



UNIVERSIDAD
NACIONAL
AUTÓNOMA DE
NICARAGUA,
MANAGUA
UNAN - MANAGUA

FACULTAD REGIONAL MULTIDISCIPLINARIA MATAGALPA

FAREM - MATAGALPA

TEMA:

**USO Y MANEJO DE SIMULADORES PhET EN EL DISEÑO DE
ACTIVIDADES BASADAS EN APRENDIZAJE POR INDAGACIÓN PARA
ENSEÑANZA DE LA FÍSICA, CARRERA FÍSICA-MATEMÁTICA,
UNAN-FAREM-MATAGALPA, SEGUNDO SEMESTRE 2022**

**TESIS PARA OPTAR AL GRADO DE MÁSTER EN METODOLOGÍA
Y DIDÁCTICAS PARA LA EDUCACIÓN SUPERIOR**

AUTOR:

LIC. LAUREN ESTEBAN RAYO GUIDO

TUTOR:

Dra. KARLA PATRICIA DÁVILA CASTILLO

MATAGALPA, DICIEMBRE, 2022

¡A LA LIBERTAD POR LA UNIVERSIDAD!



UNIVERSIDAD
NACIONAL
AUTÓNOMA DE
NICARAGUA,
MANAGUA
UNAN - MANAGUA

FACULTAD REGIONAL MULTIDISCIPLINARIA MATAGALPA

FAREM - MATAGALPA

TEMA:

**USO Y MANEJO DE SIMULADORES PhET EN EL DISEÑO DE
ACTIVIDADES BASADAS EN APRENDIZAJE POR INDAGACIÓN PARA
ENSEÑANZA DE LA FÍSICA, CARRERA FÍSICA-MATEMÁTICA,
UNAN-FAREM-MATAGALPA, SEGUNDO SEMESTRE 2022**

**TESIS PARA OPTAR AL GRADO DE MÁSTER EN METODOLOGÍA
Y DIDÁCTICAS PARA LA EDUCACIÓN SUPERIOR**

AUTOR:

LIC. LAUREN ESTEBAN RAYO GUIDO

TUTOR:

Dra. KARLA PATRICIA DÁVILA CASTILLO

MATAGALPA, DICIEMBRE, 2022

¡A LA LIBERTAD POR LA UNIVERSIDAD!

ÍNDICE

DEDICATORIA	i
AGRADECIMIENTO	ii
CARTA AVAL TUTOR	iii
RESUMEN	iv
ABSTRACT.....	v
I. INTRODUCCIÓN	1
1.1 Planteamiento del problema	4
1.2 Antecedentes.....	5
1.2.1.A nivel Latinoamericano.....	5
1.2.2.A nivel nacional	6
1.2.3.En el ámbito local.....	7
1.3 Justificación	8
II.OBJETIVOS DE INVESTIGACIÓN	10
2.1. Objetivo General.....	10
2.2. Objetivos Específicos.....	10
III.MARCO TEÓRICO	11
3.1 Simuladores.....	11
3.1.1 Definición.....	11
3.1.2 Reseña histórica.....	12
3.1.3 Características.....	13
3.1.4 Ventajas del uso de simuladores.....	14
3.1.5 Simuladores PhET	15
3.1.6 Utilidad de los simuladores.....	18
3.1.7 Beneficios del uso de los Simuladores.....	19
3.1.8 Simuladores y el aprendizaje significativo	20
3.1.9 Rol de docente en el uso de simuladores	21
3.2 Aprendizaje por Indagación	23
3.2. 1 definición	23
3.2.2 Actividades pedagógicas que favorecen la indagación	25
3.2.3 Ciclo de indagación	26

3.2.4	Implicaciones y mitos para la enseñanza de las ciencias	27
3.3	Enseñanza de la Física	33
3.3.1	Percepción de los estudiantes	33
3.3.2	Enseñanza para la comprensión	35
3.3.3	Pilares de la enseñanza para la comprensión.....	36
3.3.4	Oportunidades y Desafíos	37
IV.	PREGUNTAS DIRECTRICES	39
V.	OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES	39
VI.	DISEÑO METODOLÓGICO	40
6.1.	Contexto de Estudio.....	40
6.2.	Tipo de Paradigma.....	41
6.3.	Tipo de Enfoque	42
6.4.	Tipo de investigación según el nivel de profundidad	44
6.5.	Población y Muestra	45
6.6.	Métodos utilizados	46
6.6.1.	Método Teórico.....	46
6.6.2.	Método empírico.....	46
6.7.	Técnicas e instrumentos de recopilación de la información.....	47
6.7.1.	Encuesta.....	47
6.7.2.	Observación	47
6.7.3.	Entrevista.....	48
6.7.4.	Grupo Focal	48
6.8.	Proceso de validación de los instrumentos	49
VII.	ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	51
7.1	Análisis de la pregunta directriz N°.1:	51
7.2	Análisis de la pregunta directriz N°.2:	57
7.3	Análisis de la pregunta directriz N°.3:	60
7.4	Análisis de la pregunta directriz N°.4:	63
VIII.	CONCLUSIONES	77
IX.	RECOMENDACIONES.....	78
X.	BIBLIOGRAFÍA.....	79
XI.	ANEXOS.....	85

Anexo 1. Encuesta dirigida a estudiantes de Física-Matemática.....	
Anexo 2. Guía de Observación.....	
Anexo 3. Entrevista dirigida a expertos de PhET.....	
Anexo 4. Guía temática grupo focal.....	
Anexo 5. Entrevista al Dr. Carl Wieman.....	
Anexo 6. Entrevista a la Dra. Rebecca Vieyra.....	
Anexo 7. Entrevista a la Dra. Diana López.....	
Anexo 8. Talleres PhET.....	
Anexo 9. Tablas de SPSS.....	

INDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1 Usos en su formación como docente	51
Gráfico 2 Conoce los simuladores PhET.....	53
Gráfico 3 Manejo de los simuladores PhET	54
Gráfico 4 ¿Estimulan la indagación los simuladores?	57
Gráfico 5 Actividades que favorecen la Indagación.....	58
Gráfico 6 Rol docente	60
Gráfico 7 Rol de los Estudiantes	61

INDICE DE FIGURAS

Figura 1 Características de un simulador	13
Figura 2 Ventana principal del sitio web de PhET	17
Figura 3 Ciclo de Indagación.....	26
Figura 4 Foto satelital de FAREM-Matagalpa.....	40
Figura 5 Reunión con el PhD. Carl Wieman.....	51
Figura 6 Contexto Áulico.....	54
Figura 7 Grupo focal con docentes de FAREM-Matagalpa	56
Figura 8 Propuesta de temáticas para talleres presenciales	69

LISTA DE ACRÓNIMOS

PhET	Physics Education Technology Tecnología para la educación de la Física
TIC	Tecnología de la información y Comunicación
STEM	Science, Technology, Engineering and Mathematics Ciencia, Tecnología, Ingeniería y Matemáticas
API	Aprendizaje por Indagación
SMARTIE	son objetivos específicos, medibles, alcanzables, relevantes y a tiempo
PhET-Fellow	Educadores ejemplares comprometidos a aumentar la accesibilidad y el impacto de las simulaciones de PhET
TAC	Tecnologías del Aprendizaje y el Conocimiento
STEAM	Science, Technology, Engineering, Arts & Mathematics Ciencia, Tecnología, Ingeniería, Artes y Matemáticas
Sims	Simuladores
CC-BY	Licencia que permite copiar, distribuir, exhibir y modificar la obra –incluso con fines comerciales-, siempre y cuando se reconozca expresamente el trabajo del autor original.

DEDICATORIA

A **Dios** por regalarme la sabiduría, el don del magisterio y la oportunidad de seguir aprendiendo día a día.

A mi madre **María Gregoria Guido Pérez** (que en paz descanse), quien estará orgullosa de verme alcanzar una meta más desde el cielo.

A mi esposa **Angela Marcela Calderón Montoya** por su amor, apoyo y motivación en los momentos que me sentía abrumado.

A mi hija **Mariangel Rayo Calderón**, que me llena de alegría y me renueva las fuerzas para seguir adelante.

AGRADECIMIENTO

Al equipo de PhET Global, en especial a la **Dra. Diana López** por su disposición y contribuciones para realizar este estudio.

A mi amiga **MSc. Juana Elena Cerda Torrez** por su ayuda en la comunicación y gestiones con los docentes de la FAREM-Matagalpa, para la recopilación de datos.

A mi tutora **Dra. Karla Patricia Dávila Castillo** por su disposición para guiarme a pesar de sus múltiples ocupaciones y tiempo limitado.

A **todos los profesores** de los diversos módulos de la maestría, que con su ejemplo sirven de inspiración.

CARTA AVAL TUTOR

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NICARAGUA
FACULTAD REGIONAL MULTIDICPLINARIA DE MATAGALPA
UNAN-FAREM MATAGALPA



Por este medio, doy fe que el presente trabajo de tesis denominada: **USO Y MANEJO DE SIMULADORES PhET EN EL DISEÑO DE ACTIVIDADES BASADAS EN APRENDIZAJE POR INDAGACIÓN PARA ENSEÑANZA DE LA FÍSICA, CARRERA FÍSICA-MATEMÁTICA, UNAN-FAREM-MATAGALPA, SEGUNDO SEMESTRE 2022.** Elaborado por el Lic. **LAUREN ESTEBAN RAYO GUIDO**, la estructura definida por la normativa correspondiente; los objetivos, contenidos teóricos desarrollados, el análisis y discusión de resultados tienen coherencia y correlación, narrados en forma lógica, con apoyo a una amplia gama de fuentes bibliográficas y sustentados con el trabajo de campo realizado con mucha responsabilidad, científicidad y ética.

Según mi opinión, el trabajo, fue desarrollado con alto grado de independencia, con responsabilidad, análisis crítico, creatividad, objetividad, iniciativa, aplicando todos los pasos de investigación científica y cumple con los requerimientos necesarios para optar al grado de Máster en Metodología y Didácticas para la Educación Superior.

Se extiende la presente a los cuatro días, del mes de diciembre, del año dos mil veintidos.

Dra. Karla Patricia Dávila Castillo

Tutor

RESUMEN

La presente investigación tiene por título uso y manejo de simuladores PhET en el diseño de actividades basadas en el aprendizaje por indagación para enseñanza de la Física, Carrera Física-Matemática, UNAN-FAREM-Matagalpa, segundo semestre 2022, realizado con el objetivo de describir como es el uso y manejo de los simuladores PhET para la enseñanza de la Física, determinar si las actividades diseñadas fomentan el aprendizaje por indagación de la Física, definir el rol del docente y estudiantes al usar los simuladores PhET, en la enseñanza de la Física, y proponer un plan de capacitación para conocer la filosofía de PhET y mejorar el diseño de actividades basadas en el aprendizaje por indagación para la enseñanza de la Física, el enfoque filosófico utilizado es mixto, aplicando métodos teóricos y empíricos, los principales resultados destacan: Existe evidencia del uso y manejo de los simuladores PhET por parte de docentes y estudiantes de la carrera de Física-Matemática, pero desconocen detalles técnicos de accesibilidad por falta de capacitación, el manejo está limitado al desarrollo de clases demostrativas por parte del docente. Existe un gran esfuerzo de partes de los profesores por autocapacitarse e integrar el uso de los simuladores en clases demostrativas. La principal actividad que usan los docentes para fomentar el aprendizaje por indagación son las preguntas abiertas que le plantean a los estudiantes al iniciar las clases. Los estudiantes deben tener un rol protagónico y los profesores un rol de facilitadores de actividades que estimulen la curiosidad y la indagación por medio de las simulaciones, se recomienda desarrollar los talleres de PhET, para apropiarse de las actividades sugeridas que estimulan el aprendizaje por indagación.

Palabras Claves: PhET, Simulador, Aprendizaje por indagación, Rol del docente, Rol del Estudiante.

ABSTRACT

The title of this research is the use and management of PhET simulators in the design of activities based on learning by inquiry for the teaching of Physics, Physics-Mathematics Career, UNAN-FAREM-Matagalpa, second semester 2022, carried out with the objective of describing such as the use and management of PhET simulators for the teaching of Physics, determine if the designed activities promote learning by inquiry in Physics, define the role of the teacher and students when using PhET simulators in the teaching of Physics , and propose a training plan to know the philosophy of PhET and improve the design of activities based on learning by inquiry for the teaching of Physics, the philosophical approach used is mixed, applying theoretical and empirical methods, the main results stand out: There is evidence of the use and management of PhET simulators by teachers and students of the Physics-Mathematics career, but it does not know n technical details of accessibility due to lack of training, management is limited to the development of demonstrative classes by the teacher. There is a great effort on the part of the teachers to self-train and integrate the use of simulators in demonstrative classes. The main activity that teachers use to promote inquiry-based learning are the open-ended questions that they ask students at the beginning of classes. Students must have a leading role and teachers a role of facilitators of activities that stimulate curiosity and inquiry through simulations, it is recommended to develop PhET workshops, to appropriate the suggested activities that stimulate learning by inquiry.

Keywords: PhET, Simulator, Inquiry Learning, Teacher's Role, Student's Role.

I. INTRODUCCIÓN

La Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua (UNAN-Managua), es la pionera en la formación de los nuevos docentes del país, cuenta con laboratorios y docentes calificados para desarrollar una adecuada formación de los nuevos docentes. No obstante, los nuevos docentes tienen que vivir la realidad de la falta de laboratorios en las escuelas secundarias, por lo cual deben recurrir a realizar experimentos de forma casera o limitarse a explicar cómo se resuelven las distintas fórmulas para calcular el valor de las variables o fenómenos en estudio; como alternativa a la falta de laboratorios ha surgido los laboratorios virtuales o simuladores que con el uso y el manejo adecuado permiten a los estudiantes ser los protagonistas de su aprendizaje.

Tomando como base lo antes citado, en la FAREM-Matagalpa se desarrolló la investigación “Uso y manejo de simuladores PhET en el diseño de actividades basadas en aprendizaje por indagación para enseñanza de la Física, carrera Física-Matemática, segundo semestre 2022”.

PhET está diseñado para ayudar a los estudiantes a desarrollar habilidades de investigación científica mediante la exploración de las relaciones de causa y efecto. Los instructores pueden facilitar la consulta de toda la clase mediante la creación de un escenario en la simulación, y pidiendo a los estudiantes que predigan el efecto de variables manipulando. En estos salones de clase, los alumnos a menudo de forma espontánea preguntan más, y formulan cuestiones profundas (Díaz, 2017). El interés del investigador es, por tanto, contribuir a la difusión del uso y manejo de las simulaciones Phet, para fortalecer la preparación de los futuros docentes y elevar la calidad de la educación, haciendo uso adecuado de la tecnología.

PhET Global es una iniciativa que busca mejorar la calidad de la educación global en matemáticas y ciencias aumentando el acceso y el impacto de las

simulaciones PhET en todo el mundo. A través del programa PhET-Fellow del cual el investigador forma parte junto a otros 12 representantes a nivel latinoamericano, los cuales recibieron capacitación durante seis meses con el compromiso de difundir estos conocimientos para ayudar a la educación de sus países y sin fines de lucro. Por lo tanto, este estudio busco primero diagnosticar si se conocen los simuladores de PhET, como se usan y que manejo metodológico se le dan, para posteriormente presentar propuesta de capacitación tanto a los docentes en función de la FAREM-Matagalpa que imparte Matemática, ciencias o Física, como a los estudiantes en formación, contando con el respaldo y la certificación del equipo de PhET global.

Cabe señalar que la metodología aplicada en este proceso investigativo refleja la implementación de diversas técnicas que van desde la revisión documental, la interpretación con un estudio descriptivo y cumplen además con un enfoque mixto con preponderancia cualitativa. Por sus características, este estudio cumple la función de una investigación exploratoria, de naturaleza empírica y de tipo transversal, tomando en cuenta su nivel de profundidad.

El informe está estructurado de la siguiente manera:

Introducción: refleja de forma general los elementos básicos del problema, el contexto en que se desarrolló el estudio, la utilidad de los resultados y la estructura del informe.

Los antecedentes, presentan investigaciones a nivel latinoamericano y nacional, relacionadas con la aplicación de los simuladores o laboratorios virtuales, aprendizaje por indagación y la enseñanza de la Física.

Justificación, que fundamenta el porqué y el para qué del estudio, a quienes beneficia, cual es el valor social, teórico y metodológico que posee la implementación

correcta de la filosofía de PhET, en el diseño de actividades que fomenten la indagación para la enseñanza de la Física.

El planteamiento del problema expone formalmente la idea de investigación, engloba el tema de forma ordenada, formula el problema específico en términos concretos y explícitos, de manera que sea susceptible de investigarse con procedimientos científicos. Por esto, parte de numerosas fuentes bibliográficas, refleja las razones pertinentes que pertinentes del indicio del problema, de la misma manera, refleja el punto de vista de los docentes que con su experiencia enriquecen la solución a la problemática.

Los objetivos están orientados a determinar lo que se pretende lograr en este estudio, desde el análisis del uso y manejo de los simuladores PhET, describiendo si se da o no el uso y como es el manejo orientado, revisando si las actividades propuestas fomentan el aprendizaje por indagación de la física, definiendo cual es rol de los docentes y estudiantes y finalmente elaborando un plan de capacitación basado en las recomendaciones didácticas que fomenta PhET Global.

El diseño metodológico, plantea el enfoque de investigación, el contexto de estudio, el diseño, las etapas de la investigación, los procedimientos (empíricos y teóricos), técnicas e instrumentos utilizados en cada etapa investigativa, así como la operacionalización de variables con sus respectivas variables, subvariable, indicadores e instrumentos; los sujetos de la investigación, población y muestra; proceso de validación de instrumentos el procesamiento de la información.

En anexos se reflejan los instrumentos de la investigación empleados, las entrevistas realizadas vía Zoom y que fueron transcritas.

1.1 Planteamiento del problema

La Física es una ciencia experimental por excelencia, para su aprendizaje no basta con memorizar leyes, fórmulas, magnitudes y unidades de medida. Se deben diseñar actividades que fomenten la curiosidad para explicar los fenómenos de la naturaleza. Los futuros docentes de Física tienen que dar solución a la problemática de falta de equipos de laboratorios en las universidades y centros de secundaria a través de la creación de experimentos con material casero o el uso de simuladores o laboratorios virtuales.

En la actualidad se cuenta con muchos simuladores de Física, algunos gratuitos y otros por suscripción, pero la falta de divulgación, uso y manejo en la formación de los estudiantes de la carrera de Física-Matemática conlleva a que tengan pocas herramientas TIC para el desarrollo de las actividades que fomente el aprendizaje por indagación.

Para determinar la eficacia del uso y manejo de los simuladores se debe revisar las actividades propuesta en las guías de laboratorio, para diagnosticar si están en función replicar, como receta de cocina, los experimentos para simplemente comprobar teoría; o son actividades que fomentan la creación del propio aprendizaje por medio de actividades que los lleva hacer sus propias conclusiones de un determinado tema.

Las causas anteriores nos impulsan a dar respuesta a la interrogante:

¿Cómo es el uso y manejo de simuladores PhET en el diseño de actividades basadas en el aprendizaje por indagación para la enseñanza de la Física, en los estudiantes de la carrera de Física-Matemática de la UNAN-FAREM-Matagalpa, segundo semestre 2022?

1.2 Antecedentes

Los antecedentes encontrados son estudios realizados a nivel internacional y nacional, en el ámbito local no se encontró ninguna información relacionada con la temática de la presente investigación sobre el uso y manejo de los simuladores PhET en el diseño de actividades basadas en el aprendizaje por indagación para la enseñanza de la Física.

1.2.1. A nivel Latinoamericano

Zurita (2015), en Ecuador investigó los simuladores virtuales como recurso didáctico para fortalecer el inter aprendizaje en las prácticas de laboratorio de Física, con el objetivo de integrar los simuladores virtuales como recurso didáctico para fortalecer el inter aprendizaje en las prácticas de laboratorio de Física, concluye que la implementación de simuladores educativos en la Física permitirá mejorar el desarrollo de las prácticas de laboratorio de Física como un medio indispensable para el desarrollo de las destrezas y habilidades viso espacial, en donde los estudiantes observan los fenómenos físicos y lo analizan; lógico matemático en donde los estudiantes aprender a calcular Matemáticamente variables de la Física y naturalista porque el estudiante relaciona los hechos físicos con su entorno y finalmente con la ejecución y raciocinio de las potencialidades de los estudiantes y apoyo para los docentes. Se ha analizado las diferentes aplicaciones y herramientas de simuladores, sabiendo así que los simuladores más prácticos para la investigación fueron: PhET, Modellus, Vectores y varios enlaces en la web para que el trabajo en el laboratorio sea interactivo.

En Colombia Avilan (2018), realizó estudio sobre el aprendizaje por indagación, una estrategia didáctica para la enseñanza y el aprendizaje, las disoluciones químicas, con el objetivo determinar que transformaciones se dan el proceso de enseñanza aprendizaje en estudiantes de grado, por medio de la aplicación de una secuencia didáctica basada en el aprendizaje por indagación, evidenció que mejoró la comprensión de conceptos en un clima escolar motivacional. La implementación de

recursos didácticos como el trabajo práctico de laboratorio, herramientas TIC y uso de espacios de aprendizaje alternativos al aula, contribuyen al mejoramiento del ambiente de aula y por ende a la comprensión de conceptos científicos.

Pacheco (2021), en Colombia, hizo trabajo de grado de maestría titulado Simuladores virtuales PhET asociados a las clases experimentales para la comprensión de las representaciones del concepto de soluciones químicas en estudiantes de media académica, con el objetivo de analizar la relación entre los simuladores PhET y las experimentales durante el aprendizaje del concepto de soluciones químicas desde las representaciones en química en estudiantes de media académica, obteniendo como resultado que el uso de simuladores PhET como recurso didáctico es fundamental para el proceso educativo, pues favorece la comprensión, refuerzo y construcción de los conocimientos de las ciencias naturales especialmente en la Química, ya que enriquece el aprendizaje dentro y fuera del aula, por tanto, gracias a estas simulaciones el ambiente educativo se convierte en un espacio atractivo, innovador y entretenido, es de vital importancia la aplicación de PhET en el proceso didáctico de la Química y en general de las ciencias naturales porque permite retroalimentar, profundizar y adquirir un aprendizaje significativo, debido a que luego de socializar este recurso a los estudiantes se tuvo una gran aceptación, ya que los estudiantes señalaron que al usar las simulaciones interactivas se motivarán a indagar los contenidos tratados en clase.

1.2.2. A nivel nacional

Ortiz (2015), en Managua. Investigó las estrategias metodológicas utilizadas en el desarrollo de la asignatura Laboratorio didáctico de la Física y su incidencia en el aprendizaje, con el propósito de valorar las estrategias metodológicas que están siendo utilizadas en el desarrollo de la asignatura de laboratorio didáctico de Física y su incidencia en el aprendizaje de los estudiantes de cuarto año de la carrera de Física de la facultad de educación e idiomas, destacando que el enfoque metodológico que ha tenido mayor incidencia en el desarrollo de las prácticas de laboratorio ha sido el

enfoque de transmisión-recepción, debido a que en la actualidad hay fuertes vestigios de prácticas de laboratorios cargadas de tradicionalismo, a pesar de la evolución que han tenido los diversos enfoques metodológicos a lo largo de la historia.

Los estudiantes han señalado que, dentro de los aprendizajes adquiridos en la clase, se tienen: Se aprendió como se debe expresar el docente de Física ante un determinado grupo de estudiantes, durante la realización de un experimento. Combinar la teoría con la práctica y corroborar la teoría. Ser independientes y efectuar investigaciones para luego ser facilitadores a otras personas. Diseñar diagramas V de Gowin. Realizar guiones de laboratorios. Utilizar materiales del entorno para efectuar experimentos. Las prácticas de laboratorio no necesariamente se pueden realizar con materiales sofisticados, sino con materiales sencillos que se pueden encontrar en el entorno.

1.2.3. En el ámbito local.

No se encontró ninguna referencia sobre las temáticas de los simuladores PhET, aprendizaje por indagación y laboratorios virtuales, en el ámbito de maestría.

1.3 Justificación

La Física es una ciencia experimental que permite comprender los fenómenos naturales, por medio de la observación y medición, para poder facilitar estos conocimientos los docentes deben usar y manejar adecuadamente simuladores o laboratorios virtuales que permiten solventar el problema de falta de laboratorios para las ciencias y a través de las estrategias adecuadas fomentar el aprendizaje por indagación que les permita a los discentes desarrollar competencias donde ellos son los protagonistas del ritmo de su aprendizaje.

Facilitar a los docentes el uso de los simuladores adecuados que se adapten a su contexto en cuanto a cantidad de computadoras, tabletas digitales, conectividad a internet, permite que se ahorre una gran cantidad de dinero en construir infraestructura propia para laboratorios de Física, química, biología más la compra de los equipos necesarios para las prácticas, por otra parte, se tiene más seguridad desde un entorno virtual tanto en la manipulación de los equipos como en las reacciones del objeto de estudio.

Esta investigación se realiza con el objetivo de hacer una propuesta para el aprendizaje de Física que se adapte al modelo educativo por competencia de la mano con el uso de la tecnología de la información y comunicación TIC en conjunto con la ludificación a través del diseño de actividades basadas en el aprendizaje por indagación.

Por lo anterior, los simuladores PhET son los idóneos para el estudio porque permiten realizar prácticas en asignaturas como: Física, química, biología, Matemática bajo el enfoque STEAM, que permite a los estudiantes vivir experiencias de aprendizaje activo e integrar diversas áreas de conocimiento a fin de desarrollar competencias para la vida. Con la ventaja de ser diseñados con excelente calidad y

puede ser usados sin necesidad de internet, ni estar pagando suscripciones anuales para su uso, ya que son de licencia libre.

El diseño de actividades basadas en el aprendizaje por indagación usando simuladores PhET permitirá tener una estrategia válida y contextualiza para la formación de los futuros docentes de Física de la UNAN-Managua y de cualquier otra institución superior que está interesada en la actualización y modernización de los métodos de enseñanza.

II. OBJETIVOS DE INVESTIGACIÓN

2.1. Objetivo General

Analizar el uso y manejo de simuladores PhET en el diseño de actividades basadas en el aprendizaje por indagación para la enseñanza de la Física, en los estudiantes de la carrera de Física-Matemática de la UNAN-FAREM-Matagalpa, segundo semestre 2022.

2.2. Objetivos Específicos

- Describir el uso y manejo de simuladores PhET para la enseñanza de la Física, en los estudiantes de la carrera de Física-Matemática de la UNAN-FAREM-Matagalpa, segundo semestre 2022.
- Explicar si las actividades diseñadas en el proceso de enseñanza fomentan el aprendizaje por indagación de la Física, en los estudiantes de la carrera de Física-Matemática de la UNAN-FAREM-Matagalpa, segundo semestre 2022.
- Identificar cuál es el rol del docente y de los estudiantes al usar los simuladores PhET, en la enseñanza de la Física en la carrera de Física-Matemática de la UNAN-FAREM-Matagalpa, segundo semestre 2022.
- Proponer un plan de capacitación sobre las recomendaciones didácticas para el diseño de actividades basadas en el aprendizaje por indagación usando los simuladores de PhET para la enseñanza de la Física, en los estudiantes de la carrera de Física-Matemática de la UNAN-FAREM-Matagalpa, segundo semestre 2022.

III. MARCO TEÓRICO

Las bases teóricas que fundamentan este estudio se presentan a continuación:

3.1 Simulador

3.1.1 Definición

“Aparato que reproduce el comportamiento de un sistema en determinadas condiciones, aplicado generalmente para el entrenamiento de quienes deben manejar dicho sistema” (Real Academia Española, s.f., definición 2).

Para Peña y Alemán (2013), citado por Díaz Pinzón (2016), define los simuladores como objetos de aprendizaje que, mediante un programa de software, intentan modelar parte de una réplica de los fenómenos de la realidad y su propósito es que el usuario construya conocimiento a partir del trabajo exploratorio, la inferencia y el aprendizaje por descubrimiento.

Según Rodríguez Abril, Rodríguez-Hernández y Avella-Forero (2021), citando a Fiallos (2012), un simulador es una mezcla de hardware y software en la que usando algoritmos se reproduce el comportamiento de un proceso, sistema o fenómeno físico, es decir, que las condiciones reales son creadas artificialmente con el objeto de aprender, practicar acciones o habilidades que posteriormente pasan a una a un entorno real.

De las definiciones anteriores nos dan entender que el simulador tiene como objetivo replicar situaciones en un entorno virtual para desarrollar habilidades de manejo de equipos, o de investigación según sea la actividad por realizar, lo ideal sería tener los elementos concretos en un laboratorio físico para hacer las propias experimentaciones, pero ante la falta de equipamientos es una solución el uso de simuladores.

Las universidades que forman a los futuros docentes de Física algunas tienen laboratorios y las escuelas donde ejercerán estos nuevos docentes tampoco cuenta con dichas infraestructuras por lo cual el uso de simuladores es una alternativa, y se debe incluir en su plan de estudio, el uso y manejo adecuado de los simuladores para desarrollar habilidades investigativas por medio del aprendizaje por indagación.

3.1.2 Reseña histórica

El uso de simuladores como recurso educativo digital en el proceso de enseñanza aprendizaje, se inicia en 1995-1996 con el diseño de dos programas de simulación: Dinamic y Electrómetro. Estos simuladores didácticos fueron presentados como propuesta innovadora de aprendizaje en un taller denominado “simulación de fenómenos físicos por ordenador”, y fueron usados por estudiantes de bachillerato donde obteniendo resultados sumamente beneficiosos. Más adelante, esta innovación se convirtió en una investigación cuya hipótesis a comprobar fue como las actividades de simulación por ordenador guiadas por el docente, ayudan significativamente al aprendizaje de contenidos, tras la cual se pudo evidenciar un aumento estadísticamente significativo del rendimiento académico de los estudiantes. No obstante, dichos simuladores tenían severas limitaciones a pesar de haber cumplido su cometido (Cajas citando a Sierra, 2020, p 15).

Lo anterior, da indicios que el uso de los simuladores facilita el aprendizaje educativo, puesto que estas animaciones crean un andamiaje entre las imágenes y los conceptos que queremos apropiarnos, además que las actuales generaciones les llama mucho la atención usar tecnología y lejos de prohibirla se debe estar preparados para sacarle provecho en el ámbito educativo.

De acuerdo al sitio web del Ministerio de Educación de Nicaragua (MINED, 2019), se hacen esfuerzo para dotar de tecnología a los institutos de secundarios públicos, facilitándoles data show interactivo y tabletas digitales, en las cuales se pueden usar los simuladores sin necesidad de acceso a internet, por lo cual los docentes de Física deben conocer estas aplicaciones para sacarle provecho a estos equipos que tendrán a su disposición. (<https://www.mined.gob.ni/inicia-distribucion-de-aulas-digitales-moviles-en-centros-de-secundaria/>)

3.1.3 Características

Los simuladores poseen dos características: la animación y la interacción. La animación permite simular un fenómeno físico y, gracias a la interacción, el estudiante puede manipular la evolución del sistema físico de una manera controlada. Así, el estudiante, por ejemplo, puede investigar la dependencia de las magnitudes contenidas en un fenómeno reproducidas en el computador (Barragán Suescún, 2020).

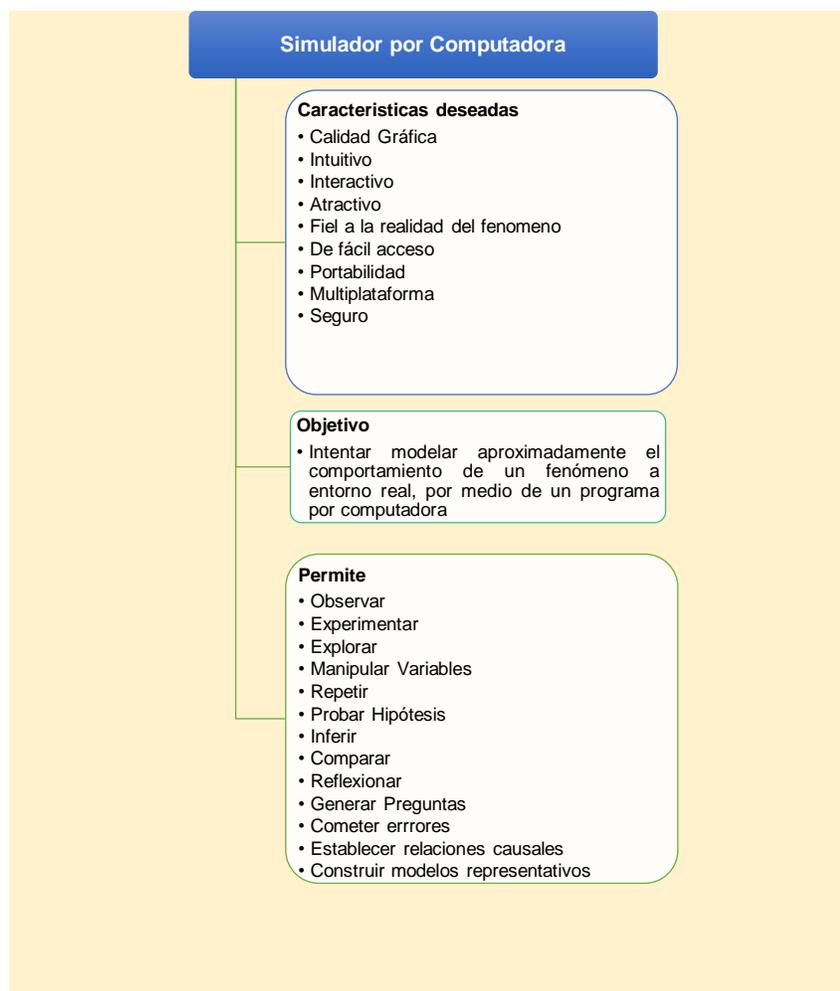


Figura 1: Características de un simulador
Fuente: Rodríguez Et al (2020)

De acuerdo con lo anterior, para la elección de un simulador no solo se debe guiar por la interfaz gráfica o apariencia, sino que se debe revisar que los resultados que generan su interacción están de acuerdo con las teorías o fórmulas del tema que

se estudia, y que en la parte técnica permita ser reproducido en distintos formatos leídos por computadora, tabletas digitales, en línea o sin internet.

En la actualidad existen varias empresas educativas que se dedican a la creación de simuladores, algunos requieren de una suscripción mensual para su uso, en este estudio se recomiendan los simuladores PhET porque son gratuitas y basadas en investigación científicas.

3.1.4 Ventajas del uso de simuladores

Paida y Calvache (2019), señalan las siguientes:

- Los estudiantes no están arriesgados a situaciones peligrosas.
- Es una herramienta didáctica motivadora.
- El uso de simuladores no demanda de laboratorios complejos y costosos, ofrece al estudiante tener en su propio lugar del entorno simulado de práctica.
- El estudiante experimenta sus ideas previas y conocimientos acerca del fenómeno simulado mediante la emisión de hipótesis propias y un mejor desarrollo del aprendizaje constructivista y significativo.
- Posee los complementos necesarios para realizar una práctica.
- El uso del simulador nos ayuda a comprobar, comparar y demostrar los datos obtenidos y los datos de la versión original.

De lo anterior podemos resaltar la parte motivacional, la seguridad, reducción de costos y el desarrollo de habilidades investigativas en el proceso de aprendizaje de

la Física, esto se debe complementar diseñando actividades que encaminen al aprendizaje por indagación para sacarle provecho a los simuladores.

3.1.5 Simuladores PhET

La palabra PhET significa Physics Education Technology, que en español quiere decir tecnología para la educación de la Física; este nombre se debe a que en sus inicios fue un simulador únicamente para la materia de Física, pero en la actualidad cuenta con simulaciones para otras ciencias. Este proyecto fue elaborado sin fines de lucro y desarrollado en inglés, pero en la actualidad se encuentran estas simulaciones en varios idiomas, incluyendo español, árabe, alemán, chino, entre otros (Cunguan, 2019).

Lo anterior coincide con Muñoz citado por Díaz (2017), Inicialmente el proyecto se centró en simulaciones de Física y fue nombrado como Physics Education Technology Project, o, PhET. Cuando lanzaron simulaciones de química, biología, ciencias de la tierra, Matemáticas y otras áreas, decidieron mantener el nombre de PhET.

Afirma Pérez-Higuera, (2020). El proyecto de simulaciones interactivas PhET, fundado en la Universidad de Colorado en 2002, por el premio Nobel Carl Wieman, es un software que permite crear simulaciones interactivas gratuitas de Matemáticas y ciencias. PhET se desarrolla con base en los siguientes principios:

- Fomentar la investigación científica
- Proveer interactividad,
- Hacer visible lo invisible,
- Ilustrar modelos mentales e incluir cuerpos en movimiento, gráficos, datos y ejemplos de la vida real.

Además, los estudiantes reciben retroalimentación inmediata sobre los cambios que efectúan en el software; esto les permite analizar las relaciones de causa-efecto y responder a preguntas científicas, mediante la exploración de la simulación (Pérez-Higuera, 2020).

De acuerdo con Cajas (2020), las simulaciones interactivas PhET es una plataforma web de recursos educativos de simulación para el estudio de Matemática y ciencias, aquí podemos encontrar simulaciones para diversos campos de la Física. Se encuentran elaboradas y se descargan en archivos de extensión HTML5, java, entre otros, se ejecutan en el navegador web utilizado, por lo cual no es necesario instalar programas en los ordenadores.

En la actualidad el proyecto diseña, desarrolla y pone al acceso de todos alrededor de 125 interacciones interactivas gratis para el uso educativo en los campos de la Física, la química, la biología, la ciencia de la tierra y las Matemáticas. Se han traducido a 65 idiomas diferentes, incluidos el español, el chino, el alemán y el árabe (Ponce Valdés, Martínez Castro, Rodríguez Rivero, Garriga González, 2021).

University of Colorado (2022), refiere que las simulaciones de PhET están basadas en la investigación educativa e involucran a estudiantes en un ambiente de aprendizaje similar a un juego digital, en donde se aprende mediante la exploración y el descubrimiento.

PhET está diseñado para ayudar a los estudiantes a desarrollar habilidades de investigación científica mediante la exploración de las relaciones de causa y efecto. Los instructores pueden facilitar la consulta de toda la clase mediante la creación de un escenario en la simulación, y pidiendo a los estudiantes que predigan el efecto de variables manipulando. En estos salones de clase, los alumnos a menudo de forma espontánea preguntan más, y formulan cuestiones profundas (Díaz, 2017).

Los aportes anteriores permiten afirmar que el proyecto PhET cuenta con las características idóneas que lo hacen descartar entre los mejores simuladores para la enseñanza de las ciencias y en particular de la Física, por estar basado en la investigación educativa, sin fines de lucro y traducido en diversos idiomas y para diversas plataformas, que permiten su accesibilidad.

En Nicaragua, de acuerdo con la búsqueda de antecedentes, no hay estudios que difundan el uso de los simuladores PhET para la enseñanza de las ciencias, por lo cual el aporte de esta investigación tiene como fin difundir no solo el uso, sino el adecuado diseño de las actividades que se proponen para lograr hacer de los estudiantes los verdaderos protagonistas de la creación de sus conocimientos con la ayuda del simulador PhET.

3.1.5.1 Sitio web de PhET

El portal web de PhET cuenta con un área especial dedicada a los materiales para los profesores. La misma posee todas las simulaciones a la fecha, separadas por el tipo de actividad, tipos de laboratorio, niveles de conocimiento e idiomas correspondientes. Permite compartir las actividades que uno realiza, y así la comunidad crece constantemente con los aportes de sus usuarios (Valdez, 2017).

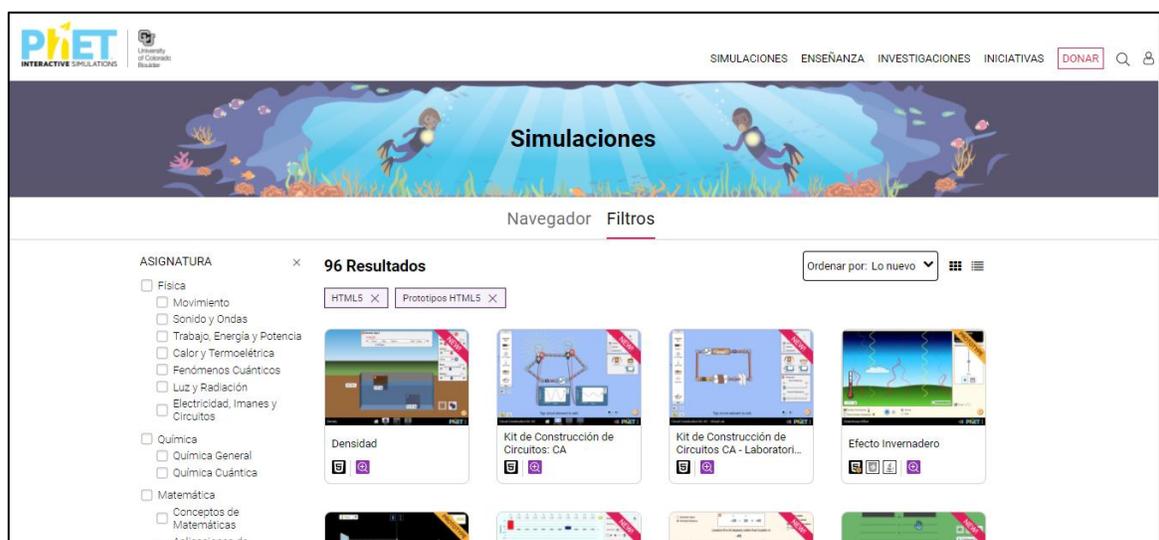


Figura 2: Ventana principal del sitio web de PhET
Fuente: www.PhET.colorado.edu

En el portal de PhET los docentes pueden registrarse y tener acceso a las actividades creadas por los otros docentes que ya tienen experiencia en el uso del simulador, además al registrarse en el sitio recibirá notificaciones sobre cursos o iniciativas que tiene el programa para seguir difundiendo su uso en alianza con universidades o ministerios de educación de diversas partes del mundo.

Para este año 2022, según el portal de iniciativas globales de PhET se pretende seguir difundiendo el uso de los simuladores en toda la región latinoamericana a través de curso corto, además cuentan con la iniciativa global llamada Fellowship que busca líderes educativos que difundan la pedagogía de PhET para mejorar la educación global (<https://phet.colorado.edu/es/phet-global>).

3.1.5.2 Licencias

Cruz (2020), afirma que todas las simulaciones disponibles en <http://PhET.colorado.edu> son recursos educativos abiertos disponibles bajo la licencia Creative Commons Attribution License (CC-BY). Se concede permiso para utilizar libremente, compartir o redistribuir los sims de PhET bajo la licencia CC-BY.

La siguiente atribución es requerida:

- PhET Interactive Simulations
- University of Colorado Boulder
- (https://PhET.colorado.edu/es_PE/, 2002)

3.1.6 Utilidad de los simuladores

Para Barragán (2020), los simuladores educativos son muy útiles para realizar investigaciones de sistemas físicos de forma controlada, sistemas con dificultad de reproducirlos en el laboratorio y ayudan en el aprendizaje de conceptos abstractos, debido a que los estudiantes observan el fenómeno físico a través del computador,

interaccionan con el modelo, crean sus propias estructuras mentales, facilitando el aprendizaje en profundidad de los conceptos asociados al tema en estudio.

Los simuladores interactivos ayudarán a los estudiantes a desarrollar una comprensión cualitativa a partir de la experiencia o de la observación y serán capaces de dar mejores explicaciones Físicas del fenómeno en estudio, mejorando significativamente la correcta utilización de las fórmulas Físicas para la resolución cuantitativa de un problema determinado.

De acuerdo con lo anterior, los beneficios del uso de simuladores en el aprendizaje de las ciencias están relacionados con el desarrollo de las habilidades de observación para identificar las magnitudes que influyen en el fenómeno que estudia, para posteriormente hacer demostración haciendo uso correcto de las fórmulas, asociando de esta manera las representaciones del simulador, la teoría de los libros y la práctica del uso de las fórmulas para elaborar su propio aprendizaje.

3.1.7 Beneficios del uso de los Simuladores

Para Batanero citado por Rodríguez et. al (2020), los simuladores, ha posibilitado múltiples efectos positivos en el proceso de enseñanza:

La experimentación genera manipulación de las variables para probar hipótesis, realización de un número ilimitado y espontáneo de veces los experimentos en un entorno seguro y sin riesgo. La repetición del mismo experimento bajo diferentes condiciones contribuye a la comprensión teórica de un fenómeno. De igual manera, permiten al estudiante imitar el quehacer de un científico en la vida real, propiciando el desarrollo de habilidades científicas.

En el proceso de aprendizaje, permite al estudiante aprender a su ritmo, mejorar su comprensión y reflexión al cometer errores que cuestionan su aprendizaje, generan preguntas y guían la exploración dentro del simulador.

En la enseñanza, faculta a los estudiantes la construcción de modelos representativos de un fenómeno y la posibilidad de comprobarlos, además, ayuda a fortalecer los conceptos, pues genera más posibilidad de práctica, igualmente incrementa las oportunidades para generar relaciones causales entre el fenómeno de estudio y su significado (Amaya, 2011, citado por Rodríguez Abril, 2021 et al).

Por consiguiente, el principal beneficio del uso de los simuladores es fomentar la curiosidad y el espíritu investigativo que tenemos desde niños, pero que con el paso del tiempo vamos olvidando por falta de estimulación, por lo cual diseñar actividades en función de exploración e indagación es muy elemental para no hacer del simulador una herramienta para responder un guion de laboratorio donde el estudiante sea un sujeto pasivo del aprendizaje.

Actualmente, en las universidades se desarrollan actividades que fomenten el currículum por competencias, por ende, los futuros docentes se les debe instruir en la correcta elaboración de actividades que promuevan la curiosidad, la investigación científica de la mano del uso de la tecnología, para hacer realidad los beneficios de los simuladores en la construcción del aprendizaje de las ciencias.

3.1.8 Simuladores y el aprendizaje significativo

El aprendizaje es significativo cuando el estudiante le encuentra sentido a las actividades que realiza, es decir, las actividades que el docente propone en la sesión de clases motivan, emociona al estudiante, de tal forma que, por iniciativa propia, el estudiante continúa con el aprendizaje; David Paul Ausubel (1918- 2008), psicólogo de la educación estadounidense, nacido en Nueva York, hijo de un matrimonio judío de inmigrantes de Europa Central. Graduado en la Universidad de su ciudad natal, es el creador de la teoría del aprendizaje significativo, uno de los conceptos básicos en el moderno constructivismo (Cruz, 2020).

La teoría del aprendizaje de Ausubel pone énfasis en lo que ocurre en el aula cuando los estudiantes aprenden; en la naturaleza de ese aprendizaje; en las condiciones que se requieren para que este se produzca; en sus resultados y, consecuentemente, en su evaluación, por ello este aprendizaje surge de dos elementos indispensables: la metodología empleada por el docente, y los recursos utilizados en el aula de clase (Cajas, 2020).

De acuerdo con Pacheco et al. citando Mayer y Raviolo (2021), el uso de recursos digitales como los simuladores PhET asociados a prácticas de laboratorio contribuye significativamente al proceso de enseñanza y aprendizaje de las ciencias.

En sintonía con Cajas podemos afirmar que el solo hecho de usar simuladores no garantiza el aprendizaje, no depende solo del recurso, se puede tener la tecnología de última generación, pero si la metodología es tradicional no establecerá el andamiaje necesario para enseñar y aprender ciencias.

Los nuevos contextos que se han enfrentado como la pandemia y las exigencias de la sociedad del conocimiento han llevado a las diversas instituciones educativas a nivel mundial a actualizar a los docentes en el uso de tecnología emergente como los simuladores y su tratamiento metodológico para desarrollar el aprendizaje significativo.

3.1.9 Rol de docente en el uso de simuladores

En Física, las competencias que se pretenden desarrollar son: explicación de fenómenos, indagación y uso comprensivo del conocimiento científico. En este sentido, en el aula deberían promoverse actividades, tales como: la observación y la interacción con el entorno, la recolección de información y la discusión. En estos espacios, los estudiantes pueden llegar a: la conceptualización, la abstracción y la utilización de modelos explicativos y predictivos, de los fenómenos observables y no observables del universo (Pérez, 2020).

Las Tecnologías del Aprendizaje y del Conocimiento (TAC), están orientando los recursos tecnológicos a ser más formativos, con el objetivo de lograr un aprendizaje para la vida, en función a ello, el docente se convierte en planificador de los materiales que investiga el estudiante fuera del recinto universitario y facilitador en el aula (Barragán, 2020).

El diseño de sitios web, que integran múltiples aplicaciones multimedia, está dotando a los docentes, en general, de nuevos ambientes de aprendizaje donde predomina la interactividad y el rol del profesor innovador, facilitando al estudiante la construcción de su propio conocimiento (Díaz, 2017).

El profesor no es un simple transmisor de conocimientos, donde utiliza recetas repetitivas, debido a que se convierte en un guía o mediador, que acompaña a los estudiantes en el proceso para alcanzar el conocimiento (Sánchez, 2021).

El docente debería crear las condiciones necesarias para que el estudiante pueda aprender, frente a los estímulos del ambiente de aprendizaje. Hoy en día, estos ambientes son apoyados mediante la integración de TIC, con nuevas alternativas pedagógicas que proveen a los estudiantes de experiencias significativas y mejoran el aprendizaje (Pérez, 2020).

El docente que dirige una estrategia para el aprendizaje activo debe fundamentalmente quitar énfasis a la transmisión de la información para esforzarse en explorar las habilidades, aptitudes y valores de los estudiantes. El rol del docente es de guía y facilitador del proceso de aprendizaje, siendo imprescindible la participación del alumno a través de la realización de actividades que lo desafíen a confrontar sus creencias con los resultados experimentales (Montenegro, Pandiella, Benegas, 2019).

Cuando el docente utiliza las simulaciones puede desarrollar una evaluación alternativa, que enfatiza el uso de métodos, que facilitan la observación directa del trabajo y de sus habilidades (Mateo y Martínez citados por Sánchez, 2021).

Los aportes anteriores coinciden que el docente ya no es un transmisor de conocimientos, debe dejar las cátedras magistrales por actividades donde los protagonistas son los estudiantes, actividades que vayan más allá de comprobar la teoría, de rellenar espacio en blanco en el guión de los laboratorios. Su rol es planificar como estimulará la curiosidad y desafiará las creencias o conocimientos previos de los estudiantes para que expliquen los fenómenos de la naturaleza, ayudándolos a la construcción de su propio aprendizaje.

En la práctica, aunque el modelo educativo tenga un nombre innovador, se sigue observando que todavía el papel protagónico lo tiene el docente, quien explica y resuelve problemas usando magistralmente las fórmulas, con la diferencia, que antes las escribía en la pizarra ahora las proyecta desde una computadora y un proyector, se debe entonces seguir remarcando y capacitando a los docentes para que se haga realidad el protagonismo de los discentes con el acompañamiento de sus profesores.

3.2 Aprendizaje por Indagación

3.2. 1 Definición

La indagación es el proceso que conlleva diseñar y llevar a cabo experimentos y analizar e interpretar datos.

Fernández, citado por Mariños y Apolaya (2021), quien sostiene que la indagación hace referencia a las actividades que realizan los estudiantes para que adquieran conocimiento y comprensión de las ideas científicas; es un proceso intencional para diagnosticar problemas, criticar los experimentos, promover alternativas, planificar las investigaciones, buscar información, construir modelos, debatir con los compañeros y formar argumentos coherentes.

Si pensamos en la formación de estudiantes en la sociedad del conocimiento y en la cantidad de información que hoy debemos procesar, lo más sugerente es enseñar la indagación como medio para aprender ciencia, para que estos se apropien del lenguaje científico a través de la experimentación (Lederman N. Lederman J. y Antink, 2013 citados por Morales, Acosta, y Rodríguez, 2021).

El aprendizaje por indagación (API), es un modelo didáctico, que toma a las ciencias naturales en sus dos dimensiones como proceso y como producto, que son inseparables y que deben trabajarse a la par. Enmarcando los procesos científicos en situaciones de enseñanza en las que el estudiante tenga la oportunidad de desarrollar competencias y conocimiento científico (Fuentes, Puentes y Flórez, 2019).

En cuanto al modelo por indagación, este nace de una reacción frente al modelo de enseñanza tradicional de carácter transmisivo. Conelly y otros (1977) citado por Celis & otros (2016), conciben la indagación en tres niveles, en el primer nivel la relacionan con los procesos lógicos que se usan en el desarrollo y verificación del conocimiento, en un segundo nivel la conciben como una forma o modo de aprendizaje y finalmente, la ven como una metodología de instrucción (Soza y Dávila, 2019).

La enseñanza por indagación ofrece a los estudiantes oportunidades para que participen activamente en el aprendizaje, hagan predicciones con sus conocimientos previos inculcados desde el hogar y en años escolares anteriores, se asombren de fenómenos naturales, formulen preguntas, hagan predicciones, diseñen experiencias para poner a pruebas sus explicaciones.

De acuerdo con los distintos puntos de vista sobre la indagación podemos resumirla como buscar respuesta a las curiosidades que va teniendo el estudiante cuando experimenta, ya sea con material concreto a través de simuladores, indagar

es investigar, poner a prueba la hipótesis planteada, observar, tomar notas, comparar con las ideas previas para finalmente construir el conocimiento para posteriormente reforzarlo con la teoría existente.

3.2.2 Actividades pedagógicas que favorecen la indagación

Para el análisis de las actividades de indagación, se tomaron en cuenta las propuestas por Espinosa, Bueno et al. según Fernández-Marchesi (2018).

- Identificar y plantear preguntas que puedan ser respondidas mediante indagación.
- Definir y analizar bien el problema a resolver e identificar sus aspectos relevantes.
- Reunir información bibliográfica que sirva de prueba.
- Formular explicaciones al problema planteado, a partir de las pruebas.
- Plantear problemas de la vida cotidiana y tocar aspectos históricos relevantes.
- Diseñar y conducir trabajo de investigación a través de diversas acciones.
- Compartir con otros mediante argumentación lo que ha sido aprendido a través de indagación

Las actividades que proponga el docente tienen que llamar la atención del estudiante, por lo cual debe primero pensar situaciones que permitan la participación de los estudiantes con recursos caseros o con simuladores por medio de la indagación. La experiencia le brinda al docente el reconocer cuáles son los presaberes que los estudiantes confunden en fusión de ellos, debe crear preguntas o situaciones donde

el estudiante por sí solo se dé cuenta de los conceptos que confundía antes de la experimentación, por lo cual debe ser situaciones contextualizadas.

En la práctica las actividades que orientan los docentes, depende de las sugerencias del libro de texto que tenga, por lo cual, algunos son más conceptuales u otros de aplicación de fórmulas y otros de experimentos prácticos, pero que requieren material de laboratorio, por lo cual el docente que desee conseguir otras formas de conducir la enseñanza de la Física debe ser muy autodidáctica para estar siempre en la búsqueda de nuevos materiales o guías de actividades con simuladores que algunos portales permiten intercambiar como en el caso de PhET que tiene su repositorio desde la cual se puede encontrar actividades bajo la metodología por indagación creadas por varios docentes de mundo y traducidas, las cuales los docentes pueden contextualizar a su realidad.

3.2.3 Ciclo de indagación



Figura 3: Ciclo de Indagación
Fuente: Enseñando ciencia con ciencia

El esquema sugiere como dirigir las actividades bajo el enfoque de la indagación, empezando por proponer una pregunta guía, pero que este contextualiza para que llame la atención de los estudiantes, para a través de lluvia expresen sus ideas o pre saberes, que los conduzca a crear hipótesis y la forma de cómo la probarían con los recursos disponibles, luego llevar a cabo el plan, observar y tomar notas, hacer representaciones, para llegar a la evaluación de su hipótesis y las pruebas realizadas para aceptar la idea inicial o rechazarla y buscar otra alternativa, finalmente siendo ellos protagonista los lleve al último paso de la indagación la construcción del conocimiento.

En nuestro contexto áulico este ciclo se desarrolla en los pasos 1 y 2, pero el paso 3 la mayoría de las veces ya va planificando por los docentes a través de un guion de laboratorio para comprobar la teoría y no se deja al estudiante sugerir cambios en la forma de cómo obtener las pruebas, solo es sujeto pasivo que recoge datos y expresa si se cumple o no lo que dice la teoría con lo que el proceso de construcción de conocimiento queda cortado.

3.2.4 Implicaciones y mitos para la enseñanza de las ciencias

En las implicaciones para la enseñanza mostraremos que con el enfoque de enseñanza por indagación guiada el alumnado aprende contenido científico, aprende a hacer ciencia (procedimientos), aprende qué es la ciencia y cómo se construye, y esto le genera una actitud positiva hacia la ciencia y, sobre todo, le ayuda a desarrollar pensamiento crítico, es decir, a poner en duda cualquier afirmación que no esté apoyada en pruebas (Couso, Jiménez-Liso, Refojo, y Sacristán, 2020).

Las ideas alternativas surgen de utilizar el sentido común y, por eso, son tan persistentes.

- Para ponerlas en conflicto el profesorado debe promover un cambio en la forma de generar y validar conocimiento.
- El enfoque de enseñanza por indagación cambia esa forma de generar y validar el conocimiento.
- También pone énfasis en la expresión de ideas personales y en la búsqueda de pruebas para contrastarlas.

El alumnado aprende de forma más activa, autónoma y motivada sobre una idea científica cuando indaga sobre ella.

- Aprender ciencia escolar implica aprender a hacer ciencia, a indagar. El alumnado responde preguntas que lo enganchan, formula hipótesis y predicciones, busca pruebas para contrastarlas, toma datos, obtiene conclusiones basadas en pruebas.
- Una pregunta que engancha promueve la expresión de ideas y guía toda la indagación. Una pregunta adecuada genera el deseo de querer responderla: Un garbanzo, ¿es un ser vivo? ¿En qué te basas?
- Para que una pregunta enganche no debería ser retórica ni de solución obvia, y debería contener un fenómeno del mundo que interpela (¿cómo es posible que haya una masacre de peces por deshidratación en el mar, si están rodeados de agua?).
- El profesorado debe buscar preguntas adecuadas en función de que sean cercanas y relevantes para el alumnado.
- Deben ser preguntas investigables.
- Para que estas preguntas funcionen, el profesorado debe organizar la enseñanza en secuencias guiadas de indagación. Figura 3: Ciclo de indagación.

La búsqueda de pruebas como eje central de la indagación.

- La mejor manera de aprender ciencia escolar es practicándola. Uno de los enfoques de enseñanza de prácticas científicas es la educación científica por indagación guiada.
- La educación científica por indagación hace que el alumnado aprenda ciencia, aprenda procedimientos de la ciencia, aprenda sobre qué es la ciencia y cómo se construye, lo que genera una actitud positiva hacia la ciencia.
- También le ayuda a desarrollar el pensamiento crítico (a poner en duda cualquier afirmación que no esté apoyada en pruebas).

La indagación guiada produce más efecto que la autónoma.

- El profesorado debe recorrer el camino completo de la indagación que proponga al alumnado: plantear una pregunta que enganche, buscar posibles hipótesis fundamentadas en ideas alternativas, plantear posibles diseños de investigación, elegir uno de ellos, extraer los datos, analizar cómo convertirlos en pruebas y extraer conclusiones para ver qué conocimiento científico es necesario para resolverlo.
- El grado de apertura de la indagación irá en aumento conforme el alumnado haya vivido experiencias de indagación.

La indagación emociona, ya que genera:

- Inseguridad ante una pregunta-problema.
- Vergüenza, al ser conscientes de que no se conoce la respuesta.
- Interés para resolver cuanto antes el problema.
- Alta concentración.
- Confianza para participar y expresar las ideas personales.
- Sorpresa, cuando los datos contradicen las ideas personales.
- Aburrimiento, cuando entra en juego la búsqueda de explicaciones.
- Satisfacción, al reconocer que se ha aprendido algo nuevo.

El alumnado y el profesorado deben tomar conciencia de las emociones que produce la indagación para reconocer que aprender implica sentir muchas emociones y evitar bloqueos ante la inseguridad o la vergüenza.

El profesorado debe reconciliarse con el aburrimiento del alumnado. Indagar no siempre supone hiperactividad, ya que a veces requiere tiempo para pensar despacio.

Para conocer las ideas previas de los estudiantes es necesario hacer un cuestionario inicial o una tormenta de ideas.

- Las ideas personales del alumnado sobre cualquier contenido científico están a disposición del profesorado en la literatura didáctica.
- El profesorado debe favorecer un clima de confianza para que las ideas sean expresadas y discutidas (toma de conciencia) como paso imprescindible para el aprendizaje.
- Una buena pregunta, contextualizada, con sentido, que suponga un reto para el alumnado, que lo enganche, es suficiente para que afloren las ideas personales.

La indagación está de moda y es igual a la enseñanza por proyectos, ABP, resolución de problemas, enseñanza por investigación, enseñanza por descubrimiento.

- Existen muchas propuestas educativas diferentes que se han denominado “indagación”.
- Hay que distinguir entre las propuestas enfocadas al profesorado y aquellas diseñadas para el alumnado.
- Realmente, las propuestas de indagación solo son aquellas cuyo objetivo es que el alumnado busque pruebas para contrastar sus ideas personales.

Indagación es el método científico.

- Los científicos no utilizan un único método científico. No usan el mismo método una Física teórica, un químico analítico que, una naturalista en un ecosistema o un hidrogeólogo.
- En el método científico lo fundamental es percibir e inferir una teoría a partir de la observación. Ningún científico observa sin llevar un problema que guía su mirada.

La indagación se enfoca hacia la búsqueda de pruebas, aquellos datos, indicios o coherencia de resultados que sirven para sustentar las conclusiones.

- Para que una indagación sea efectiva, el profesorado debe recorrer primero el proceso que quiere plantear al alumnado, diseñarlo y secuenciarlo.
- El grado de autonomía del alumnado en el proceso de indagación dependerá de sus experiencias indagatorias.
- No es necesario lograr autonomía en todas las fases del proceso de indagación. A veces, el profesorado puede plantear la pregunta y dejar que el alumno proponga y revise los diseños de investigación; en otras ocasiones las cuestiones pueden provenir del alumnado y los docentes aportar los diseños, los datos, entre otros.

La indagación requiere mucho tiempo

- Una secuencia de indagación completa puede realizarse tan solo en una hora.
- La mayor pérdida de tiempo es avanzar en el temario y que el alumnado no comprenda nada y, por tanto, se desenganche.

Primero hay que motivar al alumnado para que aprenda.

- No hay que confundir estar involucrado y activo físicamente con estar motivado y activo intelectualmente.
- No hay mayor motivación que aprender y ser consciente de que se aprende y, al revés, no hay nada más desmotivado que no comprender algo y desengancharse del proceso de aprendizaje.

En el aula debemos provocar emociones “felices”.

- Aprender conlleva emociones como inseguridad ante la pregunta planteada, rechazo o resistencia a cambiar de ideas, sorpresa cuando los datos contradicen nuestras hipótesis, vergüenza e insatisfacción por lo poco explicativa de las ideas personales iniciales.
- El enfoque de enseñanza por indagación produce esas emociones, pero también satisfacción al reconocer que se aprende, interés y concentración, porque la pregunta engancha de principio a fin.
- Como docentes debemos hacer consciente al alumnado de todas esas emociones para que no se bloquee y refuerce las ganas de aprender.

De acuerdo con todas las implicaciones descritas anteriormente, son muchas las ventajas de la indagación cuando se siguen los procesos propuestos en la figura de los ciclos de indagación. Se tiene claro que no es la única metodología para dirigir la enseñanza de la Física, sino un aporte más para conseguir buen resultado y desarrollar habilidades investigativas de los discentes.

En las clases tradicionales de la enseñanza de la Física está limitada a la transmisión de la explicación de los fenómenos naturales y su demostración Matemática por medio de la aplicación de fórmulas, pero no se desarrollan muchas habilidades y competencias, ya que está centrado en la parte memorista y de habilidades aritméticas lo que las hace poco atractiva para algunos estudiantes.

3.3 Enseñanza de la Física

3.3.1 Percepción de los estudiantes

La Física ha sido considerada una de las ciencias “duras” y de difícil comprensión para la mayoría de los estudiantes; además, hay un rechazo generalizado hacia el contenido de la materia, por la naturaleza conceptual de la misma y su relación con los conceptos matemáticos que permiten su decodificación (Barrón y Ramírez, 2021).

Parra Seltzer, Vanegas Ortega y Bustamante González (2021), cuando se piensa en la enseñanza o el aprendizaje de la Física, generalmente se establece una relación con la Matemática, la que no siempre es clara para los estudiantes, ni para los profesores. En este sentido, existe evidencia que estos actores educativos tienen cierta tendencia a matematizar la Física, confundiéndola con la mera aplicación de fórmulas y algoritmos a los conceptos y teorías Físicas (Karam, 2012; Mendes y Batista, 2016; Ospina, 2011; Uhdén et al., 2012; Vizcaino, 2015).

Ferreira (2018) manifiesta que diferentes autores han reportado como conclusiones de sus investigaciones que la mayoría de los estudiantes tienen la idea de que la Física es muy difícil, lo cual lo desmotiva para el estudio; esto es causado por la cantidad de temas teóricos, el elevado nivel de Matemáticas para resolver problemas y la escasa realización de experimentos (Mariños y Apolaya, 2021).

Romero (2002) plantea que tanto docentes como estudiantes confunden los procesos de matematización de los fenómenos físicos con la aplicación de ejercicios matemáticos, lo que se traduce en que algunos estudiantes manipulen fórmulas sin una comprensión profunda de los conceptos físicos involucrados en ellas, y, por tanto, presenten dificultades para emplear los correspondientes modelos en la realización de experimentos (Islas, 2003).

Los puntos de vista expresados anteriormente sobre la percepción de la Física tienen en común en relacionarla como una ciencia donde se resuelven problemas de Matemática aplicada a la naturaleza, lo que hace que el sentimiento que tienen hacia la Matemática los predisponga también a la Física.

En la realidad, dichas percepciones se cumplen cuando quien dirige la enseñanza de la Física tampoco recibió insumos en su preparación profesional, inspiración para fomentar la curiosidad y la investigación en su etapa como estudiante, peor aun, cuando le asigna la clase solo para rellenarla la carga horaria que debe cumplir, sin sentir ninguna pasión por explicar los fenómenos de la naturaleza.

Diversas perspectivas didácticas hacen referencia a elementos que cobran importancia en la enseñanza de las ciencias, por ejemplo, la consideración de visiones más contextualizadas que apunte a aprendizajes significativos, así como la exploración de las ideas previas de los estudiantes (Batista da Silva, Leite Sales, y Braga de Castro 2019; Mora 2017, citados por Parra Zeltzer (2021), et al.).

También se deben realizar prácticas de laboratorio para interpretar el fenómeno físico y relacionarlo con el mundo real, para que permitan articular la teoría con la práctica. Las actividades prácticas de laboratorio generan procesos cognitivos que hacen más fácil la comprensión, problematización y reflexión sobre los fenómenos que se estudian.

Es necesario incluir las tecnologías de la Información y comunicación en las clases de Física, debido a que tiene un gran potencial para la simulación de fenómenos naturales, realizar experimentos y otras ventajas adicionales, lo que facilita el aprendizaje significativo (Llanos; Mena & Valcárcel, 2018; Fernández, 2018; Bravo & Bouciguez, 2016, citado por Mariños y Apolaya, 2021).

En la actualidad se cuenta con una variedad de recursos que facilitan las explicaciones de las ciencias, por lo cual los docentes se deben actualizar para cambiar la percepción que se tienen de la Física y convertirla en una ciencia llamativa que permita dar respuesta a las curiosidades de los fenómenos naturales en alianza con la tecnología.

3.3.2 Enseñanza para la comprensión

La Enseñanza para la Comprensión, es un enfoque pedagógico que propone que los estudiantes sean los protagonistas en la educación, de manera que todas las actividades realizadas se centren en lograr que ellos aprendan significativamente los conceptos propuestos (Gualtero Martínez y Sciutto, 2021).

Lo anterior es consecuente con el uso de los simuladores, donde no solo debe llegar el docente a ser protagonista y dar una explicación magistral, por lo contrario, debe llevar actividades donde tenga un papel pasivo, al contrario del estudiante que deberá resolver los desafíos para construir sus conocimientos y con ello conseguir la comprensión de los temas facilitados.

La comprensión se define como la flexibilidad del conocimiento que deja en evidencia que los estudiantes entienden, argumentan, discuten y proponen acciones que reflejan que realmente las temáticas son significativas para ellos (Gualtero Martínez y Sciutto, 2021).

La actual sociedad del conocimiento no requiere de estudiantes que memoricen datos, pues todos ellos están a la mano y actualizados en los diversos dispositivos que el hombre ha creado, se requiere que las futuras generaciones puedan comprender todo el cúmulo de información que tienen para buscar respuesta a los nuevos desafíos que vayan surgiendo por lo cual las actividades que el docente les proponga en la

enseñanza deben estar contextualizadas y enfocadas en desarrollar aprendizajes significativos.

3.3.3 Pilares de la enseñanza para la comprensión

Según Gualtero Martínez y Sciutto, 2021, La enseñanza para la comprensión ofrece cuatro pilares fundamentales, que precisamente dan al maestro una guía para planear, tomando como referencia lo que quiere que sus estudiantes aprendan.

El primero de ellos es el tópico generativo, que hace referencia al concepto que se pretende enseñar a los estudiantes. Este tópico debe ser llamativo para ellos, para que se logre captar su atención y realicen las actividades no en función de una calificación, sino en función del interés en aprender más acerca del tema.

Además, se tienen las metas de comprensión, las cuales se crean para la implementación de la estrategia de forma general y para cada una de las actividades que se realicen en el aula. Estas metas de comprensión de las clases deben responder al logro puntual que se pretende que los estudiantes alcancen.

Otro de los pilares, hace alusión a la evaluación diagnóstica continua, que se encarga de clasificar a los estudiantes desde cuatro dimensiones diferentes: contenidos, métodos, propósitos y formas de comunicación.

Finalmente, el pilar que corresponde a cada una de las actividades que se plantean para lograr alcanzar la meta de comprensión, se conoce como desempeños de comprensión, los cuales deben ser claros y explícitos para los estudiantes, generando interés por los temas que se abordan en el aula de clases.

A partir de los desempeños de comprensión, entra a jugar un papel fundamental la realización de prácticas experimentales, ya que se ha demostrado que el trabajo práctico resulta una estrategia educativa útil para conseguir casi cualquier objetivo

educativo planteado. Por esta razón, es fundamental realizar experimentos que permitan que los estudiantes hagan una construcción del conocimiento alrededor del tema que se aborda en el aula. Por otro lado, la experimentación permite que los alumnos puedan comprobar las teorías o conceptos que se trabajan en la clase de Física, abriendo la posibilidad de mostrar aplicaciones tangibles a los estudiantes cuyo objetivo principal sea despertar su curiosidad e interés.

Los pilares de la comprensión permiten tener visión más amplia de la enseñanza y no centrarse en brindar definiciones y fórmulas, sino que paso a paso llevarlos hasta los desempeños de comprensión donde las prácticas experimentales, ya sea con material de laboratorio, casero o por medio de simuladores, evidencien las capacidades integrales que adquieren en la enseñanza para la solución de problemas contextualizados.

Las metodologías actuales sugieren fomentar el diseño de actividades que sean contextualizadas y sencillas para permitir mantener interesados a los estudiantes, como protagonistas de la construcción de sus conocimientos.

3.3.4 Oportunidades y Desafíos

Para Gil (1997), en los últimos años, han surgido o se han vuelto accesibles una gran variedad de tecnologías que están cambiando rápidamente el modo en el que se enseña la Física, tanto en el ámbito de las escuelas medias como en el ámbito universitario. En particular, la introducción de las computadoras, software de simulación, sistemas de adquisición de datos, vídeo, Internet, entre otros. están abriendo espléndidas oportunidades de enriquecer el modo en el que se enseña tanto la Física como otras ciencias afines. Sin embargo, estas nuevas tecnologías por si solas no mejoraran en forma automática el modo de educar a nuestros estudiantes ni prepararlos mejor para enfrentar los desafíos del mundo actual. Por el contrario, sin un

enfoque pedagógico adecuado, estas mismas tecnologías podrían tener un efecto negativo.

Rodríguez (2022), Consideró que la educación de las ciencias, en este caso de la Física, requiere ser transformada desde niveles de educación básica de forma innovadora. Es necesario implementar estrategias de enseñanza que les permitan a los alumnos relacionar el aprendizaje con situaciones problemáticas de su entorno a través de estrategias donde se le dé la oportunidad a los alumnos de desarrollar sus propias ideas, aplicar y fortalecer su creatividad, compromiso, trabajo en equipo.

Los aportes anteriores sobre las oportunidades y desafíos tienen 25 años de diferencias y siguen siendo los mismos, aprovechar la tecnología (oportunidad) con la metodología adecuada (desafío) para la enseñanza de la Física, donde el docente es el guía facilitador y los estudiantes es el protagonista y constructor de su conocimiento.

IV. PREGUNTAS DIRECTRICES

1. ¿Cómo es el uso y manejo de los simuladores PhET para la enseñanza de la Física, en los estudiantes de la carrera de Física-¿Matemática de la UNAN-FAREM-Matagalpa, segundo semestre 2022?
2. ¿Cuáles son las actividades que fomentan el aprendizaje por indagación de la Física, en los estudiantes de la carrera de Física-Matemática de la UNAN-FAREM-Matagalpa, segundo semestre 2022?
3. ¿Cuál es el rol del docente y estudiantes al usar los simuladores en la enseñanza de la Física, en los estudiantes de la carrera de Física-Matemática de la UNAN-FAREM-Matagalpa, ¿segundo semestre 2022?
4. ¿Cuáles son las recomendaciones didácticas para el uso de los simuladores PhET en el diseño de actividades basadas en el aprendizaje por indagación para la enseñanza de la Física?

V. Operacionalización de Variables

Objetivo	Variable	Sub variable	Indicadores	Instrumento
Describir el uso y manejo de simuladores PhET para la enseñanza de la Física, en los estudiantes de la carrera de Física-Matemática de la UNAN-FAREM-Matagalpa, segundo semestre 2022.	Uso y manejo de simuladores.	Simuladores PhET	Definición Características Ventajas del uso Utilidad Beneficios Rol del docente	Encuesta a Estudiantes Grupo focal docente Entrevista a expertos PhET Guía de Observación
Explicar si las actividades diseñadas fomentan el aprendizaje por indagación de la Física, en los estudiantes de la carrera de Física-Matemática de la UNAN-FAREM-Matagalpa, segundo semestre 2022.	Aprendizaje por indagación		Definición Actividades pedagógicas que favorecen la indagación Ciclo de Indagación Implicaciones y mitos para la enseñanza de las ciencias	Encuesta a Estudiantes Grupo focal docente Entrevista a expertos PhET Guía de Observación
Identificar cuál es rol del docente y de los estudiantes al usar los simuladores PhET, en la enseñanza de la Física en la carrera de Física-Matemática de la UNAN-FAREM-Matagalpa, segundo semestre 2022.	Roles del docente y alumnos		Percepción de los estudiantes Oportunidades y Desafíos	Encuesta a Estudiantes Grupo focal docente Entrevista a expertos PhET Guía de Observación
Proponer un plan de capacitación sobre las recomendaciones didácticas para el diseño de actividades basadas en el aprendizaje por indagación usando los simuladores de PhET para la enseñanza de la Física, en los estudiantes de la carrera de Física-Matemática de la UNAN-FAREM-Matagalpa, segundo semestre 2022.	Guía para el diseño de actividades usando PhET		Propuesta	Grupo focal docente Entrevista a expertos PhET

VI. DISEÑO METODOLÓGICO

6.1. Contexto de Estudio



Figura 4: Foto satelital de FAREM-Matagalpa
Fuente: Mapcarta.com

Desde 1980 la UNAN-Managua inició a formar profesionales en la ciudad de Matagalpa bajo el nombre de Centro Popular de Estudios Superiores (CPES). En 1990 se constituyó como Centro Universitario Regional (CUR-Matagalpa) y en el año 2010 en Facultad Regional Multidisciplinaria (Notas informativas, 2019).

La Facultad Regional Multidisciplinaria Matagalpa de la UNAN Managua (UNAN – MANAGUA/ FAREM-Matagalpa) es una institución de Educación Superior, de servicio público, comprometida con la formación de profesionales en distintas áreas del conocimiento, beneficia a estudiantes provenientes principalmente de los diferentes municipios de los departamentos de Matagalpa y Jinotega. Formas profesionales en distintas áreas del conocimiento basado en las funciones de: Docencia, Investigación, Extensión Universitaria e Internacionalización (Notas informativas FAREM-Matagalpa, 2019).

La formación se organiza y se ejecuta a través de 3 Departamento Académicos: Ciencias de la Educación y Humanidades, Ciencias Económicas y Administrativas, Ciencia, Tecnología y Salud, atienden 24 carreras de grado con nivel de Licenciaturas e ingeniería, el posgrado es atendido por el Vicedecanato, sirviendo 5 programas en diferentes disciplinas en el ámbito de Maestrías y 2 doctorados. (Notas informativas, 2019).

La comunidad universitaria actualmente registra las siguientes cifras: estudiantes de grado 5,000, estudiantes de posgrado 143, docentes de contratación horaria 146 y de tiempo indefinido 52, personal no docente de contratación temporal 36. (Notas informativas, 2019).

En su infraestructura, la FAREM-Matagalpa, cuenta con modernos laboratorios para las diferentes carreras, equipados con instrumentos y equipos con tecnología de punta. El acervo bibliográfico asciende a 14,379 obras, orientados a todas las carreras que se imparten en la Facultad.

La misión y visión de la UNAN-Managua surgen de un proceso de consulta entre trabajadores académicos, administrativos y dirigentes estudiantiles; actores clave en la elaboración del plan estratégico institucional 2011-2015.

El área de estudio serán los estudiantes de profesionalización de la carrera de Física-Matemática, que reciben sus clases los sábados.

6.2. Tipo de Paradigma

Para Loza Ticono, Mamani Condori, Mariaca Mamani y Yanqui Santos (2020), citando a González (2003). En las primeras fases de la investigación científica:

Todo investigador al momento de formular su proyecto se pregunta cuál será el paradigma que guiará su trabajo, para ello es importante saber qué es un paradigma y cuáles son sus implicaciones. Respecto a ello, debemos mencionar que fue Thomas

Kuhn (1962) quien introduce dicho término mencionando que este otorga una representación elemental del objeto de una ciencia, brinda la definición de cómo esta debe estudiarse y cuáles serán las normas que seguiremos para interpretar los resultados entendiendo los paradigmas como construcciones científicas universalmente identificadas que a lo largo de un tiempo otorga modelos de problemas y soluciones ante un determinado grupo científico.

El paradigma socio crítico considera la simbiosis entre la teoría y la práctica. El cual se genera de una crítica a la racionalidad instrumental y teórica del paradigma positivista o comúnmente llamado científico, y propone una realidad sustantiva que incluye los valores, los juicios e intereses de las comunidades” (Loza et al. 2020, citando a Maldonado, 2018).

En este paradigma, se mezclan instrumentos de recolección de datos interpretativos y positivistas. De igual forma, después de obtener los resultados el estudio realizado, se puede aplicar algún método estadístico y así poder crear las conclusiones y recomendaciones del estudio, en relación con el objetivo general y específicos planteados (Corona Lisboa 2016, como se citó en Loza et al. 2020).

Esta investigación hace un aporte práctico proveniente de los aportes de las necesidades de los docentes de la FAREM-Matagalpa, el apoyo de la iniciativa del PhET global y del análisis de la situación actual en cuanto al uso de los simuladores en el diseño de actividades por indagación, por lo que se adecua al **paradigma socio crítico** según los objetivos propuestos.

6.3. Tipo de Enfoque

La investigación mixta no tiene como meta remplazar a la investigación cuantitativa ni a la investigación cualitativa, sino utilizar las fortalezas de ambos tipos de indagación combinándolas y tratando de minimizar sus debilidades potenciales (Otero-Ortega, 2014, p. 19, citando a Hernández, Fernández y Batista, 2010).

El proceso de investigación mixto implica una recolección, análisis e interpretación de datos cualitativos y cuantitativos que el investigador haya considerado necesarios para su estudio. Este método representa un proceso sistemático, empírico y crítico de la investigación, en donde la visión objetiva de la investigación cuantitativa y la visión subjetiva de la investigación cualitativa pueden fusionarse para dar respuesta a problemas humanos.

Por lo tanto, este estudio tiene un **enfoque mixto con preponderancia cualitativa**, con una finalidad **enfocada en conclusiones** para enriquecer el conocimiento que se tiene sobre la efectividad de los simuladores PhET para la enseñanza de la Física. De acuerdo con el contexto local y al nivel de conocimientos que se busca construir la investigación es **exploratoria**, de acuerdo con Pimienta y De la orden (2017), la finalidad es identificar los aspectos fundamentales del fenómeno, objeto o problemática analizada, así como determinar los métodos y procedimientos más adecuados para la realización de posteriores investigaciones.

Este trabajo será **no experimental**, se realiza sin manipular deliberadamente las variables. Es decir, se trata de estudios en los que no haces variar en forma intencional las variables independientes para ver su efecto sobre otras variables. Lo que efectúas en la investigación no experimental es observar o medir fenómenos y variables tal como se dan en su contexto natural, para analizarlas. Del enfoque de investigación cualitativo se retoma la **teoría fundamentada** que es un diseño de investigación y un producto (Charmaz, 2014; O'Reilly, Paper y Marx, 2012). El investigador produce una explicación o teoría respecto a un fenómeno, proceso, acción o interacciones que se aplican a un contexto concreto y desde la perspectiva de diversos participantes (Taylor y Francis, 2013; Torrance, 2011; Sullivan, 2009, y Haig, 2006 citados por Hernández-Sampieri y Mendoza, 2018).

Del enfoque cuantitativo diseño **Descriptivo**, de acuerdo con Pimienta y De la orden (2017), esta clasificación tiene como finalidad identificar fenómenos relevantes y sus variables, incluye, por un lado, la observación sistemática de fenómenos, sus características (variables) y las relaciones entre estas, tal como ocurren en la realidad. Para obtener datos se apoya en la realización de estudios de campo, análisis documental, encuestas, entrevistas y cuestionarios.

Esta investigación por la obtención de los datos tiene un diseño de campo. Pimienta Prieto y De la orden Hoz (2017), plantean que estos estudios tienen su principal sustento en el acopio de información directamente en el espacio en que tiene lugar el fenómeno de estudio, por medio de observaciones, pruebas, entrevistas y encuestas. En muchas ocasiones es posible e incluso recomendable que toda investigación de campo se complemente con algunos elementos de investigación documental, para orientar las actividades destinadas a la recolección de la información.

6.4. Tipo de investigación según el nivel de profundidad

El estudio tiene un **diseño anidado concurrente de modelo dominante**. Para Hernández-Sampieri y Mendoza (2018) estos diseños recaban simultáneamente los datos cuantitativos y cualitativos que a diferencia con el diseño de triangulación concurrente reside en que un método predominante guía el proyecto (pudiendo ser este cuantitativo o cualitativo). El método que posee menor prioridad es anidado o insertado dentro del que se considera central.

Los datos recolectados por ambos métodos son comparados o mezclados en la fase de análisis. Este diseño suele proporcionarte una visión más amplia del fenómeno estudiado que si usaras un solo enfoque (Creswell, 2009. Citado por Hernández-Sampieri y Mendoza (2018).

6.5. Población y Muestra

Conjunto compuesto por la totalidad de los elementos, individuos o factores que forman parte de nuestro objeto de estudio y, en un lugar y tiempo determinados, poseen cualidades similares y observables, se le denomina población (Pimienta y De la Orden, 2017).

La población en estudio fueron 111 estudiantes de la carrera de Física — Matemática de la UNAN-FAREM-MATAGALPA, de los cuales 51 están en primer año, 32 en segundo y 28 en quinto año, además de 8 docentes que imparten Física o Matemática.

En los casos que la población de un determinado estudio es muy amplia como para estar en posibilidades de hacer observaciones o entrevistar a todos los integrantes, resulta necesario determinar una muestra, es decir, una parte del total de la población cuyas características resulten similares y, por tanto, representativas de la totalidad de la población (Pimienta Prieto y De la Orden Hoz, 2017).

Se aplicará el **muestreo mixto** requiere el uso de diferentes métodos de muestreo, como son: **Muestreo probabilístico** Las técnicas de muestreo probabilístico se utilizan principalmente en la investigación cuantitativa y consisten en seleccionar un número relativamente grande de unidades de una población **de forma aleatoria** en la que la probabilidad de inclusión de cada miembro de la población es determinable. El objetivo de las muestras probabilísticas es lograr la representatividad, que es el grado en que la muestra representa con exactitud a toda la población.

Muestreo intencional, las técnicas de muestreo intencional se utilizan principalmente en la investigación cualitativa y pueden definirse como la selección de unidades basada en propósitos específicos asociados con la respuesta a las preguntas de un estudio de investigación.

Muestra total:

- Encuestas: 28 a estudiantes
- Entrevista: 8 Docentes de Física-Matemáticas

6.6. Métodos utilizados

6.6.1. Método Teórico

Hernández-Sampieri, Fernández Callado, Batista Lucio, (2014), Considera que los métodos teóricos cumplen una función gnoseológica importante, ya que nos posibilita la interpretación conceptual de los datos empíricos encontrados. Estos crean las condiciones para ir más allá de las características fenoménicas y superficiales de la realidad, explicar los hechos y profundizar en las relaciones esenciales.

En este estudio se aplicó el método de análisis, el cual permitió comprender el intercambio de roles que se pretende al usar los simuladores, pasando del papel protagónico de los docentes en clases magistrales a aprendizajes activos donde por medio de actividades que promueven la indagación e interacción se consigue que los docentes sean facilitadores y los estudiantes el centro del proceso de enseñanza.

6.6.2. Método empírico

El método empírico: es concebido como el registro visual de lo que ocurre en una situación real. Los acontecimientos pertinentes son clasificados y de acuerdo con algún esquema previsto y según el problema que se estudia (Sequeira, 1997, p.63).

Es decir, que los instrumentos utilizados para dar cumplimiento a los objetivos de la investigación y medir las variables o indicadores definidos en el estudio, constituyen una guía que orienta la obtención de los datos que se necesitan.

Las técnicas utilizadas para la recolección de datos en la presente investigación fueron: Encuesta (Anexo 1), guía de observación (anexo 2), entrevista (Anexo 3), grupo focal (Anexo 4).

6.7. Técnicas e instrumentos de recopilación de la información

Según Hernández-Sampieri, Fernández Callado, Batista Lucio, (2014). Recolectar los datos implica elaborar un plan detallado de procedimientos que nos conduzcan a reunir datos con un propósito específico. Quiere decir que se pretende determinar fuentes de dónde se obtendrán los datos, lugares donde se encuentran las fuentes, métodos para su recolección, y la forma como se van a preparar para ser analizados.

Para Latorre (2005), las técnicas de recogida de datos son diferentes instrumentos, estrategias y medios audiovisuales de los cuales los investigadores hacen uso para recoger información. Ellas permiten reducir intencionalmente la realidad social que tratamos de estudiar e investigar.

6.7.1. Encuesta

Estas consideradas como investigaciones no experimentales, transversales o transeccionales, descriptivas o correlacionales-causales, ya que a veces tienen los propósitos de unos u otros diseños y a veces de ambos (Hernández-Sampieri, Fernández Callado, Batista Lucio, 2014).

6.7.2. Observación

Es una lista de puntos importantes que son observados para realizar una evaluación de acuerdo con los temas que se estén analizando. Para que una

investigación se lleve a cabo satisfactoriamente se requiere entender la raíz del problema o situación estudiada y esta guía facilita esa función (Hernández-Sampieri, Fernández Callado, Batista Lucio, 2014).

Se aplicó guía de observación al contexto áulico tomando criterios como: si el docente presenta la simulación, usa la simulación para ilustrar conceptos de Física, solicita ideas a los estudiantes, fomenta la exploración, pide a los estudiantes que discutan, fomenta la exploración entre otros (Ver anexo No. 2).

6.7.3. Entrevista

Latorre (2005), define la entrevista como una de las estrategias más utilizadas para recoger datos en la investigación. Es la que da la posibilidad de obtener información acerca de los aspectos subjetivos de las personas, valores o conocimientos, que sin ella no los podría adquirir el investigador. Es una conversación entre dos o más personas, en donde el entrevistador trata de obtener la información del entrevistado.

La entrevista es el instrumento de uso más universal en investigación; consiste en un conjunto de preguntas sobre un tema o problema de estudio, las cuales se responden por escrito. Latorre (2005), considera que es importante tomar en cuenta los datos de identificación de la persona, la formulación de las preguntas.

Se aplicaron al personal experto del equipo de PhET, entre ellos su fundador Carl Weiman a través de correo y con ayuda de traductor, Dra. Diana López, embajadora para Latinoamérica vía Zoom y Dra. Rebecca Vieyra directora de adjunta de iniciativa globales también vía Zoom. (Ver anexo 3)

6.7.4. Grupo Focal

Consiste en la reunión de un grupo de personas, entre 6 y 12, con un moderador, investigador o analista; encargado de hacer preguntas y dirigir la discusión. Su labor es la de encauzar la discusión para que no se aleje del tema de estudio y, de este modo, da a la técnica su nombre en inglés (“grupo con foco”). Las preguntas son respondidas por la interacción del grupo en una dinámica en que los participantes se sienten cómodos y libres de hablar y comentar sus opiniones. Normalmente, los grupos focales requieren de media hora hasta dos horas para cumplir su tarea (Golovina, 2018).

Para esta investigación se realizó un grupo focal con 8 docentes que imparten Física o Matemática 6 de ellos participaron de forma presencial y 2 vía Zoom, además participo de invitada la embajadora de PhET, Dra. Diana López, vía Zoom, donde el moderador encauso a la discusión de las preguntas abordadas, ver anexo 4.

6.8. Proceso de validación de los instrumentos

Se considera que validar es “determinar cualitativa o cuantitativamente un dato”. La validez se refiere al grado en que un instrumento mide la variable que pretende medir.

La validez de los instrumentos de recolección de datos del presente estudio se realizó a través de la eficacia de contenido, es decir, se determinó hasta donde los apéndices que contiene el instrumento fueron específicos del dominio o del universo contenido en lo que desea medir.

Los instrumentos que se aplicaron en la recolección de datos fueron sometidos a validación, para lo cual se contó con el apoyo de:

- Dra. Nesly Laguna Valle
- Msc. Juana Elena Cerda Torrez.

- Msc. Janet Rizo Maradiaga
- Msc. Hjalmar Úbeda Baltodano

Se expresó de parte de los docentes, que los instrumentos estuvieron muy bien elaborados, sin embargo, hubo aportes brindados, los que fueron tomados en cuenta para la mejora pertinente de dichos instrumentos.

VII. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

El análisis de la información se hace sobre la base de información recopilada en trabajo de campo, en el que se emplearon entrevistas al fundador y expertos de PhET, encuestas a estudiantes, guía de observación al trabajo en el aula, y grupo focal con los docentes de Física de la UNAN-FAREM-Matagalpa.

Para procesar dicha información se tomó en cuenta la operacionalización de variable, los objetivos específicos y los resultados obtenidos de los instrumentos, los cuales fueron procesados en el programa SPSS (Ver anexo 9), continuando con la triangulación de la información, se inicia respondiendo a la primera pregunta directriz:

7.1 Análisis de la pregunta directriz N°.1:

¿Cómo es el uso y manejo de los simuladores PhET para la enseñanza de la Física, en los estudiantes de la carrera de Física-Matemática de la UNAN-FAREM-Matagalpa, segundo semestre 2022?

Para el Dr. Carl Wieman (Premio Nobel de Física, 2001) fundador y asesor principal de PhET, el propósito del proyecto es crear simulaciones interactivas destinadas a enseñar ciencias. (Entrevista anexo N° 5)



Figura 5: Reunión con el PhD. Carl Wieman
Fuente: Captura de pantalla de Zoom

Al consultar a los estudiantes: ¿En su formación como docente de Física ha recibido clases haciendo uso de: Laboratorio de Física, experimentos caseros, ¿simuladores? Los resultados se muestran en el siguiente gráfico:

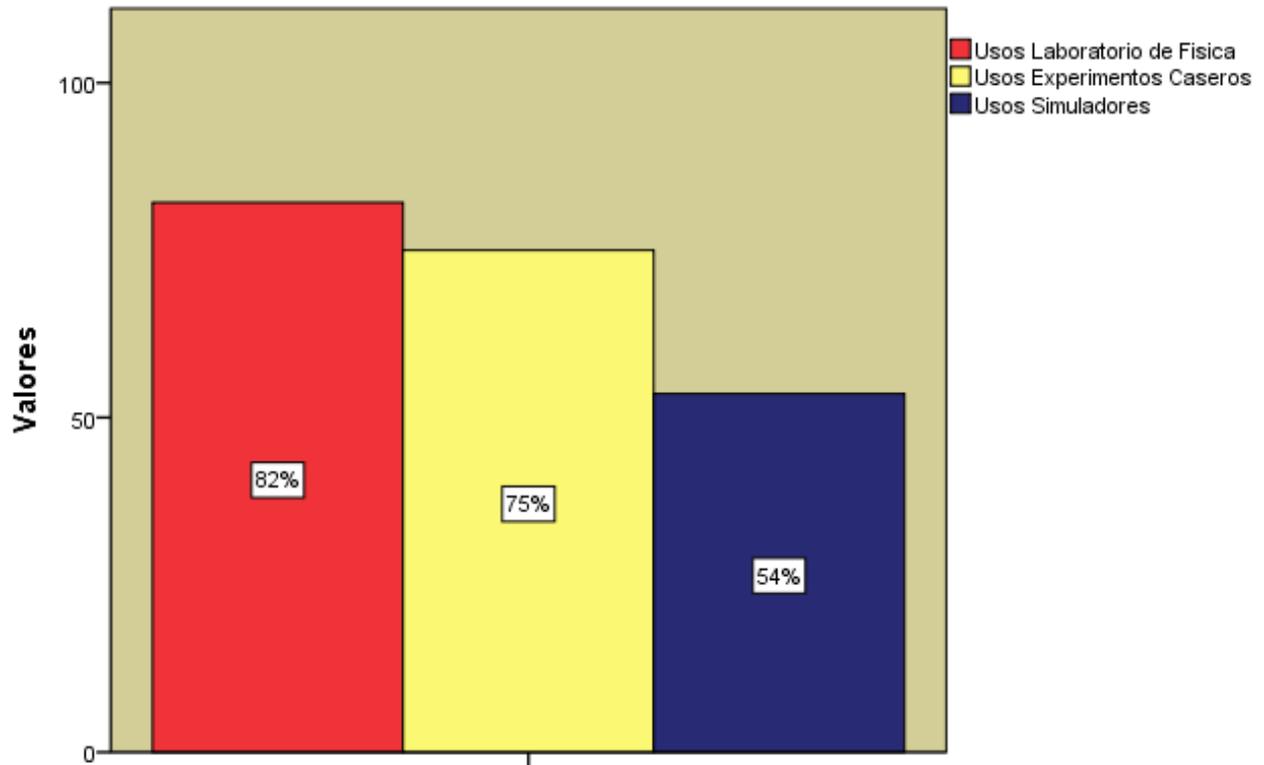


Gráfico 1. Usos en su formación como docente
Fuente: Encuestas aplicadas a los estudiantes

En las observaciones se logró evidenciar el uso del laboratorio de Física, como de los simuladores por parte del docente para dirigir el proceso de formación de los discentes.

En el grupo focal, los docentes que imparten Física expresaron que han usado los simuladores PhET, y los aplican a su criterio, ya que han aprendido a manipularlos por cuenta propia, porque no han recibido capacitación específica sobre su uso metodológico; han consultado las actividades sugeridas en el sitio PhET, pero no todas

por la cantidad y se ha visto el resultado de su aplicación en algunas defensas de trabajos al finalizar la carrera de Física-Matemática.

Lo ideal es continuar incrementando el uso del laboratorio de Física para la formación de los futuros docentes, pero también se les debe preparar para la realidad que enfrentaran en los institutos de secundaria, que carecen de laboratorios, de equipos de laboratorios, en algunos casos insuficientes para la cantidad de estudiantes y en otros no se tienen, por lo cual se debe aumentar la preparación en el uso de los simuladores, ya que el gobierno si ha dotado a todos los centros de secundaria de tabletas digitales para fortalecer el proceso de enseñanza a través del uso de la tecnología.

Según Rebecca Vieyra, directora asociada de Iniciativas Globales de PhET, afirmó en la entrevista que la mayoría de las simulaciones ilustran escenarios que tienen muchas variables, donde el estudiante puede modificar esas variables y ver los efectos.

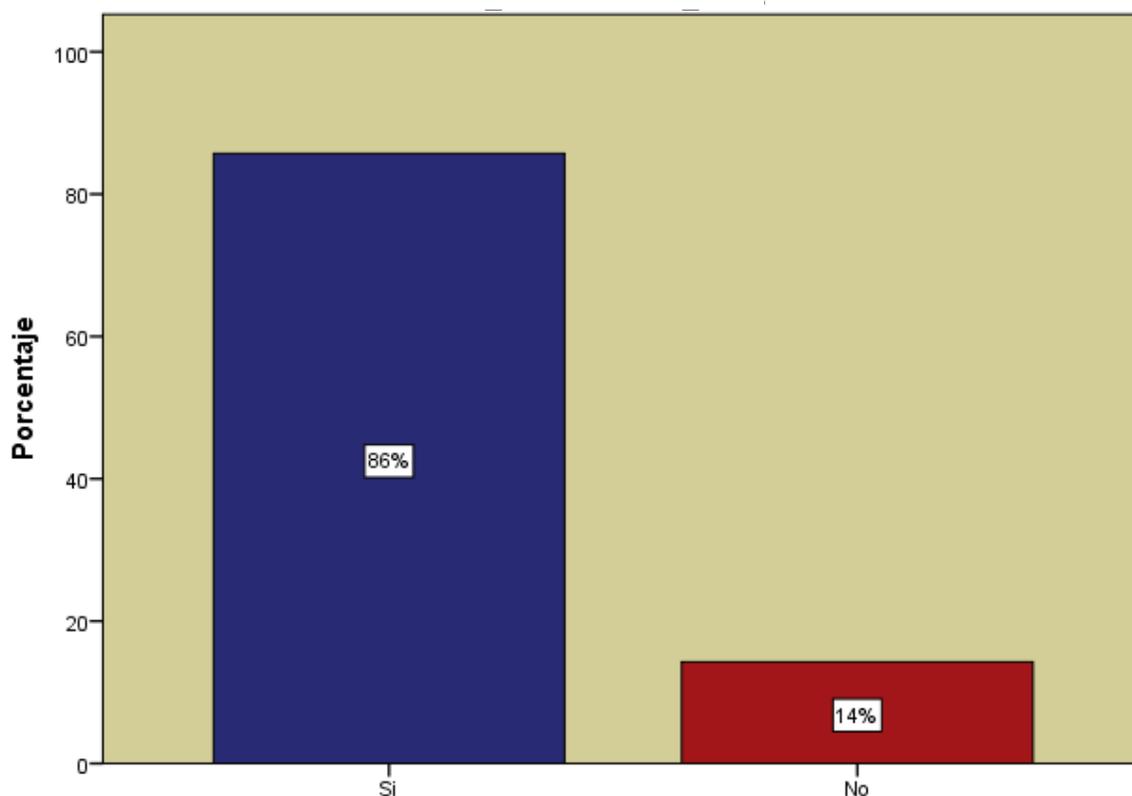


Gráfico 2. Conoce los simuladores PhET
Fuente: Encuestas aplicadas a los estudiantes

A la interrogante: ¿Conoce los simuladores PhET? Los estudiantes respondieron un 86 % afirmó que si y el restante 14 % expresó no conocerlos.

Después de la aplicación de la encuesta, se observó que el docente realizó presentación de varios de los simuladores de PhET, los cuales orientó revisar para que fueran usados en el trabajo final a exponer. Al consultarle al docente de forma indirecta si el programa de clase le especifica el uso de los simuladores PhET, respondió que “No”, se menciona el uso de laboratorios, experimentos caseros y simuladores, pero no específicamente de los de PhET, utilizó ese porque es el que maneja.



Figura 6: Contexto Áulico
Fuente: Galería de fotos propias

Los participantes en el grupo focal afirmaron que se usan más en el componente de Física porque para Matemática prefieren usar GeoGebra, y hacen uso del datashow

para dirigir la explicación de la clase, según las actividades planeadas, en ocasiones se les facilita una guía de laboratorio para dirigir el trabajo con el simulador.

Para la embajadora de PhET en Latinoamérica, Diana López, en la entrevista realizada expresó que una de las características que tienen las simulaciones PhET que la hacen diferente a muchos de los simuladores que podemos encontrar en internet es su sencillez y la investigación ardua que tienen detrás, tanto, en las representaciones que usan como los modelos y su uso pedagógico y la interacción que va a tener con el estudiante.

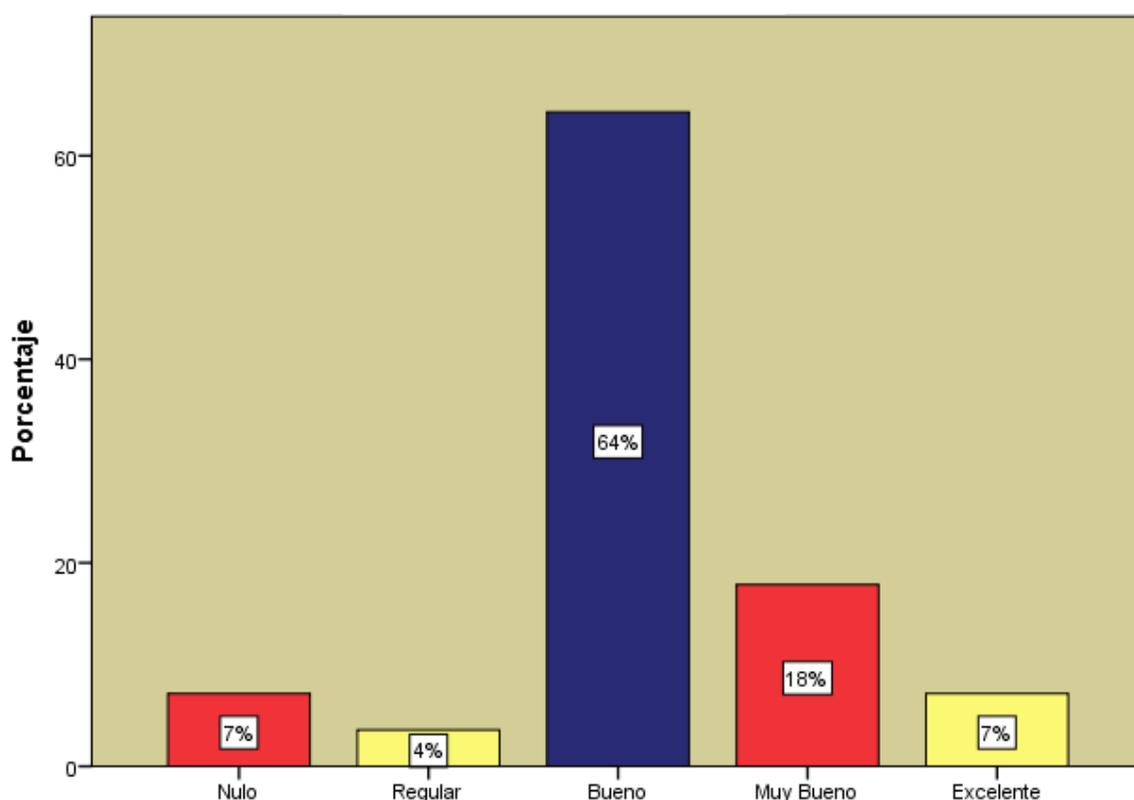


Gráfico 3. Manejo de los simuladores PhET
Fuente: Encuestas aplicadas a los estudiantes

En las encuestas, al sondear sobre el manejo de los simuladores PhET por parte de los estudiantes, el 7 % responde que es Nulo, el 4 % considera que es Regular, el 64 % que es Bueno, 18 % que domina Muy Bien y un 7 % Excelente.

En la observación se verificó el manejo de los simuladores por parte de los estudiantes para reforzar las explicaciones de los contenidos asignados a exponer, manipulando con facilidad y de forma libre las diversas variables que tienen las simulaciones elegidas. No se evidenció la participación en juego abierto con la simulación para explorar las características relevantes. Tampoco se orientó el uso de la simulación de forma independiente para responder preguntas a una actividad específica y por ende tampoco se usa la simulación con sus compañeros para discutir las cuestiones de la actividad o sus propias ideas. Limitándose a manipular el simulador solo para verificar la teoría.



Figura 7: Grupo focal con docentes de FAREM-Matagalpa
Fuente: Galería de fotos propias

Los docentes en el grupo focal comentaron que la mayoría de la población estudiantil son las zonas rurales y tienen dificultades para el acceso y la manipulación en línea de las simulaciones, con lo poco que el docente puede presentar en el tiempo de clase no sé suficiente para que los alumnos puedan hacer demostraciones de hipótesis, por lo cual solo hacen pinceladas del tema por medio del simulador. Del mismo modo, expresaron que como docentes no creen dominar las simulaciones al 100 % y es necesario seguir capacitándose para enriquecer el trabajo docente.

Al triangular toda la información recabada sobre el uso y manejo de los simuladores, podemos destacar que, si existe evidencias del uso de los simuladores en la clase de Física, hay un gran esfuerzo de parte de los docentes por autocapacitarse e integrar el manejo de los simuladores en clases demostrativas, por lo cual desconocen detalles técnicos sobre la accesibilidad de los simuladores PhET a través del formato HTML5 que no requiere conexión en línea.

7.2 Análisis de la pregunta directriz N°.2:

¿Cuáles son las actividades que fomentan el aprendizaje por indagación de la Física, en los estudiantes de la carrera de Física-Matemática de la UNAN-FAREM-Matagalpa, segundo semestre 2022?

El fundador de PhET, Carl Wieman, en la entrevista expresó que las actividades que hacen que los estudiantes exploren, pero con alguna orientación, pero no demasiado restringida y así fomentar la curiosidad, son las que favorecen el aprendizaje de la Física usando los simuladores.

Los encuestados coincidieron de forma unánime que los simuladores si estimulan el aprendizaje por indagación de la Física.

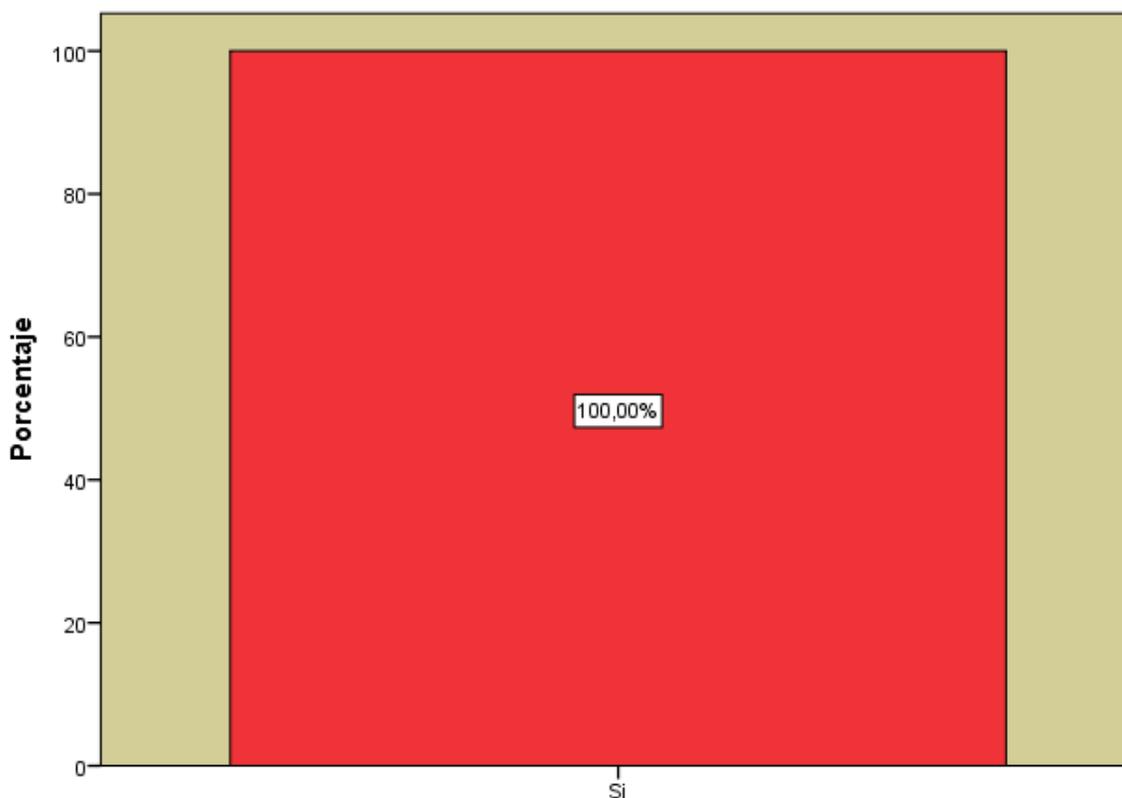


Gráfico 4. ¿Estimulan la indagación los simuladores?
Fuente: Encuestas aplicadas a los estudiantes

En las observaciones se verificó que el docente solicita ideas a los estudiantes sobre sus conocimientos previos, predicciones y explicaciones sobre las simulaciones, pero sin estar ellos trabajando de forma independiente en sus equipos celulares. Toda la actividad es dirigida desde el proyector que manipula el docente.

Los docentes participantes del grupo focal expresan que los simuladores, por si solo no estimulan la indagación, todo depende de las actividades que proponga el docente, si al docente le cuesta, también a los estudiantes, por lo cual requieren de un paso a paso para que puedan realizar las actividades y lograr construir su conocimiento. Da lo mismo usar o no el simulador si el trato pedagógico está centrado en demostrar la teoría o forzar las variables para que coincidan con lo que se plantean en los libros.

Al entrevistar a Rebecca Vieyra del equipo PhET, sobre las actividades que favorecen el aprendizaje de la Física usando los simuladores, expreso: tenemos algunas estrategias muy específicas, todo con base en la indagación y el aprendizaje activo, provocar al estudiante a explorar por sí mismo y luego concretar o sintetizar lo que aprendió. Sabemos muy bien que cuando un estudiante entra por sí mismo y entra a jugar, se da cuenta de cosas, tiene preguntas, pero realmente el trabajo de consolidarlo es lo más importante, ayudarle al estudiante a hacer predicciones.

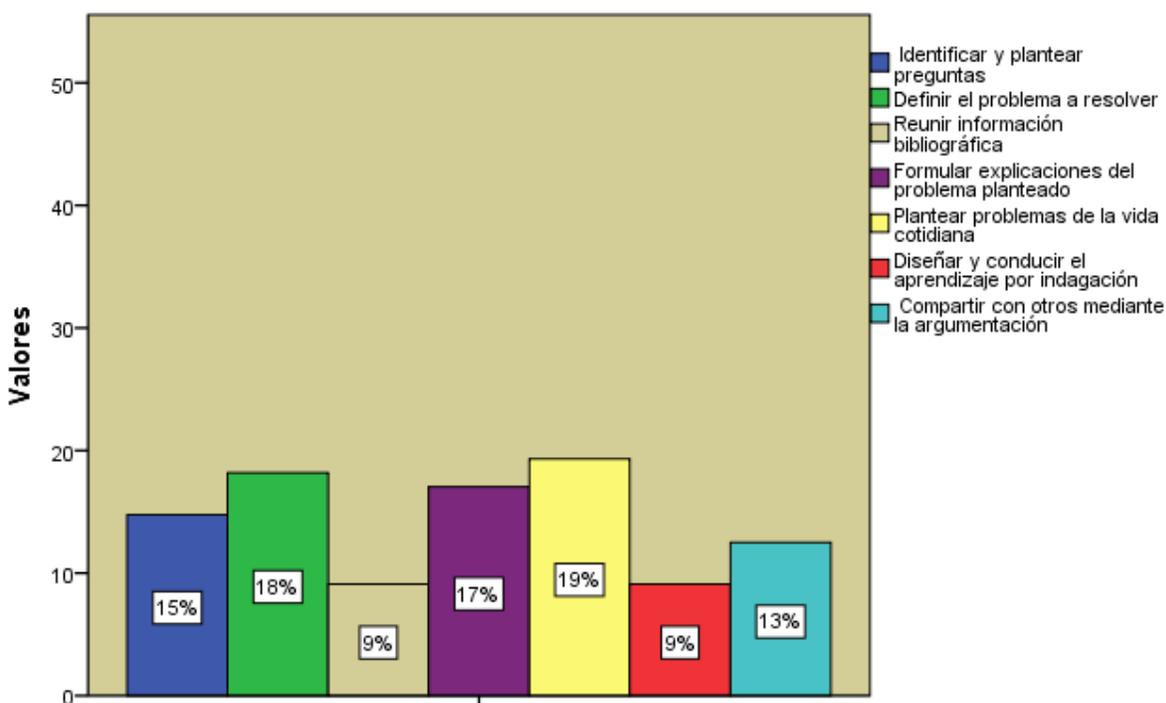


Gráfico 5. Actividades que favorecen la Indagación
Fuente: Encuestas aplicadas a los estudiantes

Para los estudiantes las actividades que más favorecen la indagación son con un 19 % plantear problemas de la vida cotidiana, con un 18 % definir el problema a resolver y con un 17 % formular explicaciones del problema planteado.

En la observación al contexto áulico se apreció que el docente planteaba problemas a sus estudiantes usando la frase ¿Qué pasaría si modificados tal variable?, los estudiantes participaban dando opiniones sobre sus predicciones y esperaban que el docente lo demostrara, ya que ellos no estaban manipulando el simulador solo percibían la proyección en la pantalla.

En el grupo focal se expuso que es importante fomentar la exploración independiente por parte de los estudiantes para que vayan construyendo su conocimiento de forma activa, tomando sus datos y haciendo sus cálculos.

Al triangular la información tenemos como resultado que la actividad que usan los docentes para fomentar la indagación son las preguntas abiertas, donde los estudiantes sin participar en el juego abierto con la simulación deben de forma mental imaginar para predecir lo que sucederá, lo hacen directamente en plenario sin antes trabajar en silencio de forma independiente, tampoco usan la simulación con sus compañeros para discutir las preguntas de la actividad o sus propias ideas entre compañeros.

7.3 Análisis de la pregunta directriz N°.3:

¿Cuál debe ser el rol del docente y estudiantes al usar los simuladores en la enseñanza de la Física, en los estudiantes de la carrera de Física-Matemática de la UNAN-FAREM-Matagalpa, segundo semestre 2022?

Según el doctor Wieman el rol del docente en el uso de los simuladores es ser una guía que establezca los objetivos generales, mientras que el estudiante explora y descubre para lograr esos objetivos. Para Rebecca Vieyra el rol principal del docente es de hacer dudas a los estudiantes para que hagan predicciones, para que respondan

a retos, el profesor debe ir buscando esos momentos que emocionan o tienen preguntas por qué con eso luego podemos entrar en conversaciones que realmente les importa a los estudiantes o al docente con el apoyo de los estudiantes, luego pueden ser modificaciones donde el profesor no tiene que decir, esto si es correcto, eso es incorrecto, podemos modificar la simulación para que nos verifique lo que es verdad y lo que no entonces el profesor ya no es el centro del conocimiento.

En la encuesta, un 41 % de los estudiantes creen que el rol del docente es orientar como usar el simulador, para un 36 % es dirigir estrategia de aprendizaje activo y para un 23 % es elaborar la guía de laboratorio.

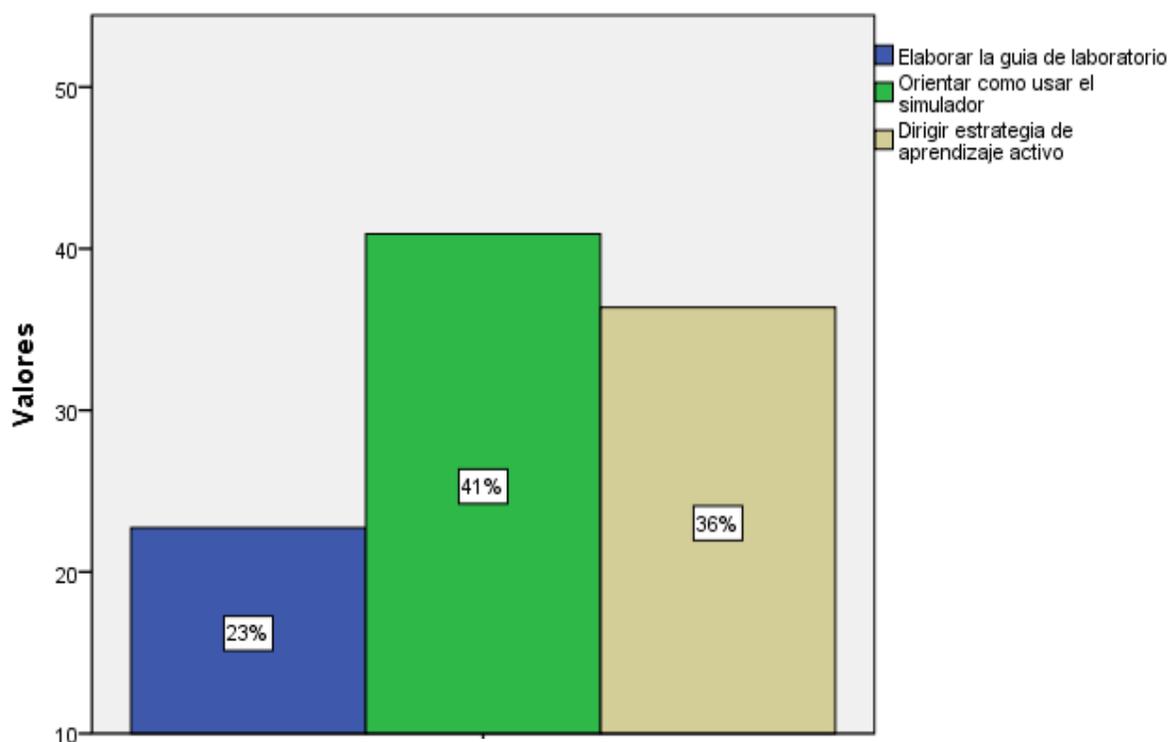


Gráfico 6. Rol docente
Fuente: Encuestas aplicadas a los estudiantes

Se observó en el trabajo en el aula que el docente es quien manipula el simulador y a través de preguntas abiertas pide la participación de los discentes para

generar un aprendizaje activo, no orientado de forma específica como usar el simulador y tampoco se llevaba una guía de trabajo estructurada para resolver, se orientó a buscar y elegir una simulación que complementará el tema que ya tenían para exponer y debían de tratar hacer coincidir la demostración que harían con el material del medio con lo que se visualiza en la simulación elegida.

Los participantes en el grupo focal opinaron que el rol del docente es dirigir el trabajo de los estudiantes para hacerlos protagonistas y para ello se les debe preparar una guía de cómo usar el simulador, el paso a paso para que puedan trabajar solos posteriormente, por lo cual es recomendable revisar las guías de trabajo propuestas en el sitio de PhET.

Para la Doctora Diana López, los estudiantes son el principal actor del proceso enseñanza-aprendizaje, así que ellos son los que usan la simulación, la interpretan, e interactúan con ella, recolectan datos, dan conclusiones, construyen modelos, mientras que los profesores son una guía y un facilitador de este proceso se encargan de diseñar las actividades y ese es un arduo trabajo.

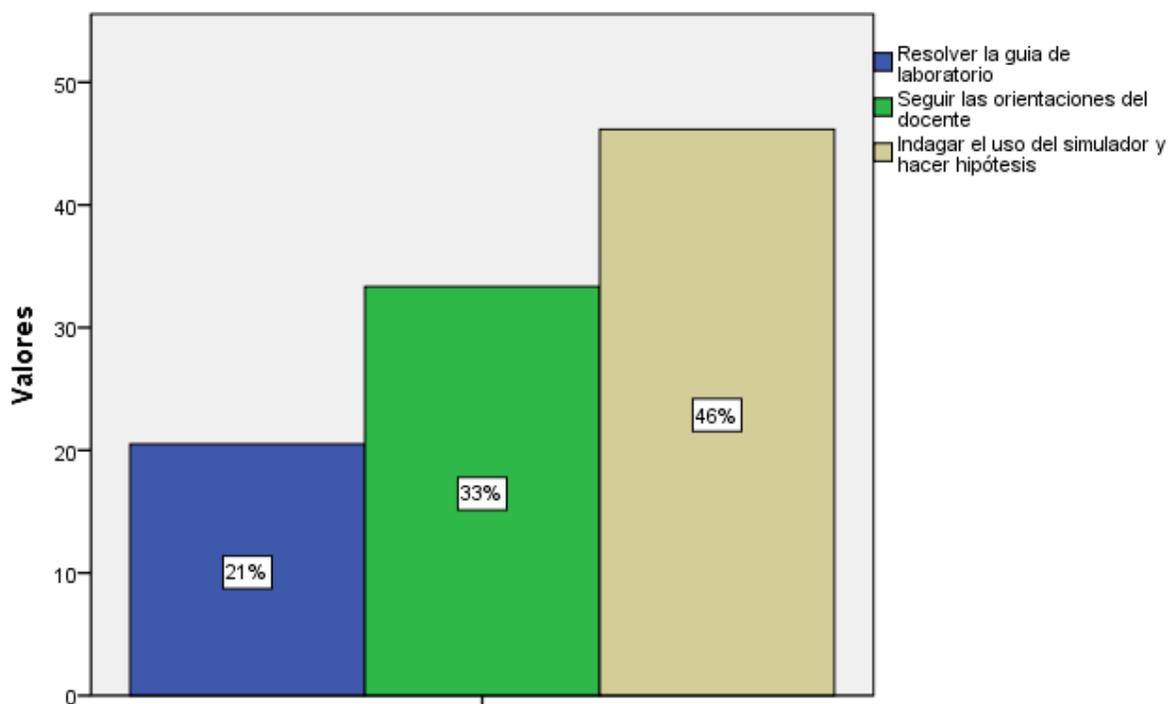


Gráfico 7. Rol de los estudiantes
Fuente: Encuestas aplicadas a los estudiantes

Para los encuestados el rol principal de los estudiantes con un 46 % es indagar el uso del simulador y hacer hipótesis, para el 33 % su rol es seguir las orientaciones del docente y 21 % opino que su rol es resolver la guía de laboratorio.

En las visitas realizadas no se logró observar que los estudiantes hagan uso del simulador de forma individual, pero si hacen hipótesis del cuestionamiento que el docente va realizando al manipular la simulación y posteriormente demuestra cuál de todos los aportes es el correcto.

Para los participantes del grupo focal las actividades deben estar centradas en darle un rol protagónico a los estudiantes, para que ellos verifiquen por sí mismo si sus ideas son correctas o erradas, por lo cual todo va en dependencia de las actividades que planifica el maestro haciendo uso de las simulaciones.

Al triangular la información todos coinciden que se le debe dar a los estudiantes un rol protagónico para que con ayuda del simulador puedan desarrollar su curiosidad y a través de la indagación puedan buscar respuestas a la hipótesis que se plantean, por lo que es necesario que no solo el docente manipule el simulador e indique cómo funciona directamente, se debe dar un tiempo 5 a 10 minutos de juego libre para que los estudiantes observe y descubra como afecta manipular las variables de un fenómeno de estudio y así puede predecir lo que sucederá permitiéndole aprender a su ritmo y ser el responsable de su aprendizaje.

7.4 Análisis de la pregunta directriz N°.4:

¿Cuáles son las recomendaciones didácticas para el uso de los simuladores PhET en el diseño de actividades basadas en el aprendizaje por indagación para la enseñanza de la Física?

En la entrevista, la Dra. Diana López comento: Incluir una nueva herramienta y metodología en tu clase es un proceso bastante complicado, así que yo considero que

empezar solo te va a frustrar, te va a costar trabajo, así que primero, pues, búscate una comunidad donde te sientas a gusto y dónde te sientas que estás aprendiendo, entonces, por ejemplo, la comunidad de Facebook de PhET, que si bien al inicio, pues no aportas nada, pero estás viendo las actividades y las experiencias de otros profesores. Tenemos el taller de PhET, si quieres profundizar en el diseño de actividades, pues, puedes seguir este taller para aprender a diseñar las actividades acordes a la filosofía PhET.

Los docentes participantes en el grupo focal también opinan que se deben seguir capacitándose como colectivo para luchar contra el tradicionalismo, y seguir fomentado el cambio de actitud hacia la tecnología, además de involucrarse para recomendar que otros simuladores se necesitan diseñar para poder explicar la mayoría de los temas con simulaciones.

Para explicar las recomendaciones para diseñar actividades usando la filosofía de PhET, se propone el siguiente plan de liderazgo para el fortalecimiento de habilidades y capacidades STEAM en la formación de los futuros docentes de Ciencias y Matemática de Matagalpa, el cual contará con apoyo y certificación del Equipo de PhET de la Universidad de Colorado Boulder.

Resumen:

El plan de liderazgo profesional para el fortalecimiento de las habilidades y capacidades STEAM en la formación de los futuros docentes de Ciencias y Matemática de Matagalpa tiene como objetivo desarrollar la habilidad de diseñar actividades que estimulen el aprendizaje por indagación por medio de talleres presenciales sobre el uso de simuladores PhET y pedagogías activas, para solventar las problemáticas de falta de laboratorios, necesidad de metodología activas para darle el protagonismo a los estudiantes y así estimular la investigación científica. Por lo cual se contempla el desarrollo de talleres presenciales con los futuros docentes de ciencias naturales, Física Matemática que está formando la universidad Nacional

autónoma de Nicaragua, para conocer las metodologías activas que recomienda PhET, siguiendo un orden que se establece en el cronograma de actividades (febrero-septiembre 2023), para la formación, creación y puesta en práctica de lo aprendido en los talleres, facilitado los días sábados y contando con la participación de fellows (colaboradores) invitados, para fortalecer el liderazgo instruccional y asociativo. Al finalizar se espera como producto creación de actividades contextualizadas haciendo uso de los simuladores y pedagogía activa de PhET.

Problema/Oportunidad:

La formación de los futuros de docentes de Física y Matemática necesita ser fortalecida en el uso de herramientas STEAM, para que al momento de ejercer la práctica profesional puedan enfrentar a las nuevas generaciones con metodologías activas que se enfoquen en el protagonismo del estudiante y desarrolle habilidades de investigación científica. Algunos de los docentes formadores carecen del conocimiento de simuladores gratuitos como PhET (por lo cual no lo pueden recomendar) que facilitan el desarrollo de las habilidades tecnológicas y científicas y solventar otros problemas como la falta de laboratorios en las secundarias y universidades, falta de acceso a internet. El nuevo docente al llegar a trabajar con instituciones tanto públicas como privadas en la actualidad se le exige que planean sus clases aprovechando los recursos que el sistema educativo va dotando a los centros como: data interactivos y tabletas digitales para cada estudiante; si en sus años de estudio no se le recomendó el uso de los simuladores y solo hacia prácticas de laboratorios por qué la universidad si cuenta con ellos, se verá obligado a recurrir a clases tradicionales donde él es el protagonista y enseña a resolver fórmulas.

Objetivos: SMARTIE.

Desarrollar en los futuros docentes en formación mujeres y varones de las carreras de ciencias y Matemática que impartirán clases en secundaria la habilidad de diseñar

actividades que estimulen el aprendizaje por indagación por medio de talleres presenciales sobre el uso de simuladores PhET y pedagogías activas, en la UNAN FAREM Matagalpa en el primer semestre del año 2023, para su posterior implementación en su práctica pedagógica, creando al menos unos planes de clases con sus hojas de actividades que evidencien dominio de la metodología por medio de la aplicación de instrumentos de reflexión de PhET y revisión entre pares para obtener su certificado de participación.

Justificación:

A través de los talleres para el uso de los simuladores PhET y las pedagogías activas se fortalece la formación de los futuros docentes de Física y Matemática porque los prepara para poder planificar clases interactivas donde el estudiante es el protagonista de su aprendizaje por medio de la estimulación hacia la investigación e indagación para aprender ciencias o Matemáticas al mismo tiempo que se desarrollan competencias en el uso adecuado de las tecnologías.

La Unan-Managua es la encargada de formar a los docentes y está brindando respaldo a este proyecto facilitando instalaciones y acceso a los estudiantes en formación. Como PhET Fellow se nos ha preparado para replicar tanto lo que hemos adquirido teóricamente como lo que hemos vivenciado en la práctica pedagógica, a través de liderazgo tanto instruccional como asociativo para conseguir las metas deseadas.

Insumos/Recursos:

El tiempo establecido desde la planeación, implementación y evaluación será de noviembre 2022— octubre 2023
Desarrollo de los talleres los días sábados 1 hora
Salón de clases, Proyector

PhET Fellow Invitados

Embajadora de PhET Invitada

Presentaciones en Digital, Videos, fotos de las experiencias de implementación.

Correo electrónico para recepcionar las guías elaboradas.

Classroom para Compartir la información en digital y publicar los logros de los participantes

Productos:

Título:

Fortalecimiento de las Habilidades y Capacidades STEAM en la formación de los futuros docentes de Ciencias y Matemática de Matagalpa

Objetivos:

Diseñar guías de aprendizaje activo usando los simuladores PhET que estimulen la investigación y el protagonismo de los estudiantes en la formación de sus conocimientos de ciencias, Física y Matemáticas, las cuales serán evaluadas a través de la revisión entre pares antes de implementación y corrección, para su posterior propuesta en el sitio de actividades de PhET.

Público:

Estudiantes en formación de las carreras de ciencias y Física Matemática de segundo y tercer año de la UNAN-FAREM-Matagalpa que hacen su práctica pedagógica con estudiantes de secundaria.

Duración:

12 horas de talleres presenciales (marzo-agosto 2023, 2 horas por Mes)
8 horas de Creación, Asesoramiento, Implementación y Evaluación de hojas de trabajo (Agosto-October 2023).
20 horas en Total.

Contexto:

Docentes en formación que estudian los fines de semana, mucho viajan de los municipios del norte del país para profesionalizarse los días sábado y en la semana ejercen su práctica pedagógica de manera empírica por lo cual necesitan de una formación que responda a las exigencias de la sociedad del conocimiento principalmente que llame la atención de los jóvenes que son nativos de la tecnología, pero que han perdido la curiosidad y las ganas de investigar por el tipo de actividades que le proponen sus docentes, por lo cual se quiere contribuir a tener una herramienta que facilite el aprendizaje de las ciencias, Física y Matemáticas.

Plan de estudios:

De forma preliminar en el cronograma se completa:

Talleres a Docente de la UNAN

Introducción a PhET y el aprendizaje activo

Estrategia para toda la clase

Diseño de actividades

Asesoramiento para la creación de hojas de trabajo

Revisión entre pares de las actividades diseñadas

Corrección de actividades y su implementación

Publicación en sitios Web de PhET

Recursos PhET:

Cartas formalizar el proceso de implementación del plan de Liderazgo

Certificados para los participantes de los talleres

Diapositivas y materiales didácticos

Enlace para coordinar con los otros fellow la participación en las formaciones.

Cronograma:

Las actividades diseñadas responden a los tiempos de las actividades académicas en la UNAN-FAREM-Matagalpa, por lo cual el mayor trabajo se efectuará de marzo— agosto, cuando están presentes los protagonistas de los talleres de forma presencial en la universidad. Se establece los días sábado porque es el único día

que reciben clase presencial e igual es el día que tengo libre, ya que doy clases de lunes a viernes en centro de secundaria. Las reuniones para y la preparación de material se prevé que se haga de noviembre a febrero del 2023 y luego se inicien los talleres según lo establecido en el cronograma.

Riesgos:

Los tiempos de implementación, ya que los talleres son una carga horaria fuera del pénsum de formación, para ello se dé coordinar que no existan afectaciones que recorten el tiempo en las fechas programadas o que se permite reprogramar las fechas del encuentro que no se puedan desarrollar.

La participación en la implementación de lo aprendido. Se mantendrá comunicación y motivación con los participantes para que logren concluir con éxito.

Propuesta

Desarrollar las siguientes temáticas en talleres presenciales tanto a docentes de Matemática y ciencias como también estudiantes en formación (Ver anexo 8).

Enseñando con simulaciones PhET

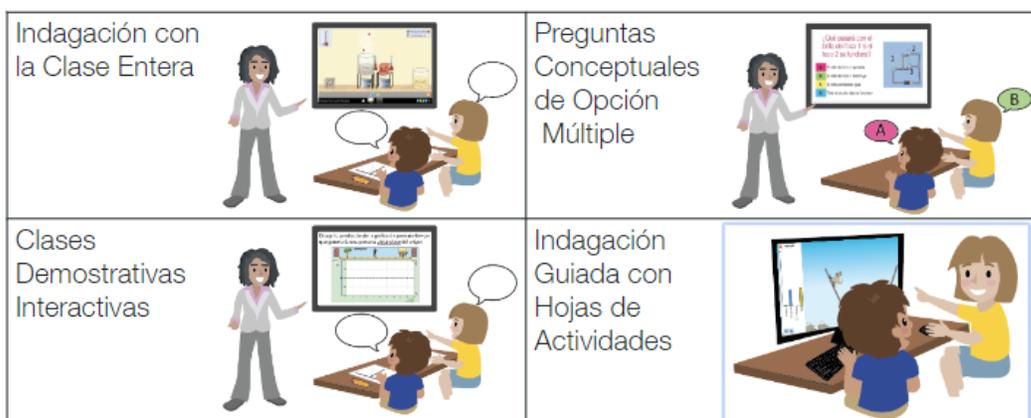


Figura 8: Propuesta de temáticas para talleres presenciales
Fuente: Talleres PhET

Detalles de la propuesta de capacitación a docentes y estudiantes de la FAREM-Matagalpa. Taller 1.

Temática: Introducción a PhET (https://phet.colorado.edu/es/teaching-resources/virtual-workshop/introduction-to-phet?section=conclusion)					
Objetivo: Exponer los detalles técnicos y ventajas de usar PhET para el desarrollo de actividades que fomenten el aprendizaje por indagación.					
Fecha / Hora	Participantes	Actividades	Metodología	Recursos	Invitados
Enero 2023 2 horas	Docentes Física, Matemática y Ciencias	Dinámica de presentación. Presentación de la temática Preguntas de reflexión Presentación de Videos	El taller será desarrollado con metodología participativa-constructivista Para lograr una mayor asimilación de las temáticas, se aplicarán dinámicas de integración, aprendizaje y evaluación, con material en físico y aplicaciones electrónicas.	Sala para capacitación Proyector Internet Computadora Celulares	Vía Zoom Rebecca Vieyra Directora Asociada de Iniciativas Globales de PhET Diana López Embajadora Phet para Latinoamérica Dra. Karla Dávila Vicedecana
Febrero 2023 2 horas	Estudiantes de las carreras Física-Matemática y Ciencias	Juega con las simulaciones Exposición aprendizaje activo con las simulaciones. Evaluación del taller Asignación para trabajo independiente			

Taller 2

Temática: Estrategias de Implementación para la Clase Entera (https://phet.colorado.edu/es/teaching-resources/virtual-workshop/whole-class-strategies)					
Objetivo: Explicar las estrategias de cómo usar PhET frente a toda la clase, ya sea utilizando un proyector, una pizarra interactiva o compartiendo la pantalla en una clase en línea.					
Fecha / Hora	Participantes	Actividades	Metodología	Recursos	Invitados
Enero 2023 3 horas	Docentes Física, Matemática y Ciencias	Dinámica para recordar el taller anterior Presentación de Videos y reflexión Explicación de las temáticas: <ul style="list-style-type: none"> Indagación con clase entera. 	El taller será desarrollado con metodología participativa-constructivista Para lograr una mayor asimilación de las temáticas, se aplicarán	Sala para capacitación Proyector Internet Computadora	Vía Zoom PhET-Fellow: José Orozco Física México
Marzo 2023 3 horas	Estudiantes de las carreras Física-Matemática y Ciencias	<ul style="list-style-type: none"> Clases demostrativas interactivas Preguntas conceptuales Trabajo Práctico y plenario Evaluación del taller Asignación para trabajo independiente	de integración, aprendizaje y evaluación, con material en físico y aplicaciones electrónicas.	Celulares	Claudia Amaya Matemáticas El Salvador Dra. Karla Dávila Vicedecana

Taller 3

Temática: Diseño de Actividades para Ciencias (https://phet.colorado.edu/es/teaching-resources/virtual-workshop/science-activity-design)					
Objetivo: Explicar cómo usar PhET para crear actividades basadas en indagación para clases de ciencias, incluyendo hojas de trabajo que los estudiantes pueden utilizar de forma individual o en equipos pequeños.					
Fecha / Hora	Participantes	Actividades	Metodología	Recursos	Invitados
Enero 2023 2 hora	Docentes Ciencias y Física	Retroalimentar el taller pasado. Exposición de las temáticas: Estudiantes interactuando con simulaciones	El taller será desarrollado con metodología participativa-constructivista	Sala para capacitación Proyector Internet	Vía Zoom PhET-Fellow: Areli García Velázquez Ciencia México Rael José Clemente Hernández Química Ecuador
Abril 2023 4 hora	Estudiantes de la carrera ciencias y Física	Ejemplos de actividades Estructura del plan de clases - adaptación al formato UNAN Diseños de hojas de actividades Retos abiertos	Para lograr una mayor asimilación de las temáticas, se aplicarán dinámicas de integración, aprendizaje y evaluación, con material en físico y	Computadora Celulares Plantillas para Planes	Dra. Karla Dávila Vicedecana

		Actividades Pos-laboratorio. Tareas Trabajo Práctico y revisión entre pares Evaluación del taller Asignación para trabajo independiente	aplicaciones electrónicas.		
--	--	---	----------------------------	--	--

Taller 4

Temática: Diseño de Actividades para Matemáticas (https://phet.colorado.edu/es/teaching-resources/virtual-workshop/math-activity-design)					
Objetivo: Explicar cómo usar PhET para crear actividades basadas en indagación para clases de Matemáticas, incluyendo hojas de trabajo que los estudiantes pueden utilizar de forma individual o en equipos pequeños.					
Fecha / Hora	Participantes	Actividades	Metodología	Recursos	Invitados
Febrero 2023 2 hora	Docentes Matemáticas	Retroalimentar el taller pasado. Juega con las simulaciones Preguntas de Reflexión	El taller será desarrollado con metodología participativa-constructivista	Sala para capacitación Proyector	Vía Zoom PhET-Fellow: Jesús Eduardo Villamizar Rincón Matemáticas Venezuela
Mayo 2023 4 hora	Estudiantes de la carrera Física-Matemática	Exposición de la temática: Estudiantes interactuando con la simulación Ejemplos de actividades Estructura del plan de clases - adaptación al formato UNAN	Para lograr una mayor asimilación de las temáticas, se aplicarán dinámicas de integración, aprendizaje y evaluación, con material en físico y	Internet Computadora Celulares Plantillas para Planes	Jesús Alexander Matamoros Meráz STEM Costa Rica Dra. Karla Dávila Vicedecana

		Diseños de hojas de actividades	aplicaciones electrónicas.		
		Retos abiertos			
		Sintetizar el conocimiento			
		Evaluación del taller			
		Asignación para trabajo independiente			

Taller 5

Temática: Facilitación del uso de simulaciones PhET (https://phet.colorado.edu/es/teaching-resources/virtual-workshop/facilitating-phet-sim-use)					
Objetivo: Diseñar eficazmente un plan de clase que incluya el uso de las simulaciones PhET para clases de matemáticas y ciencias.					
Fecha / Hora	Participantes	Actividades	Metodología	Recursos	Invitados
Febrero 2023 4 hora	Docentes Física, Matemática y Ciencias	Dinámica de integración Desarrollo de la temática Crear tu plan de clase y BOA adaptando a la estructura de la UNAN.	El taller será desarrollado con metodología participativa-constructivista Para lograr una mayor asimilación	Sala para capacitación Proyector Internet Computadora	Diego Fernando Rodríguez González STEM Colombia Myriam Edith Villegas Física Argentina
Junio 2023 4 hora	Estudiantes de las carreras Física-Matemática y Ciencias	Herramientas de reflexión el plan de clases. Preparación y Facilitación Enseñar y reflexionar Evaluación del taller Envía tu actividad al sitio de PhET	de las temáticas, se aplicarán dinámicas de integración, aprendizaje y evaluación, con material en físico y aplicaciones electrónicas.	Celulares	Rubén Perea Leyva Física México Dra. Karla Dávila Vicedecana

VIII. CONCLUSIONES

De acuerdo con los resultados encontrados y a la triangulación de la información de la investigación, uso y manejo de simuladores PhET en el diseño de actividades basadas en el aprendizaje por indagación para la enseñanza de la Física, se llegó a las siguientes conclusiones:

- 1) Los simuladores PhET son conocidos por docentes y estudiantes de la carrera Física-Matemática, pero desconocen algunos detalles técnicos de accesibilidad por falta de capacitación; el manejo de la simulación está limitado al desarrollo de clases demostrativas por parte del docente.
- 2) La principal actividad que usan los docentes para fomentar el aprendizaje por indagación de la Física, son las preguntas abiertas que les plantean a los estudiantes al iniciar la clase, pero no se aprovecha el juego abierto e individual que el estudiante puede hacer desde su celular para plantear hipótesis y discutir con sus compañeros para ser protagonista de su aprendizaje.
- 3) El docente tenía un rol protagónico ya que solo el manipulaba la simulación y dirigía las preguntas que quería verificar, por su parte, el rol de los estudiantes fue ser receptores de la información y participar solo cuando el docente les sugería hacerlo.
- 4) Las recomendaciones didácticas para el uso de los simuladores PhET en el diseño de actividades basadas en el aprendizaje por indagación se encuentran disponibles en los talleres del sitio web de PhET en los que se destacan: Juego abierto con la simulación por parte del estudiante de 5 a 10 minutos, para despertar la curiosidad y plantear hipótesis.

IX. RECOMENDACIONES

Con base a los resultados obtenidos en el análisis de la información, se recomienda:

- 1) Continuar haciendo uso de los simuladores PhET para la formación de los futuros docentes de Física —Matemática.
- 2) Capacitar a los docentes en el manejo que se le debe dar a los simuladores PhET para diseñar actividades que fomenten el aprendizaje por indagación para la enseñanza de la Física-Matemática.
- 3) Establecer alianza con el equipo de PhET Global de la Universidad de Colorado Boulder para poder desarrollar los talleres y certificar a los docentes para fortalecer sus competencias STEAM.
- 4) Establecer una comunidad de docentes PhET de Nicaragua donde se compartan las experiencias y se fomente la retroalimentación de las actividades propuestas para enriquecer las prácticas docentes.
- 5) Compartir los resultados de los talleres con las demás facultades para unificar y fortalecer la formación de los futuros docentes de Física-Matemática a nivel nacional.

X. BIBLIOGRAFÍA

Barragán Suescún, F. (2020). Simulaciones interactivas: nuevas herramientas en el aprendizaje contextualizado de la Física universitaria. *Revista Ciencias de la Educación*. Disponible en: [chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/http://servicio.bc.uc.edu.ve/educacion/revista/56/art02.pdf](http://servicio.bc.uc.edu.ve/educacion/revista/56/art02.pdf)

Barrón, A. R., & Ramírez, M. H. (2021). Diseño universal de aprendizaje en la enseñanza de la Física. *Información tecnológica*, 32(6), 73-84.

Cajas Narváez, B. G. (2020). Uso de simuladores para el estudio de mecánica de sólidos en los estudiantes de primero de bachillerato del Colegio Universitario "UTN", periodo académico 2019-2020 [Tesis de pregrado, Universidad Técnica del Norte]. Recuperado de <http://repositorio.utn.edu.ec/handle/123456789/10542>

Couso, D., Jimenez-Liso, M.R., Refojo, C. & Sacristán, J.A. (Coords) (2020) Enseñando Ciencia con Ciencia. FECYT & Fundacion Lilly. Madrid: Penguin Random House. Recuperado de: [chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://ddd.uab.cat/pub/lilibres/2020/220343/ensciencie_a2020.pdf](https://ddd.uab.cat/pub/lilibres/2020/220343/ensciencie_a2020.pdf)

Cruz Loaiza, E. (2020). Aprendizaje significativo del área de ciencia y tecnología (Física), a través de laboratorio y simulación en el software PhET en estudiantes del 5° grado de secundaria-IE Eusebio Corazao de Lamay, 2019.

Cunguan Toromoreno, M. L. (2019). Modelización de las Leyes de Newton en el cuerpo humano y la enseñanza interactiva mediante el uso del simulador PhET en los

estudiantes de primero de bachillerato técnico en mecánica automotriz (EMA) de la Unidad Educativa Rumiñahui ubicada en la ciudad de Sangolquí, en el año lectivo 2018–2019 (Bachelor's thesis, Quito: UCE).

Díaz Pinzón, J. E. (2016). Aplicación PhET: estrategia de enseñanza-aprendizaje de fracciones equivalentes. *Revista Criterios*, 23(1), 99-111. Recuperado a partir de <http://editorial.umariana.edu.co/revistas/index.php/Criterios/article/view/1789>

Fernández-Marchesi, N. E. (2018). Las actividades de laboratorio por indagación presentes en los libros de texto. *Revista De Educación En Biología*, 21(1), 19–33. Recuperado a partir de <https://revistas.unc.edu.ar/index.php/revistaadbia/article/view/22544>

Fuentes, D. M., Puentes, A., & Flórez, G. A. (2019). Estado Actual de las Competencias Científico Naturales desde el Aprendizaje por Indagación. *Educación Y Ciencia*, (23), 569–587. <https://doi.org/10.19053/0120-7105.eyc.2019.23.e10272>

Gil, S. (1997). Nuevas tecnologías en la enseñanza de la física oportunidades y desafíos. In *Memorias VI Conferencia Interamericana sobre Educación en la Física* (pp. 13-15). Recuperado de: chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/http://users.df.uba.ar/sgil/public_sgil/papers_sgil/Docencia/nuevas_tec_LaFalda97.pdf

Golovina, N. (2018). *Módulo de Metodología de la Investigación*. Matagalpa. Hernández Sampieri, R., Fenández Collado, C., & Baptista Lucio, P. (2006). *Metodología de la investigación*. Iztapalpa : McGraw-Hill Interamericana.

Gualtero Martínez, Y. A. & Sciutto, S. J. (2021). El papel de la actividad experimental en el desarrollo de tópicos de Física Contemporánea: Estrategia de aula para la comprensión del fenómeno de la superconductividad. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, 44. Recuperado de : <https://www.scielo.br/j/rbef/a/hLFkdnBGfsSYxp7SCphCmmN/abstract/?lang=es>

Hernández Sampierí, R., Fernández Callado, C., & Batista Lucio, P. (2014). *Metodología de la Investigación* (s ed.). México D.F: McGRAW-HILL / INTERAMERICANA EDITORES, S.A. DE C.V.

Hernández-Sampieri, R. & Mendoza Torres, C. P. (2018). *Metodología de la Investigación. Las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta*. McGraw-Hill interamericana Editores, S.A de C. V.

Iniciativas Globales PhET, (s.f). <https://phet.colorado.edu/es/phet-global>

Latorre, A. (2005). *Bases metodológicas de la investigación educativa* (Primera edición ed.).

López, V., Grimalt-Álvaro, C., & Couso, D. (2018). ¿ Cómo ayuda la Pizarra Digital Interactiva (PDI) a la hora de promover prácticas de indagación y modelización en el aula de ciencias?. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 15(3), 330201-330215.

Loza Ticona, R. M., Mamani Condori, J. L., Mariaca Mamani, J. S., & Yanqui Santos, F. E. (2020). Paradigma sociocrítico en investigación. *PsiqueMag*, 9(2), 30–39. <https://doi.org/10.18050/psiquemag.v9i2.2656>

Mariños Castillo, G. A. ., & Apolaya Sotelo, J. P. . (2021). Aprendizaje de las ciencias Físicas en el estudiante universitario: aportes de la indagación científica en el desarrollo de las competencias. *SCIÉENDO*, 24(1), 17-25. <https://doi.org/10.17268/sciendo.2021.002> (Original work published 10 de marzo de 2021)

Montenegro, M. R., Pandiella, S., & Benegas, J. (2019). Física en tiempo real y simulación (PhET): una experiencia exitosa de aprendizaje activo en circuitos eléctricos en la escuela secundaria. *Anuario Digital De Investigación Educativa*, (26). Recuperado a partir de <http://revistas.bibdigital.uccor.edu.ar/index.php/adiv/article/view/4001>

Morales, M., Acosta, K., & Rodríguez, C. (2022). El rol docente y la indagación científica: análisis de una experiencia sobre plagas en una escuela vulnerable de Chile. Recuperado a partir de: <https://rodin.uca.es/handle/10498/27118>

Notas informativas, (2019). FAREM-MATAGALPA. Recuperado de: [https://www.unan.edu.ni/index.php/notas-informativas/farem-matagalpa-39-anos-formando-generaciones-de-profesionales.odp#:~:text=Desde%201980%20la%20UNAN%2DManagua,Multidisciplinaria%20\(FAREM%2DMatagalpa\).](https://www.unan.edu.ni/index.php/notas-informativas/farem-matagalpa-39-anos-formando-generaciones-de-profesionales.odp#:~:text=Desde%201980%20la%20UNAN%2DManagua,Multidisciplinaria%20(FAREM%2DMatagalpa).)

Otero-Ortega, A. (2018). Enfoques de Investigación. Métodos para el diseño urbano–Arquitectónico. Recuperado de: chrome-extension://efaidnbnmnibpcjpcglclefindmkaj/https://www.researchgate.net/profile/Alfredo-Otero-Ortega/publication/326905435_enfoques_de_investigacion/links/5b6b7f9992851ca650526dfd/enfoques-de-investigacion.pdf

Pacheco Aguilar, A. R. ., Lorduy Flórez, D. J. ., & Páez García, J. C. . (2021). Criterios De Una Secuencia Didáctica Utilizando Simuladores Phet Asociados A Experiencias De Laboratorio Para La Enseñanza De La Química. *Tecné, Episteme y Didaxis: TED*, (Número Extraordinario), 727-733. Recuperado a partir de <https://revistas.pedagogica.edu.co/index.php/TED/article/view/15181>

Paida Jerez, M. K., & Calvache Segura, K. Y. (2019). Tesis. Recuperado a partir de <http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/39207>

Parra Zeltzer, V., Vanegas Ortega, C., & Bustamante González, D. (2021). La clase de Física es una extensión de la clase de Matemática: percepciones de estudiantes de enseñanza media sobre la enseñanza de la Física. *Estudios pedagógicos (Valdivia)*, 47(3), 291-302.

Pérez-Higuera, G. D., Niño-Vega, J. A., & Fernández-Morales, F. H. (2020). Estrategia pedagógica basada en simuladores para potenciar las competencias de solución de problemas de Física. *Aibi Revista De investigación, administración E ingeniería*, 8(3), 17-23. <https://doi.org/10.15649/2346030X.863>

Pimienta Prieto, J.H. & De la Orden Hoz, A. (2017). *Metodología de la investigación*. Tercera Edición. Pearson Educación de México, S.A de C.V.

Ponce Valdés, Y., Martínez Castro, Y., Rodríguez Rivero, L., & Garriga González, A. T. (2021). Uso de las simulaciones interactivas PhET en la disciplina Física para Ingeniería Forestal.

Real Academia Española: Diccionario de la lengua española, 23.^a ed., [versión 23.5 en línea]. <<https://dle.rae.es>> [15 marzo 2022].

Rodríguez Abril, P. L., Rodríguez-Hernández, A. A., & Avella-Forero, F.. (2021). Evaluación de simuladores como estrategia para el aprendizaje de la electricidad en la asignatura de Física en la educación media. *Revista Boletín Redipe*, 10(8), 219–237. <https://doi.org/10.36260/rbr.v10i8.1401>

Rodríguez-Sosa, J. M. (2022). Tendencias educativas en la enseñanza de la Física. *Logos Boletín Científico De La Escuela Preparatoria No. 2*, 9(17), 32-34. Recuperado a partir de <https://repository.uaeh.edu.mx/revistas/index.php/prepa2/article/view/8298>

Sánchez Zamora , W. . (2021). La simulación PhET en el aprendizaje de las ciencias naturales y las Matemáticas. *Revista Académica Arjé*, 4(1). Recuperado a partir de <https://revistas.utn.ac.cr/index.php/arje/article/view/350>

Sequeira, R. (1997). *Métodos de la Investigación Educativa. Guía Práctica*. Barcelona, España: CEAC.

Sosa, J. A., & Dávila, D. T. (2019). La enseñanza por indagación en el desarrollo de habilidades científicas. *Educación Y Ciencia*, (23), 605–624. <https://doi.org/10.19053/0120-7105.eyc.2019.23.e10275>

Valdez, D. G. (2017). Uso didáctico de PhET Simulaciones Interactivas, para la comprensión de los estados de la materia en la ciencia fisicoquímica.

ANEXOS

ANEXO 1



UNIVERSIDAD
NACIONAL
AUTÓNOMA DE
NICARAGUA,
MANAGUA
UNAN-MANAGUA

Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua Facultad Regional Multidisciplinaria Matagalpa Encuesta dirigida a Estudiantes de Física-Matemática

Introducción

La presente encuesta está dirigida a estudiantes de segundo año de Física-Matemática del turno sabatino durante el II semestre del 2022. El fin de esta es recopilar datos para elaborar tesis de maestría “Metodología y didáctica para la educación superior”, mediante el cual se pretende evaluar el uso y manejo de los simuladores PhET en el diseño de actividades basadas en el aprendizaje por indagación para la enseñanza de la Física. Agradeciendo su colaboración, objetividad y aportes al desarrollo del presente estudio.

Datos Generales:

Sexo: F ____ M ____ Edad: ____ Procedencia: Urbano ____ Rural : ____

Trabaja como docente de Física: _____

I. Marque con una X las opciones que estime convenientes:

1. En su formación como docente de Física ha recibido clases haciendo uso de:
 - a. _____ Laboratorios de Física
 - b. _____ Experimentos caseros
 - c. _____ Simuladores

2. Conoce los simuladores PhET
 - a. _____ Si
 - b. _____ No

3. Ha usado los simuladores PhET con rol de:
 - a. _____ Estudiante de la carrera de Física
 - b. _____ Docente de secundaria

4. El manejo que tiene de los simuladores PhET lo considera:
- a. Nulo
 - b. Regular
 - c. Bueno
 - d. Muy Bueno
 - e. Excelente
5. ¿Qué características considera debe tener un simulador de Física?
- a. Calidad Grafica
 - b. Atractivo
 - c. Intuitivo
 - d. Interactivo
 - e. Fiel a la realidad del fenómeno
 - f. De fácil acceso
 - g. Portabilidad
 - h. Multiplataforma
 - i. Seguro
6. ¿Cuáles de las siguientes opciones considera que son ventajas del uso de simuladores en la enseñanza de la ciencia?
- a. Evitan peligros de un laboratorio
 - b. Motivación
 - c. No requieren de laboratorios costosos
 - d. El estudiante experimenta sus ideas previas
 - e. Posee los complementos necesarios para realizar prácticas
 - f. Ayuda a comprobar, comparar y demostrarlos datos obtenidos
7. ¿Cuáles de las siguientes opciones considera que son beneficios del uso de simuladores?
- a. Probar hipótesis
 - b. Repetición ilimitada del experimento
 - c. Imitar el quehacer científico
 - d. Aprendizaje a su ritmo
 - e. Construcción de modelos
8. Considera que los simuladores pueden contribuir al aprendizaje significativo de la Física.
- a. si
 - b. No

9. ¿Cuál debe ser el papel del docente al usar simuladores en la enseñanza de la Física?
- Elaborar la guía de laboratorio
 - Orientar como usar el simulador
 - Dirigir estrategia de aprendizaje activo
10. ¿Cuál debe ser el papel del estudiante al usar simuladores?
- Resolver la guía de laboratorio
 - Seguir las orientaciones el docente
 - Indagar el uso del simulador y hacer hipótesis.
11. Los simuladores estimulan el aprendizaje por indagación de la Física
- Si
 - No
12. De las siguientes actividades cuales favorecen la indagación.
- Identificar y plantear preguntas
 - Definir el problema a resolver
 - Reunir información bibliográfica
 - Formular explicaciones al problema planteado
 - Plantear problemas de la vida cotidiana
 - Diseñar y conducir el trabajo de investigación
 - Compartir con otros mediante la argumentación.
13. Desde su punto de vista el aprendizaje de la Física es:
- Fácil entender.
 - Difícil por la cantidad de temas de teóricos.
 - Difícil de comprender por su relación con la Matemática.
 - Difícil por la escasa realización de experimentos.
14. Considera que uso de simuladores fomenta la enseñanza para la comprensión de la Física.
- Si
 - No

¡Gracias por su colaboración!

ANEXO 2



UNIVERSIDAD
NACIONAL
AUTÓNOMA DE
NICARAGUA,
MANAGUA
UNAN-MANAGUA

Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua
Facultad Regional Multidisciplinaria Matagalpa

Guía de Observación

DATOS GENERALES

Docente: _____

Nivel académico _____

Asignatura: _____

Modalidad: _____ Año: ____ Hora inicio de la clase: _____ Hora finaliza: _____

Estudiantes presentes: ____ Estudiantes matriculados en esta asignatura: ____

Indicador	Si	No	Observación
El docente fomenta el uso de: a. Laboratorios de Física b. Experimentos caseros c. Simuladores			
El docente desarrollo la clase usando simuladores PhET			
El docente recomendó el uso de simuladores			
Los estudiantes hacen uso de los simuladores en sus celulares o tabletas digitales durante el desarrollo de la clase.			
Características del simulador usado por el docente: Calidad Gráfica Atractivo Intuitivo Interactivo Fiel a la realidad del fenómeno Fácil acceso Portabilidad Multiplataforma Seguro			

<p>El simulador fue usado para: Probar hipótesis Repetición de experimentos Imitar el quehacer científico Aprendizaje al ritmo de estudiantes construcción de modelos.</p>			
<p>El rol del docente: Elaborar la guía del laboratorio Orientar como usar el simulador Dirigir estrategia de aprendizaje activo.</p>			
<p>El rol del estudiante evidencia un aprendizaje activo</p>			
<p>Las actividades desarrolladas por los estudiantes estimulan el aprendizaje significativo.</p>			
<p>En el desarrollo de la clase el docente hace énfasis: a. Aprendizaje de fórmulas y cálculos matemáticos b. Memorizar las definiciones, fórmulas y unidades de medida. c. Comprender la Física por medio de situaciones cotidianas</p>			
<p>Las actividades propuestas por el docente fomentan el aprendizaje para la comprensión de la Física.</p>			

ANEXO 3



Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua Facultad Regional Multidisciplinaria Matagalpa Entrevista dirigida a Expertos de PhET

Introducción

La presente entrevista está dirigida a expertos en el diseño de actividades usando simuladores PhET, para la enseñanza de la Física. El fin de esta es recopilar datos para elaborar tesis de maestría “Metodología y didáctica para la educación superior”, mediante el cual se pretende evaluar el uso y manejo de los simuladores PhET en el diseño de actividades basadas en el aprendizaje por indagación para la enseñanza de la Física. Agradeciendo su colaboración, objetividad y aportes al desarrollo del presente estudio.

DATOS GENERALES

Sexo: F _____ M _____ Años de experiencia usando simuladores PhET: _____

Estudios Realizados: _____ País: _____

Cargo: _____

1. ¿Qué son los simuladores PhET?

2. ¿Cuál son las características de los simuladores de PhET?

3. ¿Cuáles son las ventajas del uso de simuladores para la enseñanza de la Física?

4. ¿Qué beneficios tiene el uso de simuladores?

5. ¿Qué tipo de aprendizaje se promueve con el uso de simuladores?

6. ¿Cuál es el rol del docente y del estudiante en el uso de los simuladores?

7. ¿Cuáles son las actividades que favorecen el aprendizaje de la Física usando los simuladores?

8. ¿Cuáles son las percepciones correctas e incorrectas que tienen docentes y discentes a cerca de la enseñanza de la Física?

9. ¿Cuáles son las recomendaciones para diseñar actividades que fomenten la comprensión de la Física?

¡Gracias por su colaboración!

ANEXO 4



UNIVERSIDAD
NACIONAL
AUTÓNOMA DE
NICARAGUA,
MANAGUA
UNAN-MANAGUA

Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua

Facultad Regional Multidisciplinaria Matagalpa

Guía temática grupo focal con docentes que imparten Física en la carrera de Física-Matemática.

Presentación e Indicación: Estimados docentes, solicito de manera formal su valiosa colaboración en la participación de este grupo focal con el fin de recopilar datos para elaborar tesis de maestría de “Metodología y didáctica para la educación superior”, mediante el cual se pretende evaluar el uso y manejo de los simuladores PhET en el diseño de actividades basadas en el aprendizaje por indagación para la enseñanza de la Física. Agradeciendo su colaboración, objetividad y aportes al desarrollo del presente estudio.

1. ¿Qué simuladores para la enseñanza de la Física conocen? ¿Cómo los aprendió a usar?
2. ¿Hacen uso de simuladores para la formación de los estudiantes de la carrera de Física? ¿Por qué?
3. ¿Cuál son las características de los simuladores?
4. ¿Cuáles son las ventajas del uso de simuladores para la enseñanza de la Física?
5. ¿Cuáles es la utilidad del uso de los simuladores?
6. ¿Qué beneficios tiene el uso de simuladores?
7. ¿Conoce los simuladores PhET? ¿Conoce la metodología para el desarrollo de actividades por indagación que sugiere PhET?
8. ¿Qué tipo de aprendizaje se promueve con el uso de simuladores?
9. ¿Cuál es el rol del docente y del estudiante en el uso de los simuladores?
10. ¿Cuáles son las actividades que favorecen el aprendizaje de la Física usando los simuladores?
11. ¿Cuáles son las percepciones incorrectas que tienen los discentes acerca de la Física?
12. ¿Cuáles son las recomendaciones para diseñar actividades que fomenten la comprensión de la Física?

¡Gracias por su colaboración!

ANEXO 5



National Autonomous University of Nicaragua Regional Multidisciplinary Faculty Matagalpa Interview with PhET Experts

Introduction

This interview is addressed to experts in the design of activities using PhET simulators, for the teaching of Physics. The purpose of this is to collect data to develop a master's thesis "Methodology and didactics for higher education", through which it is intended to evaluate the use and management of PhET simulators in the design of activities based on inquiry-based learning for teaching. of Physics. Thanking you for your collaboration, objectivity and contributions to the development of this study.

GENERAL DATA

Name and surname: Carl
Wieman

Country:

USA

Applied studies. physics doctorate

QUESTIONS

1. **What are PhET simulators?**

Purpose of its creation? interactive simulations intended to teach science

2. **What are the characteristics of PhET simulators?**

dynamic behavior involving multiple factors interacting, many variables usef can vary to see results on simulation behavior.

3. What are the advantages of using simulators for teaching Physics?

They make concepts and relationships easier to visualize. they allow students to learn through interaction and exploration.

4. What are the benefits of using simulators?

They provide dynamic visualization, and they involve students actively in the learning process.

**5. What type of learning is promoted with the use of simulators?
conceptual relationships among fundamental quantities**

6. What is the role that teachers and students should have in the use of simulators?

Teach should be a guide laying out the overall goals, while student explores and discovers to achieve those goals.

7. What are the activities that favor the learning of Physics using simulators?

Activities that have the students explore but with some guidance, but not too constrained. So encourage curiosity.

8. What are the incorrect perceptions that teachers and students have about the teaching of Physics?

That they are to just be used to demonstrate an effect or some quantities, rather than opportunity for exploration.

9.¿ What recommendations would you give to teachers who start using PhET simulators to design activities that promote the understanding of Physics?

Be sure to give the students opportunities to explore without too much structure.

Thank you for your cooperation!

Traducción de la entrevista a Carl Wieman



UNIVERSIDAD
NACIONAL
AUTÓNOMA DE
NICARAGUA,
MANAGUA
UNAN-MANAGUA

Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua
Facultad Regional Multidisciplinaria
Matagalpa
Entrevista dirigida a Expertos de PhET

Introducción

La presente entrevista está dirigida a expertos en el diseño de actividades usando simuladores PhET, para la enseñanza de la Física. El fin de esta es recopilar datos para elaborar tesis de maestría “Metodología y didáctica para la educación superior”, mediante el cual se pretende evaluar el uso y manejo de los simuladores PhET en el diseño de actividades basadas en el aprendizaje por indagación para la enseñanza de la Física. Agradeciendo su colaboración, objetividad y aportes al desarrollo del presente estudio.

DATOS GENERALES

Nombre: Carl Wieman

Estudios Realizados: Doctorado en Física

País: USA

1. ¿Qué son los simuladores PhET?

¿Propósito de su creación?, simulaciones interactivas destinadas a enseñar ciencias

2. ¿Cuál son las características de los simuladores de PhET?

Comportamiento dinámico que involucra múltiples factores que interactúan, muchas variables útiles pueden variar para ver resultados en el comportamiento de simulación.

3. ¿Cuáles son las ventajas del uso de simuladores para la enseñanza de la Física?

Hacen que los conceptos y las relaciones sean más fáciles de visualizar. permiten que los estudiantes aprendan a través de la interacción y la exploración.

4. ¿Qué beneficios tiene el uso de simuladores?

Proporcionan una visualización dinámica e involucran a los estudiantes activamente en el proceso de aprendizaje

5. ¿Qué tipo de aprendizaje se promueve con el uso de simuladores?

Relaciones conceptuales entre cantidades fundamentales

6. ¿Cuál es el rol del docente y del estudiante en el uso de los simuladores?

Enseñar debe ser una guía que establezca los objetivos generales, mientras que el estudiante explora y descubre para lograr esos objetivos.

7. ¿Cuáles son las actividades que favorecen el aprendizaje de la Física usando los simuladores?

Actividades que hacen que los estudiantes exploren, pero con alguna orientación, pero no demasiado restringidas. Así que fomenta la curiosidad.

8. ¿Cuáles son las percepciones correctas e incorrectas que tienen docentes y discentes a cerca de la enseñanza de la Física?

Que solo se usen para demostrar un efecto o algunas cantidades, en lugar de una oportunidad para la exploración.

9. ¿Cuáles son las recomendaciones para diseñar actividades que fomenten la comprensión de la Física?

Asegúrese de dar a los estudiantes oportunidades para explorar sin demasiada estructura.

¡Gracias por su colaboración!

Anexo 6



Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua Facultad Regional Multidisciplinaria Matagalpa Entrevista dirigida a Expertos de PhET

Introducción

La presente entrevista está dirigida a expertos en el diseño de actividades usando simuladores PhET, para la enseñanza de la Física. El fin de esta es recopilar datos para elaborar tesis de maestría “Metodología y didáctica para la educación superior”, mediante el cual se pretende evaluar el uso y manejo de los simuladores PhET en el diseño de actividades basadas en el aprendizaje por indagación para la enseñanza de la Física. Agradeciendo su colaboración, objetividad y aportes al desarrollo del presente estudio.

DATOS GENERALES

Nombre: [Rebeca Vieyra](mailto:Rebecca.Vieyra@Colorado.edu) (Rebecca.Vieyra@Colorado.edu)

Sexo: Femenino, **Años de experiencia usando simuladores PhET:** 17 años

Estudios Realizados: Lic. Enseñanza de la Física

Msc. Enseñanza de la Ciencia

Doctorado en Educación Científica

País: Estados Unidos **Cargo:** Directora Asociada de Iniciativas Globales de PhET

1. ¿Qué son los simuladores PhET?

Son ilustraciones interactivas, es decir, un tipo de visualización de las Matemáticas, de las ciencias, enfocándose en los conceptos más básicos, los principios, aunque se pueden usar para enseñar los procesos científicos como la indagación, recopilación de datos, análisis de datos. La mayoría de las simulaciones ilustran escenarios que tiene muchas variables, donde el estudiante puede modificar esas variables y ver los efectos. Para nosotros la mayoría del medio es visual, pero se tiene varias características para la accesibilidad, aunque no se les note de inmediato, en algunas tenemos opciones, por ejemplo si alguien tiene un lector de pantalla, por si alguien es ciego, pueden escuchar a voz fuerte que es lo que está pasando en la simulación. También tenemos algo de sonido, pero la mayoría es visual. Una visualización interactiva.

2. ¿Cuál son las características de los simuladores de PhET?

Enfocado en hacer auténtico, un modelo auténtico, pero pedagógicamente apropiado para enseñar estos principios básicos. Es decir que la mayoría del tiempo queremos que los modelos que mostramos reflejen la realidad de cómo es la naturaleza, de cómo son las Matemáticas. Pero hay algunos casos en algunas simulaciones que se debe de tomar el paso corto porque simplemente es demasiado complicado en muchos aspectos las simulaciones se reproducen con datos muy idealistas es decir que no es lo que uno conseguiría dentro de un laboratorio de ciencias con aparatos físicos donde hay más que puede impactar el resultado, pero básicamente lo que intentamos hacer es que algo sea como en la vida real, pero a la vez que no sea demasiado complicado para entender, la característica básica que hace única a la simulación PhET única de otras simulaciones que se desarrollan muchas veces es que siempre hacemos entrevistas con estudiantes durante todo el proceso de desarrollo, generalmente trabajos de seis a siete personas y lo que hacemos es que en cada paso les decimos juega con esto que es lo que estás pensando, que es lo que crees que significa esto, que crees que deberías de hacer, que aprendiste nos damos cuenta en eso, proceso de que si tenemos demasiado un sistema hay que quitar un poco, porque tal vez puede distraer del principio básico. Así que todo lo que hacemos es tratar de hacer un balance entre lo que es auténticamente reflejando la realidad y lo que se puede comprender, tratamos de poner este andamiaje implícito que lo llamamos. Generalmente, nos gusta tener representaciones distintas, así que por ejemplo estamos trabajando con energía, se puede representar de múltiples maneras, con gráficas, con barras, con puntos, con gráficas circulares, cosas así con múltiples representaciones.

3. ¿Cuáles son las ventajas del uso de simuladores para la enseñanza de la Física? Y ¿Qué beneficios tiene el uso de simuladores?

Con la Física en particular hay muchas cosas que son abstractas, digamos la corriente de electrones o puede ser como dije la energía, estas son cosas donde podemos ver el efecto, pero no sabemos exactamente lo que está pasando dentro del sistema. Las simulaciones más que nada son así para visualizar, pero además de eso no solo para la enseñanza de la Física, sino de las ciencias en general, es que sabemos que las simulaciones les dan a los estudiantes un lugar donde pueden indagar, donde puedan hacer sus propias preguntas, donde puedan reaccionar con su propia curiosidad y creatividad.

4. ¿Qué tipo de aprendizaje se promueve con el uso de simuladores?

En general decimos que con las simulaciones muchas veces hasta sin intentar cambian las normas del aula, por qué el estudiante de repente tiene mucho más control sobre su propio aprendizaje, es más aprendizaje activo centrado en el estudiante. No todo el conocimiento en este caso viene de los libros de textos o vienen de la palabra del profesor. En este caso el aprendizaje puede originar dentro de las mismas experiencias que el estudiante puede tener con las simulaciones. Promueve más interactividad y más que los estudiantes sean más dueños de sus propios conocimientos, lo pueden dirigir más.

5. ¿Cuál es el rol del docente y del estudiante en el uso de los simuladores?

Con el estudiante siempre yo espero que tenga deseos de saber más, de preguntar ¿por qué?, de preguntar ¿qué pasará? Generalmente, el profesor es un andamiaje, es decir, muchas veces cuando le presentamos un simulador a los estudiantes como que tiene curiosidad, pero no necesariamente va a ir más allá que jugar, tal vez darse cuenta de algunos principios sin tener necesariamente ese apoyo del profesor. Así que con el profesor yo pienso que su rol principal es de hacer cuestiones a los estudiantes para que hagan predicciones, para que respondan a retos, el profesor debe ir buscando esos momentos que emocionan o tienen dudas por qué con eso luego podemos entrar en conversaciones que realmente les importa a los estudiantes o al docente con el apoyo de los estudiantes, luego pueden ser modificaciones donde el profesor no tiene que decir, esto si es correcto, eso es incorrecto, podemos modificar la simulación para que nos verifique lo que es verdad y lo que no entonces el profesor ya no es el centro del conocimiento.

6. ¿Cuáles son las actividades que favorecen el aprendizaje de la Física usando los simuladores?

Tenemos algunas estrategias muy específicas, todo con base en la indagación y el aprendizaje activo, provocar al estudiante a explorar por sí mismo y luego concretar o sintetizar lo que ha aprendido, eso es lo realmente más importante. Porque sabemos muy bien que cuando un estudiante entra por sí mismo y entra a jugar, se da cuenta de cosas, tiene preguntas, pero realmente el trabajo de consolidarlo es lo más importante y yo creo que lo más importante es ayudarlo al estudiante a hacer predicciones, racionalizar predicciones, hacer hipótesis, pero luego que tengan la experiencia de verificar si es verdad lo que pensaba, pero luego pensar ese momento se salió así por qué yo estaba pensando otra cosa, pero ahora yo entiendo que cuando veo una situación así tengo que pensar de otra manera o tengo que considerar alguno otro aspecto, hacer el proceso de metacognición, estar al tanto lo que yo sé, lo que yo no sé y entender que algunas veces debo cambiar la manera de pensar.

7. ¿Cuáles son las percepciones correctas e incorrectas que tienen docentes y discentes a cerca de la enseñanza de la Física?

Mi rol como profesor es identificar esos genios y concentrarme en ellos. Para hacer la Física hay que ser superinteligente, hay que conocer muy bien las Matemáticas, algunos creen que hay gente que nació para hacer la Física y hay gente que no. Es algo que quiero cambiar porque yo que todos si puede, si tienen el apoyo, si tienen las experiencias y también pueden tomarse su tiempo a su propio ritmo.

8. ¿Cuáles son las recomendaciones para diseñar actividades que fomenten la comprensión de la Física?

Tenemos que tener un cambio de mentalidad, de lo que significa enseñar, eso requiere una inmersión de las nuevas tecnologías y creo que eso requiere tener experiencia como aprendices a través del aprendizaje activo y después tener la oportunidad para practicar y modelar ese tipo de conocimientos con nuestros colegas. Inmersión completa en aprendizaje activo.

¡Gracias por su colaboración!

Anexo 7



UNIVERSIDAD
NACIONAL
AUTÓNOMA DE
NICARAGUA,
MANAGUA
UNAN-MANAGUA

Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua Facultad Regional Multidisciplinaria Matagalpa Entrevista dirigida a Expertos de PhET

Introducción

La presente entrevista está dirigida a expertos en el diseño de actividades usando simuladores PhET, para la enseñanza de la Física. El fin de esta es recopilar datos para elaborar tesis de maestría “Metodología y didáctica para la educación superior”, mediante el cual se pretende evaluar el uso y manejo de los simuladores PhET en el diseño de actividades basadas en el aprendizaje por indagación para la enseñanza de la Física. Agradeciendo su colaboración, objetividad y aportes al desarrollo del presente estudio.

DATOS GENERALES

Nombre: Diana Berenice López Tavares
(Diana.LopezTavares@Colorado.edu)

Sexo: Femenino **Años de experiencia usando simuladores PhET:** 9 años

Estudios Realizados: Lic. En Física
Msc. Física Educativa
Doctorado en Tecnología Educativa

País: México **Cargo:** Embajadora PhET en Latinoamérica

1. ¿Qué son los simuladores PhET?

Pues los simuladores que se usan en la educación son entornos virtuales donde se representan fenómenos tanto científicos como matemáticos, donde los estudiantes pueden utilizar diferentes controles que manipulan las variables de este fenómeno y recibir retroalimentación inmediata del efecto de esta manipulación.

2. ¿Cuál son las características de los simuladores de PhET?

La característica que tiene la simulación PhET diferente a muchos de los simuladores que podrías encontrar en Internet es, pues la su sencillez y esta investigación ardua que tienen detrás tanto, en las representaciones que usan como los modelos y su uso pedagógico y la interacción que va a tener con el estudiante.

3. ¿Cuáles son las ventajas del uso de simuladores para la enseñanza de la Física? Y ¿Qué beneficios tiene el uso de simuladores?

Son muchas, una es mucho más económico que usar experimentos con materiales reales si bien las simulaciones no son para sustituir idealmente los estudiantes deberían tener ambas experiencias, pues la realidad es de nuestras escuelas son diferentes hay muchas escuelas que no tienen laboratorios Entonces el hecho de tener una simulación ya ayuda mucho al desarrollo de esta de la Pues de la habilidad de experimentación mínima pero ayuda bastante a realizar experimentos, hacen visible lo invisible aunque tengas el laboratorio más lujoso realmente tú no podrías ver los átomos, los campos la corriente moviéndose en un circuito al tener la posibilidad de que los estudiantes las usen eso le da Pues un rol más activo en Así que es responsable de su propio aprendizaje y podemos comentar más fácilmente el aprendizaje centrado en el estudiante, es un puente de comunicación entre profesores y estudiantes, ya que al tener la misma visualización ya es más fácil así debes este vector hablemos de este vector en lugar de, imagínate, o que el profesor lo traté de dibujar en el pizarrón es un poco complicado.

4. ¿Qué tipo de aprendizaje se promueve con el uso de simuladores?

El tipo de aprendizaje que se promueve usando los simuladores PhET, me parecen muy flexibles que realmente las puedes utilizar en casi todas las metodologías que se están impulsando hoy en día se le pone mucho énfasis el aprendizaje por indagación, en el cual se les hacen preguntas a los estudiantes que requieren un proceso de indagación en el cual: recolectar datos, analizarlos, con base en esos datos poder dar conclusiones, poder hacer predicciones, construcción de modelos eso es el aprendizaje por indagación, pero, aun así, creo que otras como el flipped Classroom, el aprendizaje basado en proyectos elementos del aprendizaje siento que las simulaciones se pueden usar en todos las metodologías de aprendizaje en ciencias y Matemáticas.

5. ¿Cuál es el rol del docente y del estudiante en el uso de los simuladores?

Pues igual pueden tener cualquier rol, pero el que fomenta tanto en metodologías centradas en el profesor centradas, en el estudiante, en cualquier método tradicionales o activos, creo que las simulaciones funcionan en ellos. Los que promueven el aprendizaje centrado en el estudiante dónde son los estudiantes los que son el principal actor del proceso enseñanza-aprendizaje así que ellos son los que usan la simulación, la interpretan, e interactúan con ella recolectan datos, dan conclusiones construyen modelos, mientras que los profesores son una guía y un facilitador de este proceso se encargan de diseñar las actividades y ese es un arduo trabajo, como ya lo has experimentado, para que los estudiantes puedan tener este proceso de una manera eficaz, pero sí entonces el rol del profesor es la creación de las experiencias de aprendizaje y que la implementación y facilitación de esa simple esas estrategias, la

evaluación de los estudiantes para poder decidir los siguientes pasos que se deben de tomar en las clases.

6. ¿Cuáles son las actividades que favorecen el aprendizaje de la Física usando los simuladores?

Creo que todos los pasos del aprendizaje por indagación, desde la colaboración, es fundamental el diálogo entre estudiantes, principalmente con algo tan abstracto como son las ciencias y la Física. La Física es la ciencia que explica nuestro entorno y para explicar muchas de esas cosas, pues no es evidente; Así que la experimentación es fundamental para esto, así que considero que una actividad didáctica debe comenzar identificando lo que el alumno ya sabe sobre el tema Porque todos los alumnos ya saben algo sobre cómo funciona el mundo, y muchas de estas ideas son incorrectas o están incompleta. Así que una clase de Física debe iniciar haciendo consciente al estudiante de lo que ya sabe y poder usar ese conocimiento para tratar de explicar un fenómeno iba a darse cuenta de que hay agujeros, que hay cosas que no explican sus ideas, por lo cual se requiere una experimentación un proceso de investigación científica a nivel clase y este proceso requiere de las predicciones la recolección de datos el análisis de esos datos, el dar conclusiones, el argumentar con sus compañeros, el crear modelos, tanto orales como pictóricos con maquetas Incluso en dibujos, llenado de tablas, interpretación de datos, el poder tanto atender el fenómeno de manera cualitativa que pueda describir, pero también cuantitativa que entienda los modelos matemáticos aunque esta última parte realmente depende mucho del nivel académico del que estemos hablando.

7. ¿Cuáles son las percepciones correctas e incorrectas que tienen docentes y discentes a cerca de la enseñanza de la Física?

Uy, pues escuchado muchas cosas en esa parte, sí bien hay muchos profesores que piensan que enseñar Física requiere de todo este proceso de experimentación, muchos de ellos realmente no lo llevan a cabo en aulas, por ejemplo aquí de México y creo que es lo mismo en Latinoamérica a nivel preparatoria, secundaria los niveles, pues, los del medio donde ya ven Física como una asignatura y no como parte de ciencias naturales el acercamiento que se les da es memorízate estás definiciones: ¿Qué es energía?, ¿Qué es trabajo?, ¿Qué es fuerza? Y esas definiciones son basadas en otros conceptos que tampoco entiende, no, por ejemplo, potencia es la rapidez con la que haces un trabajo y bueno, ni siquiera saben qué es trabajo, no, entonces cómo van a entender que es potencia. Así que son definiciones bastante abstractas y con fórmulas, no, a veces hasta las definiciones de qué es la fuerza, la fuerza es la multiplicación de la masa y la aceleración y resolver muchos problemas numéricos, pero del tipo, pero del tipo si "m" es 2 y "a" es 4 Cuánto vale "f", así que, pues esa es la parte que yo considero que es incorrecta desde qué es la Física y si hay posibilidades de que tengan un laboratorio, pues está recetas de cocina en la cual se usa el laboratorio para comprobar la teoría que se dijo en el aula y para comprobar me refiero a que recolectar datos y lo único que hacen es que el numerito este que recolecté se parezca el numerito que saque con la fórmula que tampoco entiendo y bueno esa es la parte que no debería de ser así.

A mí me gusta mucho lo que es la filosofía de Carl el creador de la simulación, el fundador del proyecto PhET donde él comenta que sí, que realmente es una forma de pensar, Física, es querer entender el mundo que nos rodea y poderlo aprovechar en nuestro beneficio. Entonces es prestarle atención, es analizarlo, es coleccionar datos, es hacer experimentos, es pensar, hacerte preguntas, el querer contestarlas, y entonces para tener esa mentalidad de querer explicar tu entorno, pues primero es este sentimiento de maravillarte de entusiasmartelo, de tener dudas, de tener inquietudes, por saber cómo funciona tu entorno, entonces si te fijas, pues, Física involucra sentimientos, involucra actitudes habilidades y conocimientos conceptuales también.

8. ¿Cuáles son las recomendaciones para diseñar actividades que fomenten la comprensión de la Física?

Incluir una nueva herramienta y metodología en tu clase es un proceso bastante complicado, así que yo considero que empezar solo te va a frustrar, te va a costar trabajo, así que primero, pues, búscate una comunidad donde te sientas a gusto y dónde te sientas que estás aprendiendo, entonces, por ejemplo, la comunidad de Facebook de PhET, que si bien al inicio, pues no portas nada, pero estás viendo las actividades y las experiencias de otros profesores y ya luego puedas involucrar que de otra manera es con que yo siento, anímate a llevar una simulación a tu clase no importa la metodología en la que la uses, el ir las poco a poco llevando te hace conocerlas, saber de qué se trata cada una, saber cuántas hay, son 160 simulaciones de las cuales como 80 de Física y requiere de su tiempo al conocerlas cada una de ellas y el sacarle el máximo provecho. Así que tómate el tiempo de jugar, de ir las llevando poco a poco, de experimentar con los propios estudiantes y pues tenemos el taller de PhET, el cual también es y ya quieres profundizar en el diseño de actividades, pues, puedes seguir este taller para aprender a diseñar las actividades acordes a la filosofía PhET.

¡Gracias por su colaboración!

Anexo 8



Introducción a PhET

Aprende cómo acceder y compartir las simulaciones PhET con tus alumnos, y explora las características que hacen de las simulaciones PhET una potente herramienta para los profesores de ciencias y matemáticas.

🕒 2 horas



Estrategias de Implementación para la Clase Entera

Revisa las estrategias sobre cómo utilizar PhET cuando se presenta una simulación frente a toda la clase, ya sea utilizando un proyector, una pizarra interactiva o compartiendo la pantalla en una clase en línea.

🕒 3 horas



Diseño de Actividades para Matemáticas

Revisa las estrategias sobre cómo usar PhET para crear actividades basadas en indagación para clases de matemáticas, incluyendo hojas de actividades que los estudiantes pueden utilizar de forma individual o en equipos pequeños, mientras usan las simulaciones en un dispositivo propio.

🕒 5 horas



Diseño de Actividades para Ciencias

Revisa las estrategias sobre cómo usar PhET para crear actividades basadas en indagación para clases de ciencias, incluyendo hojas de trabajo que los estudiantes pueden utilizar de forma individual o en equipos pequeños, mientras usan las simulaciones en un dispositivo propio.

🕒 5 horas



Facilitación del Uso de Simulaciones PhET

Aprende a diseñar e implementar eficazmente un plan de clase que incluya el uso de las simulaciones PhET para clases de matemáticas y ciencias.

🕒 6 horas

ANEXO 9 TABLAS

Laboratorios

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Laboratorio de Fisica	23	82,1	100,0	100,0
Perdidos	Sistema	5	17,9		
Total		28	100,0		

Experimentos Caseros

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Experimentos Caseros	21	75,0	100,0	100,0
Perdidos	Sistema	7	25,0		
Total		28	100,0		

Simuladores

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Simuladores	15	53,6	100,0	100,0
Perdidos	Sistema	13	46,4		
Total		28	100,0		

Conoce Simuladores Phet

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Si	23	82,1	85,2	85,2
	No	4	14,3	14,8	100,0
	Total	27	96,4	100,0	
Perdidos	Sistema	1	3,6		
Total		28	100,0		

Manejo_Simuladores_PhET1

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Nulo	2	7,1	7,1	7,1
	Regular	1	3,6	3,6	10,7
	Bueno	18	64,3	64,3	75,0
	Muy Bueno	5	17,9	17,9	92,9
	Excelente	2	7,1	7,1	100,0
	Total	28	100,0	100,0	

Simuladores_Contribuyen_Aprendizaje_Significativo

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Si	28	100,0	100,0	100,0

Rol_Docente1

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Elaborar la guía de laboratorio	10	35,7	100,0	100,0
Perdidos	Sistema	18	64,3		
Total		28	100,0		

Rol_Docente2

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Orientar como usar el simulador	18	64,3	100,0	100,0
Perdidos	Sistema	10	35,7		
Total		28	100,0		

Rol_Docente3

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Dirigir estrategia de aprendizaje activo	16	57,1	100,0	100,0
Perdidos	Sistema	12	42,9		
Total		28	100,0		

Rol_Estudiante1

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Resolver la guía de laboratorio	8	28,6	100,0	100,0
Perdidos	Sistema	20	71,4		
Total		28	100,0		

Rol_Estudiante2

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Seguir las orientaciones del docente	13	46,4	100,0	100,0
Perdidos	Sistema	15	53,6		
Total		28	100,0		

Rol_Estudiante3

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Indagar el uso del simulador y hacer hipótesis	18	64,3	100,0	100,0
Perdidos	Sistema	10	35,7		
Total		28	100,0		