concepto: Es la idea o el significado que tienen determinadas cosas, ya sean herramientas o accesorios
- Aplicación: esto expresa el uso práctico de dichos medios, estos pueden variar según la asignatura
- Paso de la simulación: se refiere a la configuración inicial y la ejecución de ciertos utensilios

6.2.4. Simuladores virtuales

Para Materán et al. (2019) al abordar la enseñanza de la Física, los docentes a menudo carecen de materiales y equipos que les permitan reproducir experimentos de manera adecuada para hacer ciencia. Sin embargo, esto no debería ser un obstáculo para limitar la enseñanza a meras clases magistrales y postulados teóricos. El desarrollo de herramientas web y software educativo ofrece nuevas formas de reproducir, al menos virtualmente, experiencias de Física.

El reto en la educación actual es mostrar al estudiante la utilidad de la ciencia que estudian y ayudarles a encontrar respuestas sobre los fenómenos naturales a los que están expuestos diariamente. Lamentablemente, en la enseñanza de las ciencias, especialmente la

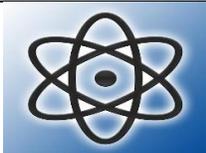
Física, se aborda muy poco el uso de estrategias experimentales que podrían favorecer el aprendizaje y ayudar a erradicar las preconcepciones del estudiantado.

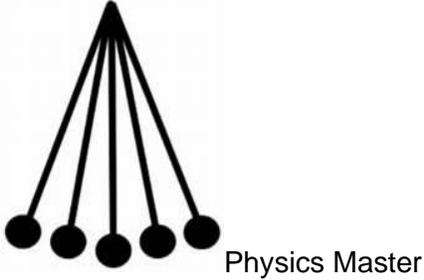
Una de las ventajas más destacadas de los simuladores en el ámbito educativo es la posibilidad de interactuar con conceptos de manera experimental y realista. Estos recursos permiten a los estudiantes llevar a cabo experimentos virtuales y manipular variables para comprender mejor los principios científicos subyacentes. A través de la interacción con los simuladores, los estudiantes pueden explorar y experimentar en un entorno seguro y controlado, lo que les brinda la oportunidad de cometer errores y aprender de ellos sin riesgos (Cornejo Casco et al., 2023). Se sabe que los simuladores en lo experimental proporcionan ayuda a los estudiantes a ver cómo los conceptos científicos se aplican en situaciones prácticas, reforzando su comprensión más allá de la teoría.

Las competencias tecnológicas son relevantes en el contexto de la vinculación de asignaturas, ya que el uso de la tecnología puede ser un factor clave para integrar de manera efectiva diferentes áreas de conocimiento y promover un enfoque interdisciplinario en la enseñanza. Al desarrollar estas tecnológicas en los estudiantes, se les capacita para utilizar herramientas digitales y recursos tecnológicos que les permiten acceder a información relevante, comunicarse, colaborar y resolver problemas en diferentes disciplinas. Esto facilita la vinculación de asignaturas al proporcionar a los alumnos las habilidades y herramientas necesarias para abordar temas complejos que requieren la integración de conocimientos de múltiples áreas (Herrera Castrillo, et al. 2024).

6.2.5. Simuladores gratuitos para la enseñanza

Tabla 1. Simuladores y aplicaciones gratuitos

Taxonomía de Marzano	Aplicación	Función
Conocimiento recuerdo	 Physics Formulas	Recordar información sobre la Energía Mecánica
	 NEARPOD	Reconoce información sobre los tipos de Energía
Comprensión	 Física Master	Esclarece o interpreta información de Energía Cinética
Análisis	 Physics	Clasifica y relaciona información de energía Mecánica
Aplicación		Aplica y utiliza datos para solucionar problemas
	 Physics-Lab	Practicar en un laboratorio de Física virtual

Sistema de Metacognición		Diseñar prácticas con sensores virtuales
		Construir ideas en un producto para encontrar la Energía Potencial
		Formular y combinar ideas de plan nuevos
Sistema de conciencia del ser		Clasifica
		Estima valores de Energía Cinética y Potencial
		Mide valores de Energía Mecánica por medio de simulaciones

Nota. La tabla presenta un contenido con diversas aplicaciones o sitios web de simuladores virtuales gratuitos, para facilitar la comprensión de la enseñanza y aprendizaje de los estudiantes.

Estas tecnologías son herramientas que facilitan diversos objetivos educativos, como comprender mejor los contenidos, transmitir experiencias y promover el pensamiento crítico. Dado que este entorno digital está en constante evolución, el rol del docente y las estrategias pedagógicas deben adaptarse para satisfacer las demandas actuales. Esto implica implementar enfoques como aulas extendidas, enseñar a los estudiantes a buscar y evaluar información de manera efectiva, y asignar tareas desafiantes que los involucren en aspectos diversos de su vida, como su entorno familiar, comunitario, e interacciones con expertos. De esta manera, las tecnologías se convierten en instrumentos que apoyan un aprendizaje más relevante y significativo para el estudiantado (Hernández y Parajón Guevara 2024).

6.2.6. Simulador PhET

Se trata de una colección de simulaciones interactivas gratuitas y en castellano que se puede trabajar online o se pueden descargar en el equipo de computador o en el celular ya que funcionan con java, Flash o HTML5. Las ramas que lo integran son de Físicas, Química, Biología, Matemáticas y Ciencias de la tierra. Fue fundado en 2002 por Carl Wieman (ganador del premio nobel) en la universidad de Colorado Boulder (Otálvarez Vargas. 2023). Estas han facilitado el aprendizaje en múltiples disciplinas al hacer conceptos complejos accesibles a través de herramientas que permiten a los estudiantes explorar y experimentar de manera visual e intuitiva.

6.2.7. Ventajas de usar los simuladores para la enseñanza

Algunas ventajas que brindan los simuladores a la enseñanza según Vidal Ledo et al. (2019, P. 45), Son las siguientes.

- Acorta el tiempo necesario para el aprendizaje de las habilidades, especialmente porque se pueden repetir las técnicas y los procedimientos tantas veces como sea necesario
- permite que el alumno reciba retroalimentación en el momento de la acción, tanto de profesores como de sus partes, y así el estudiante puede retroalimentar y

reflexionar lo teórico en la práctica, lo cual contribuye a una evaluación formativa de mayor calidad.

Estos aspectos resaltan la capacidad de los simuladores para no solo optimizar el proceso de aprendizaje, sino también para fomentar una comprensión más profunda y personalizada, adaptada a las necesidades de cada estudiante.

6.3. Demostración y experimentación Física

La Física es una ciencia experimental que depende fundamentalmente de la capacidad de realizar demostraciones y experimentos rigurosos para el estudio de los fenómenos naturales. A lo largo de la historia, la experimentación ha sido la piedra angular del desarrollo de la Física, permitiendo a los científicos poner a prueba hipótesis, descubrir nuevos principios y profundizar en la comprensión del mundo (Mondéjar Rodríguez, 2020; Pio Salazar 2020).

El proceso experimental en Física implica la observación sistemática de un fenómeno, el diseño de experimentos controlados para aislar variables clave, la recopilación de datos cuantitativos y el análisis crítico de los resultados (Cumbrera González. 2007). Mediante este enfoque iterativo, los físicos pueden establecer relaciones causales, identificar patrones y formular teorías que expliquen los mecanismos subyacentes a los fenómenos estudiados.

Las demostraciones, por otro lado, juegan un papel fundamental en la enseñanza y divulgación de la Física de acuerdo con (Muñoz Vallecillo et al. 2023). Estas presentaciones prácticas permiten a los estudiantes y al público en general visualizar y comprender de manera tangible los principios físicos, desde la caída libre de los objetos hasta las propiedades de la luz y el sonido.

Tanto la experimentación como la demostración han sido impulsadas por los avances tecnológicos a lo largo del tiempo. Desde los primeros experimentos con aparatos sencillos hasta

el uso actual de instrumentos de alta precisión y tecnologías computacionales, la Física ha evolucionado constantemente, ampliando los límites de lo observable y medible.

Demostrar un principio físico que a simple vista es de lo más difícil, poderlo percibir y captar desde la realidad misma, juega en gran medida un papel muy fundamental al momento de impartir un contenido, en este caso los docentes, se convierten en pilares de la innovación e interacción para el desenvolvimiento del proceso educativo, al mismo tiempo está el papel que ocupa el estudiante al ser el constructor de su propio conocimiento; no obstante debe entenderse que la tecnología es pieza fundamental en el proceso de enseñanza aprendizaje, pero para que sea efectiva el docente debe utilizar oportunamente los entornos educativos (Muñoz Vallecillo, 2023, p. 49)

En suma, la demostración y la experimentación constituyen pilares fundamentales de la Física, permitiendo a los científicos explorar, verificar y comprender los fenómenos que rigen el universo a escalas que van desde lo microscópico hasta lo cósmico. Estas herramientas metodológicas son esenciales para desarrollar teorías científicas sólidas y para validar predicciones a través de observaciones empíricas. Además, al reproducir y comprobar fenómenos en entornos controlados, se fomenta un aprendizaje más profundo y práctico, ya que se pone en evidencia la relación entre la teoría y su manifestación en el mundo real. Así, la Física no solo avanza mediante modelos teóricos, sino que encuentra su validación y precisión a través de la observación y la experimentación continua.

6.4. Física Cuántica

6.4.1. Definición en la Mecánica Cuántica

La Física Cuántica una teoría que surgió a principios del siglo XX para explicar el comportamiento de las partículas subatómicas. Se basa en la idea de que estas partículas no siguen las mismas leyes de la Física Clásica, sino que su comportamiento se encuentra regido

por principios cuánticos, como la superposición y el entrelazamiento. Esta ha revolucionado nuestra comprensión del universo a escalas muy pequeñas. Esta nos ha revelado que la naturaleza se comporta de manera diferente a lo que observamos diariamente: como ser el comportamiento de las moléculas, la interacción de la materia con la luz, y la naturaleza de las reacciones químicas. Este nivel de lo pequeño nos plantea las siguientes características:

- a) un doble comportamiento de la materia: el electrón en ciertas circunstancias no se comporta como una partícula, sino como una onda.
- b) describe las probabilidades que tiene el electrón de llegar a un lugar partiendo de otro, y las probabilidades en su nivel de energía (Aranda Yaccuzzi, 2021). Esto ha llevado al desarrollo de tecnologías como la electrónica y las computaciones cuánticas.

6.4.2. Significado en la Teoría Cuántica

Aranda Yaccuzzi, (2021) en la teoría cuántica, el concepto de Física Cuántica abarca todas las leyes y principios que rigen el comportamiento de las partículas subatómicas. Esto incluye fenómenos como el principio de superposición, que dice que una partícula puede estar en múltiples estados al mismo tiempo, y el principio de incertidumbre de Heisenberg, que establece una limitación fundamental en la precisión con la que se pueden conocer ciertas parejas de variables, como la posición y el momento de una partícula

Entonces el sentimiento generalizado es que la Física Cuántica es una teoría incompleta, ya que no puede dar con una sola descripción de la naturaleza que incluya el comportamiento ondulatorio de la materia y el comportamiento corpuscular de la luz. De ahí que surjan distintas opiniones e interpretaciones que abordan la cuestión de la existencia y comportamiento de los nuevos fenómenos (Aranda Yaccuzzi, 2021).

6.4.3. Postulado de Broglie

El postulado de Broglie, propuesto por Louis de Broglie en 1924, establece que cualquier partícula material, como un electrón o un átomo, exhibe tanto propiedades de partícula como de onda. De acuerdo con este postulado, a estas se le puede asociar una longitud de onda, conocida como longitud de onda de Broglie, que está relacionada con su momento lineal. Esto significa que incluso los corpúsculos con masa tienen una naturaleza ondulatoria (Tebaldi, 2023).

6.4.4. Propiedades Ondulatorias de las Partículas

Las propiedades ondulatorias de las partículas se manifiestan en diversos fenómenos, como la difracción y la interferencia. Por ejemplo, en el experimento de la doble rendija, los electrones, que son partículas con masa, muestran un patrón de interferencia similar al que se observa en el caso de ondas de luz. Este fenómeno demuestra que las partículas subatómicas no se comportan simplemente como "bolas" clásicas, sino que tienen una naturaleza más compleja que incluye aspectos ondulatorios (Tebaldi, 2023).

6.4.5. El Principio de Incertidumbre

Para Vélez Álava y Vera Suárez (2024) El principio de incertidumbre de Heisenberg establece que no se puede conocer simultáneamente con precisión la posición y el momento de un corpúsculo. Este principio está estrechamente relacionado con la dualidad onda-partícula. Cuando una de estas es localizada en una región del espacio (comportamiento de partícula), su naturaleza ondulatoria se vuelve más pronunciada, lo que lleva a una mayor incertidumbre en su momento y viceversa. Este principio tiene importantes aplicaciones en la medida cuántica y la tecnología de sensores, como los microscopios de efecto túnel que mapean la topografía de las superficies a escalas nanométricas. Fórmula del Principio de Incertidumbre El principio de incertidumbre se expresa matemáticamente como:

$$\Delta x \cdot \Delta p \geq \frac{h}{2}$$

Donde

- Δx es la incertidumbre en la posición
- Δp es la incertidumbre en el momento
- \hbar es la constante reducida de Planck

6.4.6. Propiedades de las Ondas de Materia

Tebaldi, (2023) las ondas de materia, postuladas por Louis de Broglie, son una consecuencia de la dualidad onda-partícula en la Física cuántica. Según esta dualidad, como electrones y átomos, pueden exhibir tanto propiedades de partícula como de onda. La relación de Broglie establece que a cada entidad subatómica se le puede asociar una longitud de onda, que está inversamente relacionada con su momento lineal.

La longitud de onda de Broglie se da en fenómenos como la difracción de electrones, donde los electrones se comportan como ondas al pasar a través de una rejilla, lo que produce un patrón de interferencia. Las propiedades de las ondas de materia, como la interferencia y la difracción, son fundamentales para comprender el comportamiento de las partículas a nivel cuántico y han sido confirmadas experimentalmente en numerosos estudios (Tebaldi, 2023).

6.4.7. Algunas Consecuencias del Principio de Incertidumbre

Tebaldi, (2023) el principio de incertidumbre de Heisenberg establece una limitación fundamental en la precisión con la que se pueden conocer simultáneamente ciertas parejas de variables Físicas, como la posición y el momento de una partícula. Esta implica que cuanto más precisamente se conozca la posición de una partícula, menos precisamente se conocerá su momento, y viceversa.

Esta propiedad tiene varias consecuencias importantes en la Física cuántica. Como ejemplo, implica que no se puede asignar una trayectoria precisa a una partícula subatómica, ya que el simple acto de medir su posición perturba su momento y viceversa. Además, el principio de incertidumbre también tiene implicaciones en la naturaleza del vacío cuántico, donde

fluctuaciones de energía aparentemente aleatorias pueden surgir debido a la imposibilidad de conocer con precisión absoluta el estado del vacío en cualquier momento dado (Tebaldi, 2023).

7. Hipótesis

La implementación de un manual de experimentación y demostración del principio de incertidumbre mediante simuladores virtuales, en un enfoque por competencias, mejorará significativamente la comprensión de los estudiantes de V año de la carrera Física-Matemática

Variables

Variable independiente

1. Implementación del manual de experimentación y demostración del principio de incertidumbre mediante simuladores virtuales en un enfoque por competencias.

Variable dependiente

2. Comprensión del principio de incertidumbre.

8. Operacionalización de variables

Tabla 2. Operacionalización de variables

Objetivos específicos	Variables de investigación	Subvariables	Indicadores	Instrumento y Escala de Medición
Diseñar un manual para la experimentación y demostración del principio de incertidumbre en un enfoque por competencias a través de simuladores virtuales de acceso gratuito.	Diseño de un manual para la experimentación y demostración del principio de incertidumbre con enfoque por competencia	uso de simuladores virtuales y de acceso gratuito Habilidades experimentales y de resolución de problemas	Accesibilidad y facilidad del uso del manual para maestros y estudiantes Claridad en la estructura del manual para la comprensión	Cuestionarios para valorar la claridad, conformidad y facilidad de uso de manual por lado de maestros y alumnos Pruebas teóricas y escritas para evaluar el aprendizaje y desarrollo de competencias luego

Objetivos específicos	Variables de investigación	Subvariables	Indicadores	Instrumento y Escalas de Medición
				<p>del uso de manual y simuladores</p> <p>Entrevistas para recolectar opiniones cualitativas sobre el uso de simuladores virtuales</p>
<p>Aplicar un manual para la experimentación y demostración del principio de incertidumbre en un enfoque por competencias a través de simuladores</p>	<p>Aplicación del manual para la experimentación y demostración del principio de incertidumbre</p>	<p>del principio de incertidumbre de los estudiantes</p> <p>Habilidad para usar simuladores virtuales y satisfacción del</p>	<p>Desempeño en actividades como resolución de problemas sobre el principio de incertidumbre</p> <p>Mejora el razonamiento crítico a</p>	<p>Cuestionario de autoevaluación para que el estudiante valore su propia comprensión del principio de incertidumbre</p> <p>Pruebas escritas para la calidad</p>

Objetivos específicos	Variables de investigación	Subvariables	Indicadores	Instrumento y Escala de Medición
virtuales con estudiantes de V año de la carrera de Física- Matemática de la UNAN- Managua/CUR-Estelí en el II semestre 2024.		alumnado con la experiencia de aprendizaje	través del uso de de simuladores	del manual y la retroalimentación de los colegiales Escala de observación directa para calificar la habilidad, interacción, y participación de los alumnos en el uso de simuladores virtuales
Proponer un manual para la experimentación y demostración del principio de incertidumbre en un	Propuesta de un manual para la experimentación y demostración del principio de incertidumbre en un enfoque por competencias	Uso de de simuladores virtuales y Conocimiento del principio de incertidumbre	Claridad en la estructura y secuencia de los temas Tiempo promedio para la	Cuestionarios y encuestas para evaluar la percepción de los docentes sobre la calidad, accesibilidad y

Objetivos específicos	Variables de investigación	Subvariables	Indicadores	Instrumento y Escalas de Medición
enfoque por competencias a través de simuladores virtuales a docentes de Educación Superior.		Habilidad para aplicar el principio en situaciones practicas	aprender a usar el simulador Alineación del manual con las competencias específicas de Física o Matemática en educación superior	facilidad de uso de simuladores Evaluación cualitativa para recaudar comentarios de los docentes y expertos sobre la claridad y aplicabilidad del manual

9. Diseño metodológico

El diseño metodológico es una parte fundamental de cualquier investigación, ya que proporciona la estructura y los procedimientos necesarios para darle salida a la hipótesis de investigación y alcanzar los objetivos planteados. La cual fue una planificación detallada que describe cómo se recopilaron y analizaron los datos, qué técnicas o instrumentos se utilizó y cómo se llevó a cabo el estudio en general. El diseño metodológico también aborda aspectos éticos, muestra la viabilidad del estudio y garantiza la validez y confiabilidad de los resultados obtenidos.

El enfoque pragmático de esta investigación surge de la reconocida importancia de explorar los fenómenos mediante la recopilación de datos tanto cuantitativos como cualitativos. Este método, al integrar diferentes perspectivas y enfoques de recolección de datos, contribuye a obtener una comprensión más profunda de los temas abordados, enriqueciendo así el análisis y los hallazgos de la investigación (Montecino Orellana, 2023).

9.1. Tipo de investigación

En este apartado se hace conocer que la investigación tiene un tipo de estudio mixto, lo que implica la combinación de métodos cuantitativos y cualitativos para obtener una comprensión más completa del fenómeno en cuestión. Este enfoque permite triangulación de datos y un análisis más robusto, aprovechando la precisión de los datos cuantitativos junto con la profundidad y riqueza contextual de los datos cualitativos (Simbeya Mwamba y Zhenwei Peng, 2017)

Al combinar ambas metodologías, se obtiene una visión integral del proceso de enseñanza-aprendizaje, lo que permite no solo medir el éxito del manual didáctico en términos de rendimiento académico, sino también explorar cómo los estudiantes asimilan y aplican los

conceptos de forma práctica, enriqueciendo la interpretación de los resultados y aportando una comprensión más completa de su efectividad.

El propósito de esta investigación aplicada, según Castro Maldonado et al, (2023) es la creación de soluciones prácticas y tangibles, aprovechando los avances teóricos y científicos para desarrollar productos, procesos o servicios que tengan un impacto directo en la sociedad o la industria. Y dada que su profundidad del objeto de estudio es descriptiva, de acuerdo con García Dihigo, (2021) es un tipo de investigación que se centra en describir las características o propiedades de un fenómeno, situación o población en particular, sin buscar establecer relaciones causales o explicaciones detalladas.

Su objetivo principal es recopilar datos detallados y precisos sobre variables específicas para comprender mejor la naturaleza del fenómeno estudiado, los estudios descriptivos suelen involucrar la observación directa, la recopilación de datos a través de encuestas, cuestionarios o entrevistas, o el análisis de datos existentes. Considerando que es una investigación mixta dado a lo mencionado. Según Otero Ortega (2018) considera que el proceso de investigación implica una recolección, análisis, e interpretación de datos cualitativos y cuantitativos que el investigador haya considerado necesarios para su estudio donde se representa un proceso sistemático empírico y crítico que ayuda a dar respuestas a problemas humanos.

A causa de que se aportan teorías, ideas y preguntas que exploran la realidad de la problemática de los cuales se recopiló información obteniendo nuevos conocimientos y fortaleciendo los fundamentos teóricos a través de la demostración.

Dado que se trata de un estudio no experimental, se establecen condiciones controladas donde se manipulan una o más variables independientes, manteniendo constante otras variables, para observar el efecto de esta manipulación en la variable dependiente (González Pérez et al., 2021).

Según su temporalidad es transversal, ya que se centran en la comparación de determinadas características o situaciones en diferentes sujetos en un momento concreto, compartiendo todos los sujetos la misma temporalidad. Este enfoque transversal permite analizar las relaciones y diferencias entre los sujetos en un punto específico del tiempo, sin seguir su evolución a lo largo del tiempo. Es especialmente útil para obtener una instantánea de una población o fenómeno en un momento dado, facilitando la comparación directa y la identificación de patrones o tendencias en un contexto determinado (Gonzales Pérez et al. 2021).

9.2. Área de estudio

Este estudio se encuentra en el campo de Educación, Arte y Humanidades se fomenta la investigación en áreas como la enseñanza, la metodología educativa, la escritura literaria, los estudios históricos, la reflexión filosófica, la expresión artística y otras disciplinas afines. Estos estudios tienen como objetivo impulsar el progreso en la educación, fomentar la difusión cultural y enriquecer el legado artístico y cultural (Herrera Castrillo, 2024).

El objeto de estudio de la carrera de Física – Matemática es la enseñanza y el aprendizaje de la Física y la Matemática en educación secundaria, por ello, el profesional de dicha carrera posee dominio científico y metodológico, siendo capaces de diseñar, implementar y evaluar los procesos educativos, donde su preparación científica, metodológica, dominio de recursos tecnológicos y uso materiales de laboratorio, puede ejercer eficazmente, desarrollar investigaciones y resolver problemas en el ámbito educativo, desempeñándose de forma profesional en los centros de educación secundaria, delegaciones municipales y departamentales. (Universidad de Piura, 2020).

De acuerdo con la Clasificación Internacional Normalizada de la Educación (CINE 13), este estudio se enmarca en el Campo amplio 01: Educación, dentro del Campo específico 011: Educación, y corresponde al Campo detallado 0111: Ciencias de la educación. Esta clasificación

refleja su enfoque centrado en los procesos formativos, la enseñanza-aprendizaje y la investigación educativa.

9.2.1. *Línea de investigación*

LÍNEA CED-1: EDUCACIÓN PARA EL DESARROLLO

La educación para el desarrollo estudia los procesos educativos de calidad a partir de la mejora de los sistemas educativos, el aprendizaje para toda la vida, la evaluación de la calidad educativa, la inclusión educativa y la formación y actualización del profesorado; que contribuyen al aprendizaje integral, competencias profesionales, el talento humano, la gestión, administración y fortalecimiento de las acciones educativas para el desarrollo del país (UNAN-Managua, 2021).

9.2.2. *Sub línea de Investigación*

SUB-LÍNEA CED-1.3: EL APRENDIZAJE A LO LARGO DE TODA LA VIDA.

La sub línea de investigación es la que “Se investigan desde esta sub línea, las estrategias de aprendizaje, la pertinencia de los contenidos y la mediación pedagógica, con la finalidad de generar aprendizajes a lo largo de la vida” (UNAN-Managua pág. 19, 2021).

9.2.3. *Área geográfica*

UNAN-MANAGUA, (2024) el 4 de noviembre de 1979, se fundó el Recinto Universitario “Leonel Rugama” como una extensión de la Universidad Nacional Autónoma de León y En 1981 pasa a ser una extensión de la UNAN-Managua, como parte de la Escuela de Ciencias de la Educación, formando Licenciados en Ciencias de la Educación con mención en Matemáticas, Biología, Ciencias Sociales y Español.

Luego en 1990 este recinto amplía la oferta académica con carreras a nivel de Técnico Superior en Computación, Administración de Empresas, Contaduría Pública y Finanzas, Ecología y Recursos Naturales; y Licenciatura en Psicología, Pre-Escolar, Derecho, Ciencias

Ambientales y Administración Educativa. El desarrollo cualitativo y cuantitativo alcanzado a lo largo de 30 años, fue reconocido por la UNAN-Managua en agosto de 2006, al ascender el Centro a la categoría de Facultad, estatus Superior a nivel de Región, con una nueva estructura de acuerdo con la extensión de carreras atendidas. (UNAN-MANAGUA, 2024)

Figura 3. *Rotulo de la UNAN-Managua/CUR-Estelí*



Nota. Breve contexto del Centro Universitario Regional CUR-Estelí, tomado de Facebook (UNAN-Managua-CUR-Estelí, 2024).

9.3. Población y muestra

9.3.1. Población

Robles Pastor (2019) afirma que, la población objeto de estudio en la exploración, es un vinculado de datos de utilidad y la muestra se extrae de la población. Esto quiere decir que cada investigador debe tener suficiente información sobre la población de investigación para acotarlo con exactitud, ya que será al grupo al que se le aplicara la estrategia y con el cual se obtendrán las conclusiones. Para llevar a cabo este estudio se ha tomado como la población a los estudiantes de la carrera de Física-Matemática y a los docentes que imparten el área de Física-Matemática

Tabla 3. *Población estudiantil*

Año académico	Cantidad de Estudiantes
1er año Física-Matemática	34
2do año Física-Matemática	13
3er año Física-Matemática	20
4to año Física-Matemática	17
5to año Física-Matemática	33
Total	117

La población de docente: Docente que imparten la carrera de física-matemáticas en la UNAN, Managua- CUR, Estelí.

9.3.2. Muestra

Muestra: se conoce como una porción selecta de una población, elegida con el propósito de investigar o estudiar fenómenos específicos. La selección puede realizarse de forma aleatoria o sistemática, y los datos obtenidos de la muestra se utilizan para hacer inferencias sobre toda la población. Una muestra bien seleccionada es crucial para garantizar la validez y generalización de los resultados de la investigación, aunque es esencial tener en cuenta posibles riesgos o

limitaciones que puedan afectar la representatividad de la muestra (Robles Pastor, 2019). Donde la muestra son 33 estudiantes que cursan el 5 año de la carrera de Física-Matemática.

La muestra de docentes seleccionados para esta investigación se basa en criterios específicos que aseguran una evaluación efectiva del manual propuesto para la enseñanza del Principio de Incertidumbre mediante simuladores virtuales. Los docentes deben tener experiencia en la enseñanza de la Física Cuántica y poseer un grado académico avanzado, preferiblemente una maestría o doctorado en Física. Además, se prioriza la experiencia en el uso de tecnologías educativas, especialmente simuladores virtuales, y el compromiso con un enfoque pedagógico basado en competencias.

9.3.3. **Muestreo**

Uno de los tipos de muestreo de esta investigación es el no probabilístico el cual es un tipo de muestreo en el que los participantes no son seleccionados al azar, sino que se eligen con base en ciertas características, condiciones o criterios predefinidos., esté tipo de muestreo pasa hacer considerado poco rigurosos y carentes de bases teóricas, son bastantes frecuentes incluso, hay situaciones en que es más convenientes usarlo (Robles Pastor, 2019) .

El siguiente muestreo de este trabajo investigativo es el intencional o por juicio, se basa en la selección deliberadamente de individuos que cumplan con ciertos criterios preestablecidos y por otra parte se basa en el juicio de los investigadores son considerados como típicos o relevantes para el estudio en cuestión (Vizcaíno Zúñiga et al., 2023)

Este tipo de muestreo es no probabilístico ya que es adecuado para una investigación mixta, ya que permite combinar datos cuantitativo y cualitativo. Además, al ser aplicada, se busca entender la realidad concreta de los estudiantes de la carrera de Física-Matemática de la UNAN-Managua y al ser descriptiva, se centra en características y comportamientos, lo que hace el muestreo no probabilístico sea útil para seleccionar un grupo específico.

9.3.4. Criterios de selección

La selección de muestra de estudiantes se realiza por el muestreo por juicio lo cual se tomaron los siguientes criterios:

- Ser estudiante de la carrera de Física-Matemática
- Cursar la asignatura de Física Cuántica
- Tener dominio en el uso de los instrumentos tecnológicos

Siendo la muestra los estudiantes de 5 año de la carrera de Física -Matemática, para los docentes la selección de la muestra se hizo por juicio lo cual se tomó el criterio que le impartiera la asignatura de Física cuántica a los estudiantes elegidos para la muestra.

9.4. Métodos, técnicas e instrumentos de recopilación de datos

Tabla 4. *Métodos de recolección de datos*

Método teórico	Método empírico
<p>En esta investigación se utilizaron los métodos deductivos e inductivos, para el análisis de la información dado que la recolección de datos se está obteniendo por medios de sitios web</p> <p>Según (López Falcón y Ramos Serpa, (2021) es el proceso del conocimiento y la investigación científica, donde a partir del estudio de numerosos casos particulares por el razonamiento inductivo se llega a determinadas generalizaciones, lo cual</p>	<p>En caso de los métodos utilizados fueron la entrevista debida que algunas de las informaciones se obtuvieron de docentes de educación superior y de educación regular dando con la problemática y la revisión documental, dado a que tuvieron relación con el problema abordado, ya que esta fueron un pilar un portante para dar salida a muchas interrogantes de la investigación.</p>

Método teórico	Método empírico
<p>constituye el punto de partida para inferir o confirmar formulaciones teóricas. la información obtenida de las diversas fuentes teóricas</p>	<p>Según López Falcón y Ramos Serpa, (2021) La entrevista es aquel método donde se coloca al investigador en contacto personal con los sujetos investigados y, además de permitir informaciones semejantes a las de la encuesta, propicia reconocer aspectos afectivos y volitivos que pueden ser relevantes para la investigación documental.</p> <p>(López Falcón & Ramos Serpa, 2021) Documental es un conjunto de operaciones en caminadas a representar un documento y su contenido bajo una forma diferente de su forma original, con la finalidad de posibilitar su recuperación posterior e identificarlo, y cuya finalidad reside en la transformación de los documentos originales en otros secundarios para hacer posible tanto su recuperación como su difusión, incluyendo tanto una descripción Física del documento como un análisis de su contenido.</p>

Método teórico**Método empírico**

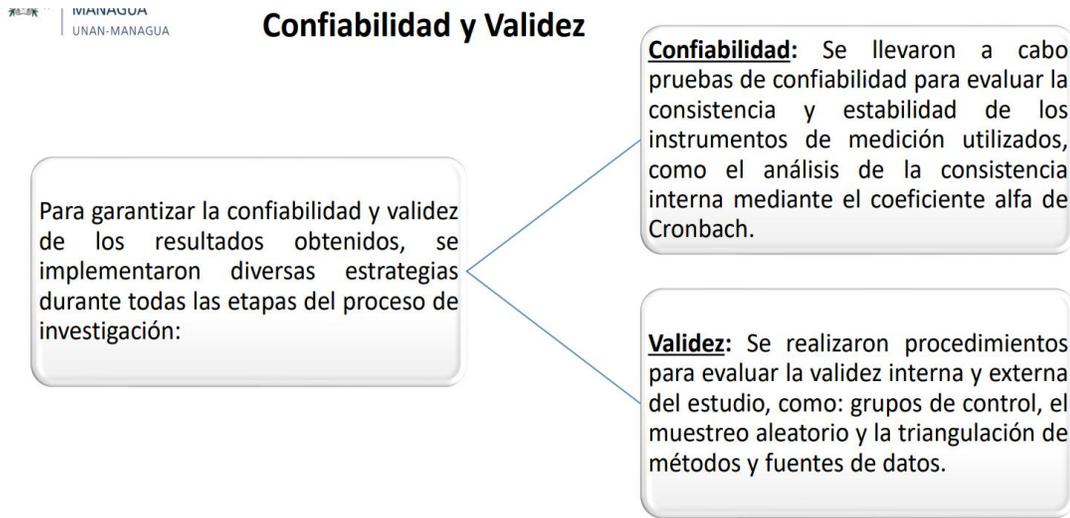
Según López Falcón y Ramos Serpa (2021), una encuesta es una técnica de recolección de datos utilizada en investigaciones sociales, educativas, de mercado, entre otras áreas, con el objetivo de obtener información de un grupo de personas sobre un tema específico. Las encuestas se basan en la aplicación de un cuestionario estructurado que puede contener preguntas cerradas o abiertas, dependiendo de los objetivos del estudio. Esta técnica se destaca por su capacidad para recopilar información de manera sistemática y eficiente de un número considerable de personas. Las encuestas se pueden aplicar de diversas maneras, como en persona, por teléfono, en línea o por correo, y son muy útiles para obtener datos cuantitativos o cualitativos, dependiendo del tipo de preguntas formuladas.

Nota. Se muestran una descripción de los datos de recolección de datos

En la encuesta, se emplearán tanto preguntas cerradas como preguntas de escala Likert para medir el nivel de comprensión conceptual antes y después de la implementación del manual. Estas preguntas incluirán ítems específicos sobre la capacidad de los estudiantes para explicar y aplicar el principio de incertidumbre, así como su familiaridad y comodidad con el uso de simuladores virtuales en el proceso de aprendizaje. Por ejemplo, se preguntará: “¿Cómo calificaría su capacidad para visualizar los efectos del principio de incertidumbre al utilizar el simulador?” o “¿Qué tan útil considera el uso de simuladores para entender el comportamiento de las partículas subatómicas?”.

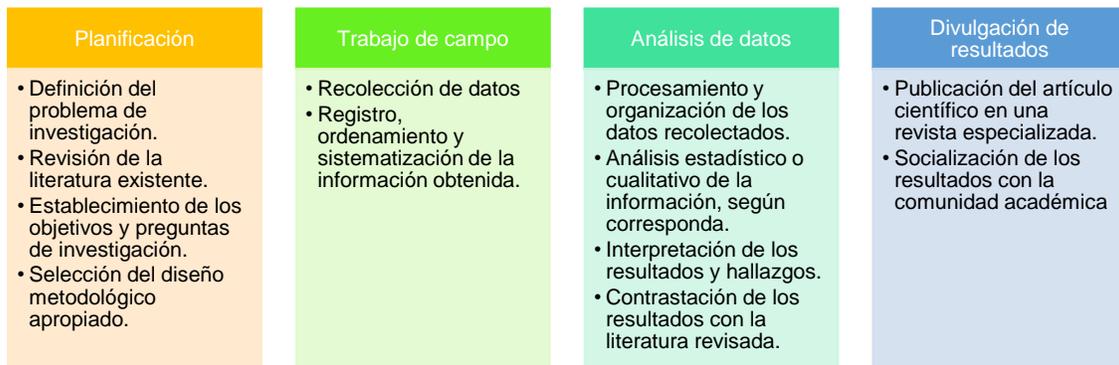
En cuanto a las entrevistas, se empleará un enfoque semiestructurado, lo que permitirá explorar en profundidad las percepciones y experiencias tanto de los estudiantes como de los docentes. Los temas abordarán cómo los simuladores virtuales han influido en su comprensión práctica de la dualidad onda-partícula y del principio de incertidumbre. Además, se explorará el impacto que tiene la interactividad de los simuladores en su motivación y participación en el aula. Un ejemplo de pregunta cualitativa podría ser: "¿De qué manera cree que el simulador le ayudó a comprender mejor el principio de incertidumbre en comparación con los métodos tradicionales?"

Figura 4. Confiabilidad y Validez



9.5. Etapas de la investigación

Figura 5. Etapas de la Investigación



Nota. En esta figura se muestran pasos de la etapa de una investigación

Planificación, es hacer un listado de cosas que se quieren realizar, como fijar un objetivo y pensar en lo que se requiere en recursos para lograrlo, también se hace un plan con diferentes pasos a seguir. En la definición del problema de investigación, esto viene siendo el encontrar una

interrogante en específico de cualquier contenido al que se debe de dar respuesta o solución, que no se haya respondido en otras investigaciones. El establecimiento de los objetivos, son las aspiraciones que se desean alcanzar, sirven como una guía para concretar un estudio, a lo que concierne las preguntas de investigación, estas deben ser precisas, específicas, relevantes y medibles que con el proyecto o investigación se han de responder y conseguir buenos resultados a los propósitos.

Trabajo de campo, esto es importante para cualquier proyecto, porque se basa en la recolección de datos, por lo normal esto se realiza en los lugares donde ocurre dicho acontecimiento estudiado, a través de entrevistas, encuestas, observaciones, resolución de problemas y prácticas experimentales. Para registro, implica tomar notas y almacenar la información recolectada. Ordenamiento, organizar clasificando los conocimientos encontrados ya sea por fecha, temas o cualquier otra característica, y sistematización de la información obtenida, viene siendo el proceso de la estructura de los hechos de una forma coherente y lógica facilitando el análisis y comprensión lo cual puede incluir bases de datos, esquemas, resumen, gráficos entre otros.

Para el análisis de datos, básicamente se trata de examinar, transformar datos con el propósito de encontrar información confiables que contribuyan a posibles conclusiones y toma de decisiones. Procesamiento y organización de los datos recolectados, estos son procesos ayudan a modificar muchos conocimientos en datos claros y coherentes que dan una manera más fácil de entender un contenido. Con el análisis estadístico o cualitativo de la información según corresponda, se entiende que son dos enfoques diferentes los cuales esta para explicar registros teniendo sus propias metodologías y aplicaciones, el estadístico examina

para cuantificar y establecer las relaciones que hay mediante datos numéricos y el cualitativo se centra en profundizar la comprensión de sucesos a través de datos descriptivos.

Interpretación de los resultados y hallazgos, sencillamente es entender lo que dice cualquier información recolectada. Contrastación de los resultados con la literatura revisada, sería el comparar los resultados encontrados con otros estudios ya realizados sobre el mismo proyecto, estos podrán ayudar a validar los hallazgos nuevos y que coincidan con lo que ya se conoce y si aportan cosas nuevas y diferentes.

Lo que concierne divulgación de resultados, se trata de compartir con el mundo toda la información obtenida esto se puede hacer a través de artículos científicos en revistas de esa manera se conocerá lo investigado, con la socialización de los resultados con la comunidad académica, realizando eso se avanza y enriquece el conocimiento a otros investigadores beneficiándose a poder realizar futuros trabajos investigativos.

9.5.1. *Procedimientos de recolección de datos*

Este apartado incluye la validación de instrumentos con expertos, lo que permitirá llevar a cabo procedimientos más efectivos y precisos. Al contar con la retroalimentación de especialistas en el área, se asegurará la calidad y la relevancia de los métodos utilizados, mejorando así los resultados de la investigación.

Para la recolección de datos de una investigación se procede básicamente por una encuesta que se le está haciendo estudiantes después de haber desarrollado la propuesta la cual está diseñada con interrogantes que donde el estudiantado debe responder y una entrevista dirigida al docente.

Encuesta de acuerdo con, Tórrez et al. (2019) Constituye el término medio entre la observación, en ella se puede registrar situaciones que pueden ser observadas, por ello, se dice que la encuesta es un método descriptivo con el que se puede detectar ideas, necesidades,

preferencias, hábitos de uso, así como también, se pueden recopilar datos cuantitativos y cualitativos que permiten analizar patrones y tendencias en el comportamiento de los encuestados, et.

Entrevista personal: es donde dos personas tienen una conversación (uno el entrevistador y el otro el entrevistado). Las preguntas pueden ir registradas en una boleta que se llama el cuestionario o bien se puede auxiliar de una grabadora para registrar los datos obtenidos. (Tórrez et al. 2019)

9.5.2. Plan de análisis de datos

El plan de análisis de datos se centrará en el uso de herramientas como el análisis descriptivo, análisis de gráficos y análisis de matrices. Estas técnicas permitirán comprender mejor la información recolectada:

Análisis Descriptivo: Utilizaremos esta técnica para explorar y resumir los datos recopilados. Siguiendo el enfoque propuesto por (Sánchez Vásquez et al, 2011), esta metodología cualitativa nos ayudará a entender la información en profundidad y desde diversas perspectivas.

Análisis de Gráficos: Los gráficos serán una herramienta esencial para visualizar de manera clara y organizada las ideas obtenidas. Utilizaremos diferentes tipos de gráficos para representar los datos de manera cuantitativa y facilitar su comprensión.

Análisis de Matrices: En este análisis, consideraremos tanto elementos cualitativos como cuantitativos. Nos enfocaremos en identificar patrones, relaciones y tendencias entre los datos. Este enfoque nos permitirá profundizar en la información y obtener información significativa. (Sánchez Vásquez et al., 2011). Al implementar estas técnicas, se busca garantizar la calidad y

la claridad en la presentación de los resultados, facilitando su interpretación y comprensión para los lectores.

Tabla 5. *Forma de análisis Cualí-Cuanti*

Cualitativo	Cuantitativos
Entrevistas	Encuesta
	Experimentos
Programas	Programas
Excel	Excel

9.6. Consideraciones éticas

Durante el proceso de investigación, se prestará especial atención a diversas consideraciones éticas para garantizar el respeto y la integridad de los participantes, así como la validez de la investigación en su conjunto. A continuación, se detallan las principales consideraciones éticas que se seguirán:

- **Transcripción Fiel:** Se asegurará una transcripción fiel y precisa de las opiniones expresadas por los entrevistados durante la recolección de datos. Esto incluye la toma de notas detalladas y grabaciones, siempre con el consentimiento de los participantes.
- **No Manipulación de Respuestas:** Se evitará cualquier tipo de manipulación de las respuestas proporcionadas por los participantes. La integridad de los datos es fundamental para garantizar la validez del estudio.

- **Explicación de la Investigación:** Antes de la participación, se brindará a los participantes una explicación clara y detallada sobre la finalidad de la investigación, así como los objetivos y el alcance del estudio. Esto ayudará a los participantes a entender la importancia de su contribución.
- **Comprensión del Propósito:** Se garantizará que los participantes comprendan plenamente el propósito de su participación y el uso previsto de los datos recolectados. Esto incluye discutir cómo se presentarán los resultados y el impacto que podrían tener.
- **Anonimato y Confidencialidad:** Se asegurará el anonimato de todos los participantes en la investigación. Se utilizarán códigos o identificadores numéricos en lugar de nombres reales en los datos recolectados y en cualquier material de presentación.
- **Protección de la Privacidad:** Se tomarán medidas adecuadas para proteger la privacidad y la confidencialidad de la información proporcionada por los participantes, evitando la divulgación no autorizada de datos personales. Esto incluye el almacenamiento seguro de datos y el acceso restringido.
- **Consentimiento Informado:** Se obtendrá el consentimiento informado de todos los participantes antes de su participación. Se proporcionará un documento que detalle los aspectos esenciales de la investigación, asegurando que los participantes tengan suficiente tiempo para hacer preguntas.
- **Explicación de Procedimientos:** Se explicarán claramente los procedimientos de la investigación, los posibles riesgos y beneficios, así como los derechos de los participantes. Esto incluye el derecho a retirarse en cualquier momento.
- **Libertad de Participación:** Los participantes tendrán la libertad de retirarse de la investigación en cualquier momento sin sufrir consecuencias adversas. Esta política se enfatizará antes y durante la investigación.

- Respeto por la Diversidad: Se respetará la diversidad cultural, étnica, de género y cualquier otra forma de diversidad entre los participantes. Se fomentará un ambiente inclusivo y respetuoso.
- Evitar Riesgos y Discriminaciones: Se evitarán riesgos y discriminaciones injustas en el reclutamiento, la selección y el trato de los participantes. La selección será equitativa y basada en criterios claros y justos.
- Responsabilidad Ética: El investigador principal y todo el equipo de investigación serán responsables de cumplir con los principios éticos y los estándares de conducta profesional en todas las etapas de la investigación. Esto incluye la revisión y aprobación de un comité ético si es necesario.

Estas consideraciones éticas guiarán el desarrollo de la investigación, garantizando el respeto, la integridad y la protección de los derechos de los participantes, así como la calidad y la validez de los resultados obtenidos.

10. Análisis y discusión de resultados

En el siguiente capítulo se presentará el análisis y discusión de resultados obtenidos durante la implementación del manual educativo que integra simuladores para la enseñanza del principio de incertidumbre de Heisenberg, se analizaron datos cualitativos y cuantitativos recopilados mediante encuestas y entrevistas aplicadas a estudiantes y docente de la carrera de Física-Matemática. El propósito es validar un manual para la experimentación y demostración del principio de incertidumbre en un enfoque por competencias a través de simuladores virtuales con estudiantes de V año de la carrera Física-Matemática de la UNAN-Managua/CUR-Estelí durante el II semestre 2024.

10.1. Proceso de Diseño y Elaboración del Manual

El primer objetivo específico se centró en el diseño de un manual educativo que integro contenidos teóricos y actividades prácticas para facilitar la comprensión del principio de incertidumbre mediante simuladores virtuales. El cual el diseño se basó en una revisión exhaustiva de literatura académica y antecedentes como el de Gálvez Aucejo (2021), quien implemento simuladores virtuales para la enseñanza de conceptos de computación cuántica.

El manual está estructurado en diferentes secciones que incluían contenidos teóricos, ejercicios prácticos y actividades con simuladores. Las actividades fueron diseñadas para que los estudiantes pudieran explorar cual es el movimiento de una partícula, su posición y su momento, las cuales se ven afectadas por el principio de incertidumbre. Se utilizó el simulador PhET Interactive Simulations debido a su capacidad para presentar el comportamiento de partículas subatómicas y su interfaz intuitiva.

La fase de la exploración teórica, se realizó una exhausta revisión de los conceptos fundamentales, enfocándose en las dificultades de los estudiantes al intentar comprender la relación entre las variables conjugadas (posición y momento). Según Gálvez Aucejo (2021) el

uso de simuladores permite representar fenómenos complejos que de otra manera serían difíciles de visualizar como la dualidad onda-partícula y la superposición de estados cuánticos.

En el desarrollo de actividades interactivas, se diseñaron prácticas con el simulador PhET que permita a los estudiantes manipular parámetros como la incertidumbre en la posición o el momento. El enfoque visual e interactivo que está alineado es el de Zalazar García (2021) y Becerra Almanza (2020), quienes destacan que las herramientas tecnológicas fomentan el aprendizaje significativo al facilitar la construcción de esquemas cognitivos tal y la jerarquización de conceptos complejos.

El manual fue evaluado por docentes y estudiantes utilizando una encuesta para medir la utilización del contenido, la claridad de las instrucciones y la relevancia de las actividades prácticas las cuales se obtuvieron los siguientes resultados, utilizando las siguientes escalas de categoría de 4 niveles: muy bueno, bueno, regular y deficiente.

Tabla 6. *Muestra de resultados*

Criterios	Resultados
Muy bueno	25
Bueno	5
Regular	3
Deficiente	0
TOTAL	33

Nota. Se muestran cuáles fueron los resultados de la aplicación de la propuesta

- El 74.29% de los participantes, clasificaron el manual como “Excelente”, lo que indica una alta satisfacción en términos de su claridad y utilidad.
- El 17.14% lo clasificaron como “Muy bueno”
- El 8.57% lo clasificaron como “Bueno”

Con los resultados anteriormente expuestos, se puede concluir que la implementación del manual educativo, respaldado por simuladores y actividades prácticas, han sido altamente efectiva tanto en términos de comprensión académica como de percepción positiva por parte de los estudiantes y docentes, indicando un alto nivel de satisfacción. Estos resultados coinciden con el estudio de Becerra Almanza (2020), quien también observó que los manuales, generan una mejora significativa en la motivación y el aprendizaje.

En los resultados obtenidos por Gálvez Aucejo (2021) resaltó la importancia de los simuladores en la enseñanza, en que estos recursos permiten a los estudiantes visualizar fenómenos que solamente se entienden a través de la teoría. Esto se refleja en los resultados anteriores, donde se observó que los estudiantes mostraron un aprendizaje significativo en la comprensión del Principio de Incertidumbre de Heisenberg tras utilizar el manual que incorporaba simuladores. La visualización de fenómenos cuánticos a través de simuladores facilitó un entendimiento más profundo de la relación entre posición y momento.

Por otro lado, Zalazar García (2021) también apoyó que las herramientas tecnológicas promueven el aprendizaje significativo, permitiendo a los estudiantes construir esquemas cognitivos robustos. Relacionado con la investigación, los participantes expresaron que el manual era claro y útil, lo que indica que lograron asimilar mejor los conceptos teóricos a partir de las actividades prácticas y teóricas proporcionadas y por otra parte Becerra Almanza (2020) encontró que los manuales educativos que incorporan simuladores pueden aumentar la motivación y el aprendizaje en el ámbito de la física moderna. Una vez ya desarrollado el estudio, muchos

estudiantes mencionaron que se sentían más motivados para aprender Física Cuántica al utilizar el simulador.

Además, la investigación de Córdoba Fuentes et al. (2021). Reafirmó que la utilización de tecnologías en la educación no solo mejora la asimilación de contenidos, sino que también brinda una experiencia de aprendizaje más significativa. En este estudio, la percepción positiva de las actividades prácticas diseñadas con el simulador, sugiere que los estudiantes valoraron la relevancia y adecuación del manual en su proceso de aprendizaje. Esta relación demuestra que la implementación del manual fue vista como una herramienta valiosa para la enseñanza de conceptos cuánticos complejos.

En conclusión, los resultados obtenidos muestran que el diseño del manual a través de un simulador cumple con las expectativas de los estudiantes y también contribuye significativamente en el aprendizaje del contenido. Los hallazgos encontrados dan la motivación de seguir implementando estos tipos de recursos pedagógicos y así enriquecer el aprendizaje de los receptores, sino que también fomentan una comprensión más profunda de conceptos complejos en Física Cuántica, como el Principio de Incertidumbre de Heisenberg.

La implementación de simuladores en el aula no solo mejora la asimilación de los contenidos, sino que también incrementa la motivación y el interés de los estudiantes por explorar temas científicos. Este enfoque permite que los alumnos interactúen con los conceptos de manera dinámica, facilitando su capacidad para aplicar el conocimiento en situaciones prácticas. A medida que avanzamos en la educación de la Física, es fundamental considerar la integración de tecnologías educativas como una estrategia eficaz para el desarrollo de habilidades críticas y analíticas en los estudiantes.

10.2. **Aplicación del manual**

En este apartado se presenta el análisis del segundo objetivo de esta investigación, que se centra en la aplicación de un manual diseñado para la experimentación y demostración del Principio de Incertidumbre de Heisenberg. Este enfoque se implementó a través de simuladores virtuales con estudiantes de quinto año de la carrera de Física-Matemática de la UNAN-Managua/CUR-Estelí en el II semestre de 2024. El propósito de este proceso fue integrar diversas actividades que abordaran de manera efectiva la temática del principio de incertidumbre, permitiendo a los estudiantes interactuar con los conceptos de forma dinámica y práctica.

1. Proceso de Aplicación del Manual

La aplicación del manual se desarrolló en varias etapas, lo que facilitó una inmersión completa en el contenido. Cada etapa fue diseñada para fomentar la comprensión y aplicación de los conceptos teóricos, a la vez que se promovía un aprendizaje activo mediante la interacción con simuladores y ejercicios prácticos.

Al inicio del proceso de aplicación, se presentó un video que abordaba el Principio de Incertidumbre. Este recurso audiovisual tenía como finalidad contextualizar el tema y captar el interés de los estudiantes. El video incluía ejemplos visuales y explicaciones que ayudaron a los estudiantes a establecer conexiones con el contenido del manual, similar a lo que menciona Gálvez Aucejo (2021), quien enfatiza el uso de recursos visuales para facilitar la comprensión de fenómenos complejos.

Figura 6. Portada de video introductorio



Nota. Extraído de <https://youtu.be/QSm1wB52474?si=zNGuuvpyxQzUxhyx>.

Mediante la observación se obtuvieron resultados positivos donde los alumnos por medio de recursos audiovisuales estos quedaron claro sobre la teoría del principio de incertidumbre, dando un impacto positivo en la comprensión de conceptos complejos. La mayoría de los estudiantes afirmó que el video no solo captó su interés, sino que también les proporcionó un marco visual que facilitó la asimilación de la información.

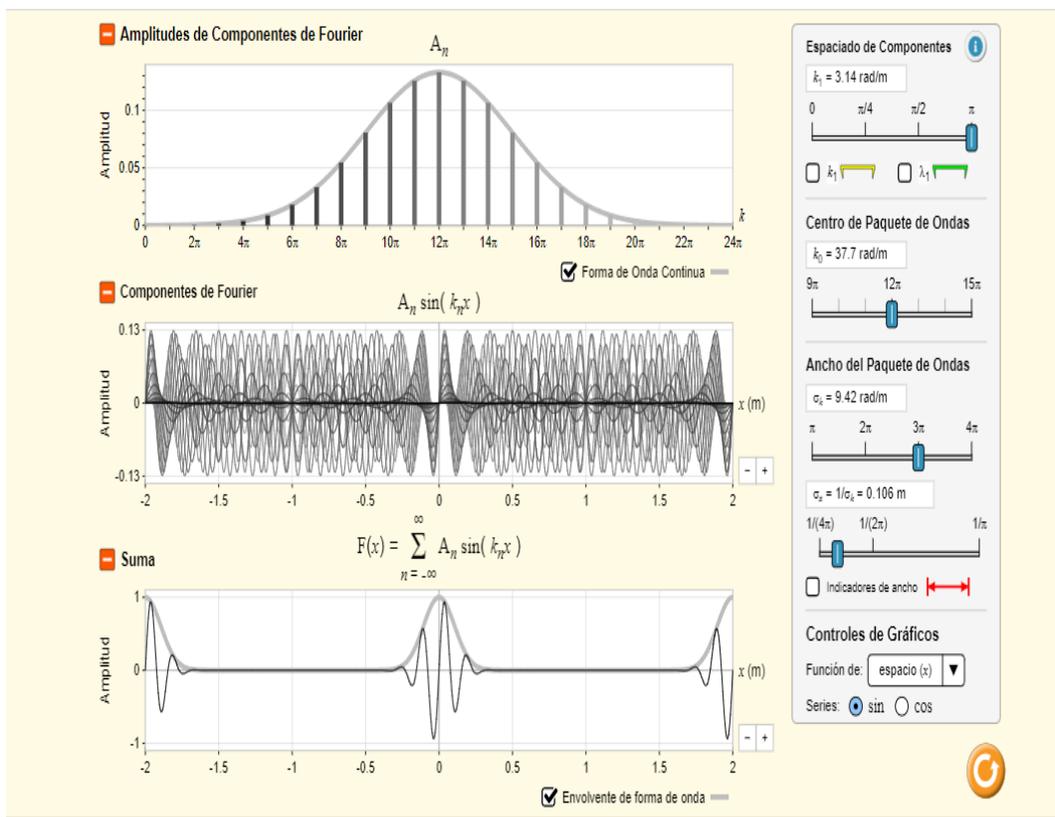
La capacidad del video para ilustrar conceptos abstractos puede ser particularmente beneficiosa en campos como la Física o las Matemáticas, donde los estudiantes a menudo luchan por visualizar fenómenos que no pueden observarse directamente. Estos resultados destacan la necesidad de integrar recursos audiovisuales en el currículo educativo para mejorar la experiencia de aprendizaje.

- Desarrollo de Actividades Interactivas

Las actividades se diseñaron para permitir que los estudiantes exploraran las implicaciones del principio de incertidumbre a través de simulaciones interactivas. Utilizando el simulador PhET, los estudiantes realizaron experimentos virtuales donde manipularon variables como posición y momento de partículas subatómicas. Esto les permitió observar cómo las variaciones en las mediciones de una variable afectaban la precisión de la otra, haciendo evidente la naturaleza del principio de incertidumbre en un entorno práctico.

Los simuladores que se utilizaron fue el simulador de onda

Figura 7. Simulación de Onda



Para poder evaluar a los estudiantes se les dio dos ejercicios donde, calcularon la incertidumbre en la posición dada una medida de momento. Estos ejercicios les permitieron aplicar las teorías de Heisenberg, reforzando su capacidad para utilizar los conceptos aprendidos

en situaciones concretas. Esta aplicación práctica refleja las conclusiones de Becerra Almanza (2020), que destaca que los manuales educativos que incorporan simuladores mejoran la motivación y el aprendizaje de los estudiantes.

1. Ejercicios

1. Electrón en un átomo

Un electrón está confinado en un átomo cuyo tamaño es del orden de 10^{-10} metros. Estimando la incertidumbre en la posición Δx del electrón en aproximadamente 10^{-10} metros, calcula la incertidumbre mínima en su momento Δp

$$\text{Ecuación: } \Delta p = \frac{\hbar}{\Delta x} \text{ donde } h = 1.054 \times 10^{-34} \text{ J}\cdot\text{s}$$

R:

2. Partícula en una caja

Una partícula de masa $m = 9.1 \times 10^{-31} \text{ Kg}$ está confinada en una caja de tamaño $L = 1 \times 10^{-9} \text{ m}$. Estima la incertidumbre mínima en su velocidad Δv

En el resultado de los ejercicios los estudiantes cumplieron con todas las expectativas, resolviendo de una manera exitosa cada uno ellos obteniendo una mejor puntuación en la resolución de problemas poniendo en práctica lo aprendido teóricamente.

Figura 8. Resultados de Resolución de Ejercicios



El análisis de los resultados se llevó a cabo mediante la evaluación del rendimiento académico y la recolección de retroalimentación de los estudiantes y docentes a través de encuestas y discusiones al finalizar las actividades.

Los resultados de las evaluaciones realizadas antes y después de la implementación del manual mostraron una mejora significativa en el rendimiento académico de los formados. La comprensión del Principio de Incertidumbre se evidenció en las pruebas donde el alumnado mostro un conocimiento más sólido de los conceptos cuánticos. Este resultado se alinea con los hallazgos de Córdoba Fuentes et al. (2021), quienes sostienen que la utilización de tecnologías educativas no solo mejora la asimilación de contenidos, sino que también proporciona a los educandos una experiencia de aprendizaje más enriquecedora.

La retroalimentación obtenida a través de encuestas mostró que la mayoría de los estudiantes consideraron que el manual era claro y útil. Los estudiantes destacaron cómo las actividades prácticas aumentaron su interés por aprender Física Cuántica. Esta percepción

positiva coincide con la literatura existente que enfatiza la efectividad de los simuladores y las herramientas tecnológicas en la enseñanza de conceptos complejos.

Los estudiantes también valoraron la dinámica de trabajo en grupos, donde pudieron discutir y compartir ideas sobre las observaciones realizadas durante las simulaciones. Esto fomentó un ambiente de colaboración que facilitó el aprendizaje colectivo, apoyando las afirmaciones de Becerra Almanza (2020) sobre la importancia de las interacciones en el aprendizaje

En conclusión, el análisis del segundo objetivo de esta investigación evidencia que la aplicación del manual educativo, junto con la utilización de simuladores virtuales, tuvo un impacto positivo en el rendimiento académico de los estudiantes y su comprensión del Principio de Incertidumbre de Heisenberg. La experiencia práctica proporcionó un contexto realista en el que los estudiantes pudieron aplicar y profundizar su comprensión de conceptos cuánticos.

Los hallazgos refuerzan la importancia de seguir implementando este tipo de recursos pedagógicos, no solo para enriquecer el aprendizaje, sino también para preparar a los estudiantes para enfrentar los desafíos que presenta la física moderna. La integración de tecnología en el aula se revela como una estrategia valiosa para fomentar un aprendizaje más profundo y significativo en los estudiantes de Física-Matemática.

10.3. Comprobación de hipótesis

La hipótesis de esta investigación plantea que la implementación de un manual de experimentación y demostración del principio de incertidumbre mediante simuladores virtuales, en un enfoque por competencias, mejorará significativamente la comprensión de los estudiantes de V año de la carrera de Física-Matemática de la UNAN-Managua/CUR-Estelí.

10.3.1. **Variables**

Variable independiente

- Implementación del manual de experimentación y demostración del principio de incertidumbre mediante simuladores virtuales en un enfoque por competencias.

10.3.2. **Variables dependientes**

- Comprensión del principio de incertidumbre.

Comprobación de la Hipótesis

La comprobación de la hipótesis se llevó a cabo mediante la implementación del manual educativo, seguido de evaluaciones cualitativas y cuantitativas, como resolución de ejercicios y encuestas, así obteniendo resultados después de la aplicación del manual.

1. Análisis Académico

Para verificar la mejora en la comprensión del Principio de Incertidumbre, se realizó una encuesta y una resolución de ejercicios, donde los resultados evidenciaron una mejora significativa en el rendimiento académico de los estudiantes, lo que indica que el uso del manual, apoyado en simuladores virtuales, facilitó una comprensión más profunda de los conceptos cuánticos.

El análisis de la resolución de problemas mostró que los estudiantes fueron capaces de aplicar los conceptos teóricos de manera práctica. Las actividades que involucraron el uso del simulador PhET permitieron que los estudiantes visualizasen el comportamiento de las partículas subatómicas y comprendieran mejor la relación entre las variables conjugadas, como posición y momento, tal como lo establece el Principio de Incertidumbre de Heisenberg.

2. Evaluación Cualitativa

Las encuestas realizadas a los estudiantes proporcionaron datos cualitativos que refuerzan la hipótesis. La mayoría de los estudiantes indicaron que el manual, combinado con los simuladores, hizo que el principio de incertidumbre fuera más comprensible y accesible. La capacidad de manipular variables en el simulador y observar los resultados en tiempo real fue clave para consolidar su aprendizaje.

Además, los estudiantes expresaron que las actividades prácticas incrementaron su motivación y les permitieron experimentar con conceptos que de otro modo hubieran sido difíciles de entender solo mediante teoría. Este incremento en la motivación es coherente con estudios previos que destacan la importancia de las herramientas tecnológicas en la enseñanza de conceptos abstractos.

- Conclusión sobre la Comprobación de la Hipótesis

Los resultados cuantitativos y cualitativos obtenidos tras la implementación del manual validan la hipótesis propuesta. La utilización de un enfoque por competencias, apoyado en simuladores virtuales, mejoró significativamente la comprensión del Principio de Incertidumbre en los estudiantes de V año de Física-Matemática. El enfoque interactivo y experimental no solo permitió una mejor asimilación de los conceptos, sino que también incrementó la motivación y el interés por la materia.

En conclusión, se puede afirmar que la hipótesis ha sido confirmada, demostrando que la integración de manuales educativos con simuladores virtuales es una estrategia eficaz para mejorar el aprendizaje en disciplinas que requieren la comprensión de conceptos complejos, como la Física Cuántica.

10.4. Propuesta de un manual.

El tercer objetivo de esta investigación se centró en proponer un manual para la enseñanza del Principio de Incertidumbre de Heisenberg mediante simuladores virtuales, dirigido a docentes de Educación Superior. Este manual busca mejorar la comprensión de los conceptos cuánticos abstractos y fomentar el desarrollo de competencias en los estudiantes a través de un enfoque que integra teoría y práctica. A continuación, se presenta un análisis detallado de los resultados obtenidos tras la implementación del manual.

1. Evaluación de la Implementación del Manual

La implementación del manual fue evaluada en un contexto real de enseñanza, donde los docentes utilizaron este recurso para guiar a los estudiantes en la experimentación del principio de incertidumbre. La experiencia práctica, facilitada por los simuladores virtuales, permitió a los estudiantes observar de manera directa cómo las variaciones en la medición de una variable afectaban la precisión de otra.

Tabla de Calificaciones Antes y Después

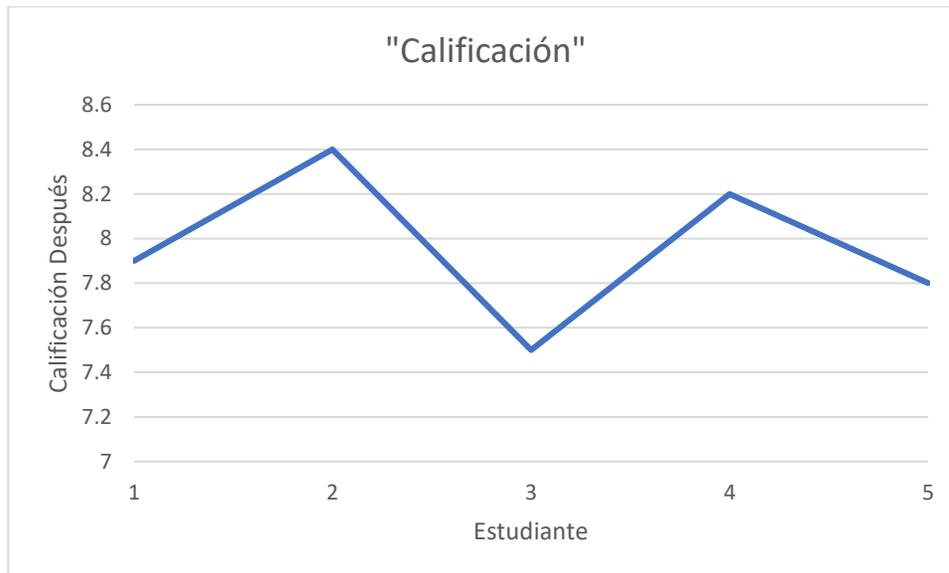
A continuación, se presenta la tabla con las calificaciones de los estudiantes antes y después de la implementación del manual:

Tabla 7. *Calificaciones de los estudiantes*

Estudiante	Calificación
1	7.9
2	8.4
3	7.5

Estudiante	Calificación
4	8.2
5	7.8

Figura 9. *Tendencia de la calificación*



- Impactó en la Comprensión del Principio de Incertidumbre

El uso de simuladores virtuales se identificó como un factor crucial para mejorar la comprensión del Principio de Incertidumbre. Los resultados de las calificaciones antes y después de la implementación del manual indican un aumento notable en el rendimiento académico de los estudiantes. Este aumento en las calificaciones sugiere que el uso de simuladores ayudó a los estudiantes a desarrollar una comprensión más sólida de conceptos que a menudo son difíciles de enseñar mediante métodos tradicional.

Según Zalazar García (2021), el uso de tecnologías interactivas permite a los estudiantes superar las barreras cognitivas que enfrentan al aprender conceptos abstractos. En esta investigación, el simulador PhET Interactive Simulations proporcionó un entorno visual donde los estudiantes pudieron manipular variables como la posición y el momento de una partícula subatómica, observando directamente cómo los cambios en una variable impactaban en la otra.

Este enfoque visual fue esencial para ayudar a los estudiantes a asimilar de manera efectiva la relación entre las variables conjugadas del principio de incertidumbre. A través de esta experiencia, los estudiantes pudieron observar fenómenos que no podrían ver en un laboratorio tradicional, lo que refuerza la idea de que la experimentación virtual es un complemento valioso en la educación científica.

Desarrollo de Habilidades Prácticas

El enfoque por competencias propuesto en el manual fomentó el desarrollo de habilidades prácticas en los estudiantes. Durante las actividades prácticas, los estudiantes no solo aplicaron conocimientos teóricos, sino que también desarrollaron competencias clave como:

- Resolución de Problemas: Los estudiantes demostraron habilidades para aplicar el principio de incertidumbre en situaciones simuladas, resolviendo problemas relacionados con las mediciones cuánticas.
- Interpretación de Resultados: Aprendieron a analizar los resultados obtenidos de las simulaciones, comparando los datos con los conceptos teóricos discutidos en clase.
- Aplicación Práctica: Los estudiantes se sintieron capacitados para aplicar los conocimientos adquiridos en escenarios del mundo real, lo cual es fundamental para su desarrollo profesional en el campo de la Física.

Este tipo de aprendizaje práctico coincide con los hallazgos de Córdoba Fuentes et al. (2021), quienes indican que el uso de tecnologías educativas, como los simuladores, fomenta un aprendizaje más profundo y significativo.

Motivación y Participación de los Estudiantes, la implementación del manual también resultó en un aumento significativo en la motivación y participación de los estudiantes. La posibilidad de interactuar con simuladores y experimentar con los conceptos cuánticos en un entorno visual y práctico les permitió aprender de una forma más atractiva y entretenida.

Durante las actividades, los estudiantes se mostraron más dispuestos a participar y a colaborar entre sí. La dinámica de trabajo en grupo permitió que los estudiantes discutieran sus observaciones y reflexionaran sobre los resultados obtenidos en las simulaciones. Este aprendizaje colaborativo fue esencial para el desarrollo de competencias sociales y comunicativas, habilidades importantes en el contexto académico y profesional.

Los comentarios de los estudiantes reflejaron un alto grado de satisfacción con las actividades prácticas. Muchos expresaron que la interacción con los simuladores les ayudó a comprender mejor el principio de incertidumbre y aumentó su interés por la Física Cuántica.

4. Conclusiones del Análisis de Resultados

El análisis de los resultados muestra que la propuesta del manual fue bien recibida por los docentes y tuvo un impacto positivo en el aprendizaje de los estudiantes. La utilización de simuladores virtuales y un enfoque por competencias mejoró la comprensión del Principio de Incertidumbre y fomentó la participación de los estudiantes, desarrollando habilidades clave en la resolución de problemas y análisis de datos.

La combinación de teoría y práctica, apoyada por estudios previos que resaltan la importancia de la interactividad y experimentación en la enseñanza de la física cuántica, validó

la efectividad del manual. Los estudiantes no solo mejoraron su rendimiento académico, sino que también desarrollaron una apreciación más profunda por los conceptos cuánticos.

En conclusión, la propuesta del manual representa un avance significativo en la enseñanza del Principio de Incertidumbre en la Educación Superior. Su implementación puede contribuir a mejorar la comprensión y el desempeño académico de los estudiantes en esta área de la física, además de preparar a los futuros profesionales para enfrentar los desafíos del conocimiento científico en el campo de la física cuántica.

10.5. Propuesta de Investigación

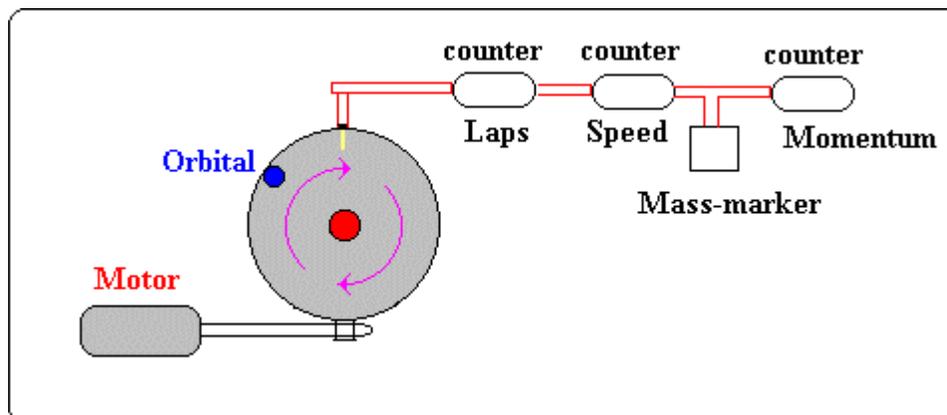


UNIVERSIDAD
NACIONAL
AUTÓNOMA DE
NICARAGUA,
MANAGUA
UNAN-MANAGUA

Manual para la experimentación y demostración a través de un simulador virtual en el principio de incertidumbre a través de un enfoque por competencia

Autores

- Elmer Misael Rivera González
- Freddy Josué Altamirano Vásquez



2024

Introducción

Para la enseñanza de la Física, la experimentación y la demostración son pilares fundamentales para comprender los fenómenos que se encuentra alrededor. Sin embargo, en muchas ocasiones, la complejidad de ciertos conceptos o la limitación de recursos físicos pueden representar obstáculos significativos para su estudio. Es aquí donde surge la necesidad de explorar nuevas metodologías que permitan traspasar estas barreras y acceder a un conocimiento más profundo y accesible.

En este contexto, la propuesta de un "Manual para la experimentación y demostración a través de un simulador virtual en el principio de incertidumbre" se presenta como una herramienta innovadora y eficaz para abordar estos desafíos. Este manual está diseñado con un enfoque por competencias, que busca no solo transmitir conocimientos teóricos, sino también desarrollar habilidades prácticas y cognitivas en el estudiante.

El principio de incertidumbre establece que es imposible conocer simultáneamente con precisión la posición y el momento lineal de una partícula. Esta noción desafía la comprensión intuitiva del mundo físico y abre las puertas a un campo de estudio fascinante y complejo. El uso de un simulador virtual en este contexto ofrece numerosas ventajas. Por un lado, permite a los estudiantes experimentar y manipular conceptos abstractos de una manera tangible y visualmente atractiva. Por otro lado, elimina las limitaciones de recursos físicos y proporciona un entorno seguro y controlado para la exploración.

A lo largo de este manual, se presentarán una serie de actividades y experimentos diseñados para profundizar en el principio de incertidumbre y sus implicaciones. Cada actividad estará estructurada siguiendo un enfoque por competencias, que incluirá objetivos de aprendizaje claros, competencias en proceso y competencias alcanzadas, a través indicadores de logro y actividades prácticas que fomenten el desarrollo integral del estudiante.

En síntesis, este manual aspira a ser una herramienta valiosa para estudiantes, investigadores y educadores interesados en explorar el principio de incertidumbre de manera práctica y significativa. A través de la experimentación y la demostración en un entorno virtual, buscamos promover un aprendizaje profundo y duradero que trascienda los límites de lo tradicional y nos acerque a una comprensión más completa del universo que habitamos.

Objetivos de la Propuesta

1. Objetivo Conceptual:

Comprender el principio de incertidumbre y sus implicaciones en la Física a través de un manual para el principio de incertidumbre, a incluyendo la noción de la imposibilidad de conocer simultáneamente la posición y el momento lineal de una partícula.

2. Objetivo Procedimental

Desarrollar habilidades prácticas para utilizar un simulador virtual como herramienta de experimentación y demostración de fenómenos relacionados con el principio de incertidumbre, incluyendo la manipulación de variables y la interpretación de resultados.

3. Objetivo Actitudinal

Fomentar una actitud de curiosidad, apertura y disposición hacia el aprendizaje y la experimentación en el ámbito de la Física cuántica, promoviendo la confianza en la capacidad para comprender y abordar conceptos complejos.

Competencias que alcanzar

Competencias Genéricas

2. Capacidad para comunicarse de manera oral y escrita en diferentes contextos de actuación.
3. Capacidad de demostrar creatividad para hacer avanzar los diferentes ámbitos de actuación y campos de acción profesional donde se desempeña.
4. Capacidad para utilizar las TIC como apoyo para mejorar el aprendizaje de en diferentes ámbitos de actuación y campos de acción profesional.
5. Capacidad de comprender la realidad socioeconómica, política e histórica del país y actuar en su desarrollo social.

Competencias Específicas

1. Capacidad de ejecutar trabajos prácticos experimentales de Física en la labor docente, mediante el manejo de materiales e instrumentos de laboratorio que permitan tener una visión práctica de la ciencia.



$$\psi(r, \theta, \varphi) = R(r)\Theta(\theta)\Phi(\varphi)$$

Manual para la Demostración y experimentación

$$\frac{d^2\Phi}{d\varphi^2} = -m_l^2\Phi$$

Utilizando Simuladores Virtuales

Autores:

- **Elmer Misael Rivera González**
- **Freddy Josué Altamirano Vásquez**

$$\frac{2\mu r^2 \text{sen}^2 \theta}{R\Theta\Phi\hbar^2}$$

$$\frac{2\mu r^2 \text{sen}^2 \theta}{R\Theta\Phi\hbar^2}$$

$$\frac{2\mu r^2 \text{sen}^2 \theta}{R\Theta\Phi\hbar^2}$$



• **2024**₈₂

Iniciar el manual

I. Simulador PhET

- Definición conceptual

Son simulaciones interactivas gratuitas y en castellano que se puede trabajar online o se pueden descargar en el equipo de computador o en el celular ya que funcionan con java, Flash o HTML5. Las ramas que lo integran son de Físicas, Química, Biología, Matemáticas y Ciencias de la tierra y Fue fundado en 2002 por Carl Wieman (ganador del premio nobel) en la universidad de Colorado Boulder Otálvarez Vargas, (2023)

- Forma de instalación

Visita el sitio web de PhET: Dirígete a phet.colorado.edu.

Explora las simulaciones: Busca la simulación que deseas descargar e instalar en tu computadora.

Descarga la simulación: Una vez que hayas seleccionado la simulación, busca el botón de descarga o la opción que te permita descargarla. La mayoría de las simulaciones PhET están disponibles para su descarga en formatos compatibles con Windows, Mac OS X y Linux.

Instala la simulación: Después de descargar el archivo de instalación, simplemente ábrelo y sigue las instrucciones en pantalla para completar el proceso de instalación. Una vez instalada, podrás ejecutar la simulación en tu computadora sin necesidad de estar conectado a internet.

- Paso a paso de la simulación que quieren lograr

Simulador PhET: Fourier: Creando Ondas

Figura 10. Paso 1 - Escribir en sitio web simulador PhET

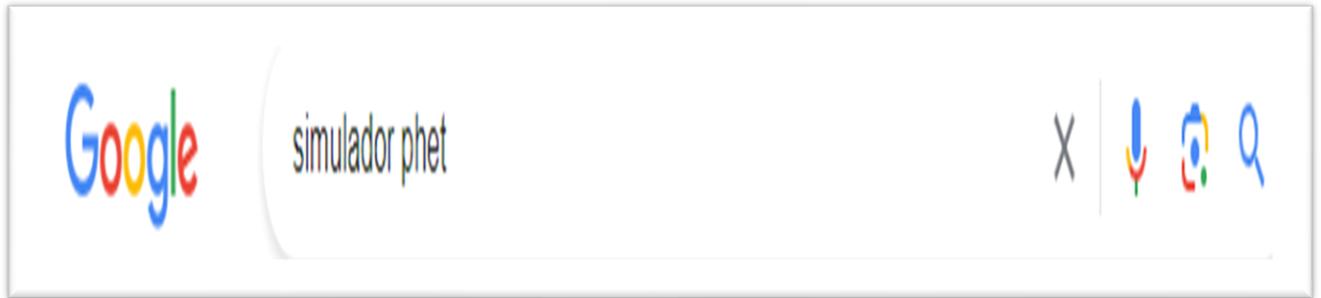


Figura 11. Paso 2 - Dar clic en la página de simuladores PhET

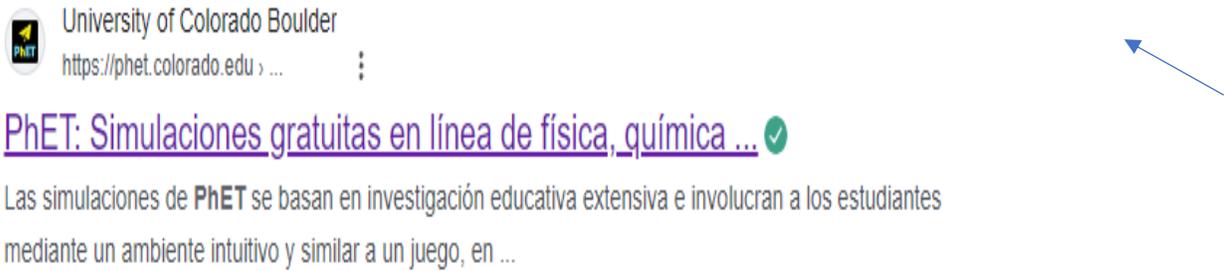


Figura 12. Paso 3 - Dar clic en la lupa y buscar Simulación de Fourier: Creando Ondas



Figura 13. Paso 4 - Aparecerá una ventanilla donde estará el simulador y dar reproducir

PhET INTERACTIVE SIMULATIONS University of Colorado Boulder

SIMULACIONES ENSEÑANZA INVESTIGACIONES INICIATIVAS DONAR

Fourier Series

Amplitude

Harmonics $A_n \sin(2\pi n / \lambda_0)$

Sum $F(t) = \sum_{n=1}^{\infty} A_n \sin(2\pi n / \lambda_0)$

Fourier: Making Waves

Fourier: Creando Ondas

Acerca de... Recursos para Profesores Actividades Traducciones Créditos

Figura 14. Paso 5 - Dar clip en Paquete de ondas

Fourier: Creando Ondas

Discreto

+1 ★ Juego de Ondas

Paquete de Ondas

Figura 15. Paso 6 - Descripción de los símbolos

Símbolos

A - amplitud

λ - longitud de onda, en m

k - número de onda espacial, en rad/m

σ : desviación estándar del paquete de ondas gaussianas

n - modo, número armónico, orden

t - tiempo, en ms

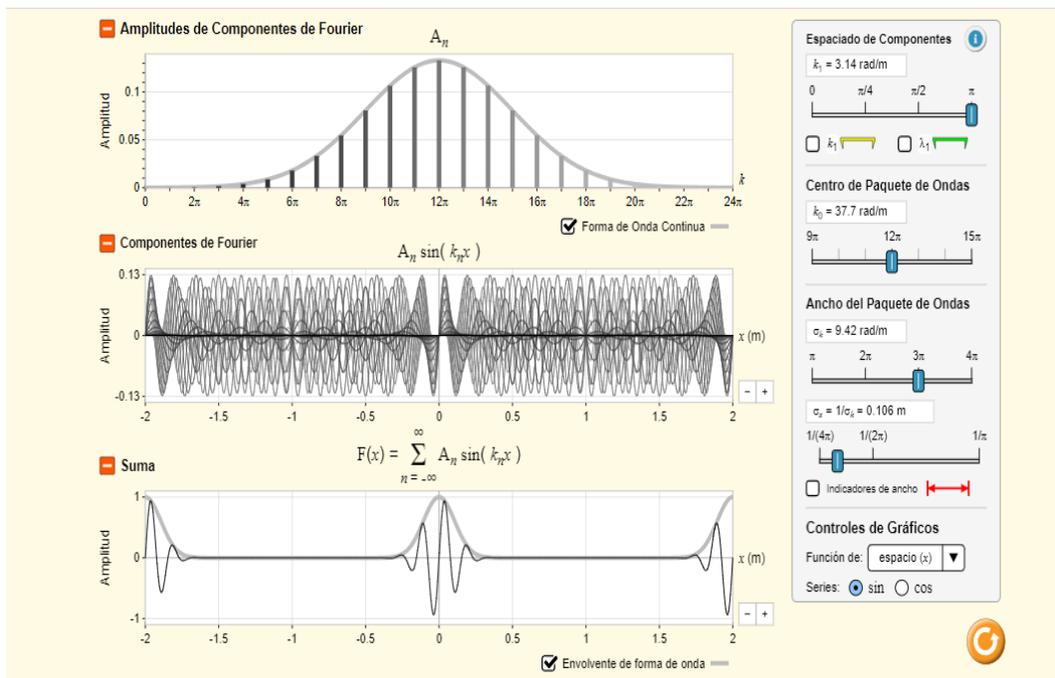
T - período, en ms

ω : número de onda angular, en rad/ms

x - posición en el espacio, en m

Nota. Con esta simbología puedo crear una onda para analizar el comportamiento de una de ellas dando le datos y así poder visualizarla

Figura 16. Paso 7 - Visualización de onda creada



El principio de incertidumbre de Heisenberg, un concepto esencial en la mecánica cuántica establece que existe una limitación en nuestra capacidad para conocer

simultáneamente ciertas propiedades de una partícula. En resumen, cuando tenemos una alta certeza sobre la posición de una partícula, la precisión en la determinación de su momento lineal es baja, y viceversa. Este principio se aplica no solo al par momento-posición, sino también a otros pares de variables Físicas, como energía-tiempo. Cada par de variables tiene su propio principio de incertidumbre, y entender estos principios es crucial para comprender los fenómenos cuánticos.

- Momento y posición

Para ilustrar el principio de incertidumbre momento-posición, consideremos una partícula libre que se mueve a lo largo de la dirección de la x . La partícula se mueve con una velocidad constante u y un momento $p = mu$. Según las relaciones de Broglie, $p = \hbar k$ y $E = \hbar\omega$. Como se comentó en el apartado anterior, la función de onda de esta partícula está dada por

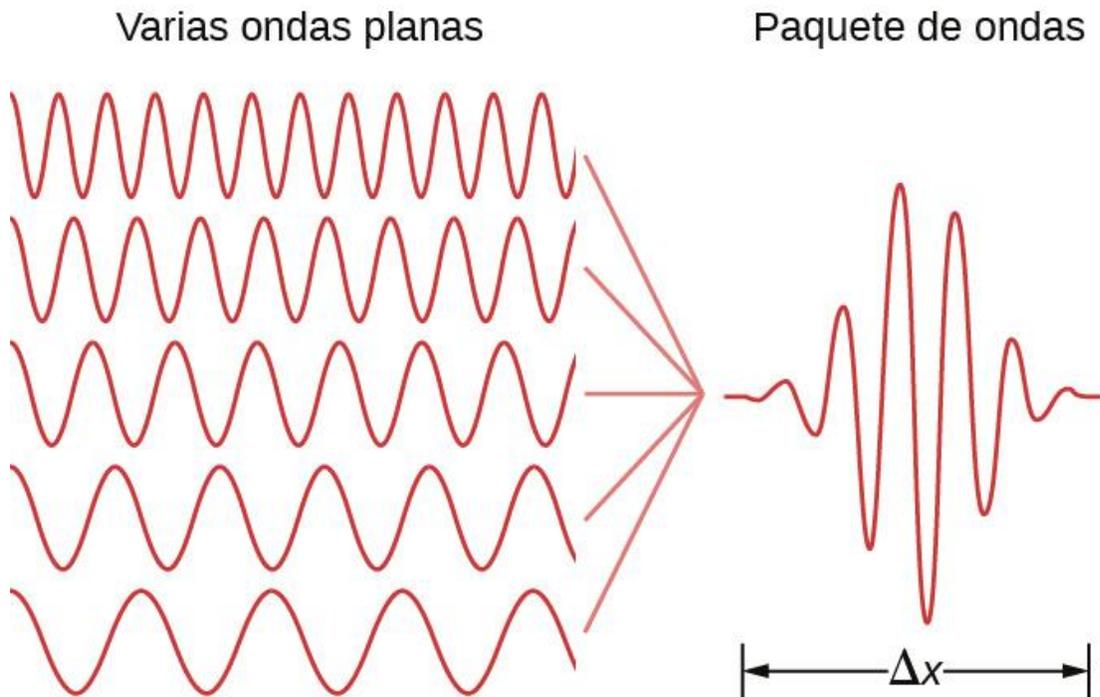
$$\psi_k(x, t) = A[\cos(\omega t - kx) - i\sin(\omega t - kx)] = Ae^{-i(\omega t - kx)} = Ae^{-i\omega t}e^{ikx}$$

- El principio de incertidumbre de Heisenberg

El producto de la incertidumbre en la posición de una partícula y la incertidumbre en su momento nunca puede ser inferior a la mitad de la constante de Planck reducida:

$$\Delta x \Delta p \geq \hbar/2.$$

Figura 17. Varias ondas y paquete de ondas



- El principio de incertidumbre grande y pequeña

Determine las incertidumbres mínimas en las posiciones de los siguientes objetos si se conocen sus velocidades con una precisión de $1,0 \times 10^{-3} \text{ m/s}$: (a) un electrón y (b) una bola de boliche de una masa de $6,0 \text{ kg}$.

Estrategia

Dada la incertidumbre de la velocidad $\Delta u = 1,0 \times 10^{-3} \text{ m/s}$, tenemos que determinar en primer lugar la incertidumbre en el momento $\Delta p = m\Delta u$ y luego invertir la para encontrar la incertidumbre en la posición $\Delta x = \hbar/(2\Delta p)$.

Solución

Para el electrón:

$$\Delta p \Delta x = m \Delta u = (9,1 \times 10^{-31} \text{kg}) \left(1,0 \times \frac{10^{-3} \text{m}}{\text{s}}\right) = 9,1 \times 10^{-34} \text{kg} \cdot \frac{\text{m}}{\text{s}}, \frac{\hbar}{2\Delta p} = 5,8 \text{cm}.$$

$$\Delta p \Delta x = m \Delta u = (6,0 \text{kg}) \left(1,0 \times 10^{-3} \frac{\text{m}}{\text{s}}\right) = 6,0 \times 10^{-3} \text{kg} \cdot \frac{\text{m}}{\text{s}}, \frac{\hbar}{2\Delta p} = 8,8 \times$$

Para la bola de boliche: 10^{-33}m .

Tabla 8. Nombres de símbolos y valor

Variable	Símbolo	Descripción
Constante de Planck	h	Valor fundamental en la física cuántica: $6.626 \times 10^{-34} \text{J} \cdot \text{s}$
Constante reducida de Planck	\hbar	$\hbar = \frac{h}{2\pi}$ Utilizada en el principio de incertidumbre. Valor de $1.055 \times 10^{-34} \text{J} \cdot \text{s}$
Masa del objeto	m	Masa del objeto en kilogramos. Para el electrón: $9.109 \times 10^{-31} \text{kg}$. para la bola de boliche: 6.0kg
Incertidumbre en la velocidad	Δv	Precisión con la que se conoce la velocidad: $1.0 \times 10^{-3} \text{m/s}$
Incertidumbre en el momento lineal	Δp	Producto de la masa y la incertidumbre en la velocidad: $\Delta p = m \cdot \Delta v$
Incertidumbre en la posición	Δx	Incertidumbre mínima en la posición del objeto, determinada por el principio de incertidumbre de Heisenberg.



UNIVERSIDAD
NACIONAL
AUTÓNOMA DE
NICARAGUA,
MANAGUA
UNAN-MANAGUA

Plan de Clase

Modelo por Competencias

Autores:

- **Elmer Misael Rivera González**
- **Freddy Josué Altamirano Vásquez**



Plan de Clases

1. Datos generales

Tabla 9. Plan de clases

Carrera: Física-Matemática	Eje: Comunicativo	Componente curricular: Física Cuántica
Profesor: Elmer Misael Rivera Gonzales, Freddy Josué Altamirano Vásquez	Competencia: Capacidad para utilizar las TIC como apoyo para mejorar el aprendizaje de en diferentes ámbitos de actuación y campos de acción profesional	BOA/Manual: conocer sobre el principio de incertidumbre
Año y semestre: X semestre, V año de 2024		
Fecha: 31/08/2024		

2. Aprendizaje

Objetivo de aprendizaje	Tema y contenido	Indicador de logro
Aplicar las estrategias de comunicación oral en distintos ámbitos académicos y profesionales	Postulados de Broglie. Propiedades ondulatorias de las partículas	Interpreta el principio de incertidumbre de Heisenberg bajo el contexto de las propiedades ondulatorias de las partículas

3. Tareas o actividades de aprendizaje

Iniciales 20 minutos	<ul style="list-style-type: none"> • Bienvenida al proceso de aprendizaje del componente • Pasar asistencia • Orientaciones generales / compromiso pedagógico (asistencia, puntualidad, cumplimiento de deberes)
Desarrollo 1:20 a 2:45 pm	<p>Primer momento. (15 minutos) introducción y tema a desarrollar</p> <ul style="list-style-type: none"> • Presentar el tema general de la incertidumbre en la Física y su importancia en la teoría cuántica e introducir el principio de incertidumbre de Heisenberg <p>Segundo momento. (15 minutos) Explicación del Principio de Incertidumbre</p> <ul style="list-style-type: none"> • Definición del principio de incertidumbre de Heisenberg • Brindar explicación como este principio desafía nuestra comprensión clásica de la Física, donde se creía que las propiedades de las partículas podían ser conocidas con precisión absoluta. <p>Tercer momento. (10 minutos) simulaciones virtuales</p> <ul style="list-style-type: none"> • Presentar ejemplos de simuladores virtuales disponibles en la web, para la observación de experimentos en Física Cuántica <p>Cuarto momento. (25 minutos) experimentación virtual y practica</p>

	<ul style="list-style-type: none"> • Guiar a los estudiantes a través del experimento virtual de manera que ellos puedan manipular variables como la posición y el momento de una partícula y observar cómo cambian en respuesta a la medición. Quinto momento. (20 minutos) mediante una dinámica entrar en discusión y análisis • Debate sobre el análisis de las observaciones de los estudiantes y si encuentran relación con el principio de incertidumbre • Aclarar dudas que tengas los estudiantes sobre la temática abordada
<p>Síntesis</p> <p>2:45 a 3:00 pm</p>	<p>Evaluamos la sesión de clase se aplicará el PIA. P = positivo. Los aspectos positivos I = interesante. Los aspectos que encuentres interesantes A= aspectos a mejorar (sugerencias para el próximo encuentro)</p> <p>Asignación del deber</p> <ul style="list-style-type: none"> • Iniciar informe individual sobre lo abordado • Con sus propias palabras explicar el principio de incertidumbre • Dar una descripción detallada del experimento realizado y cuales fueron resultados obtenidos • Comparte qué importancia tiene el principio de incertidumbre en la Física cuántica.

4. Evaluación de los aprendizajes	
• Tipo de evaluación	Proceso y sumativa
• Estrategia de evaluación	Exposición o dialogo
• Instrumento de evaluación	Rúbrica de evaluación
• Evidencias	Evidencias de hacer
<ul style="list-style-type: none"> • Criterio: • Indicador: • Nivel: 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Criterio: Los estudiantes demuestran comprensión solida sobre el principio de incertidumbre ▪ Los estudiantes son capaces de interpretar resultados a posibles experimentos y explicar la relación que hay con el principio de incertidumbre <p>Indicador: Interpretar el principio de incertidumbre de Heisenberg bajo el contexto de las propiedades ondulatorias de las partículas</p> <p>El nivel es de acuerdo con la normativa del enfoque por Competencias</p> <p>5 – Aprendizaje Alcanzado de manera sobresaliente</p>

4. Evaluación de los aprendizajes	
	4 a 4.99 – Aprendizaje Alcanzado de manera notable
	3 a 3.99 – Aprendizaje Parcialmente superado, pero con evidencias
	2 a 2.99 – Aprendizaje No alcanzado



UNIVERSIDAD
NACIONAL
AUTÓNOMA DE
NICARAGUA,
MANAGUA
UNAN-MANAGUA

CUR-Estelí

Rubrica de Evaluación

Nombres y apellidos:

Grado:

Sección:

Turno:

Docente:

Tabla 10. *Rúbrica de evaluación*

Criterios de evaluación	Niveles de evaluación				Calificación final
	Excelente (5)	Bueno (4)	Regular (3)	Deficiente (2)	
Comprensión del principio de incertidumbre	Demuestra una profunda comprensión del principio y su relevancia en la Física Cuántica	Muestra una comprensión única sobre el principio de incertidumbre	Entiende el principio de incertidumbre en términos generales	No demuestra una clara comprensión del principio de incertidumbre	
Participación en la introducción y explicación	Participa activamente en la discusión inicial	Participa de forma adecuada, aportando algunas preguntas o comentarios relevantes sobre el tema.	Participa mínimamente, con pocas preguntas o comentarios que no siempre son pertinentes al tema.	No participa durante el tiempo de introducción y explicación	

Criterios de evaluación	Niveles de evaluación				Calificación final
	Excelente (5)	Bueno (4)	Regular (3)	Deficiente (2)	
Uso y comprensión de simuladores virtuales	El estudiante comprende perfectamente del simulador y lo usa sin ninguna dificultad	El estudiante comprende parte del simulador virtual y lo usa correctamente, aunque con algunas deficiencias	El estudiante tiene dificultades al comprender bien sobre los simuladores y los usa de manera básica	EL estudiante no comprende el desarrollo y el uso del simulador	
Aplicación, practica del principio	Aplica correctamente el principio de incertidumbre durante la experimentación virtual, manipulando variables como la posición y el momento de una partícula	Aplica el principio de incertidumbre de manera adecuada, pero con algunos errores o malentendidos en la interpretación de los resultados	El alumno tiene dificultades al momento de realizar la aplicación y practica del principio	No logro llevar a cabo la actividad	
Discusión y análisis crítico	Participa en la actividad de manera activa, contribuyendo con ideas relevantes y mostrando un buen nivel de interés, haciendo preguntas pertinentes al tema	Participa en el análisis y discusión, relacionando las observaciones con el principio de incertidumbre, aunque con algunas limitaciones en la profundidad de sus reflexiones	Participa de forma pasiva en la discusión y tiene dificultades para relacionar las observaciones con el principio de incertidumbre	No participa en la discusión o tiene dificultades para analizar y conectar las observaciones con el principio de incertidumbre	

Nota. Se presenta tabla, rubrica de evaluación para los estudiantes, creación propia.

11. Conclusiones

En definitiva este trabajo investigativo demuestra que el manual diseñado y aplicado para la enseñanza del principio de incertidumbre, mediante simuladores virtuales, facilita la comprensión y aplicación de conceptos abstractos. La integración de teoría y práctica, basada en un enfoque por competencias, permitió una asimilación más profunda del principio de incertidumbre y mejoró la capacidad de los estudiantes para aplicar este conocimiento en situaciones prácticas. Además de apoyar al docente en la enseñanza, esta metodología aumentará la motivación de los alumnos, promoviendo un aprendizaje dinámico e interactivo que fomenta una participación activa, reflexiva, autónoma, crítica y colaborativa en grupos de trabajo. Este tipo de intervención educativa permite a los estudiantes proponer ideas que enriquecen sus conocimientos y habilidades.

Los resultados obtenidos subrayan la relevancia de incorporar recursos tecnológicos en la enseñanza de disciplinas complejas como la Física Cuántica. Estas tecnologías no solo mejoran el proceso de instrucción, sino que también preparan al estudiantado para enfrentar los desafíos del ámbito científico actual, donde se requiere el dominio de conceptos avanzados y habilidades tecnológicas. La investigación también evidenció las ventajas de combinar plataformas digitales con metodologías didácticas, creando experiencias educativas significativas e interactivas. Este proyecto, además de ofrecer una metodología práctica para la enseñanza del principio de incertidumbre, representa un recurso valioso para futuras investigaciones en el campo de la Ciencia Cuántica, facilitando la comprensión de fenómenos complejos y contribuyendo al avance del conocimiento en contextos académicos.

12. Recomendaciones

La creación de un manual centrado en la experimentación y demostración del principio de incertidumbre en el uso de simuladores virtuales, se les recomienda a docentes de Física Cuántica y Matemática, a investigadores en Educación, también a Instituciones educativas y universitarias. Los cuales son de fácil acceso y manipulación, con un enfoque por competencias, facilitará la comprensión de conceptos complejos y promoverá un aprendizaje y enseñanza efectivos. Esta es una iniciativa valiosa que no solo abordará las carencias actuales en la educación superior, sino que también es una herramienta que ayuda a fomentar nuevos métodos en la integración de cada clase, equipando a educadores y estudiantes con herramientas esenciales para un aprendizaje significativo y activo.

Se insta a los docentes a desarrollar y acoplar proyectos que involucren la Física, la Matemática y la tecnología, promoviendo perspectivas integrales en el aprendizaje en espacios donde los estudiantes puedan experimentar y emplear los conocimientos adquiridos, ya sea en investigaciones o celebraciones científicas. De igual manera, se sugiere crear artículos que respalden la utilización de estos recursos, ya que de esta forma se podrá enriquecer la literatura existente sobre la enseñanza de muchos principios en la Física Cuántica y Relativista.

13. Referencias bibliográficas

- Castro Maldonado, J. J., Gómez Macho, L. K., y Camargo Casallas, E. (2023). La investigación aplicada a la investigación Aplicada y el desarrollo experimental en el fortalecimiento de las competencias de la sociedad del siglo XXI. *Tecnura*, 27(75), 140-174. <https://doi.org/10.14483/22487638.19171>
- Cuesta Beltrán, Y. J. (29 de Julio de 2018). Estado del arte: tendencias en la enseñanza de la física cuántica entre 1986 y 2016. *Tecné, Episteme y Didaxis*, págs. 149-166. http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S0121-38142018000200147&script=sci_arttext
- Cumbrera González, R. A. (septiembre de 2007). El desarrollo de la actividad experimental en física general y el uso de las TICS en las prácticas de laboratorio. *Editorial Universitaria de la República de Cuba*, 12(5), 33. <https://go.gale.com/ps/i.do?id=GALE%7CA467049742&sid=googleScholar&v=2.1&it=r&inkaccess=abs&issn=16094808&p=AONE&sw=w&userGroupName=anon%7E37243040&aty=open-web-entry>
- Herrera Castrillo, C. J., Herrera Arróliga, J. E., y Córdoba Fuentes, D. J. (22 de Febrero de 2024). <https://revistas.unan.edu.ni/index.php/Multiensayo/article/view/3552>. *Revista Multi-Ensayos*, págs. 77-105. <https://doi.org/10.5377/multiensayos.v10i19.17563>
- Materán, I., Villarreal, M., Lobo, H., y Terán, J. (13 de septiembre de 2019). Enseñanza de la óptica en educación superior: un modelo por competencias. *EL CRINCEF*, págs. 61-75. <https://doi.org/10.31560/pimentacultura>
- Mondéjar Rodríguez, J. J., y Salazar, N. (2020). EI EXPERIMENTO FISICO-DOCENTE EN EL PROCESO DE ENSEÑANZA-APRENDIZAJE DE LA ASIGNATURA CAMPOS Y ONDAS EN LA ESCUELA SUPERIOR PEDAGOGICA DE NAMIBE, ANGOLA. (*Tesis de Grado*). ResearchGate, Matanzas.

https://www.researchgate.net/publication/344252123_EI_EXPERIMENTO_FISICO-DOCENTE_EN_EL_PROCESO_DE_ENSEÑANZA-APRENDIZAJE_DE_LA_ASIGNATURA_CAMPOS_Y_ONDAS_EN_LA_ESCUELA_SUPERIOR_PEDAGOGICA_DE_NAMIBE_ANGOLA

Padilla Muñoz, M. A., Mena Reinoso, Á. P., Cepeda Silva, P. M., y Costales Montenegro, R. I. (2024). Metodologías innovadoras para la enseñanza y aprendizaje de circuitos RLC mediante transformadas de Laplace. *Revista Imaginario Social*, 7(3). <https://doi.org/10.59155/is.v7i3.198>

Pincay, L. B. (2023). EL MANUAL ORGANIZACIONAL: UNA HERRAMIENTA DE APOYO EN EL CRECIMIENTO DE LAS MIPYMES DE ECUADOR. *Instituto Superior Tecnológico de Formación Profesional Administrativa y Comercial, Ecuador*, 5(2), 45-33. <https://ojs.formacion.edu.ec/index.php/rei/article/view/330/556>

Álvares Ruiz, L., Hernández Ruiz, M., Baldovino Noriega, K., y Ruiz Carta, E. (2023). *prácticas investigativas de jóvenes investigadores en Sucre, Colombia volumen 2*. Colombia potencia de la vida, ciencias, CECAR. SGR, Gobernación de sucre.

Amador González, S. Y., Cruz Alvarenga, A. J., y López, L. Y. (2022). Estrategias metodológicas integrando recursos tecnológicos en el aprendizaje del contenido, Leyes de Kepler. "Tesis de Grado". Repositorio Institucional RIUMA, Estelí, Nicaragua. <https://repositorio.unan.edu.ni/18840/>

Aranda Yaccuzzi, V. (2021). Sobre la manera en que la física Cuántica revela problemas metafísicos. (Tesis de Grado). Producción Académica. <https://pa.bibdigital.ucc.edu.ar/4116/>

Arteaga Marín, M. I. (2022). Uso de herramientas tecnológicas y metodologías innovadoras como recurso didáctico dinamizador para la enseñanza de las matemáticas y las ciencias

experimentales. [Tesis Doctoral]. Universidad de Murcia.
<https://digitum.um.es/digitum/handle/10201/127303>

Astudillo Zhindon, M. E. (22 de Octubre de 2023). Repositorio de recursos educativos digitales para el proceso de enseñanza – aprendizaje del Movimiento Unidimensional. (Tesis de Grado). Repositorio Digital de la Universidad Nacional de Educacion, Bogotá.
<http://repositorio.unae.edu.ec/handle/56000/3198>

Becerra Almanza, S. A. (2020). Propuesta para la formulación de un diplomado en Física Moderna para licenciados en Física. [Tesis de Grado]. Universidad Distrital Francisco José de Celdas, Bogotá, Colombia.
<https://repository.udistrital.edu.co/handle/11349/26412>

Carrión Paredes, F. A., García Herrera, D. G., Erazo Alvares, C. A., y Erazo Álvarez, J. C. (2020). *Simulador virtual PhET como estrategia metodológica para el aprendizaje de Química*. CIENCIAMATRIA. <https://cienciamatriarevista.org.ve/index.php/cm/article/view/396>

Castillo Castillo, K. I., Hernández Meza, G. A., y Herrera Castrillo, C. J. (5 de 7 de 2023). Estado del arte de investigaciones referente a física clásica y moderna en el Período 2016 – 2021. *Repositorio Académico Institucional*, págs. 64-83.
<https://rai.uapa.edu.do/handle/123456789/2504>

Córdoba Fuentes, D. J., González Ruiz, J. Y., y Vázquez Blandón, E. A. (2021). Aprendizaje Basado en las Tecnologías de la Información y comunicación-ABT para la aplicación de electricidad en didáctica de la física. "Tesis de Grado". repositorio institucional RIUMA, Estelí, Nicaragua. <https://repositorio.unan.edu.ni/16334/>

Cornejo Casco, B., García López, H., y Herrera Castrillo, C. (2023). Simulador PhET para demostrar ecuación de continuidad con enfoque diferencial e integral incluyendo

vectores. *Revista Chilena de Educación Científica*, 24(1), 14-35.
<http://revistas.umce.cl/index.php/RChEC/article/view/2665>

Cortés Hernández, C. G. (2018). Sobre la importancia de axiomatizar la mecánica newtoniana haciendo uso del formalismo matemático de Von Neumann para la enseñanza de la mecánica cuántica. (*Estado del Arte*). Repositorio Institucional UPN.
<http://hdl.handle.net/20.500.12209/9480>

Cristancho Sanchez, A. E., y Suarez Ortiz, B. (2021). Estrategia didáctica basada en el uso de simuladores para el fortalecimiento del proceso enseñanza-aprendizaje del electromagnetismo en los estudiantes de grado undécimo. "*Tesis de Grado*". Universidad de Santander, Colombia. <https://repositorio.udes.edu.co/handle/001/6759>.

Cruz Cañon, Y. P., y Avella Ponguta, E. (2023). Implementación de la logística integral en la organización REDCAS mediante la estructuración del manual de funciones y procedimientos. (*Tesis de Grado*). Repositorio Digital ECCI, Colombia.
<https://repositorio.ecci.edu.co/handle/001/3775>

Dávila, Y. M., Gutiérrez Aragón, A. Y., y Hurtado Ríos, M. M. (2023). Uso de la tecnología en la enseñanza de las Ciencias Naturales. [*Tesis de Grado*]. Repositorio Institucional RIUMA, Chontales, Nicaragua. <https://repositorio.unan.edu.ni/19056/>

Gálvez Aucejo, C. (2021). Implementación de un simulador de computador cuántico. [*Tesis de Grado*]. Universidad Politécnica de Valencia, Valencia, España.
<https://riunet.upv.es/handle/10251/173946>

García Dihigo, J. (2021). *Metodología de la investigación para administradores*. Ediciones de U.
<https://books.google.es/books?id=JiwaEAAAQBAJ&dq=es+un+tipo+de+investigaci%C3%B3n+que+se+centra+en+describir+las+caracter%C3%ADsticas+o+propiedades+de+u>

n+fen%C3%B3meno,+situaci%C3%B3n+o+poblaci%C3%B3n+en+particular,+sin+buscar+establecer+relaciones+causal

García Soria , A. (2024). Prácticas de laboratorio basadas en el aprendizaje por indagación para resolver la falta de prácticas de laboratorio efectivas en Bachillerato. (*Estado del Arte*). Universidad de Oviedo.
https://digibuo.uniovi.es/dspace/bitstream/handle/10651/72788/TFM_AlejandroGarciaSoria.pdf?sequence=4&isAllowed=y

Gómez García, L. M., Sandoval López, H. A., y Angulo Ramírez, M. A. (2021). La tecnología como una herramienta de Aprendizaje en las Ciencias Naturales. *Tesis de Grado*. Repositorio Institucional de la UNAN-Managua.
<http://repositorio.unan.edu.ni/id/eprint/19054>

Gómez García, L. M., Sandoval López, H. A., y Angulo Ramírez, M. A. (2021). La tecnología como una herramienta de aprendizaje en las Ciencias Naturales. [*Tesis de Grado*]. Repositorio institucional RIUMA, Chontales. Nicaragua.
<https://repositorio.unan.edu.ni/19056/>

Gómez García, R. (2018). Evaluación de competencias en las prácticas de la Farem Estelí. (*Tesis de Grado*). Repositorio Institucional UNAN, Managua, Managua.
<https://repositorio.unan.edu.ni/id/eprint/12669/2/231>.

González González, M. A., y Restrepo Pineda, A. F. (2024). Cibernética, Inteligencia Artificial, Investigación y Descolonización. *Revista Docencia e Cibercultura*, 8(3), 1-22.
<https://doi.org/10.12957/redoc.2024.74959>

Gonzalez Perez, G., Carboney Ruiz, M. E., Moroyoqui Cota, A., y Sanchez Maglioni, A. E. (2021). SEMINARIO DE FILOSOFÍA DE LA. (*Tesis de Grado*). DRCDEJD RINCON, Chiapas.
<https://salazarvirtual.sistemaeducativosalazar.mx/assets/607f3018918ee/tareas/ce9ed8>

987849bcfdd0489c86f2d95095Unidad%20VI%20M%C3%A9todo%20cient%C3%ADfico%20y%20la%20investigaci%C3%B3n.pdf

Hernández, J., y Parajón Guevara, A. (22 de Abril de 2024). Aula invertida para el aprendizaje de Zoología General II en la carrera de Biología, UNAN-Managua, Nicaragua. *Wni*, págs. 1-14. <https://doi.org/10.5377/wani.v40i80.17788>

Herrera Castrillo, C. J. (2023). Metodología para el aprendizaje por competencias. *Revista Electrónica De Conocimientos, Saberes Y Prácticas*, 6(1), 77-90. <https://doi.org/10.5377/recsp.v6i1.16513>

Herrera Castrillo, C. J. (2 de Abril de 2024). El desafío de la investigación científica en la UNAN-Managua: 42 años contribuyendo a la sociedad. *REVISTA SOBERANÍA*, págs. 1-145. <https://www.unan.edu.ni/wp-content/uploads/CSMEB-RS-09.pdf>

Herrera Castrillo, C. J., y Córdoba Fuentes, D. J. (2023). Competencias Científicas y Tecnológicas en el Trabajo Práctico Experimental de Electricidad. *Revista Multi-Ensayos*, 9(17), 3-18. <https://doi.org/10.5377/multiensayos.v9i17.15737>

Herrera-Castrillo, C. J. (2023). Aplicaciones del Lenguaje de Categorías en diferentes actividades científicas y tecnológicas. *Ciencia E Interculturalidad*, 33(2), 187-204. <https://doi.org/10.5377/rci.v33i2.17723>

López Falcón, A., y Ramos Serpa, G. (2021). *Acerca de los métodos teóricos y empíricos de la investigación: significación para la investigación educativa*. revista Conrado. https://scholar.google.es/scholar?hl=es&as_sdt=0%2C5&as_ylo=2020&q=m%C3%A9todos+emp%C3%ADricos+y+te%C3%B3ricos&oq=M%C3%A9todos+emp%C3%ADrico#d=gs_qabs&t=1713357437437&u=%23p%3DLLZr5Ceq3CYJ

- López Parrilla , S. T. (2016). La Mediación Pedagógica en el aprendizaje significativo de los estudiantes de primer año de inglés, en la asignatura Técnicas de Redacción y Ortografía. (*Tesis de Grado*). Repositorio Institucional de la UNANManagua. <http://repositorio.unan.edu.ni/id/eprint/3944>
- Lorca Noriega, P. R. (2020). Manual de experimentación como apoyo didáctico en la enseñanza de las Ciencias Naturales a nivel de Educación Inicial. 2(4). <https://doi.org/10.33996/merito.v2i4.130>
- Montecino Orellana, S. B. (2023). La Gamificación como Metodología Didáctica en la Enseñanza de la Interpretación Consecutiva. *Revista Tecnológica-Educativa Docentes*, 16(2), 75-83. <https://doi.org/10.37843/rted.v16i2.379>
- Mora Hidalgo, N., Contreras Hernández, T., Retana Alvarado, D. A., y Herrera Sancho, O. A. (2023). Propuesta de aprendizaje STEAM sobre física cuántica para promover actitudes necesarias para el estudio de las ciencias en educación primaria. *Revista Latinoamericana De Educación Científica, Crítica Y Emancipadora*, 2(2), 139-184. <https://doi.org/10.5281/zenodo.10436379>
- Muñoz Vallecillo, L. O., Martínez González, Y. Y., Medina Martínez, W. I., y Herrera Castrillo, C. J. (2023). USO DE SIMULADORES Y ASISTENTE MATEMÁTICO EN LA DEMOSTRACIÓN DEL PRINCIPIO DE PASCAL AL APLICARSE INTEGRALES Y VECTORES. *Revista Científica Tecnológica, RECIENTEC*, 6(2), 48-60. <https://www.revistarecientec.unan.edu.ni>
- Otálvarez Vargas, L. G. (2023). Implementación de un laboratorio virtual en las prácticas de experimentación, mediante la incorporación del simulador PhET, orientado a fortalecer la comprensión de los estudiantes de décimo grado en la enseñanza de la física

- experimental de una institución. (*Tesis de Grado*). IESE - Instituto de Estudios en Educación, Colombia. <http://hdl.handle.net/10584/11482>
- Otero Ortega , A. (2018). *Enfoques de investigación*. https://scholar.google.es/scholar?start=10&q=Investigaci%C3%B3n+mixta&hl=es&as_sdt=0,5#d=gs_qabs&t=1713278347103&u=%23p%3DgPDTis38ZMIJ
- Peralta, A. H., Bautista Vallejo, J. M., Hernández Carrera, R. M., y Vieira Fernández, I. (2020). Aprendizaje y evaluación por competencias. Una experiencia de innovación en la formación del profesorado de Educación Primaria. *Cuaderno de Pedagogía Universitaria*, 17(34), 83-98. <https://cuaderno.wh201.pucmm.edu.do/index.php/cuadernodepedagogia/article/view/399/415>
- Pin Castro, W. L., Asanza Chóez, J. A., Figueroa Muñoz, L. K., y Morán Padilla, N. M. (2024). Análisis de la participación de estudiantes en entornos virtuales de aprendizaje en la Universidad Estatal del Sur de Manabí. *Revista Científica de Innovación Educativa y Sociedad Actual "ALCON"*, 4(2), 55-70. <https://doi.org/10.62305/alcon.v4i2.101>
- Pio Salazar, N. G. (2020). El experimento físico-docente en el proceso de enseñanza-aprendizaje de la asignatura Campos y ondas en la Escuela Superior Pedagógica de Namibe en Angola. (*Tesis de Grado*). Repositorio Institucional, Matanzas. <https://rein.umcc.cu/handle/123456789/3282>
- Ponzuelo Muñoz , J., Martín García, J., Carrasquer Álvares, B., y Cascarosa Salillas, E. (2023). *Percepciones del profesorado ante el uso de simuladores virtuales en el aula de ciencias*. interuniversitaria de formación del profesorado .
- Robles Pastor, B. F. (2019). Población y muestra. *Pueblo Continente*, 30(1), 245-247. <https://journal.upao.edu.pe/index.php/PuebloContinente/article/view/1269>

Sánchez Vázquez, M. J., Blas Lafitte, H., T, y Tujague, M. P. (22 de 02 de 2011). El análisis descriptivo como recursos necesarios en ciencias sociales y humanas. *Fundamentos en Humanidades*. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=18419812007>.

Scharager, J., y Reyes, P. (2007). *MUESTREO NO-PROBABILISTICO*. PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CHILE. https://us.docworkspace.com/d/sIKHvwJOkAdXX_LAG

Tebaldi, M. C. (2023). *Física cuántica y relativista*. Editorial de la Universidad Nacional de La Plata (EDULP). <https://doi.org/10.35537/10915/162042>

Tórrez, M., Paz, K., y Salazar , F. (2019). *Metodos de recolección de datos para una investigación*. repositorio UDGVirtual. <http://148.202.167.116:8080/jspui/handle/123456789/2817>.

UNAN-MANAGUA. (2021). *Líneas y sud líneas de investigación de la UNAN-MANAGUA*. UNAN-MANAGUA. <https://farem.unan.edu.ni/investigacion/lineas-de-investigacion/>

UNAN-MANAGUA. (2024). *Historia - UNAN-Managua, CUR-Estelí* . <https://farem.unan.edu.ni/institucion/historia/>

UNAN-Managua-CUR-Estelí. (23 de Marzo de 2024). El CUR-Estelí de la UNAN-Managua celebró el 75 aniversario del natalicio del poeta guerrillero Leonel Rugama y conmemoró el 44 aniversario del inicio de la gran Cruzada Nacional de Alfabetización. *[Imagen de Facebook]*. <https://www.facebook.com/share/XspzxC4jK9MJZYua/?mibextid=WC7FNe>

UNAN-Managua . (2024). *UNAN-MANAGUA*. UNAN-MANAGUA : <https://www.unan.edu.ni/index.php/oferta-educativa/educacion-arte-y-humanidades.odp>

Universidad de Piura. (sf). *Plan de estudios de ciencias de la educación, especialidad de matemática y física*. Universidad de Piura. <https://www.udep.edu.pe>.

- Vélez Álava , J. A., y Vera Suárez , C. A. (2024). PROYECTO # 1 ARTICULO CIENTÍFICO. - MECÁNICA CUÁNTICA: Exploración de la Dualidad Onda-Partícula en la Mecánica Cuántica. *Universidad Técnica de Manabí*, 1(1), 1-9. https://www.researchgate.net/profile/Jhon-Velez-3/publication/380851852_PROYECTO_1_ARTICULO_CIENTIFICO_-MECANICA_CUANTICA_Exploracion_de_la_Dualidad_Onda-Particula_en_la_Mecanica_Cuantica/links/6651299c0b0d28457458276e/PROYECTO-1-ARTICULO-CIENTIFICO-MECAN
- Vera Montoya, L. M. (2023). Estrategia metodológica para el aprendizaje de la estadística a partir de herramientas tecnológicas. (*Tesis de Grado*). Universidad Nacional de Colombia - Sede Medellín., Colombiano. <https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/79568>
- Vidal Ledo, M. J., Avello Martínez, R., Rodríguez Monteagudo, M. A., y Menéndez Bravo, J. A. (2019). Simuladores como medios de enseñanza. *Revista Cubana de Educación Médica Superior*, 33(4), 37-49. <https://www.medigraphic.com/cgi-bin/new/resumen.cgi?IDARTICULO=93475>
- Vizcaíno Zúñiga, P. I., Cedeño Cedeño, R. J., y Maldonado Palacios , I. A. (2023). *Metodología de la investigación científica: guía práctica*. Ciencia Latina Internacional. https://us.docworkspace.com/d/sIE7vwJOkAYXt_LAG
- Zalazar García , D. (2021). introducción al estudio de nociones básicas de física moderna mediante el uso de una propuesta integradora basada en software libre. *Latin American Journal of Physics Education*, 1(9), 15;2. <http://hdl.handle.net/11336/152834>
- Zavala, R., y Costa, C. (13 de Julio de 2022). Aprender por competencias: un modelo. *Semanario Ideas y Debate* . (H. Gutiérrez Ocón, Entrevistador) <https://www.unan.edu.ni/wp-content/uploads/unan-managua-cedmeb-semanario-no-100.pdf>

14. Anexos

Anexo A. Cronograma de Actividades

TABLA 11 CRONOGRAMA DE TRABAJO

N°	Actividad	Fecha (s) de realización	Tiempo dedicado (horas)	Responsable	Colaboradores
	Realización de la tabla de los datos generales	14/11/2023	4 horas	Elmer y Freddy
	Corrección de los objetivos	17/12/2023	2 horas	Elmer y Freddy	
	Corrección de los objetivos	18/12/2023	2 horas	Elmer y Freddy	
	Correcciones de las preguntas	20/1/2024	4 horas	Elmer y Freddy	
	Antecedentes	12/2/2024	5 horas	Elmer y Freddy	
	Antecedentes	10/3/2024	5 horas	Elmer y Freddy	
	justificación	14/3/2024	3 horas	Elmer y Freddy	
	Antecedentes	20/3/2024	8 horas	Elmer y Freddy	
	Todas las correcciones 1	15/4/2024	7 horas	Elmer y Freddy	
	Correcciones 2	22/4/2024	8 horas	Elmer y Freddy	
	correcciones	10/5/2024	8 horas	Elmer y Freddy	
	correcciones	16/5/2024	12 horas	Elmer y Freddy	
	Correcciones	9/6/2024	15 horas	Elmer y Freddy	

N°	Actividad	Fecha (s) de realización	Tiempo dedicado (horas)	Responsable	Colaboradores
	Propuesta del manual	7/07/2024	2 horas	Elmer y Freddy	
	Propuesta del Manual	10/07/2024	5 horas	Freddy y Elmer	
	Corrección	8/08/2024	6 horas	Elmer y Freddy	
	Análisis de resultado	15/09/2024	4 horas	Elmer y Freddy	
	Análisis de resultado	7/10/2024	8 horas	Elmer y Freddy	
	Correcciones	20/10/2024	10 horas	Elmer y Freddy	

Anexo B. Instrumentos de Recolección de Datos
Encuesta a estudiantes de V año de Física-Matemáticas



UNIVERSIDAD
NACIONAL
AUTÓNOMA DE
NICARAGUA,
MANAGUA
UNAN-MANAGUA

Centro Universitario Regional Estelí (CUR-Estelí)

Guía de Encuesta Dirigida a Estudiantes de V año de Física-Matemática

Estimado/a Estudiantes:

Requerimos tu valioso aporte para que nos conteste la siguiente guía de preguntas con el objetivo de obtener información sobre lo vivido en el proceso de aplicación de la propuesta por el grupo de investigación, el cual fue aplicar un manual para la experimentación y demostración sobre los principios de incertidumbre a través de simuladores virtuales.

Valore según crea conveniente y sean lo más objetivo posible.

I. Datos Generales

Nombre de la institución _____

Carrera que estudia: _____

Género: Femenino___ Masculino___

A continuación, se presenta una serie de preguntas los deberá marcar con una x según su criterio obtenido del proceso 7 puntos, 5 puntos, 3 puntos y 1 punto

TABLA 12 GUÍA DE PREGUNTAS Y VALORACIÓN

N°	Preguntas	valoración			
		7	5	3	1
1	<i>¿Le agradó el uso del manual para la experimentación y demostración de los principios de incertidumbre a través de los simuladores?</i>				
2	<i>¿La metodología o estrategia usada facilita el proceso de aprendizaje?</i>				
3	<i>¿Cómo estudiantes de la carrera de Física-Matemática consideran que el uso de simuladores cuánticos es esencial para el aprendizaje en la Física cuántica?</i>				
4	<i>¿El uso de software facilita la experimentación y demostración de los principios de incertidumbre?</i>				
5	<i>¿Desde su punto de vista como estuvo la clase dinámica, entretenida o interactiva?</i>				
6	<i>¿Sería beneficioso utilizar simuladores para llevar a cabo demostraciones y experimentaciones en tiempo real?</i>				

. Entrevista a Docentes de Física



UNIVERSIDAD
NACIONAL
AUTÓNOMA DE
NICARAGUA,
MANAGUA
UNAN-MANAGUA

Centro Universitario Regional Estelí (CUR-Estelí)

Guía de la Entrevista a Docentes de Física

I. Datos generales

Nombre de la institución: _____

Nivel d formación: Lic. ____ Especialista. ____ Máster. ____ Doctor. ____ Otros. ____

Sexo: _____

Edad: _____

Número de teléfono: _____

Estimado docente, la entrevista que se le realizara a continuación es con la finalidad de recopilar información veraz con la realidad educativa, por lo que necesitamos de su valiosa cooperación y experiencia para el proceso de investigación, la cual tiene por objetivo validar un manual para la experimentación y demostración a través de simuladores virtuales en el principio de incertidumbre a través en un enfoque por competencia en estudiantes de V año de la carrera Física-Matemática de la UNAN-Managua/CUR-Estelí durante el año 2024.

II. Desarrollo

1. *¿Considera adecuada la metodología de Aprendizaje apoyado con la simulación virtual en la educación de nivel profesional u superior? Explique.*
2. *¿De qué manera cree usted que influyó la metodología desarrollada en los periodos de clase con los siguientes aspectos del proceso de aprendizaje? (Motivación, Cooperación, Creativo, participación, Comprensión, Interés, Atención, Evaluación).*

<i>I. Aspectos del proceso de aprendizaje</i>	<i>Definición</i>	<i>Escalas de valoración (muy bueno, MB; bueno, B; regular, R; deficiente, D)</i>			
<i>Motivación</i>	<i>Es una metodología muy participativa y relevante con la que se puede aumentar la motivación de los estudiantes</i>	<i>MB</i>	<i>B</i>	<i>R</i>	<i>D</i>
<i>Cooperación</i>	<i>Esta estrategia es colaborativa, como lo es el trabajo en equipo, así como también puede fomentar la cooperación entre los estudiantes</i>				
<i>Creativo</i>	<i>Es una metodología con la cual también se promueve la exploración, la resolución de problemas y se puede estimular la creatividad de los alumnos</i>				
<i>Participación</i>	<i>Metodología que es interactiva y facilita la participación de los estudiantes durante el periodo de clase</i>				

3. *¿Qué aspectos específicos considera relevantes durante el desarrollo de la metodología presentada en los periodos de clase?*
4. *¿Qué aspectos cree obstaculizadores para el desarrollo en los periodos de clase?*
5. *¿Cree usted que la didáctica utilizada a través del simulador en la temática los principios de incertidumbre, fue factible en el proceso de aprendizaje?*
6. *¿Considera que esta metodología requiere mejoras, como cuáles?*
7. *¿Considera adecuada está estrategia para utilizarla en otras áreas relacionadas a la Física?*
8. *¿Según su observación con esta metodología se logra obtener la mayor atención de los estudiantes?*

Comentario:

Muchas Gracias por su Colaboración

Anexo C. Instrumento de evaluación para los expertos

TABLA 13 CRITERIOS PARA EVALUAR

Ítem	CRITERIOS PARA EVALUAR										Observaciones (si debe eliminarse o modificarse un ítem, por favor, indique)
	Claridad en la redacción		Coherencia interna		Inducción a la respuesta (Sesgo)		Lenguaje adecuado con el nivel del informante		Mide lo que pretende		
	Sí	No	Sí	No	Sí	No	Sí	No	Sí	No	
1											
2											
3											
4											
6											
Aspectos Generales									Sí	No	
El instrumento contiene instrucciones claras y precisas para responder el cuestionario											
Los ítems permiten el logro del objetivo de la investigación											
Los ítems están distribuidos en forma lógica y secuencial											
El número de ítems es suficiente para recoger la información. en caso de ser negativa su respuesta, sugiera los ítems a añadir											
Validez (Marque con una "X")											
										Aplicable	
										Aplicable atendiendo a las observaciones	
										No aplicable	
Validado por:					C.I:			Fecha:			
Firma:					Teléfono:			e-mail:			

Nota. Adaptación propia a partir de (Supo y Cavero, 2014)

Tema General

- Experimentación y demostración de los postulados de Broglie y las propiedades ondulatorias de las partículas a través de simuladores virtuales

Tema delimitado

- Manual para la experimentación y demostración del principio de incertidumbre en un enfoque por competencias a través de simuladores virtuales con estudiantes de V año de la carrera Física-Matemática de la Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, Managua (UNAN-Managua), Centro Universitario Regional de Estelí (CUR-Estelí) durante el II semestre 2024

Anexo D. Codificación de datos

Datos codificados para el análisis en Excel con forme a las respuestas respondidas en la encuesta.

Donde se tomaron las siguientes preguntas.

N°	Preguntas
1	<i>¿Le agradó el uso del manual para la experimentación y demostración de los principios de incertidumbre a través de los simuladores?</i>
2	<i>¿La metodología o estrategia usada facilita el proceso de aprendizaje?</i>
3	<i>¿Cómo estudiantes de la carrera de Física-Matemática consideran que el uso de simuladores cuánticos es esencial para el aprendizaje en la Física cuántica?</i>
4	<i>¿El uso de software facilita la experimentación y demostración de los principios de incertidumbre?</i>
5	<i>¿Desde su punto de vista como estuvo la clase dinámica, entretenida o interactiva?</i>
6	<i>¿Sería beneficioso utilizar simuladores para llevar a cabo demostraciones y experimentaciones en tiempo real?</i>

Preguntas	Muy Bueno	Bueno	Regular	Deficiente	Total, de Respuestas
1	26	5	4	0	35
2	33	0	2	0	35
3	19	14	2	0	35
4	28	3	4	0	35
5	24	7	4	0	35
6	25	7	3	0	35
total	155	36	19	0	210
t/6	26	6	3	0	35

Los datos que se muestran anteriormente son los datos para hacer el análisis cuantificado donde participaron estudiantes que cursan el quinto año de la carrera de Física- Matemática donde se sacó un promedio de las preguntas calificándolas por muy bueno, bueno, regular y deficiente.

Anexo E. Carta de validación

CONSTANCIA DE VALIDACIÓN

Yo Yesner Yancarlos Briones Rugama , de profesión Docente con grado de Licenciado en Ciencias de la Educación con mención en Física Matemática, que ejerce actualmente como Docente Horario y Asesor Pedagógico en la institución Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, Managua (UNAN-Managua), Centro Universitario Regional de Estelí (CUR-Estelí) y Ministerio de Educación (MINED), por medio de la presente hago constar que he revisado con fines de validación los instrumentos (entrevista y encuesta), a los efectos de su aplicación en la investigación titulada: Manual para la experimentación y demostración a través de simuladores virtuales en el principio de incertidumbre en un enfoque por competencias en estudiantes de V año de Física-Matemática de la Universidad Nacional autónoma de Nicaragua, Managua (UNAN-Managua), Centro Universitario Regional de Estelí (CUR-Estelí) durante el II semestre 2024.

Luego de hacer las observaciones pertinentes, puedo formular las siguientes apreciaciones, respecto a su aplicabilidad:

Opción de aplicabilidad:

Aplicable ()

Aplicable después de corregir (x)

No aplicable ()



Firma: Lic. Yesner Yancarlos Briones Rugama

Fecha: 05 de junio del 2024 San Juan del Río Coco, Madriz

Anexo F. Evidencia Fotográfica

Figura 18. *Pre-defensa de Investigación Aplicada*



Nota. Pre-defensa de Investigación Aplicada, mediante un recorrido pedagógico



Nota. Defensa de Investigación Aplicada





① Electrón en un átomo:
 Un electrón está confinado en un átomo cuyo tamaño es del orden de 10^{-10} m.
 Estimando la incertidumbre en la posición, Δx , del electrón es aproximadamente 10^{-10} m.
 Calcule la incertidumbre mínima en su momento Δp_x .

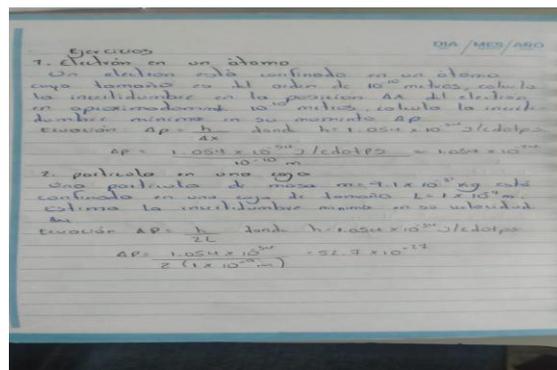
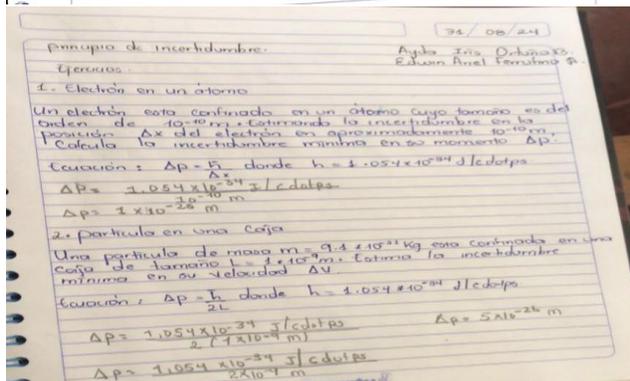
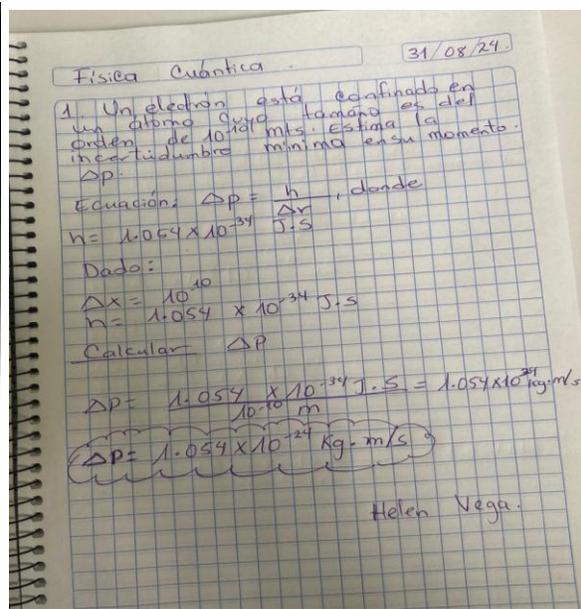
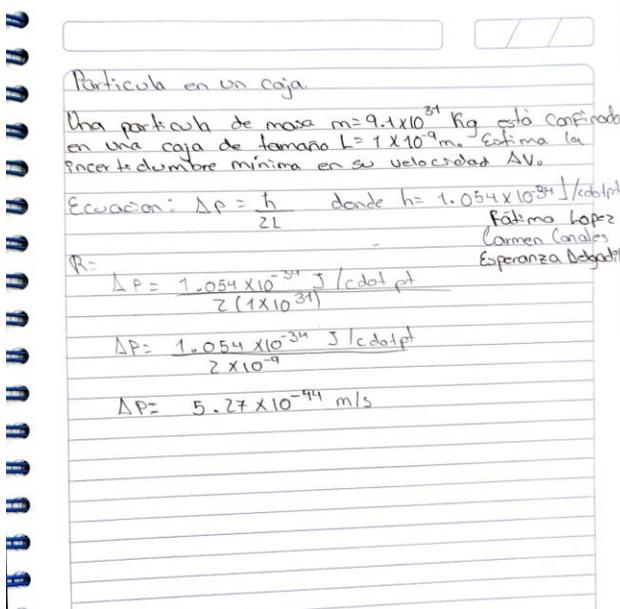
$$\Delta p_x = \frac{h}{\Delta x}$$
 donde $h = 6.626 \times 10^{-34}$ J·cdetps

$$\Delta p_x = \frac{6.626 \times 10^{-34} \text{ J·cdetps}}{10^{-10} \text{ m}} = 6.626 \times 10^{-24}$$

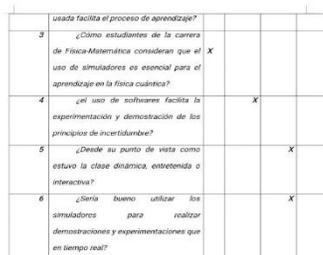
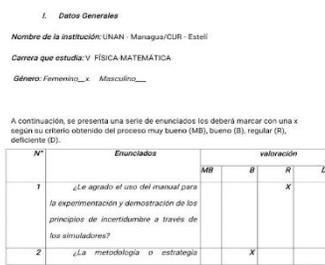
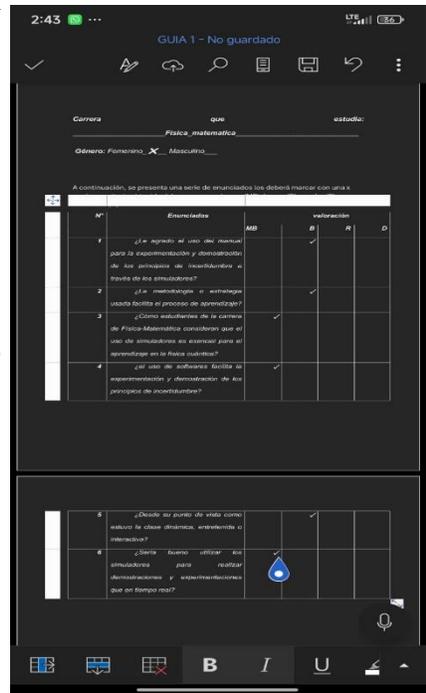
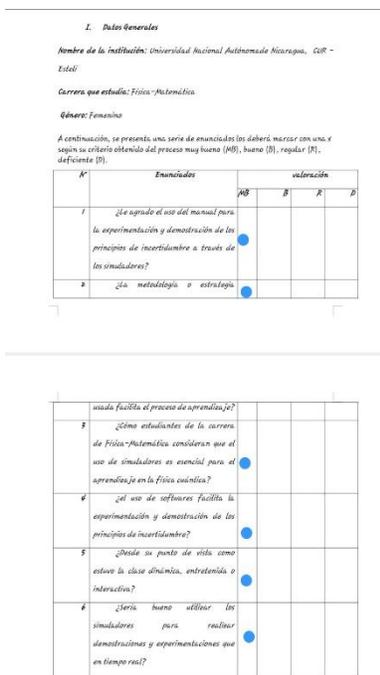
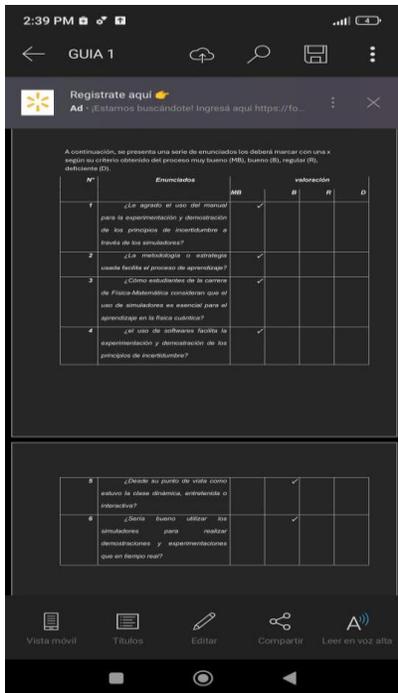
② Una partícula de masa $m = 9.1 \times 10^{-31}$ kg está confinada en una caja de tamaño 1.0×10^{-10} m. Estime la incertidumbre mínima en su velocidad Δv .

$$\Delta p_x = \frac{h}{\Delta x}$$
 donde $h = 6.626 \times 10^{-34}$ J·cdetps

$$\Delta p_x = \frac{6.626 \times 10^{-34} \text{ J·cdetps}}{1.0 \times 10^{-10} \text{ m}} = 6.626 \times 10^{-24}$$



Nota. Evidencias fotográficas de la aplicación de la propuesta y resolución de ejercicios





¡Universidad del Pueblo y para el Pueblo!



