

UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS

VICERRECTORADO

**CENTRO PSICOPEDAGÓGICO Y DE INVESTIGACIÓN EN EDUCACIÓN
SUPERIOR - CEPIES**



**LA SIMULACIÓN COMO ESTRATEGIA DIDÁCTICA PARA
DETERMINAR UN APRENDIZAJE SIGNIFICATIVO EN LA
ASIGNATURA DE FÍSICA EN EDUCACIÓN SUPERIOR
CASO FÍSICA I FACULTAD DE TECNOLOGÍA UMSS 2022**

Tesis de Maestría para optar el grado académico de Magister Scientiarum en Educación
Superior

Mención: Metodología de la Investigación Científica

MAESTRANTE: LIC. MARÍA VIRGINIA ORELLANA VINOYA

TUTOR: MSC. ZENÓN QUIROZ ARCANI

LA PAZ - BOLIVIA

2024

UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS

VICERRECTORADO

CENTRO PSICOPEDAGÓGICO Y DE INVESTIGACIÓN EN EDUCACIÓN SUPERIOR

CEPIES

Tesis de Maestría:

**LA SIMULACIÓN COMO ESTRATEGIA DIDÁCTICA PARA
DETERMINAR UN APRENDIZAJE SIGNIFICATIVO EN LA
ASIGNATURA DE FÍSICA EN EDUCACIÓN SUPERIOR
CASO FÍSICA I, FACULTAD DE TECNOLOGÍA UMSS 2022**

Para optar el Grado Académico de Magister Scientiarum en Educación Superior,
Mención: Metodología de la Investigación Científica, de la Postulante;

Lic. María Virginia Orellana Vinoya

Nota Numeral:.....

Nota Literal:.....

Director a.i. CEPIES:

Ph. D. Alberto Leandro Figueroa Soliz

Coordinador de Maestrías y Diplomados CEPIES:

M. Sc. Aldo Ramiro Valdez Alvarado

Tutor: M. Sc. Zenón Quiroz Arcani

Tribunal: Ph. D. Wilson Galo Flores Flores

Tribunal: M.Sc. Néstor Enrique Bruno Millán

La Paz, de2024

Escala de Calificación para programas Postgraduales Según el Reglamento para la elaboración y Sustentación de Tesis de Grado vigente en el Centro Psicopedagógico y de Investigación en Educación Superior CEPIES: a) Summa cum laude (91-100) Rendimiento Excelente; b) Magna cum laude (83-90) Rendimiento Muy Bueno; c) Cum laude (75-82) Rendimiento Bueno; d) Rite (66-74) Rendimiento Suficiente; e) (0-65) Insuficiente.

Agradecimientos

Me es grato manifestar mi agradecimiento a los distinguidos colaboradores, quienes han prestado su valioso aporte con sus consejos y observaciones a este trabajo. Al Msc. Zenón Quiroz Arcani por la guía oportuna, su tiempo y seguimiento gracias por sus consejos y observaciones . Un agradecimiento especial a mi compañera de universidad y actual colega la Msc. Milka Torrico Troche por su valioso apoyo moral y material. En la revisión de estilo, mi hermano Juan Cancio Quiroga Vinoya ha colaborado con dedicación en las correcciones a él mi gratitud y cariño.

Dedicatoria

A mis amados hijos Katrinca y Franco,

por su solidaridad, paciencia y apoyo

que me dedicaron.

Índice general

Resumen	XI
Introducción	XIII
1. Presentación del Problema	1
1.1. Identificación del problema	1
1.2. Antecedentes	2
1.3. Planteamiento del Problema	4
1.3.1. Pregunta de Investigación	5
1.4. Objetivos de Investigación	5
1.4.1. Objetivo General	5
1.4.2. Objetivos Específicos	6
1.5. Justificación	6
2. Marco Teórico Conceptual	8
2.1. Estado del arte	8
2.2. Estrategias didácticas	12
2.2.1. Diseño de estrategias didácticas	13

2.3. Teoría de la aplicación de Vygostky	17
2.4. Teoría de la aplicación instrumentada	18
2.4.1. Las simulaciones en el proceso enseñanza aprendizaje	20
2.5. Aprendizaje significativo	21
2.6. Las Simulaciones	24
2.6.1. Modelos y Simulación	25
2.6.2. Aprendizaje y el uso de simuladores en Física	29
2.6.3. Simuladores en Física	29
2.6.4. Simulaciones interactivas	30
2.6.5. Simuladores para programar	32
2.6.6. Lenguajes informáticos para simulación	32
2.6.7. Herramientas TIC	33
2.7. El tratamiento estadístico	34
3. Marco Metodológico	37
3.1. Diseño Metodológico de la investigación	37
3.2. Tipo de Investigación	37
3.3. Método	38
3.4. Universo o Población de Referencia	38
3.5. Muestra y Población de Estudio	39
3.5.1. Unidad de observación	39
3.5.2. Criterios de inclusión y exclusión	39
3.6. Objeto de Estudio	40
3.7. Delimitación Geográfica	40

<i>ÍNDICE GENERAL</i>	VI
3.8. Delimitación Temporal del Estudio	40
3.9. Planteamiento de Hipótesis	40
3.9.1. Definición de Variables	41
3.9.1.1. Variable Dependiente	41
3.9.1.2. Variable Independiente	41
3.9.2. Operacionalización de Variables	41
4. Método o Estrategia de aplicación	43
4.1. Antecedentes Teóricos	43
4.2. Fases y objetivos de desempeño	45
4.2.1. Fase Uno. Reconocimiento	45
4.2.2. Fase Dos. Modelación	45
4.2.3. Fase Tres. Experimentación	45
4.2.4. Fase Cuatro. Control	46
4.3. Plan de Acción	46
4.4. Operación técnica	46
4.5. El instrumento de medida	48
5. Diseño del Proceso de Investigación	50
5.1. Actividades por tema	51
5.1.1. Pruebas pre-test y pos-test	51
5.1.2. Actividades de intervención	51
6. Tratamiento de Datos	56
6.1. Análisis de datos de los test	56

<i>ÍNDICE GENERAL</i>	VII
6.1.1. Prueba de normalidad	58
6.1.2. Prueba F	60
6.1.3. Prueba t de Student	60
6.2. Análisis de aciertos por pregunta	62
6.3. Porcentaje de asistencia	63
7. Conclusiones y Recomendaciones	65
7.1. Conclusiones	65
7.2. Recomendaciones	67
Bibliografía	68
A. Instrumento de Medida	75
B. Notas obtenidas en los Test	87
C. Baremo e informe del experto	90
D. Vista de algunas plataformas de simulación	94

Índice de tablas

3.1. Operacionalización de variable independiente.	42
3.2. Operacionalización de variable dependiente.	42
4.1. El plan de acción presenta las cuatro fases de cada una de las intervenciones.	47
4.2. Distribución de las preguntas por tema y respuestas.	49
5.1. Cronograma de Actividades	51
6.1. Tanto en el grupo experimental y de control se observa que los valores del estimador de Kolmorov - Smirnov son menores que la significancia.	58
6.2. Prueba F comparando los pre-test de los grupos experimental y control y los pos-test de los mismos grupos.	60
6.3. Parámetros obtenidos en las pruebas pre-test.	61
6.4. Parámetros de la prueba t de Student en las pruebas pos-test.	62
6.5. Porcentaje de asistencia a los exámenes del primer y segundo parcial de los grupos experimental y control.	64
B.1. Notas obtenidas por el grupo experimental.	88
B.2. Notas obtenidas por el grupo control.	89

Índice de figuras

1.1. Se observa el porcentaje de asistencia en anteriores semestres en las carreras de Ing. Electromecánica, Ing. Industrial, Lic. en Matemáticas, Lic. en Física de la materia de Física I de la Facultad de Tecnología de la UMSS,	2
2.1. Esquema del diseño de estrategias didácticas propuesto por Feo (2010). . . .	14
2.2. Diseño de la estrategia didáctica.	16
2.3. Modelo de Situaciones de la Actividad Instrumentada IAS (siglas del inglés: Instrumental Activity Situations).	20
2.4. Un modelo para organizar, implementar y evaluar la enseñanza para lograr aprendizaje significativo, desde una perspectiva conceptual.	24
2.5. Clases de modelos según Kofman.	27
2.6. Distribuciones normales con dos colas, una cola derecha y una cola izquierda .	35
5.1. Actividades tipo I para el tema de Introducción.	52
5.2. Actividades del tipo II para el tema de vectores.	53
5.3. Actividades del tipo II para el tema de cinemática unidimensional.	54
5.4. Actividades del tipo II para el tema de cinemática bidimensional.	55

6.1. Comparación de notas en las pruebas pre-test y pos-test. a) Notas del grupo experimental. b) Notas del grupo control.	57
6.2. Distribución de la muestra en el grupo experimental: a) Pre-test. b) Pos-test.	59
6.3. Distribución de la muestra en el grupo control. a) Pre-test. b) Pos-test. . . .	59
6.4. Porcentaje de aciertos por pregunta de los grupos experimental puntos y línea de tendencia morados y de control, línea de tendencia y puntos azules . . .	63
C.1. Página 1 del informe del tutor Msc. Zenón Quiroz Arcani.	91
C.2. Página 2 del informe del tutor Msc. Zenón Quiroz Arcani.	92
C.3. Informe del experto en relación con el instrumento de medida.	93
D.1. Vista de la plataforma Phet para la suma de vectores.	95
D.2. Plataforma de simulación de Geogebra para las operaciones de vectores con el método del paralelogramo.	96
D.3. Plataforma de simulación de Geogebra para operaciones combinadas de vectores en 2D.	97
D.4. Plataforma Ibercaja Aula en Red para el tema de movimiento unidimensional. a) La simulación del tema movimiento rectilíneo uniforme. b) La actividad respecto a la simulación.	98
D.5. Plataforma Geogebra para el tema de caída libre.	99
D.6. Plataforma Phet para el tema Movimiento bidimensional.	100
D.7. Plataforma Geogebra para movimiento parabólico.	101
D.8. Plataforma Geogebra para el tema de Movimiento circular acelerado.	102

Resumen

En este trabajo se describe la experiencia de haber aplicado la estrategia didáctica de la simulación en la enseñanza de la Física Básica en el primer semestre universitario, utilizándose algunas plataformas que están a disposición en el internet, las cuales brindan una forma gráfica de observar los fenómenos mecánicos además de visualizar las funciones paramétricas en el tiempo y las trayectorias de la partícula en movimiento. La mayoría de los estudiantes de esta época está familiarizada con el uso de las aplicaciones virtuales proyectándose usar estas habilidades y así lograr una mejor comprensión teórica de los fenómenos físicos. El tipo de estudio fue cuantitativo y el diseño del trabajo fue cuasi - experimental con dos grupos uno experimental y el otro de control. Las variables utilizadas fueron el aprendizaje significativo como variable dependiente y las simulaciones aplicadas como variable independiente.

Palabras clave: simulación, estrategia didáctica, aplicaciones virtuales.

Abstract

This work describes the experience of having applied the didactic strategy of simulation in the teaching of Basic Physics in the first university semester, using some platforms that are available on the Internet, which provide a graphic way of observing mechanical phenomena

as well as to visualize the parametric functions in time and the trajectories of the moving particle. Most students of this era are familiar with the use of virtual applications and plan to use these skills and thus achieve a better theoretical understanding of physical phenomena. The type of study was quantitative and the work design was quasi-experimental with two groups, one experimental and the other control. The variables used were significant learning as the dependent variable and the simulations applied as the independent variable.

Keywords: simulation, didactic strategy, virtual applications.

Introducción

El uso de la computadora ha tenido una evolución meteórica desde la web 1.0, en la cual sólo era posible recibir la información de manera unidireccional. A partir de la web 2.0 el comportamiento de la información se tornó bidireccional, debido a que fue posible recibir y compartir la información, enviar comentarios, realizar foros, crear blogs y ser parte de las redes sociales. En corto tiempo, la web 3.0 adiciona la búsqueda de información con palabras clave. Por último con la web 4.0 es suficiente una frase para poder acceder a la información requerida. Este fácil acceso a la información posibilita el amplio uso de herramientas virtuales como enseñanza complementaria, incluso en estos últimos dos años durante la pandemia, en la que, de manera obligatoria la educación virtual ha sido utilizada a todo nivel, desde el pre-escolar, colegio, educación universitaria e incluso las capacitaciones empresariales. Dentro de las metodologías activas de la Didáctica está el aprendizaje basado en TIC, el cual presenta un conglomerado de métodos, uno de los cuales es la simulación que es adecuada para la materia de Física. Según Fatela (2012) «Los simuladores son programas que representan un modelo o entorno dinámico, que a través de gráficos o animaciones facilitan al estudiante la visión de lo que ocurre en el entorno que se está simulando». En Física las simulaciones posibilitan observar trayectorias, campos de fuerza, sistemas dinámicos y fenómenos microscópicos, eléctricos que están fuera del alcance de los sentidos, pero que se utilizan en el diario.

Según Arruda, J. R. C., y Marín Antuña, J. (2001) « Existen tres eslabones importantes en el proceso de enseñanza: los OBJETIVOS que constituyen el núcleo central y responden a la pregunta: ¿para qué enseñamos?, el CONTENIDO, que responde a la pregunta: ¿qué enseñamos?, y el tercero, que se refiere al MONTAJE DEL PROCESO DE ENSEÑANZA-APRENDIZAJE, sería: ¿cómo hay que enseñar para alcanzar los objetivos planteados?». Los objetivos y el contenido dependen de la entidad educativa y sus objetivos institucionales y el docente es receptor de ellos. La didáctica, en cambio depende del docente y es dueño de utilizar las herramientas que crea pertinente para lograr una educación de calidad.

A continuación se presenta el listado por capítulo del trabajo realizado además de una breve descripción:

Capítulo 1. Presentación del problema. Se argumentan los motivos para realizar el estudio y la justificación, también los objetivos tanto general como específicos.

Capítulo 2. Marco teórico conceptual. Se presentan de manera puntual los fundamentos teóricos en los que se sustenta el estudio realizado presentados en el siguiente orden: el estado del arte, el diseño de las estrategias didácticas, la teoría de la aplicación de Vygostky, la teoría de la aplicación instrumentada desarrollada por Verilon y Rabardel, el aprendizaje significativo de Ausubel, las simulaciones y un breve resumen del tratamiento estadístico.

Capítulo 3. Marco Metodológico. Se determinan el tipo de investigación, el método, las técnicas de investigación, población y muestra; planteamiento de hipótesis y por último la operacionalización de las variables.

Capítulo 4. Método o Estrategia de aplicación. Se especifican las fases, los objetivos de

desempeño, el plan de acción y el instrumento de medida.

Capítulo 5. Diseño del proceso de investigación. Este tema presenta la estrategia aplicada por tema descrito en el capítulo anterior.

Capítulo 6. Tratamiento de datos. Los datos obtenidos en las pruebas pre-test y pos-test son tratados en principio para verificar si son datos paramétricos, luego se evalúan con la prueba de t de Student y por último se analiza el porcentaje de asistencia al primer y segundo exámenes parciales.

Capítulo 7. Conclusiones y recomendaciones. Con los resultados obtenidos en el anterior capítulo, se dan las conclusiones y recomendaciones pertinentes.

Capítulo 1

Presentación del Problema

1.1. Identificación del problema

En la mayoría de las universidades estatales del país se observan alumnos que reprueban en materias básicas y en especial la materia de Física en Facultades de Tecnología, Ingeniería y Ciencias Puras. Esto sucede porque hay una gran cantidad de deserción en el transcurso del curso, incluso antes del primer examen parcial. Los motivos son muchos y no es el objetivo del presente trabajo dilucidar esta cuestión, sino aplicar una herramienta didáctica y dotar al estudiante de un instrumento que le ayude a una mejor comprensión de los fenómenos físicos, usando las herramientas matemáticas a su disposición y manipular algún simulador cuando lo precise.

En la figura 1.1 se observa la diferencia de asistencia de los estudiantes al primer y segundo exámenes parciales de la materia de Física I, desde los semestres I/20 hasta el I/22. Del 100 % de alumnos inscritos, del 41 al 55 % asisten al primer examen parcial, y del 27 al 34 % asisten al segundo examen parcial; estas estadísticas corresponden a Ing. Electromecánica,

Ing. Industrial, Lic. en Matemáticas y Lic. en Física de la Facultad de Tecnología de la Universidad Mayor de San Simón; como se observa, es importante el número de estudiantes que desertan desde el inicio, dando lugar a que el porcentaje de aprobados sea de alrededor del 10 %. También es de notar la diferencia entre la asistencia del primer al segundo examen parcial, que en la misma figura corresponde a la tercera columna por cada semestre, cuanto mayor es esta se observa que hay mayor deserción entre estos exámenes.

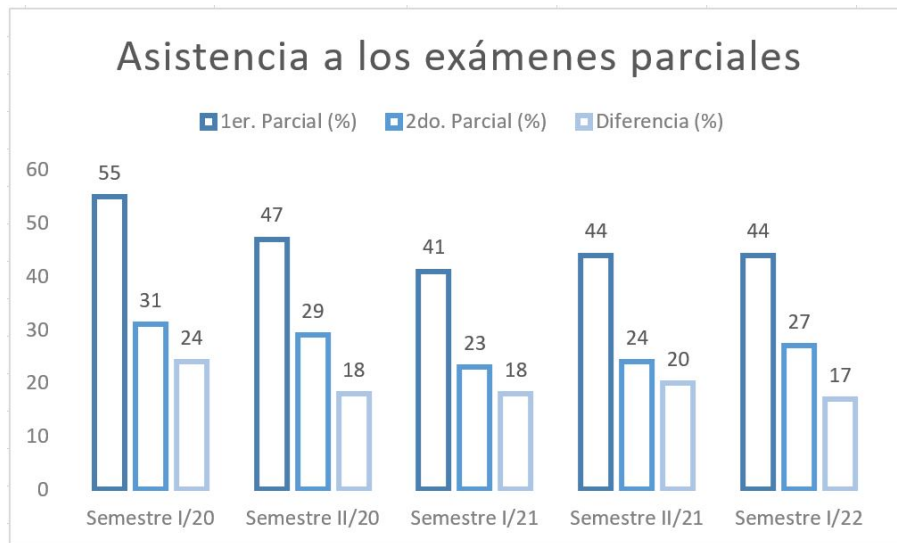


FIGURA 1.1: Se observa el porcentaje de asistencia en anteriores semestres en las carreras de Ing. Electromecánica, Ing. Industrial, Lic. en Matemáticas, Lic. en Física de la materia de Física I de la Facultad de Tecnología de la UMSS,

Fuente: Facultad de Tecnología de la UMSS.

1.2. Antecedentes

Siendo la Física una ciencia natural, el abordar el tema de didáctica de la Física se debe partir desde la visión de la Didáctica de las Ciencias Naturales englobando también

a la Química y la Biología. Según Ariza, (1998), el objeto de estudio de la Didáctica de las Ciencias son los sistemas de enseñanza-aprendizaje, siempre que se planteen fenómenos materiales y naturales.

El origen de la Didáctica de las Ciencias reconocida como área de conocimiento disciplinar se ubica en la década de los cincuenta, época que coincide con la institucionalización de la investigación y experimentación en la enseñanza de las ciencias en los países de habla inglesa, debido al empuje que se recibió por causa de las medidas socioeconómicas que impulsaron el crecimiento tecnológico y científico de estos países (Ariza, 1998); denominándose a esta etapa «adecuación de la enseñanza de las ciencias al desarrollo tecnológico». En Estados Unidos así como en Inglaterra se presentan propuestas curriculares para transformar la enseñanza de las ciencias, con apoyo de científicos, psicólogos y pedagogos de prestigio. Por ejemplo, el Physical Science Study Committee (PSSC), el Chemical Bond Approach Project (CBA), el Biological Sciences Curriculum Study (BSCS), en Estados Unidos y en Inglaterra el programa de la Nuffield Foundation, además de la formación permanente de los profesores en ciencias. Todo esto bajo una estructura científico-positivista de las disciplinas educativas, extendiéndose al campo de la investigación educativa los enfoques experimentalistas y cuantitativos (Pérez Gómez, 1983). El modelo es considerado de transmisión-recepción en las ideas empirista-positivista de las Ciencias (Silva y Schmetzler, 2000).

Varios autores (Gutiérrez, 1987, Astolfi y Develay, 1989; Cañal, 1990) consideran que al terminar los años setenta y el comienzo de los ochenta se produce una crítica de la tendencia científicista y tecnológica de la didáctica de las ciencias; los problemas ambientales y la posibilidad de una guerra nuclear preocupan a la población y «el trabajo científico y el ideal de una ciencia objetiva, neutral y verdadera se desvanece ante la evidencia de los intereses económicos, sociales y profesionales implicados» (Ariza, 1998).

Desde esa época hasta ahora se ha ido trabajando en la innovación de la Didáctica de las Ciencias usando un modelo constructivista tomando en cuenta el contexto, los actores como los docentes, estudiantes, el currículo y las instituciones a cargo de la educación; el nuevo paradigma en la Didáctica de las Ciencias está basado en actividades. Como lo afirman Driver y Oldham (1986), tal vez la más importante implicación del modelo constructivista sea el “concebir el currículo no como un conjunto de conocimientos y habilidades, sino como un programa de actividades mediante las cuales tales conocimientos y habilidades se puedan construir y asimilar”.

Se realizaron varios estudios con este nuevo paradigma y se desarrollaron en un inicio en el área de la enseñanza de la Física; encontrándose en la literatura destinada a los profesores libros y artículos donde se sistematizan los resultados obtenidos, y se presentan las principales concepciones espontáneas encontradas acerca de los contenidos impartidos en la escuela básica y enseñanza secundaria (Driver, Guesnes y Tiberghien, 1985; Scott, Asoko, Driver, 1998), posteriormente se incluyó a la Química en estos estudios existiendo literatura sobre conceptos espontáneos (Garnett y Hackling, 1995). En Biología, también hay una gran producción de estudios con los diversos conceptos espontáneos de los alumnos (Velasco, 1991; Carvalho, 1989).

1.3. Planteamiento del Problema

Cuando el estudiante está regularmente inscrito en la UMSS y forma parte de la población estudiantil de la Facultad de Tecnología, enfrenta algunas dificultades para proseguir sus estudios de manera regular, debido a diferentes factores. Esto se refleja en el nivel de deserción que es posible contabilizar con la asistencia a los exámenes parciales.

Un aspecto que se pretende es fortalecer la enseñanza de la teoría de la Física utilizando plataformas de simulación en el periodo de tiempo que corresponde entre el inicio de clases hasta el primer examen parcial, espacio de tiempo de mayor presencia de estudiantes; para que, de esta manera el estudiante se sienta seguro teniendo fundamentos básicos de la materia. con la posibilidad de visualizar el fenómeno físico adquiriendo la habilidad de manipular un mecanismo o dispositivo dinámico.

La modalidad de simulación se emplea también para ensayar experimentos de laboratorio en un ordenador. (Valadez, Ramirez & León, 2006). La mejora de la calidad en la enseñanza de la Física debe ser parte de la formación cada vez más sólida de la docencia, puesto que en la actualidad existen herramientas virtuales en la comunicación global, donde la labor docente no basta con solamente reproducir y transmitir conocimientos ya presentes en los textos; es por esta razón que se toman acciones que nos llevan a mejorar la práctica docente para desarrollar el sentido reflexivo y crítico en el estudiante.

1.3.1. Pregunta de Investigación

¿La Estrategia Didáctica de la Simulación tendrá impacto en el aprendizaje significativo de la Física en Educación Superior? (Caso Física I, Facultad de Tecnología UMSS 2022).

1.4. Objetivos de Investigación

1.4.1. Objetivo General

Comprobar el impacto de la aplicación de la Estrategia Didáctica de Simulación como actividad adicional de enseñanza a través de una evaluación del aprendizaje significativo.

(Caso Física I, Facultad de Tecnología UMSS. 2022).

1.4.2. Objetivos Específicos

1. Comparar los conocimientos previos de los estudiantes de la asignatura de Física.
2. Diseñar una estrategia didáctica con actividades usando algunas plataformas virtuales como experimento de desarrollo de aprendizaje.
3. Evaluar los resultados del desarrollo de la estrategia didáctica en la asignatura de Física.
4. Proponer recomendaciones, a partir de los resultados, para contribuir a la didáctica de la Física.

1.5. Justificación

El bajo rendimiento en la materia de Física I en los cursos básicos de la universidades es un problema que se presenta tanto en el ámbito nacional como internacional. Se insertan actividades virtuales como apoyo a la enseñanza tradicional de la Física utilizando algunas plataformas que presentan simulaciones y cuestionarios en línea para desarrollar prácticas de Física en áreas como la Mecánica Básica, apoyadas en el modelo didáctico de la Teoría de la Actividad Instrumentada, para que se favorezca al estudiante de la Facultad de Tecnología en la adquisición de competencias en ciencias básicas que estén de acuerdo con las exigencias y perspectivas en el futuro de su ejercicio profesional. Para el desarrollo del proyecto se parte del supuesto de que los estudiantes están familiarizados con el uso de aparatos tecnológicos, tales como ipad, iphone, tablets, ordenadores personales y portátiles o celulares de última generación que son empleados en comunicación, entretenimiento y estudio. La utilización de

estos dispositivos en los últimos dos años (2020, 2021) fue y es general por el uso de las clases virtuales debido a la pandemia, existe una gran cantidad de herramientas virtuales que pueden ser muy útiles pero que no se explotan de manera adecuada para lograr un aprendizaje significativo, especialmente porque muchos docentes mantienen su metodología tradicional incluso cuando se ha trabajado en las clases virtuales. Por tanto, se pretende no sólo ampliar el uso de estas herramientas, sino también, propiciar su desarrollo a partir del empleo de un software amigable, por ejemplo Geogebra.

Capítulo 2

Marco Teórico Conceptual

En este capítulo se presenta: el estado del arte, una propuesta de estrategias didácticas basadas en la Teoría de la Aplicación de Vygostky, la Teoría de la Aplicación Instrumentada desarrollada por Verilon y Rabardel, el Aprendizaje Significativo de Ausubel, las simulaciones y el tratamiento estadístico como fundamentos teóricos que son esenciales para el logro de una enseñanza científica de calidad.

2.1. Estado del arte

Como ya se vio en los antecedentes sobre la Didáctica de las Ciencias, en la sección 1.2, desde la década de los ochenta se viene usando un modelo constructivista tomando en cuenta el contexto, a los actores del proceso enseñanza-aprendizaje como son los docentes, estudiantes, el currículo y las instituciones a cargo de la educación; el nuevo paradigma en la Didáctica de las Ciencias está basado en actividades (Ariza, 1998). Siguiendo esa línea se presentan a continuación algunos trabajos que se apoyan en la teoría constructivista,

estrategias didácticas con experimentos y el uso de las TIC.

- En 1995, (Meneses V., J. Caballero S. 1995) presentaron el trabajo basado en la teoría constructivista: “Secuencia de enseñanza sobre el electromagnetismo” considerándose al aprendizaje con un cambio conceptual, metodológico y actitudinal. El objetivo de la propuesta fue que el aprendizaje de los alumnos sea significativo, en especial los conceptos electromagnéticos y también la posibilidad de adquirir una forma de trabajo en la que el estudiante sea el auténtico protagonista. La propuesta metodológica dividida en fases es la siguiente: Fase de planificación, fase de construcción, fase de ampliación y aplicación. En la primera fase, los estudiantes hacen conocer sus concepciones y forma de entender la materia siendo esta fase de diagnóstico y propuesta de problemas partiendo del entorno más próximo del alumno. En la segunda fase usando la discusión se pretende la elaboración de hipótesis y su verificación haciendo uso de instrumentos de investigación, en esta fase el aprendizaje se basa en el ensayo y error progresivo. Por último, en la tercera fase se plantean nuevos problemas en los que los estudiantes puedan aplicar lo aprendido y adquieran nueva información empezándose nuevamente el ciclo anterior. Además se pretende que el estudiante reflexione sobre sus concepciones iniciales y las actuales. Esta forma de trabajo no sólo valora el aprendizaje de conceptos y estructuras conceptuales, sino también procedimientos, habilidades y estrategias en la resolución de problemas, las habilidades en el uso de los métodos de la ciencia, la actitud hacia la materia. En cada una de las fases se debe planificar actividades acordes al grupo de estudiantes, por tanto; no es un método rígido. Este trabajo es relevante porque presenta una forma de trabajo diferente y de mucha reflexión de parte del estudiante, ya que el objetivo es que aparte de los conceptos, también se produzca un

cambio actitudinal y crítico en cuanto a la materia.

- En «Reflexiones sobre la didáctica en Física desde los laboratorios y el uso de las TIC» (Pontes, A., Gavilán, J., Obrero, M., & Flores, A. 2006) se pone a consideración una reflexión relacionada con la didáctica en Física tomando como espacio de aprendizaje el laboratorio y las TIC. Se aspira construir un modelo didáctico con el aprendizaje significativo usando la Teoría de la V de Gowin en las prácticas de laboratorio como una estrategia didáctica válida. Son dos los aspectos sobre el uso de la computadora, el primero la utilización didáctica de la simulación y el segundo el uso de programas para controlar sistemas de la adquisición de datos, usando estos temas en la formación de estudiantes de ingeniería. Los objetivos son 1) Diseñar un software que sea interactivo destinado a integrar las nociones básicas sobre sensores y sistemas de adquisición de datos; 2) proporcionar al programa informático un interfaz amigable; 3) incluir en el programa un sistema tutorial interactivo y multimedia (que contenga material con hipertexto, imágenes, animaciones...); 4) construir un laboratorio virtual; 5) elaborar un conjunto de materiales didácticos que ayuden a que los estudiantes puedan replicar de manera práctica las experiencias que ya se han realizado; 6) analizar la influencia de la aplicación informática elaborada y de los materiales didácticos.

A nivel nacional, algunos de los trabajos sobre didáctica en la materia de Física se detallan a continuación:

- Condorena M. (2015) «Material experimental recreativo para mejorar el aprendizaje de la mecánica en la asignatura de física 5to. de secundaria». El objetivo fue mejorar el aprendizaje de la mecánica en Física usando materiales experimentales recreativos en los estudiantes. Se posibilita superar los problemas de aprendizaje para así lograr

un mejor rendimiento educativo, logrando que los estudiantes se sientan motivados durante el desarrollo del proceso enseñanza aprendizaje. La investigación realizada fue de tipo cuasi – experimental, con dos grupos, uno de control y otro experimental; la variable dependiente el aprendizaje de la mecánica y la variable independiente la utilización de materiales experimentales recreativos. Las actividades experimentales fueron seleccionadas de acuerdo a los temas de cinemática, dinámica y estática. Dieron lugar al análisis de los fenómenos y la comprensión de las leyes físicas.

- Pozo R. (2015), en el trabajo «Dispositivos didácticos aplicables en la enseñanza de la Física en estudiantes de tercero de secundaria» plantea el uso de material casero de laboratorio como estrategia didáctica. El enfoque es constructivista llegándose a la conclusión de que «son necesarios los dispositivos didácticos para lograr un buen aprendizaje de la Física en estudiantes de tercero de secundaria».
- Quiroz Z.(2016) en la propuesta: «Taller de Aprendizaje Significativo para Mejorar el Nivel de rendimiento de la Asignatura de Física en Estudiantes del Curso Pre-facultativo de la Facultad Tecnológica de la Universidad Mayor de San Andrés» plantea como una estrategia didáctica basada en talleres con participación grupal e individual. El objetivo es que los estudiantes trabajen en grupos pequeños partiendo de un problema, se busque la información requerida para la comprensión de la dificultad presentada con la supervisión del tutor, favoreciendo así, el desarrollo de habilidades cognitivas, socialización, análisis, síntesis y actitudes positivas frente a las dificultades expuestas. La investigación realizada fue mixta, cualitativa y cuantitativa.

2.2. Estrategias didácticas

El docente es un promotor del desarrollo y, como tal, de la autonomía de los alumnos. Su papel no sólo consiste en transmitir información, hacerla repetir y evaluar su retención, sino en crear una atmósfera afectiva de respeto y tolerancia en la cual, entre todos, cada uno construye su conocimiento mediante situaciones que se caracterizan, entre otras, por sus problemas y conflictos cognoscitivos, posibles de solucionar y generadores de desarrollo (Rosales, 2007).

Las estrategias didácticas son los procedimientos: métodos, técnicas y actividades que emplean tanto el docente como el estudiante para poder llegar a sus metas; en este sentido y tomando en cuenta a los actores del proceso enseñanza-aprendizaje se tienen estrategias que utiliza el docente y estrategias que utiliza el estudiante. Según Feo (2010) se clasifican en: a) *estrategias de enseñanza*, de manera presencial entre el docente y el estudiante de acuerdo a las necesidades del estudiante, b) *estrategias instruccionales*, en las que el diálogo es por escrito o por otro medio no presencial y/o tecnológico, c) *estrategias de aprendizaje*, realizadas por el estudiante tomando en cuenta su forma personal de aprender; y por último, d) *estrategias de evaluación*, en las que se toman en cuenta los logros por parte de los estudiantes y las metas de enseñanza del docente.

En la figura 2.1 se observa el mapa conceptual de la estrategia didáctica propuesta por Feo (2010).

2.2.1. Diseño de estrategias didácticas

Un diseño de estrategia didáctica propuesto por Feo (2010) se observa en la figura 2.2. Cada uno de los aspectos que se ven en este diseño propuesto se describe de manera breve a continuación:

Nombre de la estrategia, es útil que el docente personalice la estrategia dándole un nombre para que se distinga de cualquier otra actividad y se establezca la lógica del proceso.

Contexto, es el escenario donde se realiza el encuentro pedagógico. Adecuando a este los métodos, técnicas y actividades, al igual que los medios y recursos disponibles.

Duración total, es la duración contabilizada en tiempo de la estrategia; es decir, el docente sumará cada intervalo de tiempo de cada procedimiento (método, técnica y actividad).

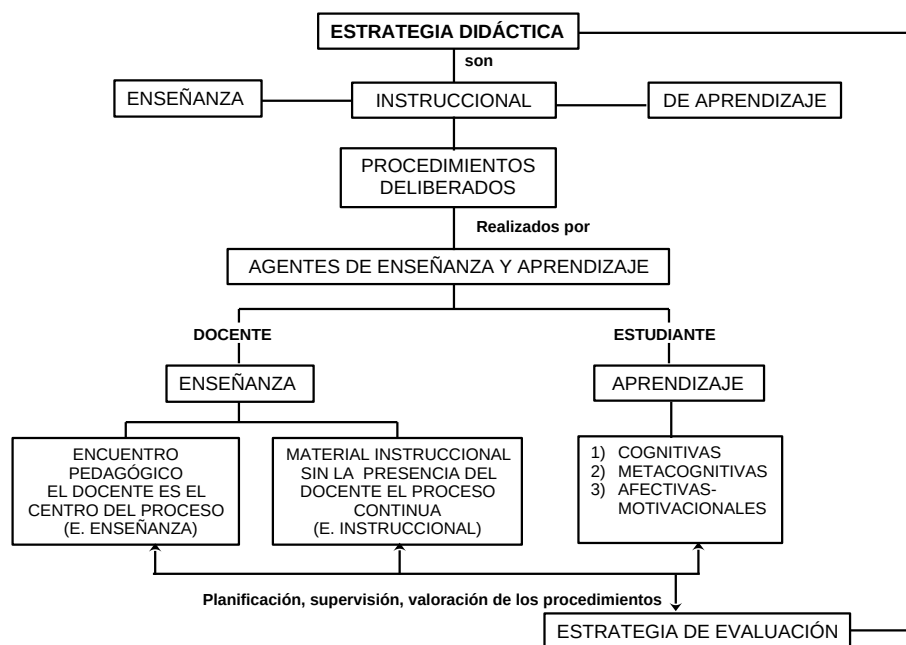


FIGURA 2.1: *Esquema del diseño de estrategias didácticas propuesto por Feo (2010).*

Fuente: Feo (2010).

Objetivos y/o competencias, son las metas de aprendizaje propuestas por el docente.

Unos u otras deben estar orientadas a promover y potenciar las habilidades ante los contenidos.

Sustentación teórica, se refiere a la orientación del aprendizaje; esta postura tiene como base los enfoques del aprendizaje ya sean conductistas, cognitivistas y constructivistas u otra teoría pertinente al proceso enseñanza aprendizaje.

Contenidos, los contenidos pueden ser: declarativos, procedimentales y actitudinales. Los objetivos y las competencias deben estar orientados a la comprensión de los contenidos. Al diseñar una estrategia didáctica, específicamente en la secuencia didáctica esta debe

estar orientada a los procedimientos (métodos, técnicas y actividades) al logro y también a la comprensión de los contenidos. Esta clasificación de contenidos responde a las preguntas: ¿Qué se debe saber? ¿Qué debe saber hacer? ¿Cómo debe hacerlo? ¿Cuál es la actitud pertinente ante ese saber y hacer desde el punto de vista axiológico y ético?

Secuencia didáctica. son todos aquellos procedimientos instruccionales y deliberados realizados por el docente y el estudiante dentro de la estrategia didáctica, divididos en momentos y eventos instruccionales orientados al desarrollo de habilidades sociales (competencias) sobre la base en las reflexiones metacognitivas. La secuencia didáctica posee cuatro momentos esenciales: el inicio, el desarrollo, el cierre y la evaluación, los cuales se pueden observar en el esquema de la figura 2.2.

Recursos y medios, son los múltiples caminos y herramientas para llegar a las metas de aprendizaje propuestas, son fuente de estímulos que motivan y captan la atención del estudiante, guiándolo durante el aprendizaje convirtiéndose en agentes activos de su propia formación. Son personas, medios físicos, virtuales que permiten ser un medio de información para el estudiante.

DISEÑO DE LA ESTRATEGIA DIDÁCTICA			
NOMBRE Y CÉDULA DE IDENTIDAD DE LOS INTEGRANTES		GRUPO:	
NIVEL EDUCATIVO DONDE SE APLICARÁ LA ESTRATEGIA:			
ASIGNATURA:			
NOMBRE DE LA ESTRATEGIA:		CONTEXTO:	DURACIÓN TOTAL:
TEMA:	OBJETIVOS Y/O COMPETENCIAS	SUSTENTACIÓN TEÓRICA	
CONTENIDOS			
Conceptuales			
Procedimentales			
Actitudinales			
SECUENCIA DIDÁCTICA		RECURSOS Y MEDIOS	ESTRATEGIA DE EVALUACIÓN
MOMENTO DE INICIO EVENTOS	MOMENTO DE EVALUACIÓN		
MOMENTO DE DESARROLLO EVENTOS			
MOMENTO DE CIERRE EVENTOS			
EFFECTOS OBTENIDOS/ESPERADOS			
OBSERVACIONES:			

FIGURA 2.2: *Diseño de la estrategia didáctica.*

Fuente: Feo (2010).

2.3. Teoría de la aplicación de Vygostky

Las ideas de Vygotsky, en la teoría de la aplicación sobre los instrumentos psicológicos y la teoría de aplicación instrumentada desarrollada por Verillon y Rabardel presentan ideas comunes y también diferencias; por tanto, es necesario poder discernir cuales aspectos de ambas teorías son pertinentes al momento de aplicarlas cuando se desea determinar el impacto de la tecnología dentro de los procesos de enseñanza y aprendizaje. Se espera promover una actitud crítica en el momento de utilizar algún tipo de recurso tecnológico para la enseñanza (Ballesteros, 2009).

Según la teoría de la actividad de Vygostky (1978) las funciones psíquicas se desarrollan a partir de realizar acciones externas. Las personas están obligadas a realizar una acción para alcanzar un objetivo; por ello, un conjunto de acciones para satisfacer una necesidad es una actividad; siendo la motivación para cada acción lo que le da sentido. El contexto histórico, social y cultural ha desarrollado un conjunto de herramientas de mediación, simbólicas, que facilitan la realización de la actividad.

Según Vygostky, para realizar una actividad, se necesitan varios factores mediadores tales como los instrumentos psicológicos simbólicos y los medios de comunicación interpersonal. Las tres clases de instrumentos mediadores son: a) instrumentos materiales, b) instrumentos psicológicos y c) otros seres humanos.

Los instrumentos materiales, tienen una influencia indirecta sobre los procesos psicológicos humanos, debido a que están direccionados a procesos de la naturaleza. Por tanto, no son instrumentos individuales porque se usan por el público en general. Una pizarra, por ejemplo, es un instrumento material y puede ser utilizado por cualquier persona.

Los instrumentos psicológicos son propios de cada ser humano; por tanto, son personales

y diferentes entre una persona y otra.

Mediación de otra persona, son dos los criterios que se proponen: el primer criterio afirma “(...) en el desarrollo cultural del niño, cada función aparece dos veces: primero en el nivel social y después, en el nivel individual. Al inicio entre personas (nivel interpsicológico) y después dentro del niño (nivel intrapsicológico)” (Vygostky, 1979). En cambio el segundo criterio centra el papel de la otra persona como mediadora de significados.

Si bien los instrumentos psicológicos son diferentes, ambos son sociales y se diferencian por los procesos que se desea controlar. La diferencia es que los instrumentos materiales controlan procesos naturales y los instrumentos psicológicos controlan procesos cognitivos; sin embargo, si un objeto material además se usa para controlar procesos internos, entonces se convierte en un instrumento psicológico; por ejemplo, una tabla periódica es un instrumento material, pero si se utiliza para memorizar se convierte en un instrumento psicológico.

2.4. Teoría de la aplicación instrumentada

La teoría de la aplicación instrumentada es una propuesta actual neo-Vygotskyana que fue desarrollada por Verillon y Rabardel y que ha sido afirmada por otros investigadores. Estos autores establecen la diferencia entre artefacto e instrumento; siendo así, equivalentes a los instrumentos materiales e instrumentos psicológicos de la teoría de Vygostky, respectivamente. Para estos autores, Verillon y Rabardel (1995) los artefactos son «(...) todos los objetos de la cultura material a la que un niño tiene acceso durante su desarrollo»; es decir, un objeto material hecho por el hombre; en cambio el instrumento es considerado como un constructo psicológico. Sin embargo, el artefacto puede convertirse en instrumento si existe una relación instrumental entre el sujeto y el artefacto. Para explicar este proceso se propone el modelo

de Situaciones de la Actividad Instrumentada con siglas en inglés IAS: Instrumental Activity Situations que se observa en la figura 2.3; en la cual se tiene la relación directa de la tríada sujeto-objeto, objeto-instrumento, sujeto instrumento; sin embargo, se puede establecer una relación entre el sujeto y el objeto a través del instrumento como mediador, como se observa en la misma figura con la línea de color gris.

Cuando una persona interactúa con un artefacto al inicio no tiene un valor instrumental porque debe haber un proceso para que el artefacto se convierta en instrumento; el nombre del proceso es Génesis Instrumental (Artigue 2002), el cual está constituido por dos aspectos: la instrumentalización y la instrumentación; la primera se refiere al manejo del artefacto por el sujeto y es de tipo externo; la segunda “En la instrumentación, la génesis instrumental está dirigida hacia el sujeto, conduciendo al desarrollo o la apropiación de los esquemas de la acción instrumentada, la cual progresivamente toma forma de técnicas que permite una respuesta efectiva hacia las tareas dadas”.

Según Pea (1985), la inteligencia humana tuvo un gran desarrollo a partir del uso de instrumentos técnicos; por tanto, la inteligencia no es sólo una cualidad de la mente, sino que, «es la interacción con las estructuras mentales y los utensillos del intelecto presenta a la cultura». Denominando a esta herramientas Tecnologías Cognitivas. «La tecnología cognitiva la provee algún medio que ayuda a trascender las limitaciones de la mente, tales como la memoria, en actividades de pensamiento, aprendizaje y resolución de problemas» Pea (1985). Por tanto, el uso de nuevas tecnologías influye en el desarrollo de funciones psicológicas superiores. El avance de la tecnasíología hace que las personas se adecúen a otro estilo de vida, con la comunicación global, el uso del internet, celular, las transacciones bancarias; por ejemplo, son cada vez menos presenciales pudiendo realizarse las transacciones desde cualquier lugar del mundo (Ballesteros, 2008).

En educación existen muchas herramientas que se utilizan para complementar el proceso enseñanza aprendizaje y así mejorar la calidad educativa en general, eso se ha visto reflejado con la pandemia donde todos los involucrados en el proceso enseñanza aprendizaje tuvieron que usar los instrumentos digitales y virtuales que estaban al alcance.

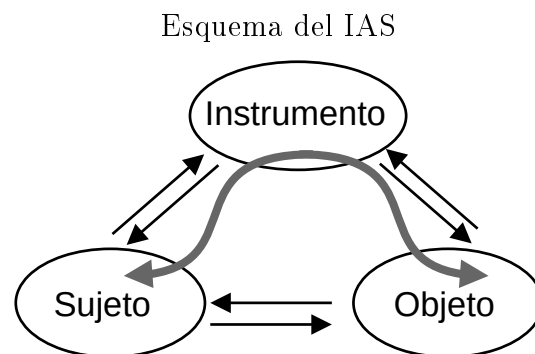


FIGURA 2.3: *Modelo de Situaciones de la Actividad Instrumentada IAS (siglas del inglés: Instrumental Activity Situations).*

Fuente: Ballesteros, E. (2008).

2.4.1. Las simulaciones en el proceso enseñanza aprendizaje

El uso de simuladores y su caracterización permite en primera instancia un cambio de ambiente de enseñanza aprendizaje que es representado por la modelación de situaciones reales, facilita el logro de determinados objetivos educativos, en cursos en los que se puedan aplicar, utilizando metodologías de trabajo por proyectos y por problemas, en donde, algunas variables determinadas, de acuerdo con cada caso, los estudiantes pueden jugar con ellas haciendo la simulación para obtener los resultados posibles. El uso de la simulación abarca un espectro de complejidad, desde la simple reproducción de partes del cuerpo aisladas a través de complejas interacciones humanas retratadas por pacientes simulados de alta fidelidad en

cuanto a la apariencia variable de parámetros fisiológicos, hasta la simulación del proceso de una máquina, como un motor entre otros.

Según López (2011) las simulaciones consisten en ubicar al estudiante dentro un ambiente que imite algún aspecto de la realidad. En Física las simulaciones posibilitan observar en pantalla trayectorias, campos de fuerza, sistemas dinámicos y fenómenos microscópicos que están fuera del alcance de los sentidos pero que se utilizan en el diario vivir como son los aparatos eléctricos.

Retomando las ideas presentadas, la computadora en primera instancia, es un artefacto, el que para su uso, el estudiante necesita aprender a utilizar, (Artique, 2002) considerándose como la etapa de instrumentalización del proceso denominado Génesis Instrumental. Las simulaciones desarrolladas por algunas entidades que se dedican a elaborar material educativo están presentes en el internet, en el caso particular de la Física, el objetivo del uso de un simulador es observar el fenómeno físico, reproducirlo y poder predecir el comportamiento del fenómeno a posterior, es muy frecuente que además del fenómeno mismo se pueda observar al mismo tiempo las funciones matemáticas que describen el fenómeno. Por tanto, al convertirse en un mediador entre el estudiante y el concepto físico, la computadora ya es un instrumento, siendo éste el proceso de instrumentación.

2.5. Aprendizaje significativo

Según Ausubel, D. (1983). "(...) plantea que el aprendizaje del alumno depende de la estructura cognitiva previa que se relaciona con la nueva información, siendo la "estructura cognitiva", el conjunto de conceptos, ideas que una persona posee en un determinado campo del conocimiento, así como su organización". Se entiende entonces que el aprendizaje es

significativo cuando se parte de un concepto que el estudiante ya tiene a esto se denomina “subsunsor” y la nueva información se relaciona con la anterior y se integra a la estructura cognitiva de manera no arbitraria y fundamental. «La atribución de significados sólo es posible por medio de un aprendizaje significativo, de modo que éste no sólo es el producto final, sino también el proceso que conduce al mismo, que se caracteriza y define por la interacción» (Palmero, 2011) .

Son tres las condiciones que tienen que estar presentes para considerar que el aprendizaje sea significativo: la existencia de un subsunsor o conocimiento previo (algunos autores le denominan «submisores»), la actitud de querer aprender de parte del alumno y, por último que el material utilizado sea relevante al conocimiento que se pretende sea significativo.

Por el tiempo transcurrido, el aprendizaje significativo ha sufrido una evolución, no en el aspecto conceptual pero si en cuanto al proceso de asimilación. «Ante una nueva información aportada en situaciones relativamente familiares, la mente humana recurre a esquemas de asimilación que suponen una organización invariante de la conducta; estos esquemas operan en la memoria a largo plazo y suponen el bagaje cognitivo del individuo. Son representaciones que dotan de estabilidad» (Palmero, 2011). No sólo están los esquemas, sino también se produce la construcción de modelos mentales que aparecen cuando el nuevo conocimiento se presenta y no se tiene idea de lo que significa, y no es posible hacer uso del esquema. «Esquemas y modelos mentales establecen una interacción dialéctica, de tal manera que cuando construimos un modelo mental, recurrimos a los esquemas que ya tenemos en la estructura cognitiva y éstos una vez se van estabilizando, dan lugar a una organización invariante de la conducta por dominio, lo que supone un nuevo esquema de asimilación más rico, más amplio y estructurado.» (Moreira, 2008 a). Además según Rodríguez, Caballero y Moreira, 2010 este proceso no es instantáneo y requiere de tiempo.

Para muchos autores, los conceptos son la base de toda enseñanza; sin embargo, en este aspecto existen muchas formas de definir los conceptos como expresa Moreira (2008 b): «los conceptos pueden ser pensados como los átomos de nuestro pensamiento (Fodor, 1999), como clave de la comprensión humana (Toulmin, 1997), del progreso científico (Mayr, 1998), de las revoluciones científicas (Kuhn, 1989), del desarrollo cognitivo (Vergnaud, 1990), en fin vivimos en un mundo de conceptos (Ausubel, 1983)»,

Moreira (2008 b) propone un modelo para organizar la enseñanza de cualquier materia, dando énfasis en los conceptos y siguiendo la siguiente secuencia que el docente debe realizar: a) debe diseñar «la estructura conceptual y proposicional de aquello que va a enseñar», b) establecer los submisores de la materia y c) conocer los conocimientos previos de los estudiantes o submisores.

Una vez realizados los tres pasos anteriores es necesario realizar lo siguiente: a) organizar la enseñanza articulándola con el contenido curricular, b) implementar la enseñanza con todas las herramientas y, por último c) la evaluación, que consiste en verificar si se logró que el aprendizaje llegó a ser significativo. El esquema de este modelo observa en la figura 2.4.

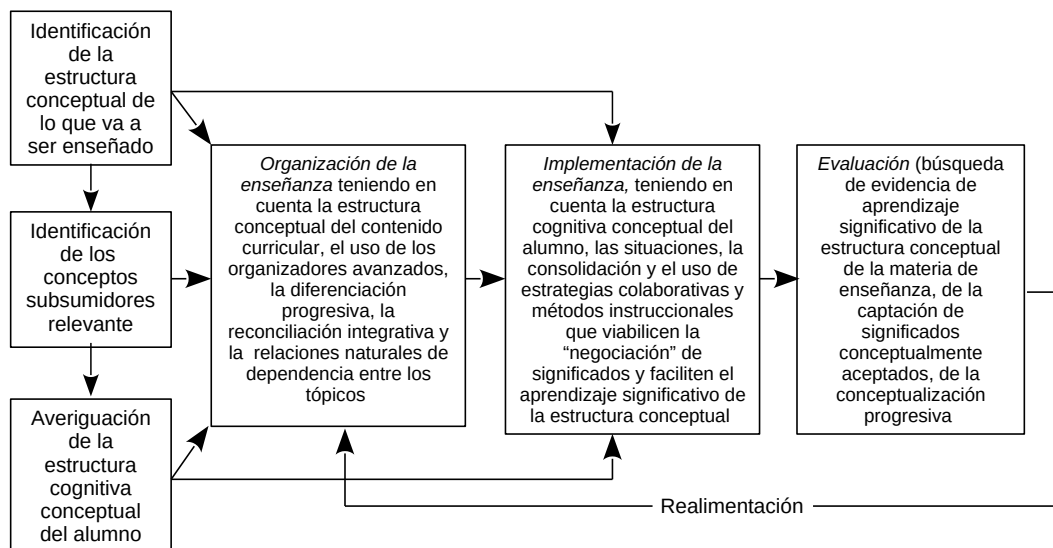


FIGURA 2.4: *Un modelo para organizar, implementar y evaluar la enseñanza para lograr aprendizaje significativo, desde una perspectiva conceptual.*

Fuente: Moreira, 2008 b.

2.6. Las Simulaciones

Si bien la simulación se utiliza en varios escenarios para recrear situaciones que no se pueden replicar; por ejemplo, el entrenamiento para el manejo de un avión, un auto de carreras e incluso la manipulación de órganos del cuerpo humano por medio de maniqués, es una herramienta que sirve para adquirir destrezas en la manipulación de dispositivos y aparatos, y se ha constituido en una herramienta fundamental en el avance tecnológico en general.

2.6.1. Modelos y Simulación

Existe una gran variedad de definiciones para la simulación, a continuación, las dos que se exponen son pertinentes al tema que se está desarrollando: según Cataldi (2013): «Una simulación es un conjunto de ecuaciones matemáticas que modelan en forma ideal situaciones del mundo real, ya sea por su dificultad de experimentar o comprender». Otra definición de simulación implica el uso de la computadora «Simulación es una técnica numérica para realizar experimentos en una computadora digital. Estos experimentos involucran ciertos tipos de modelos matemáticos y lógicos que describen el comportamiento de sistemas de negocios, económicos, sociales, biológicos, físicos o químicos a través de largos períodos de tiempo» (Naylor, 1986).

Ambas definiciones implican el uso de modelos; por tanto, estos dos términos van juntos si se quiere trabajar con simulaciones.

Tomando las ideas de Kofman, H. (2000), en el caso de los modelos físicos, la secuencia lógica es definir el modelo y la simulación; clasificar los modelos y, por último, relacionar modelos y simulación.

Según este autor: «Modelo es una Imagen o Representación, generalmente incompleta y simplificada de un Sistema (Físico en este caso) » y la simulación es «la experimentación con un modelo para extraer conclusiones o realizar predicciones».

Las clasificación de modelos (Kofman, 2000), se observa en la figura 2.5, primero están los modelos mentales, a continuación los modelos físicos idealizados y por último los modelos explícitos; dentro de estos últimos se encuentran los modelos físicos materiales y los modelos matemáticos; estos, a su vez se clasifican en deterministas y estocásticos. A continuación se presenta una breve descripción de cada uno de ellos:

Modelos mentales. Según Santos, G., Otero, M. R., & de los Angeles Fanaro, M. (2000)

«Un modelo mental es un análogo estructural del mundo real o imaginario, que las personas construyen para comprender el mundo que les rodea»

Modelos físicos idealizados, se forma una representación idealizada a la que se le añaden atributos y se le realizan simplificaciones.

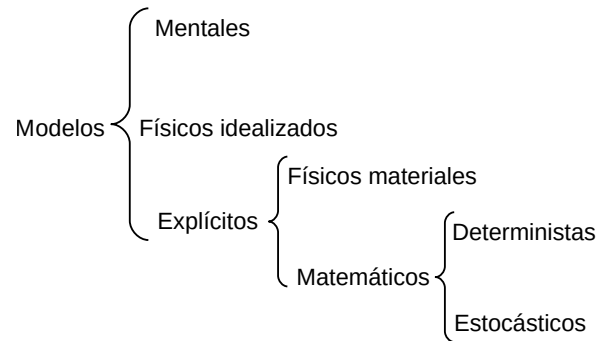
Modelos explícitos, conforman una representación operativa del mundo físico. Este tipo de modelo se origina en un modelo mental, pasando por un modelo físico idealizado y por último este modelo explícito que puede o no tener una total concordancia con el modelo físico idealizado.

Modelos físicos materiales, son la representación material o física del modelo idealizado.

Modelos matemáticos, son la representación del sistema mediante ecuaciones matemáticas o distribuciones estadísticas.

Modelos matemáticos deterministas, son aquellos que cuando las condiciones iniciales son las mismas siempre dan el mismo resultado.

Modelos matemáticos estocásticos, cuando las condiciones iniciales son las mismas, pero los resultados son diferentes, debido a que presentan un comportamiento aleatorio.

FIGURA 2.5: *Clases de modelos según Kofman.*

Fuente: Kofman (2000).

El modelo matemático no es una ley física; el primero, representa con ecuaciones a un sistema en particular; en cambio, la ley física es de carácter general «que responde a una determinada teoría sobre el mundo físico» (Kofman, 2000). El modelo matemático utiliza las leyes físicas y en el modelo físico idealizado se va escogiendo las variables a utilizar, desechando las que son despreciables o de baja influencia en el fenómeno.

La secuencia que se sigue es la siguiente: al inicio se parte del modelo mental, continuando con el modelo físico idealizado y por último se llega al modelo matemático. La simulación actúa como modelo mental debido a que puede causar la modificación del modelo mental inicial, resultando en una situación de aprendizaje. El papel pedagógico de la simulación es comparable con el de la experimentación en Física.

La función pedagógica central que le asignamos al uso de las simulaciones es entonces la de ayudar en el desarrollo del modelo mental sobre el fenómeno, dada la trascendente importancia que tiene este aspecto del aprendizaje. Pero esta función que está planteada en términos cualitativos, se debe vincular a aspectos cuantitativos, es decir, a las expresiones matemáticas del fenómeno. (Kofman, 2000, p. 9).

Son tres las formas de utilizar la simulación como herramienta didáctica, a continuación se presenta la descripción breve de cada una de ellas en orden de dificultad, partiendo de la más simple a la más compleja.

Utilizar la simulación ya elaborada y compararla con el experimento real para observar sus coincidencias para luego emplear la simulación como una extensión de la propia experiencia. Esto en la medida que sea materialmente posible..

Modificar el problema con algún programa editor en el que el estudiante pueda cambiar incluso las ecuaciones del modelo matemático, sin perder de vista el fenómeno. Esto requiere una mayor dificultad y mayor compenetración con el modelo matemático y su relación con el fenómeno.

Programar los modelos. Esto necesita de un conocimiento teórico, manejo de algoritmos y de un lenguaje de programación computacional.

De estas tres formas de emplear la simulación, la primera es la que se está poniendo a prueba en este trabajo, porque se usan programas computacionales ya desarrollados y que son fáciles de manipular sin modificar las ecuaciones.

2.6.2. Aprendizaje y el uso de simuladores en Física

El aprendizaje es considerado como una construcción en la que el estudiante tiene un papel importante, indistintamente de que él pueda llevar a cabo un conjunto de asociaciones como consecuencia de sus interacciones con el ambiente educativo. «Este ambiente puede estar compuesto por personas, ordenadores, textos y materiales instruccionales con los cuales el sujeto va a interactuar» (Santos, G., Otero, M. R., & de los Angeles Fanaro, M., 2000). El aprendizaje que se desea producir es aquel orientado hacia la adquisición de conocimiento científico pretendiéndose que el estudiante consiga compartir los significados aceptados por la comunidad científica, de la mejor manera posible. Para que el aprendizaje sea significativo, las informaciones nuevas tienen que estar relacionadas de un modo sustantivo (no literal) y no arbitrario, con las preexistentes en la estructura cognitiva del aprendiz.

Para poder obtener lo descrito, el docente debe preparar el material instruccional necesario y también oportuno y así crear un ambiente propicio. Como se ha descrito en el capítulo 2 sección 2.4 según Pea la inteligencia es la interacción con las estructuras mentales y los utensillos del intelecto presenta a la cultura. Denominando a estas herramientas Tecnologías Cognitivas; el ordenador y el software que posibilita simulaciones serían elementos claves en el proceso instruccional, en la medida en que sean utilizados con objetivos claramente establecidos, suponiendo un conocimiento acabado de aquello que los materiales diseñados permiten o no hacer.

2.6.3. Simuladores en Física

En el internet hay bastante material a disposición para trabajar ya sea con simulaciones interactivas y/o laboratorio virtual, cada uno de los cuales tiene virtudes y defectos que el

docente en el momento de preparar las actividades tendrá que sopesar para lograr el objetivo didáctico. No es posible ver toda la lista de todos los simuladores porque son muchos y la siguiente enumeración es tan sólo un pequeño bosquejo de lo que está a disposición.

Siguiendo la secuencia de la anterior sección, en principio se evidencia la presencia de algunos programas computacionales interactivos que sirven para simular fenómenos físicos, luego están aquellos donde se pueden escribir las ecuaciones y por últimos están los lenguajes informáticos que sirven para programar simulaciones. Es de destacar que algunos software pueden ser intermedios, el docente puede preparar la simulación o usar alguna que ya está en internet y el mismo software se puede utilizar para programar la simulación como es el caso del Geogebra.

2.6.4. Simulaciones interactivas

PhEt. El proyecto PhEt de la Universidad de Colorado ha desarrollado un gran número de simulaciones interactivas (más de 100) para la enseñanza y el aprendizaje de Física, Química, Biología, Ciencias de la Tierra y Matemáticas. Las simulaciones ponen a disposición ambientes animados, interactivos y similares a juegos permitiendo así la exploración científica. Las simulaciones enfatizan la conexión entre los fenómenos en la vida real y su fundamento científico, haciendo lo invisible visible (como la representación de los átomos, moléculas, electrones, fotones) e incluye modelos visuales que expertos usan para ayudar a su pensamiento en la interpretación.

Educaplus, es un sitio web sin ánimo de lucro que comparte con la comunidad educativa varios y excelentes recursos interactivos flash para las áreas de Física, Química, Biología, Matemáticas, Geografía y Tecnología. Su creador es Jesús Peñas, profesor andaluz

de Física y Química, que ha recibido por este proyecto numerosos reconocimientos y premios; sin duda se trata de un lugar de visita obligada para el profesorado de diversas materias.

Edumedia, es un sitio donde se encuentran simuladores en diversas áreas, diseñados para profesores, estudiantes, bibliotecas y empresas.

Ibercaja Aula en Red, es un servicio dirigido a la comunidad educativa, que ofrece un conjunto de actividades, recursos didácticos, programas y aplicaciones orientadas a potenciar el aprovechamiento del trabajo que docentes y alumnos realizan en el aula, con el objetivo de seguir reforzando el apoyo de la Fundación Ibercaja a la educación, especialmente a la que se desarrolla dentro del ámbito escolar.

WALTER FENDT, es un sitio donde se encuentran simuladores para desarrollar contenidos de Física, Matemáticas, Astronomía, entre otros.

TINKERCAD, es un software gratuito online creado por la empresa Autodesk, una de las empresas punteras en el software de diseño 3D de la mano de su programa estrella para tal fin, funciona directamente en un navegador web moderno (Windows, Mac o Linux) y permite diseñar y modelar objetos en 3D, desde elementos simples a formas más complejas

Avistep 3, reúne todas las herramientas necesarias para el tratamiento de los contenidos de mecánica incluidos en las programaciones de la enseñanza secundaria.

oFísica El sitio web de oPhysics es una colección de simulaciones de física interactivas. Es un trabajo en progreso, y probablemente siempre lo será. El contenido se agregará a

medida que el tiempo lo permita. Todo el contenido de este sitio fue creado Tom Walsh profesor jubilado después de enseñar física en la escuela secundaria durante 27 años y Física AP durante 25 años.

Geogebra, la mayoría de las simulaciones interactivas específicas a los temas detallados en el capítulo que se utilizaron en este trabajo se crearon con el software GeoGebra. GeoGebra es un programa gratuito que hace que sea muy fácil crear animaciones y simulaciones para cualquier persona con buenos conocimientos de Matemática o Física para obtener más información sobre el software, es recomendable visitar su sitio web: www.geogebra.org.

2.6.5. Simuladores para programar

Interactiv Physics, es un sitio web con una biblioteca de simulaciones que fueron desarrolladas por los educadores de Física, el equipo de Interactive physics ha desarrollado un programa fácil de usar y visualmente atractivo que realza grandemente la instrucción de la Física, sirve para programar simulaciones.

Modellus, es un programa gratuito de simulación. Permite diseñar, construir y simular experimentos de física o ecuaciones matemáticas a través del tiempo o en cuanto a la variación de valores numéricos (variables) presentes en todo fenómeno.

2.6.6. Lenguajes informáticos para simulación

MATLAB es una plataforma de programación y computación numérica que permite a las empresas e instituciones educativas crear modelos, desarrollar algoritmos, analizar con-

juntos de datos y más. Los profesionales pueden usar el editor en vivo para crear scripts y mejorar el código mediante hipervínculos, imágenes y encabezados.

Ansys es un software de simulación de ingeniería y diseño en 3D que puede ser utilizado por empresas de varios segmentos del sector, incluidos los sectores automotriz, aeroespacial, construcción, energía, salud, militar, procesamiento químico y bienes de consumo. Ayuda a las organizaciones a gestionar los procesos relacionados con la automatización del flujo de trabajo, el análisis predictivo, la visualización de simulación, la personalización de aplicaciones y las pruebas de productos.

COMSOL Multiphysics es un software de simulaciones que ayuda a las organizaciones de ingeniería, fabricación e investigación científica a gestionar el modelado basado en la física a través de la verificación y optimización de procesos y dispositivos. La plataforma permite a los usuarios crear flujos de trabajo de modelado personalizados, lo que facilita el intercambio de datos entre múltiples modelos: electromagnéticos, transferencia de calor, mecánica estructural, flujo de fluidos y más.

Es de destacar que el objetivo inicial es utilizar el material que ya está a disposición, pero se espera que en un futuro, a mediano y largo plazo el estudiante pueda crear su propia versión de las simulaciones porque el contenido de la malla curricular así lo tenga previsto como actividades de la materia, eso significaría un cambio del proceso enseñanza aprendizaje que conllevaría una reestructuración significativa.

2.6.7. Herramientas TIC

Las simulaciones solas no son la únicas herramientas que se utilizan en la estrategia, ellas se tienen que complementar con otros instrumentos TIC que sirven para la comunicación

virtual, el correo electrónico, las plataformas virtuales como Classroom, Moddle donde el docente puede poner las actividades, comunicarse por mensajes y los estudiantes tienen la opción de entregar las tareas asignadas y exámenes. La otra opción es la de reunirse por video conferencias con la clase por Zoom, Google Meet, Skype, Microsoft Teams entre otras más. También están a disposición las pizarras virtuales on line o que se pueden descargar como Jamboard, Classroomscreen, Idroo, Openboard, son algunas que se pueden nombrar. Y por último, las plataformas de gamificación que tienen cuestionarios donde se evalúa jugando como Quizziz, Kahoot, Geogebra.

2.7. El tratamiento estadístico

La estadística es la ciencia que presenta todos aquellos conocimientos, estrategias y herramientas que posibilita la recopilación, organización, análisis e interpretación de un conjunto de datos a partir de los cuales se pretende llegar a una toma de decisión.

La estadística se divide en dos partes: la estadística descriptiva y la estadística inferencial; la primera, utiliza métodos para resumir las características clave de datos conocidos; la segunda, utiliza métodos que involucra el uso de datos muestrales para hacer generalizaciones o inferencias acerca de una población.

El término estadístico como «significancia» o «nivel de significación» se considera como el límite para considerar si un resultado es estadísticamente significativo o no. Si el valor de significación obtenido por alguna prueba estadística es menor que el nivel de significación propuesto, se considera que el resultado es estadísticamente significativo. El nivel de significación también se conoce como el nivel alfa. Es frecuente utilizar el nivel de significación igual a 0,05. Este valor significa que un resultado estadísticamente significativo tiene menos

de un 5% de probabilidad de que haya sido producido por casualidad. En la figura 2.6 se observa las posibilidades si la distribución es normal el gráfico superior tiene una hipótesis nula

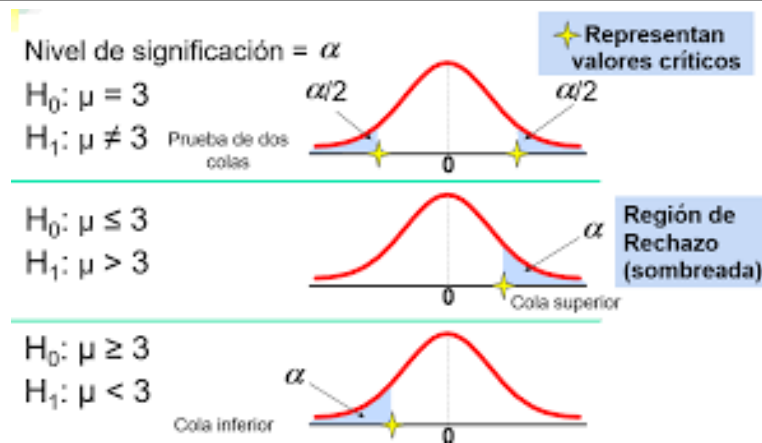


FIGURA 2.6: *Distribuciones normales con dos colas, una cola derecha y una cola izquierda.*

Fuente: internet, extraído de: <https://estadistica-luxemburgo.netlify.app/page8.html>

Los datos pueden ser dependientes o independientes. Son dependientes si se trata de un mismo grupo y se evalúa con una prueba pre-test antes de una intervención y una prueba pos-test después de la intervención. Son independientes si se trata de dos grupos diferentes e igualmente se evalúa antes de la intervención y después de la intervención. En ambos casos se siguen los siguientes pasos:

1. Comprobar si las muestras son paramétricas o no paramétricas. Una muestra es paramétrica si su distribución es normal y es no paramétrica si su distribución no es normal. Para verificar la distribución se utiliza la prueba de Kolmorov - Smirnov, cuando el número de datos es mayor a 30.
2. Si las muestras son no paramétricas es posible analizarlas con las pruebas de U de

Mann Whitney, Kolmorov Smirnov, Reacciones extremas de Moses y Rachas de Wald-Wolfowitz cuando se trata de dos muestras independientes. Wilcoxon, Signos y Mcnemar para dos muestras dependientes.

3. Si las muestras son paramétricas, se aplica la *t* de Student debido a que hay un antes y un después de aplicar la intervención, se compara y verifica si las medias de las muestras son estadísticamente diferentes. En esta prueba existen tres formas de trabajo: a) grupos relacionados o grupos dependientes, si se trabaja con un sólo grupo, b) si son dos grupos independientes y sus varianzas son estadísticamente iguales, c) si son dos grupos independientes y sus varianzas son estadísticamente diferentes.
4. Cuando se trata de dos grupos; se tiene que ver si las varianzas son iguales o no, para ello se usa la prueba *F* o de Fisher, bajo las siguientes hipótesis estadísticas: H_0 las varianzas son iguales y la H_1 las varianzas son diferentes. Si el valor obtenido es mayor a la significancia 0,05, las varianzas son iguales estadísticamente; lo contrario, implica rechazar la H_0 .
5. Cuando ya se sabe si las varianzas son iguales o no, se aplica la *t* de Student con las hipótesis estadísticas: H_0 no existe diferencia significativa en el promedio de las muestras y la H_1 si existe diferencia significativa en el promedio de las muestras. Obteniéndose dos valores que se destacan entre otros: el estadístico *t* y el valor *p*. Si el valor *p* es mayor a 0,05 se acepta la H_0 , de lo contrario, se rechaza la H_0 .

Capítulo 3

Marco Metodológico

3.1. Diseño Metodológico de la investigación

Al aplicar el método científico, se parte del problema identificado y se propone una hipótesis que se tiene que aceptar o refutar en el transcurso de la investigación; luego, se realiza el experimento tomando en cuenta las variables definidas, se procede con el tratamiento de datos utilizando estadísticos apropiados para después obtener un resultado que más tarde permitirá llegar a una conclusión en la que se aceptará o rechazará la hipótesis planteada.

3.2. Tipo de Investigación

La investigación realizada es cuantitativa y cuasi-experimental debido a que la elección de los grupos experimental y de control es no probabilístico, porque los grupos fueron escogidos por conveniencia.

3.3. Método

En el método hipotético-deductivo es fundamental el establecimiento de hipótesis, Según Popper éstas surgen del entendimiento del tercer mundo popperiano que es anterior a la experiencia. Utiliza la falsación para refutar o acepta la hipótesis y también establece un criterio de demarcación para separar la ciencia de la no-ciencia. El principio fundamental del racionalismo crítico y el método hipotético-deductivo es el establecimiento de hipótesis, por lo que es preciso preguntarse de donde provienen dichas hipótesis. Para Popper, estas no pueden derivarse a través del inductivismo, ya que esto supondría un sesgo subjetivo en la elección de las observaciones, por lo que considera que estas se generan en el entendimiento del hombre –el tercer mundo popperiano-, el cual es anterior a la experiencia. de acuerdo con este discurso, Popper logra establecer un criterio demarcacionista para identificar la ciencia de la no-ciencia, aunque no lo considera estricto y monolítico.

Los pasos esenciales para utilizar el método científico son:

- Observar el fenómeno a estudiar,
- Elaborar hipótesis para explicar el fenómeno,
- Deducir consecuencias o implicaciones más elementales de la hipótesis
- Comprobar o refutar los enunciados deducidos comparándolos con la experiencia.

3.4. Universo o Población de Referencia

El universo del estudio está conformado por los estudiantes de primer semestre de la de la Facultad de Tecnología de la Universidad Mayor de San Simón de la ciudad de Cochabamba.

3.5. Muestra y Población de Estudio

La población está conformada por los estudiantes de primer semestre de las carreras de Ingeniería Electromecánica, Ingeniería Industrial, Licenciatura en Física y Licenciatura en Matemática de la Facultad de Tecnología de la Universidad de San Simón de la ciudad de Cochabamba.

La muestra está constituida de la siguiente manera: el grupo experimental tiene una cantidad de 33 estudiantes y el grupo control de 40 estudiantes.

Se hace notar que la asistencia a las clases es voluntaria y no existe control; por este motivo, de 111 estudiantes inscritos en el grupo experimental 33 participaron de las dos pruebas pre-test y pos-test. En el caso del grupo control ocurrió algo similar de 112 alumnos inscritos, 40 estudiantes participaron en ambas pruebas.

3.5.1. Unidad de observación

La unidad de observación es el estudiante de primer semestre de la materia de Física I de la Facultad de Tecnología de la Universidad Mayor de San Simón.

3.5.2. Criterios de inclusión y exclusión

Los criterios de inclusión de los grupos de estudiantes de los turnos mañana presentan características similares: edades comprendidas entre 17 a 25 años, ambos grupos tienen similar cantidad de estudiantes y tienen en común la misma docente. Un criterio de exclusión es la cantidad de estudiantes en otros grupos que no es similar.

3.6. Objeto de Estudio

El objeto de estudio es el aprendizaje significativo porque se trata de llevar al estudiante desde el conocimiento previo del estudiante a la adquisición de nuevos conceptos a través de la metodología de la Teoría Aplicada Instrumentada.

3.7. Delimitación Geográfica

La propuesta se realizó en la Universidad de San Simón de la ciudad de Cochabamba.

3.8. Delimitación Temporal del Estudio

El estudio se realizó en el segundo semestre del 2022, durante aproximadamente 6 semanas; tiempo transcurrido desde el inicio de clases hasta el primer examen parcial porque en ese intervalo de tiempo se cuenta con el mayor número de estudiantes que participan activamente del curso.

3.9. Planteamiento de Hipótesis

La aplicación de la Estrategia Didáctica de las Simulaciones, utilizada como una actividad de enseñanza complementaria, determina un aprendizaje significativo de la Física en Educación Superior (Caso Física I, Facultad de Tecnología UMSS 2022).

3.9.1. Definición de Variables

Según Hernández (2018) en las hipótesis causales las supuestas causas son las variables independientes y los efectos son las variables dependientes. Por tanto, la causa de un aprendizaje significativo será la aplicación de la Estrategia Didáctica con Simulaciones.

3.9.1.1. Variable Dependiente

Aprendizaje Significativo.

3.9.1.2. Variable Independiente

Simulaciones Aplicadas.

3.9.2. Operacionalización de Variables

En los Cuadros 3.1 y 3.2 se presentan la Operacionalización de las variables independiente y dependiente, respectivamente.

Operacionalización de variable independiente

VARIABLE INDEPENDIENTE	CONCEPTUALIZACIÓN	DIMENSIÓN	INDICADOR	ESCALA	TÉCNICA
Simulaciones aplicadas	Son programas que representan un modelo o entorno dinámico que a través de gráficos o animaciones que facilitan al estudiante la visión de lo que ocurre en el entorno que se está simulando (Fatela, 2012)	Plataforma virtual de simulación	Uso de plataformas	Nominal Ordinal	Cuestionario Prácticas

TABLA 3.1: Operacionalización de variable independiente.

Fuente: Elaboración propia.

Operacionalización de variable dependiente

VARIABLE DEPENDIENTE	CONCEPTUALIZACIÓN	DIMENSIÓN	INDICADOR	ESCALA	TÉCNICA
Aprendizaje significativo	Las ideas se relacionan con algún aspecto existente específicamente relevante de la estructura cognoscitiva del alumno, como una imagen, un símbolo, un concepto o una proposición (Ausubel, 1983)	•Prueba pre-test •Prueba posttest	Puntos obtenidos	Ordinal 0-30	Cuestionario

TABLA 3.2: Operacionalización de variable dependiente.

Fuente. Elaboración propia.

Capítulo 4

Método o Estrategia de aplicación

4.1. Antecedentes Teóricos

A nivel internacional, el proceso enseñanza aprendizaje de la materia de Física ha sido motivo de estudio ya desde los años 90, (Meneses, 1995) en la universidad de Valladolid, se propone una metodología basada en 4 etapas: las dos primeras planificación y construcción, los alumnos reciben la instrucciones y las aplican. En las últimas dos: ampliación y aplicación se presenta una problemática donde puedan emplear los conocimientos adquiridos. Por tanto, no sólo se evalúa conocimientos sino también procedimientos. En otro estudio: “La enseñanza del electromagnetismo: una experiencia dentro del modelo de competencias integradas de la Universidad de Guadalajara,” R. Méndez Fragoso, M. Villavicencio Torres, 2016) se propone una serie 8 recursos didácticos, incluyéndose el uso de las TIC e internet, a dos grupos, uno experimental y otro de control. Concluyéndose que el grupo experimental mejoró de manera significativa el dominio conceptual del electromagnetismo. El paradigma usado es la metodología por competencias. En el estudio realizado en la Universidad Nacional Autónoma de

México: “Enseñanza del electromagnetismo a través de aplicaciones experimentales” de R. Méndez Frago, M. Villavicencio Torres (2016) hace uso de recursos virtuales, afirmando: “Es claro que el uso de estas herramientas de visualización permite que los estudiantes comprendan y asimilen más claramente los conceptos que se involucran el estudio de un sistema electromagnético. Con esto se busca que los alumnos puedan además proponer experimentos con bases teóricas sólidas.” En todos los casos presentados, las estrategias planteadas son constructivistas y se evalúa conceptos, habilidades y actitudes.

Como ya se ha propuesto, la aplicación del método a utilizar se evaluará de manera diagnóstica con una prueba pre-test y al final con una prueba pos-test. Se usará el método de la Teoría de la Aplicación y la Teoría de la Aplicación Instrumentada porque las simulaciones son objetos mediadores del proceso enseñanza aprendizaje, (sección 2.4) , según Piaget las tareas diagnósticas siguen la orientación de las experiencia a partir del desarrollo cognoscitivo próximo Vygotsky (1993) y, debido a que la didáctica se organiza realizando tareas con el propósito de que el estudiante adquiera habilidades cognoscitivas y reflexivas. La estrategia a seguir según esta teoría es la siguiente: transformación (reconocimiento), modelación, experimentación, control y evaluación. “La concepción de este modelo didáctico propuesto, no sólo considera el proceso en sí mismo, sino también los diferentes momentos por los cuales este pasa, donde el control y la evaluación cumplen un papel importante, al concebir un grupo de indicadores (conciencia, generalización e independencia), que apuntan a criterios de calidad para la evaluación del aprendizaje del estudiante.” Arruda, J. R. C., & Marín Antuña, J. (2001).

Los tres elementos para la comprensión de un concepto físico son el modelo físico, el plan fenomenológico de la descripción de la realidad y el aparato matemático formal de la teoría, cuando se relacionan estos elementos recién es posible conocer la estructura y el

funcionamiento del concepto (Arruda, J. R. C., & Marín Antuña, J.2001)

4.2. Fases y objetivos de desempeño

Se elaboró un grupo de tareas a realizar a partir de la estrategia planteada y cada una de ellas está sujeta a las etapas o fases descritas a continuación. Se hace notar que no se usó una sola plataforma virtual; sino que, para un mismo tema se usó hasta tres tipos de simulaciones con el objetivo de que el estudiante no vea limitación en cuanto al uso de ellas.

4.2.1. Fase Uno. Reconocimiento

Se trata de establecer los conocimientos previos de los estudiantes pertinentes al tema, esto se realiza en el aula de manera presencial.

4.2.2. Fase Dos. Modelación

Se identifican las magnitudes físicas y se construye el modelo matemático del fenómeno planteado, tratando de que el estudiante utilice los términos técnicos correctos esto se realiza en el aula de manera presencial.

4.2.3. Fase Tres. Experimentación

El docente instruirá en cuanto al manejo de los simuladores y el estudiante tiene la posibilidad de probarlos las veces que lo desee porque se encuentran en la nube.

4.2.4. Fase Cuatro. Control

El control de la experiencia se realizará con la respuesta a uno o varios cuestionarios o realizando las actividades propuestas por plataformas virtuales que refleje la asimilación de los conceptos y la aplicación del instrumento mediador como son las simulaciones.

4.3. Plan de Acción

En la tabla 4.1 se presenta las actividades realizadas.

4.4. Operación técnica

Los actores que forman parte de este estudio son el docente y los estudiantes del grupo experimental y de control de la materia de Física I. El docente cumple el rol de guía en el proceso enseñanza aprendizaje, el estudiante al inicio necesita de la guía del docente, es de esperarse al final del estudio que el alumno pueda caminar de manera independiente en su aprendizaje adquiriendo habilidades cognoscitivas y tecnológicas. El experimento se inició con la aplicación del pre-test a los grupos control y experimental; con el objetivo de medir la equivalencia entre ellos y el nivel de conocimiento teórico de la materia de Física I. Posteriormente, se implementó la estrategia didáctica de la Teoría de la Actividad, la cual tiene las fases ya descritas. Finalmente se aplicó la prueba de pos-test a los grupos de control y experimental con el fin de verificar si la estrategia usada tuvo resultados positivos.

Plan de acción

Fase	Objetivos	Actividades	Técnicas de aplicación	Recursos
1.Reconocimiento	Identificar los conocimientos previos de los estudiantes	<ul style="list-style-type: none"> •El docente cuestiona sobre descripción del fenómeno •Los estudiantes nombran posibilidades 	<ul style="list-style-type: none"> •Exposición •Video •Lluvia de ideas 	Pizarra física
2.Modelación	Identificar magnitudes físicas en las ecuaciones	<ul style="list-style-type: none"> •El docente presenta las ecuaciones del fenómeno •Los estudiantes identifican las magnitudes físicas a utilizar 	<ul style="list-style-type: none"> •Exposición •Lluvia de ideas 	Pizarra física
3.Experimentación	Adquirir habilidades en cuanto al manejo de las herramientas digitales	<ul style="list-style-type: none"> •El docente explica el manejo de la simulación •El estudiante prueba las veces que lo precise hasta adquirir habilidades 	Simulación	Plataforma virtual
4.Control	Contrastar las habilidades del estudiante	<ul style="list-style-type: none"> •Uso de las actividades en línea •Respuesta a un cuestionario 	<ul style="list-style-type: none"> •Cuestionario •Actividades en línea 	Plataforma virtual

TABLA 4.1: *El plan de acción presenta las cuatro fases de cada una de las intervenciones.*

Fuente: elaboración propia.

4.5. El instrumento de medida

Las pruebas pre-test y pos-test presentadas están basada en el Force Concept Inventory con siglas FCI; desarrollada por Hestenes, Welss y Swackhamer (1992). El FCI es un test de 30 preguntas de selección múltiple de tipo cualitativo y tiene una duración de 30 minutos, que mide la comprensión del concepto newtoniano de fuerza, al comparar las respuestas de los estudiantes con un conjunto de creencias previas, que constituyen hipótesis basadas en la experiencia cotidiana. En el caso presente, el objetivo de la prueba es realizar un diagnóstico de conceptos teóricos de los temas que se detallan. En el test están presentes algunas preguntas del FCI, otras del libro «Física Conceptual» (Hewitt, 2007) con siglas FC y las demás son de elaboración propia, las preguntas están adecuadas al objetivo debido a que la intervención se realizó en el intervalo de tiempo comprendido desde el inicio de semestre hasta el primer examen parcial. Los temas a considerar son los siguientes:

- Introducción, cifras significativas, notación científica, factores de conversión
- Vectores, Primera Ley de Newton
- Cinemática, unidimensional
- Cinemática bidimensional

En el cuadro 4.2 se exhiben la distribución de las preguntas por tema y su respectiva fuente.

Distribución de las preguntas por tema y respuestas

Tema	Número	Fuente
Introducción, cifras significativas, notación científica, factores de conversión	15B	Elaboración propia
	16D	Elaboración propia
	17B	Elaboración propia
	18A	Elaboración propia
	19D	Elaboración propia
	20D	Elaboración propia
	23B	Elaboración propia
	24D	FC
	27C	Elaboración propia
30A	Elaboración propia	
Vectores, Primera Ley de Newton	5A	FCI
	7D	FCI
	8C	FC
	9B	FC
	12B	Elaboración propia
	13A	Elaboración propia
	14A	FC
26B	FC	
Cinemática unidimensional	1B	FCI
	2A	FCI
	3B	FCI
	10 C	Elaboración propia
	11C	Elaboración propia
	21C	Elaboración propia
25A	Elaboración propia	
Cinemática bidimensional	4B	FCI
	6B	FCI
	22C	FC
	28D	Elaboración propia
	29A	Elaboración propia

TABLA 4.2: *Distribución de las preguntas por tema y respuestas.*

Fuente: elaboración propia.

Capítulo 5

Diseño del Proceso de Investigación

En la sección 2.2.1 se presentó el diseño de la estrategia didáctica propuesta por Feo (2010), útil para cualquier materia, con estas ideas y complementando con el plan de acción se observa las actividades realizadas y tabuladas describiendo las acciones, ver figuras 5.1 a 5.4. En la sección 2.6.1 se clasificó a las simulaciones en tres clases; utilizar, modificar y programar; siendo las primeras las que se utilizan en el presente trabajo, cuyas simulaciones están en las plataformas: Phet, Geogebra e Ibercaja Aula en Red y para los cuestionarios los formularios Google y Quizziz

Los temas a desarrollar en la materia de Física I, hasta el primer parcial se detallan a continuación:

1. Introducción: magnitudes, cifras significativas, notación científica, factores de conversión.
2. Vectores, Primera ley de Newton.
3. Cinemática unidimensional

4. Cinemática bidimensional

El cronograma de actividades se detalla en el cuadro 5.1,

Cronograma de actividades

Actividades	Semanas					
	1	2	3	4	5	6
Pre-test	x					
Introducción		x				
Vectores			x			
Cinemática unidimensional				x		
Cinemática bidimensional					x	
Pos-test						x

TABLA 5.1: *Cronograma de Actividades*

Fuente: elaboración propia.

5.1. Actividades por tema

5.1.1. Pruebas pre-test y pos-test

La primera y la última actividades son las pruebas pre-test y pos-test, que consisten en un cuestionario de 30 preguntas teóricas y el tiempo de duración del test es de 30 minutos porque está basado en la prueba FCI, descrita en la sección 4.5 .

5.1.2. Actividades de intervención

Las actividades de la intervención por tema se observan en las figuras 5.1, 5.2, 5.3 y 5.4. El tema de introducción es un tema diferente porque de manera virtual sólo hay cuestionarios

y actividades autoevaluables. El resto del contenido tiene un formato similar porque hay simulaciones en línea de estos temas, como se observa en las figuras correspondientes.

Actividades Tipo I	
Nivel educativo : Universitario	
Asignatura: Física I	
Tema	Contexto
Introducción Magnitudes, cifras significativas, notación científica, factores de conversión.	Presencial Virtual
SECUENCIA DIDÁCTICA	
Reconocimiento Contexto: presencial Recursos y medios: pizarra acrílica, marcadores	Modelación Contexto: presencial Recursos y medios: pizarra acrílica, marcadores
<ul style="list-style-type: none"> •El docente, orienta para definir la Física en el aula utilizando en esta definición las magnitudes físicas. •Los estudiantes participan aportando con la lluvia de ideas para la definición •El docente, realiza un repaso breve de cifras significativa, redondeo, notación científica y factores de conversión •Los estudiante participan realizando conversiones con las cifras significativas correspondientes 	El docente cuestiona sobre las normas de las abreviaturas sobre los sistemas de unidades Los estudiantes utilizan de manera correcta estas abreviaturas
Experimentación Contexto: virtual Recursos y medios: Classroom, video, Quizziz, Geogebra	Control Contexto: virtual Recursos y medios: Classroom, Quizziz
El docente en Classroom deja material educativo que consiste: un video de explicación de la actividad, una presentación del tema en Quizziz y un video del tema de introducción	El estudiante responde al cuestionario de Quizziz con dos intentos

FIGURA 5.1: *Actividades tipo I para el tema de Introducción.*

Fuente: elaboración propia.

Actividades Tipo II	
Nivel educativo : Universitario	
Asignatura: Física I	
Tema	Contexto
Vectores Primera ley de Newton	Presencial Virtual
SECUENCIA DIDÁCTICA	
Reconocimiento Contexto: presencial Recursos y medios: pizarra acrílica, marcadores	Modelación Contexto: presencial Recursos y medios: pizarra acrílica, marcadores
<ul style="list-style-type: none"> •El docente cuestiona sobre las clases de magnitudes físicas que hay en la vida cotidiana •Los estudiantes participan mencionando varias magnitudes físicas 	<ul style="list-style-type: none"> •El docente hace notar la diferencia entre las cantidades escalares y vectoriales con las operaciones de suma y resta •Los estudiantes participan, dibujando y resolviendo de manera gráfica y analítica las operaciones
Experimentación Contexto: virtual Recursos y medios: Classroom, videos, Geogebra	Control Contexto: virtual Recursos y medios: Classroom, Quizziz, formulario Google
<ul style="list-style-type: none"> •El docente en Classroom deja el siguiente material: dos videos de explicación para la simulaciones de las plataformas Phet y Geogebra •Los estudiantes usan las simulaciones para adquirir habilidades en su manejo 	Los estudiantes responden a los siguientes cuestionarios: <ul style="list-style-type: none"> •Cuestionario en la plataforma Quizziz •Cuestionario en formulario Google

FIGURA 5.2: Actividades del tipo II para el tema de vectores.

Fuente: elaboración propia.

Actividades Tipo II	
Nivel educativo : Universitario	
Asignatura: Física I	
Tema	Contexto
Cinemática unidimensional <ul style="list-style-type: none"> •Movimiento uniforme •Movimiento uniformemente acelerado •Caída libre 	<ul style="list-style-type: none"> •Presencial •Virtual
SECUENCIA DIDÁCTICA	
Reconocimiento Contexto: presencial Recursos y medios: pizarra acrílica, marcadores	Modelación Contexto: presencial Recursos y medios: pizarra acrílica, marcadores
<ul style="list-style-type: none"> •El docente cuestiona sobre el fenómeno del movimiento •Los estudiantes participan mencionando las trayectorias, el origen, el tiempo. 	<ul style="list-style-type: none"> •El docente cuestiona sobre que magnitudes se necesitan para describir el movimiento •Los estudiantes participan, enumerando las cantidades físicas para describir el movimiento
Experimentación Contexto: virtual Recursos y medios: Classroom, videos, Geogebra	Control Contexto: virtual Recursos y medios: Classroom, formulario Google
<ul style="list-style-type: none"> •El docente en Classroom deja el siguiente material: dos videos de explicación para la simulaciones de las plataformas Geogebra e Ibercaja Aula en Red •Los estudiantes usan las simulaciones para adquirir habilidades en su manejo 	Los estudiantes responden a los siguientes cuestionarios: <ul style="list-style-type: none"> •Cuestionario en formulario Google •Actividades de la plataforma Ibercaja Aula en Red

FIGURA 5.3: *Actividades del tipo II para el tema de cinemática unidimensional.*

Fuente: elaboración propia.

Actividades Tipo II	
Nivel educativo : Universitario	
Asignatura: Física I	
Tema	Contexto
Cinemática bidimensional <ul style="list-style-type: none"> •Movimiento parabólico •Movimiento circular uniforme •Movimiento circular acelerado 	<ul style="list-style-type: none"> •Presencial •Virtual
SECUENCIA DIDÁCTICA	
Reconocimiento Contexto: presencial Recursos y medios: pizarra acrílica, marcadores	Modelación Contexto: presencial Recursos y medios: pizarra acrílica, marcadores
<ul style="list-style-type: none"> •El docente cuestiona sobre el fenómeno del movimiento en el plano •Los estudiantes participan mencionando dando ejemplos de trayectorias de movimientos en el plano 	<ul style="list-style-type: none"> •El docente cuestiona similitudes y diferencias entre el movimiento unidimensional y el bidimensional •Los estudiantes participan, enumerando las cantidades físicas y desglosando el movimiento en dos partes
Experimentación Contexto: virtual Recursos y medios: Classroom, videos, Phet, Geogebra	Control Contexto: virtual Recursos y medios: Classroom, formulario Google
<ul style="list-style-type: none"> •El docente en Classroom deja el siguiente material: tres videos de explicación para la simulaciones de las plataformas Phet, Geogebra e Ibercaja Aula en Red •Los estudiantes usan las simulaciones para adquirir habilidades en su manejo 	Los estudiantes responden a los siguientes cuestionarios: <ul style="list-style-type: none"> •Cuestionario en formulario Google •Actividades de la plataforma Ibercaja Aula en Red

FIGURA 5.4: Actividades del tipo II para el tema de cinemática bidimensional.

Fuente: elaboración propia.

Capítulo 6

Tratamiento de Datos

Los datos a analizar estadísticamente son las pruebas pre-test y pos-test para los grupos experimental y control; además, del porcentaje de asistencia al primer y segundo examen parcial. Este tratamiento de datos se realizó con los paquetes Excel y SPSS.

6.1. Análisis de datos de los test

Los datos de las pruebas pre-test y pos-test se encuentran en el Anexo B a partir de ellos se obtienen los gráficos en la figura 6.1, las líneas moradas representan las notas de la prueba de pos-test y las azules representan las notas obtenidas en la prueba pre-test.

Los valores en la figura 6.1 a) corresponden al grupo experimental observándose que el rango es mayor porque la nota máxima es el pos-test es de 24 y también hay pocos valores en esta prueba menores (5 valores) a la nota obtenida en la prueba pre-test. En la figura 6.1 b) las notas corresponden al grupo control observándose que el rango tiene como nota máxima 20 en el pos-test y los valores menores en esta prueba respecto al pre-test son 11.

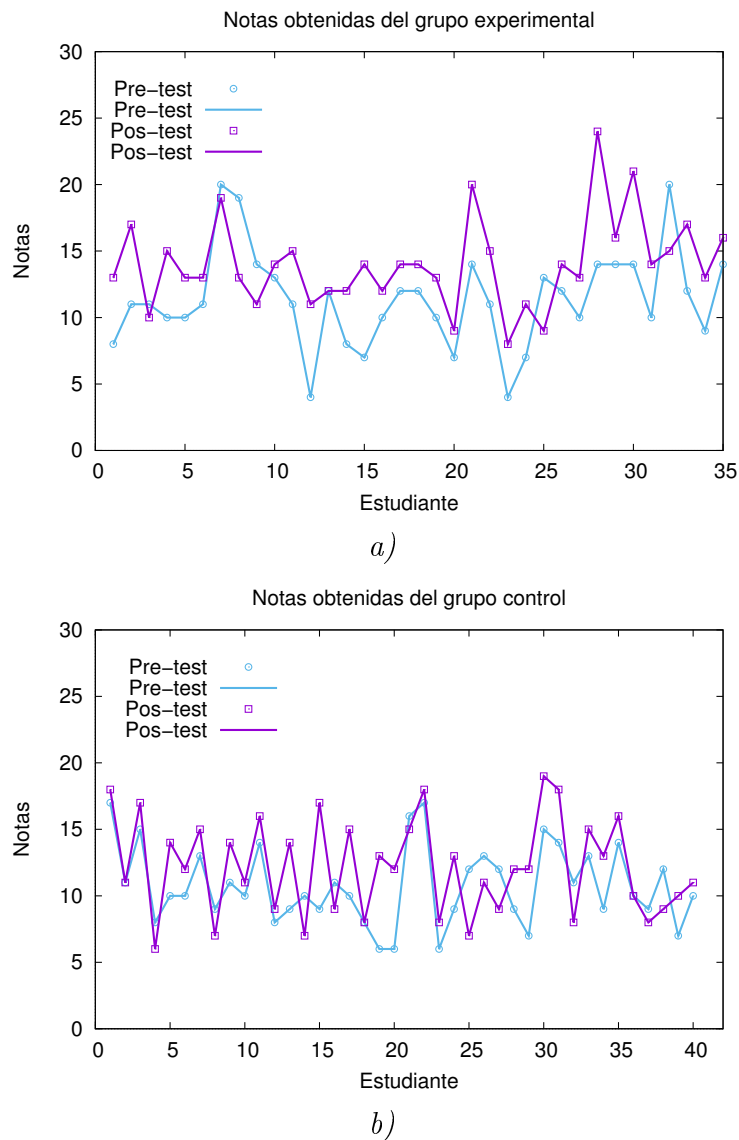


FIGURA 6.1: Comparación de notas en las pruebas pre-test y pos-test. a) Calificaciones del grupo experimental, se observa una cantidad mayor de estudiantes que obtuvo mejores notas en la prueba pos-test con respecto a la prueba pre-test; sin embargo, hay un 15% que corresponde a 5 estudiantes que no mejoró; por el contrario, obtuvo menor calificación en la prueba pos-test. b) Calificaciones del grupo control, si bien existe una mejoría respecto a la prueba pre-test, hay un 28% que corresponde a 11 estudiantes que disminuyó de notas en la prueba pos-test.

Fuente: elaboración propia.

6.1.1. Prueba de normalidad

Las cifras fueron sometidas a la prueba de normalidad (K-S) para verificar si tienen una distribución Normal con la significancia correspondiente al número de datos del Test de Kolmogorov-Smirnov sobre Bondad de Ajuste del 0,05 .

Examinando la tabla 6.1 se observa que, en efecto, los valores del estimador de Kolmorov - Smirnov son menores que el nivel de significancia obtenida por tablas y; por tanto, las cuatro distribuciones son normales.

Resumen de los resultados aplicando la prueba de Kolmorov - Smirnov			
Grupo	Nivel de significancia	Pre-test. Estimador K-S	Pos-test. Estimador K-S
Experimental	0.23012	0,088798231	0,163049273
Control	0,21012	0,150619518	0,094265132

TABLA 6.1: *Tanto en el grupo experimental y de control se observa que los valores del estimador de Kolmorov - Smirnov son menores que la significancia.*

Fuente: elaboración propia.

Las figuras 6.2 y 6.3 representan las distribuciones de los grupos experimental y de control; respectivamente, de la pruebas pre-test *a)* y pos-test *b)*.

En el grupo experimental se observa que la media de 11,36 en el pre-test se encuentra en el intervalo de mayor frecuencia; algo similar ocurre en el pos-test ya que la media de 13,97 también se encuentra en el intervalo de mayor frecuencia.

En el grupo control y pre-test la media 10,75 se encuentra en el intervalo de mayor frecuencia. En el pos-test, existen dos intervalos de frecuencia mayor e igual y la media se encuentra en el segundo intervalo de frecuencia mayor.

En los cuatro casos se cumple gráficamente que la media es representativa de la distribu-

ción y; por tanto, son distribuciones normales.

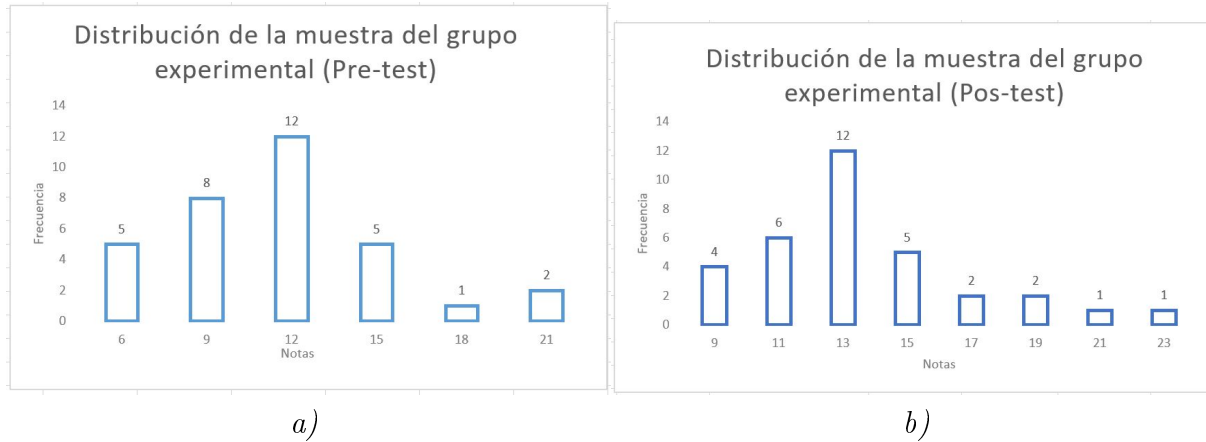


FIGURA 6.2: Distribución de la muestra en el grupo experimental: a) Pre-test. b) Pos-test.

Fuente: elaboración propia.

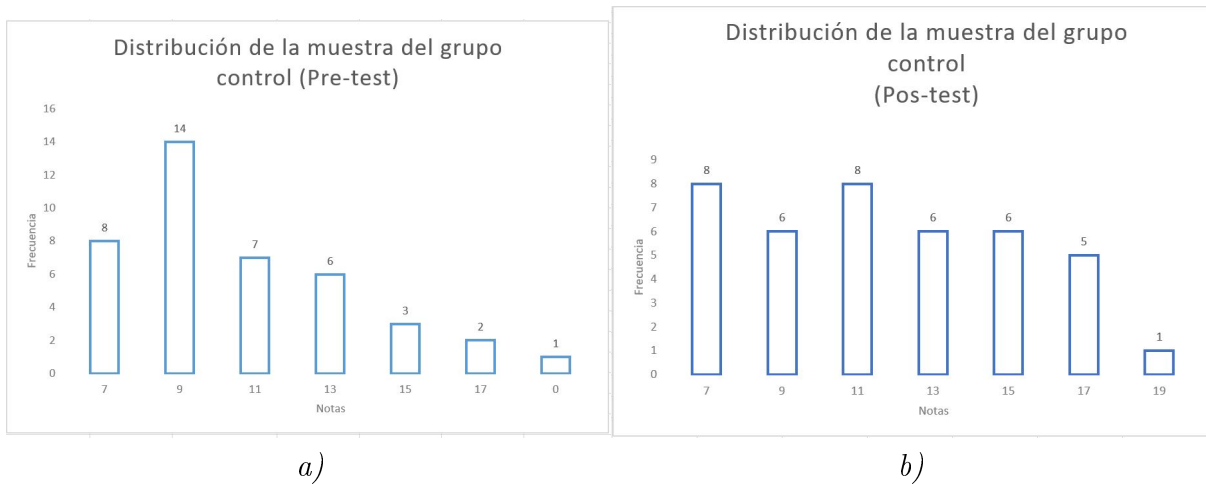


FIGURA 6.3: Distribución de la muestra en el grupo control. a) Pre-test. b) Pos-test.

Fuente: elaboración propia.

6.1.2. Prueba F

Como se ha verificado que las distribuciones son normales, las muestras corresponden a variables paramétricas y fueron sometidas a la prueba de t de Student, pero antes se usó la prueba F para ver si estadísticamente las varianzas son iguales o diferentes comparando las pruebas pre-test y pos-test en los grupos experimental y control. Las hipótesis que se plantean son las siguientes:

- H_0 : Las varianzas son iguales estadísticamente.
- H_1 : Las varianzas son diferentes estadísticamente.

El cuadro 6.2 exhibe los valores obtenidos en la prueba F. Las cifras de esta prueba son mayores a la significancia de 0,05; por tanto, se acepta la hipótesis H_0 y las varianzas son iguales estadísticamente.

Prueba F para las pruebas pre-test y pos-test

Test	Prueba F
Pre-test	0,149197552
Pos-test	0,795220358

TABLA 6.2: *Prueba F comparando los pre-test de los grupos experimental y control y los pos-test de los mismos grupos.*

Fuente: elaboración propia.

6.1.3. Prueba t de Student

La prueba t de Student para variables con varianza igual parte de las siguientes hipótesis:

- H_0 : No existe diferencia estadísticamente significativa entre las medias de las muestras.

- H_1 : Si existe diferencia estadísticamente significativa entre las medias de las muestras.

Se sometieron a la prueba los datos obtenidos de las pruebas pre-test de los grupos experimental y de control. El cuadro 6.3 exhibe un resumen de los parámetros obtenidos. El valor p es mayor que la significancia 0,05; por tanto, se acepta la hipótesis nula H_0 y no existe diferencia estadísticamente significativa entre las medias de las muestras.

Prueba t de Student para varianzas iguales de las pruebas pre-test

Parámetros	Grupo experimental	Grupo control
Media	11,36	10,75
Observaciones	33	40
Grados de libertad	71	
Estadístico t	0,783683692	
Valor p	0,435832315	

TABLA 6.3: *Parámetros obtenidos en las pruebas pre-test.*

Fuente: elaboración propia.

De igual manera, el cuadro 6.4 presenta un resumen de los parámetros obtenidos de la prueba pos-test para ambos grupos. El valor p es menor que la significancia 0,05; por tanto, se rechaza la hipótesis nula H_0 , aceptándose la hipótesis altern H_1 y si existe diferencia estadísticamente significativa entre las medias de las muestras.

Prueba t de Student para varianzas iguales de las pruebas pos-test

Parámetros	Grupo experimental	Grupo control
Media	13,97	12,18
Observaciones	33	40
Grados de libertad	71	
Estadístico t	2,149791161	
Valor p	0,034979901	

TABLA 6.4: *Parámetros de la prueba t de Student en las pruebas pos-test.*

Fuente: elaboración propia.

6.2. Análisis de aciertos por pregunta

En la figura 6.4, se exhibe el porcentaje de alumnos que acertaron en cada una de las preguntas de la prueba de conocimiento conceptual de la materia de Física I. En el eje horizontal está el porcentaje de aciertos del pre-test y en eje vertical el porcentaje de estudiantes que acertaron en el pos-test. Además se observan las líneas de tendencia para cada grupo, control y experimental; en las inclinaciones de dichas líneas, presentan una ligera mejoría en el desempeño de los estudiantes del grupo experimental en comparación con los del grupo control. Debido a que la prueba conceptual evalúa de manera equilibrada la comprensión de los fenómenos, esta mejoría sugiere que la aplicación de la estrategia utilizada fue conveniente para el grupo experimental.

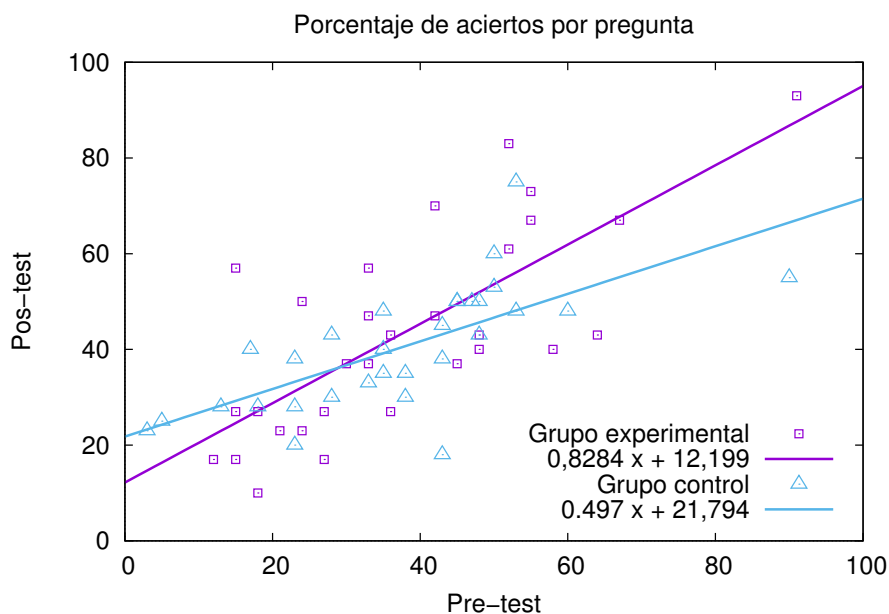


FIGURA 6.4: *Porcentaje de aciertos por pregunta de los grupos experimental puntos y línea de tendencia morados y de control, línea de tendencia y puntos azules*

Fuente: elaboración propia.

6.3. Porcentaje de asistencia

Los porcentajes de asistencia a los exámenes de primer y segundo exámenes se presentan en la tabla 6.5. El grupo experimental desde el primer parcial tuvo muy poca asistencia, el total de inscritos fue de 111 estudiantes; la asistencia al primer examen parcial fue de 54 estudiantes que corresponden al 39 %; en el grupo control de 112 estudiantes para el mismo examen la asistencia fue de 70; es decir, un 63 %. La asistencia al segundo examen parcial fue la siguiente: grupo experimental 34 estudiantes (25 %), grupo control 52 estudiantes (46 %). Como se observa la asistencia a los exámenes en general fue mayor en el grupo control, pero hay que destacar la *diferencia* entre la cantidad de estudiantes presentes al primer examen y

el segundo examen; en el grupo experimental son 20 estudiantes (14 %) y en el grupo control es de 22 (17 %); por tanto, aunque la diferencia es mínima, hubo mayor asistencia al segundo parcial en el grupo experimental.

Grupos	Experimental		Control	
	1er. Parcial	2do. Parcial	1er. Parcial	2do. Parcial
Asistencia	54 (39 %)	34 (25 %)	70 (63 %)	52 (46 %)
Diferencia	20 (14 %)		22 (17 %)	
Total	111 (100 %)		112 (100 %)	

TABLA 6.5: *Porcentaje de asistencia a los exámenes del primer y segundo parcial de los grupos experimental y control.*

Fuente: elaboración propia.

Capítulo 7

Conclusiones y Recomendaciones

7.1. Conclusiones

En el presente trabajo se aplicó la estrategia didáctica de la simulación en la enseñanza de la Física Básica en el primer semestre universitario,

Para comprobar el impacto de la aplicación de la Estrategia Didáctica de Simulación como actividad adicional se realizó la evaluación del aprendizaje significativo en dos oportunidades, antes y después de la intervención usando pruebas pre-test y pos-test respectivamente como se detalla a continuación:

- La prueba pre-test sirvió para comparar los conocimientos previos de los estudiantes de la asignatura de Física. Se usó la prueba t de Student como se observa en el cuadro 6.3 donde el valor p es mayor que la significancia 0,05; por tanto, se acepta la hipótesis nula H_0 que indica que no existe diferencia estadísticamente significativa entre las medias de las muestras; en conclusión, antes de la intervención los grupos tenían conocimiento similar en conceptos teóricos de la materia de Física.

- Durante la intervención se diseñó la estrategia didáctica con dos tipos de actividades y se aplicó a los temas desarrollados como se observa en las figuras: 5.1 5.2, 5.3 y 5.4. Estas actividades fueron presenciales y virtuales usando plataformas a disposición en el internet.
- Al someter las notas obtenidas a la prueba de t de Student, en el pos-test se observa en el cuadro 6.4 que existe diferencia estadísticamente significativa entre las medias después de la intervención. En el grupo experimental de un porcentaje de 37 % hubo una mejoría hasta el 48 %. En cambio, en el grupo control de un porcentaje de 36 % la mejoría llegó al 41 %.

Se concluye que, comparando los resultados de las pruebas al inicio y al final de la intervención que el aprendizaje fue significativo después de aplicar la simulación como estrategia didáctica en el grupo experimental.

Comparando la asistencia a los exámenes del primer y segundo parciales se verificó lo siguiente: en la sección 1.1 se observó que *la mayor diferencia* entre la asistencia a los exámenes parciales indica también una *mayor deserción*, usando esta aseveración y examinando la tabla 6.5 se nota que la asistencia a los exámenes en general fue mayor en el grupo control, pero hay que destacar la *diferencia* entre la cantidad de estudiantes presentes entre el primer y segundo parcial; en el grupo experimental son 20 estudiantes que corresponde a un 14 % y en el grupo control son 22 que corresponde a un 17 %, que está en el rango de diferencia de los anteriores semestres como se observa en la figura 1.1; por tanto, en el grupo control no hubo variación comparando con los anteriores semestres y si hubo mayor asistencia al segundo parcial en el grupo experimental.

7.2. Recomendaciones

El trabajo presentado fue cuasi-experimental, cuantitativo y se trabajó con los estudiantes, se tendría que ver la posibilidad de trabajar con los docentes para observar qué porcentaje de ellos está dispuesto a utilizar esta herramienta como estrategia didáctica y también ver cuáles aceptarían el reto de usar las plataformas virtuales para desarrollar las simulaciones de acuerdo a las necesidades que se vean pertinentes a su uso.

En cuanto a la deserción, habría que realizar un estudio para establecer las causas y los motivos de tan gran cantidad de deserción o tal vez con este estudio verificar que este comportamiento es normal a nivel general, debido a que las carreras tecnológicas son exigentes por su naturaleza.

El gran cambio que se presentó con la pandemia con el uso de herramientas virtuales llegó para quedarse y se espera que en un futuro no muy lejano, al brindar las herramientas necesarias a los estudiantes ellos sean capaces de desarrollar las simulaciones ya en primer semestre como parte de la currícula de la materia.

Bibliografía

- Aragón, P.**, y Marín, C. (2010). *El pensamiento físico-matemático como un objeto de estudio de la didáctica de la física*. En Congreso Iberoamericano de Educación METAS 2021 (págs. 1-6).
- Arruda, J.**, y Marín, J. (2001). *Un Sistema Didáctico para la Enseñanza: Aprendizaje de la Física*. Revista Brasileira de ensino de física, 23, 329-350.
- Ariza, R. P.** (1998). *Pasado, presente y futuro de la didáctica de las ciencias*. Enseñanza de las ciencias: Revista de investigación y experiencias didácticas, 175-185.
- Artigue, M.** (2002). *El aprendizaje de las matemáticas en un entorno CAS: la génesis de una reflexión sobre la instrumentación y la dialéctica entre el trabajo técnico y el conceptual*. Revista internacional de computadoras para el aprendizaje matemático 7, 245-274.
- Ausubel, D.** (1983). *Teoría del aprendizaje significativo*. Fascículos de CEIF, 1(1-10), 1-10.
- Ballester, E.** (2008). *Instrumentos psicológicos y la teoría de la actividad instrumentada: fundamento teórico para el estudio del papel de los recursos tecnológicos en los procesos educativos*. Cuadernos, 4, 125-137.

- Barneto, A. G., y Arias, V. B. (1993).** *Evolución del conocimiento físico*. Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas, 115-124.
- Bautista-Díaz, M. L., Victoria-Rodríguez, E., Vargas-Estrella, L. B., y Hernández-Chamosa, C. C. (2020).** *Pruebas estadísticas paramétricas y no paramétricas: su clasificación, objetivos y características*. Educación y Salud Boletín Científico Instituto de Ciencias de la Salud Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, 9(17), 78-81.
- Belda, C. F., y Grande, E. U. (2009).** *Los modelos de simulación: una herramienta multidisciplinar de investigación*. Encuentros multidisciplinares, 11(32), 37-48.
- Bú, R. C. (1994).** *Simulación: un enfoque práctico*. Editorial Limusa.
- Campos, Y. (2000).** *Estrategias didácticas apoyadas en tecnología*. México: Dgenamdf.
- Cañal, P. (1990).** *La enseñanza en el campo conceptual de la nutrición de las plantas verdes: Un estudio didáctico en la educación básica*. Tesis doctoral inédita. Universidad de Sevilla.
- Cañedo, R. G., Zanelato, E., y de la Peña, C. D. (2019).** *La didáctica como posibilitadora del desarrollo del pensamiento teórico*. Educere, 23(75), 249-257.
- Carvalho, L. M. (1989).** *O pensamento animista em crianças e adolescentes em idade escolar*. Revista da Faculdade de Educação, FEUSP, v. 15, n. 1, pp. 35-48.
- Cataldi, Z., Lage, F. J., y Dominighini, C. (2013).** *Fundamentos para el uso de simulaciones en la enseñanza*. Revista de informática educativa y medios audiovisuales, 10(17), 8-16.

- Condorena**, M. y Ruiz de Orozco, G. (2015). [Tesis] *Material experimental recreativo para mejorar el aprendizaje de la mecánica en la asignatura de física 5to. de secundaria*. La Paz: Universidad Católica Boliviana “San Pablo”.
- Coss**, R. (2003) *Simulación un enfoque práctico*. Editorial Limusa.
- Cova**, W. J. (2016). *Sistemas, modelos, simulación y un toque de epistemología*. Editorial de la Universidad Tecnológica Nacional. eDuTecne.
- De Carvalho**, A. M. P. (2002). *El nuevo paradigma de la Didáctica de las Ciencias Experimentales*. Pensamiento Educativo, Revista de Investigación Latinoamericana (PEL), 30(1), 295-313.
- Deroncele-Acosta**, Á., Medina-Zuta, P., Goñi-Cruz, F. F., Montes-Castillo, M. M., Roman-Cao, E., y Santiago, E. G. (2021). *Innovación Educativa con TIC en Universidades Latinoamericanas: Estudio Multi-País*. REICE. Revista Iberoamericana sobre Calidad, Eficacia y Cambio en Educación, 19(4).
- Driver**, R. e Oldham, V. (1986). *A constructivist approach to curriculum development in science*. Studies in Science Education, 13, 105-22.
- Guitart**, E. (2011). *Aplicaciones contemporáneas de la teoría vygotskiana en educación*. © Revista de Educación y Desarrollo, 2011, vol. 5, núm. 1, p. 95-113.
- Faúndez**, C., Bravo, A., Astudillo, H. F., y Salgado, P. G. (2015). *Diseño de un taller de investigación en micro-didáctica-física para la formación de profesores de ciencias naturales*. Formación universitaria, 8(5), 67-76.
- Feo**, R. (2010). *Orientaciones básicas para el diseño de estrategias didácticas*.

- Fallas, J.** (2012). *Prueba de hipótesis*. Recuperado de: <http://www.ucipfg.com/Repositorio/MGAP/MGAP>, 5.
- Ferreiro, R.** (2004). *Más allá de la teoría: El Aprendizaje Cooperativo: El constructivismo social. El modelo educativo para la Generación N*, Nova Southeastern University , 6 .
- Cañedo, R., Zanelato, E., y de la Peña, C. D.** (2019). *La didáctica como posibilitadora del desarrollo del pensamiento teórico*. *Educere*, 23(75), 249-257.
- Garnett, P. y Hacking, M.** (1995). *Students' Alternatives Conceptions in Chemistry: A Review of Research and Implications for Teaching and Learning*. *Studies in Science Education*, 25, 69-95.
- Gutiérrez, R.** (1987). *La investigación en didáctica de las ciencias*. Elementos para su comprensión. *Bordón*, 268, pp. 339-362.
- Hernández-Sampieri R., y Torres, C.** (2018). *Metodología de la investigación* (Vol. 4). México eD. F DF: McGraw-Hill Interamericana.
- Hestenes, D., Wells, M. y Swackhame,r G.** (1992). *Force Concept Inventory, The Physics-Teacher*,30, 141-151.
- Hewitt, P.** (2007). *Física Conceptual*. Editorial PEARSON EDUCACIÓN, México.
- Hurtado, M. y Silvente, V.** (2012). *Cómo aplicar las pruebas paramétricas bivariadas t de Student y ANOVA en SPSS. Caso práctico*. *Reire*, 5(2), 83-100.
- Justi, R.** (2006). *La enseñanza de ciencias basada en la elaboración de modelos*. *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*.

- Klein, G.** (2012). *Didáctica de la Física*. Interacción Física y Educación. Montevideo, Uruguay.
- Kofman, H.** (2000). *Modelos y simulaciones computacionales en la enseñanza de la Física*. Revista educación en física, 6, 13-22.
- Meneses V., y Caballero, S.** (1995). *Secuencia de enseñanza sobre el electromagnetismo*. Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas.
- Moreira, M.** (2008 a). *Aprendizaje significativo: la asimilación ausubeliana desde una visión cognitiva contemporánea*.
- Mosquera, V. y Mosquera, M.** (2020) *Simuladores como herramienta para fortalecer el pensamiento aleatorio en una institución educativa de Quibdó, Chocó*. (Trabajo de Grado, Magister en Tecnologías Digitales Aplicadas a la Educación), Medellín, Colombia.
- Naylor, T.** (1986) *Técnicas de simulación en computadora*. Editorial Limusa
- Osorio, P., Angel, M. y Franco, A.** (2012). *El uso de simuladores educativos para el desarrollo de competencias en la formación universitaria de pregrado*.
- Palmero, M. L. R.** (2011). *La teoría del aprendizaje significativo: una revisión aplicable a la escuela actual*. IN. Investigació i Innovació Educativa i Socioeducativa, 3(1), 29-50.
- Pérez, A.** (1983). *Paradigmas contemporáneos de investigación didáctica en Gimeno Sacristán. J. y Pérez Gómez, A.:* La enseñanza: su teoría y su práctica, Madrid, Akal.
- Pinzón, J.,** (2018) *Aprendizaje de las matemáticas con el uso de simulación*, Sophia, vol. 14, núm. 1, 2018, Enero-Junio, pp. 22-30 Universidad La Gran Colombia;

Pontes, A., Gavilán, J., Obrero, M., y Flores, A. (2006). *Diseño y aplicación educativa de un programa de simulación para el aprendizaje de técnicas experimentales con sistemas de adquisición de datos.* Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias, 3(2), 251-267.

Poveda, J. C., Poveda, I. M., y España, I. A. (2020). *Análisis de la deserción estudiantil en una universidad pública de Bolivia.* Revista iberoamericana de educación.

Poveda, I. M. (2019). *Los factores que influyen sobre la deserción universitaria. Estudio en la UMRPSFXCh - Bolivia, análisis con ecuaciones estructurales.* Revista Investigación y Negocios, 12(20), 63-80. Recuperado en 30 de diciembre de 2022, de http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2521-27372019000200007&lng=es&tl

Pozo, R. (2007) *Dispositivos didácticos aplicables en la enseñanza de la Física en estudiantes de tercero de Secundaria.* (Tesis de grado, Licenciatura en Educación), La Paz, Bolivia.

Quiroz, Z. (2016) *Taller de Aprendizaje Significativo para Mejorar el Nivel de rendimiento de la Asignatura de Física en Estudiantes del Curso Pre facultativo de la Facultad Tecnológica Universidad Mayor de San Andrés.* (Tesis de Maestría), La Paz, Bolivia.

Reyes, R. P., Fonseca, E. R., y Dieste, Ó. (2016). *Pruebas de hipótesis en experimentos de ingeniería de software: desviaciones respecto a la teoría.*

Rojo, F. (2015). *Antecedentes y estado del arte.*

Rolleri, J. (2013). *¿Qué son los modelos físicos?.* Valenciana, 6(11), 271-288.

Rosales, J. (2007). *Estrategias didácticas.* Universidad Nacional Autónoma de México. Recuperado de: http://dcb.fi-c.unam.mx/Eventos/Foro4/Memorias/Ponencia_17.pdf.

- Santos, G.**, Otero, M. R., y De los Angeles, M. (2000). *¿Cómo usar software de simulación en clases de Física?*. Caderno Brasileiro de Ensino de física, 17(1), 50-66.
- Silva, L.H.A.**; Schnetzler, R.P. (2000). *Buscando o caminho do meio: a “sala dos espelhos” na criação de alianças entre professores e formadores de professores de ciências*, Revista Ciencias & Educação, 6 (1), 43-53.
- Slisko, J.** (2008). *La historia de la física en la enseñanza. Desde los objetivos curriculares hasta la práctica docente*. El Cronopio , 16-21.
- Solovieva, Y.** (2019). *Las aportaciones de la teoría de la actividad para la enseñanza*. Educando para educar, (37), 13-24.
- Valadez S.**, Ramírez, M. y León, J. (2006). *El Aprendizaje de la Teoría Electromagnética asistido por Computadora*.
- Velasco, J. M.** (1991). *¿Cuándo un ser vivo puede ser considerado animal?* Enseñanza de las Ciencias, 9 (1), 430-52.

Apéndice A

Instrumento de Medida

Prueba diagnóstica

C.I.	Año de egreso del colegio:
Sexo:	F M	Correo electrónico

Preguntas de opción múltiple

1. Dos bolas de metal son del mismo tamaño pero una pesa el doble que la otra. Las bolas se dejan caer desde el techo de un edificio de un solo piso en el mismo instante de tiempo. El tiempo que tardan las bolas en llegar al suelo será:

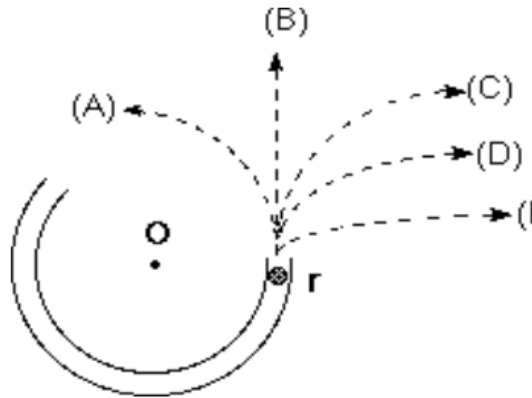
(A) Aproximadamente la mitad de largo para la bola más pesada que para la más liviana.

(B) Aproximadamente la mitad de largo para la bola más liviana que para la más pesada.

- (C) Aproximadamente lo mismo para ambas bolas.
- (D) Considerablemente menos para la bola más pesada, pero no necesariamente la mitad de larga.
- (E) Considerablemente menos para la bola más liviana, pero no necesariamente la mitad de larga.
2. El velocímetro de un automóvil que va hacia el este indica 100 km/h. Se cruza con otro que va hacia el oeste a 100 km/h. ¿Cuál de las afirmaciones es correcta?
- A) Ambos vehículos tienen la misma rapidez
- B) Ambos vehículos tienen la misma velocidad
- C) Ambos vehículos se mueven en la misma dirección
- D) Ambos vehículos tienen diferente rapidez
- E) Ambos vehículos tienen diferente rapidez y velocidad
3. Una piedra que se deja caer desde el techo de un edificio a la superficie de la tierra:
- (A) alcanza una velocidad máxima poco después de soltarla y luego cae a una velocidad constante a partir de ese momento.
- (B) aumenta su velocidad a medida que cae debido a la fuerza gravitatoria la atracción se vuelve considerablemente más fuerte a medida que la piedra se acerca a la tierra.
- (C) acelera debido a una fuerza de gravedad casi constante que actúa sobre ella.
- (D) cae debido a la tendencia natural de todos los objetos a descansar sobre la superficie de la tierra.

(E) cae debido a los efectos combinados de la fuerza de gravedad que lo empuja hacia abajo y la fuerza del aire que lo empuja hacia abajo.

4. ¿Qué camino en la figura seguiría la pelota después de que sale del punto r?



5. Supón que te paras en dos básculas de baño, y que tu peso se reparte por igual entre ambas. ¿Cuánto indicará cada una?

A) La mitad de tu peso

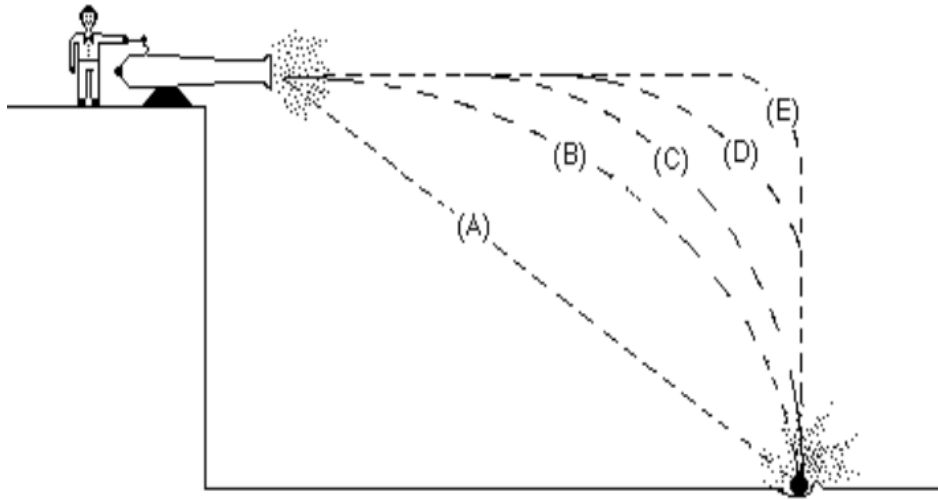
B) Cero

C) El peso se reparte en $1/3$ a la derecha y $2/3$ a la izquierda

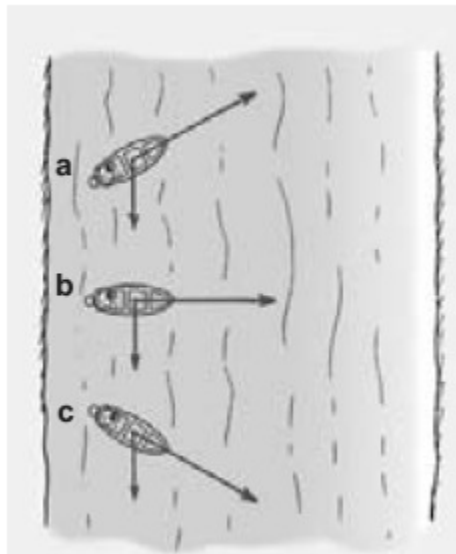
D) El peso se reparte de $1/4$ a la izquierda y $3/4$ a la derecha

E) Ambas básculas marcan tu peso 6. Un cañón dispara una bola desde lo alto de un acantilado, como se muestra en la siguiente figura. ¿Cuál de los caminos seguiría la bala de cañón?

6. Un cañón dispara una bola desde lo alto de un acantilado, como se muestra en la siguiente figura. ¿Cuál de los caminos seguiría la bala de cañón?

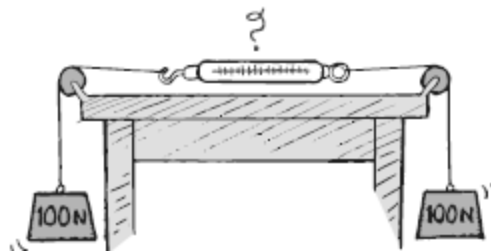


7. Un avión vuela a rapidez constante en una trayectoria recta y horizontal. En otras palabras, el avión está en equilibrio cuando vuela. Sobre él actúan dos fuerzas horizontales. Una es el empuje de la hélice, la cual lo impulsa hacia adelante. La otra es la resistencia del aire, que actúa en la dirección opuesta. ¿Cuál de ellas es mayor?
- A) La fuerza del empuje
 - B) La fuerza de gravedad
 - C) La resistencia del aire
 - D) Ninguna es mayor
 - E) La fuerza normal a la dirección de movimiento
8. Estas son vistas superiores de tres lanchas de motor que cruzan un río. Todas tienen la misma rapidez con respecto al agua, y todas están en la misma corriente de agua. De los vectores resultantes en la figura de al lado, ¿Cuál de las lanchas tiene la mayor rapidez?



- A) B) C) D) E)
 a b c Todas tienen la misma rapidez a y c

9. Dos pesas de 100 N se sujetan a una báscula de resorte, como se ve en la siguiente figura. ¿Qué indica la báscula?



- A) B) C) D) E)
 0 100 200 300 50

10. Se lanza una pelota con una velocidad inicial v_0 como se observa en la figura. Cuando llega al suelo, se puede afirmar lo siguiente:



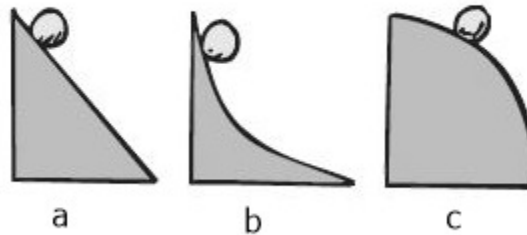
- A) La velocidad con la que llega tiene la misma magnitud y sentido que la velocidad inicial
- B) La velocidad con la que llega es igual a la velocidad inicial
- C) La velocidad con la que llega tiene la misma magnitud que la velocidad inicial pero sentido contrario
- D) La velocidad con la que llega es mayor que la velocidad inicial pero sentido contrario
- E) La magnitud de la velocidad con la que llega es menor que la velocidad inicial pero sentido contrario
11. En una carretera densamente nublada un camión viaja a velocidad constante. De pronto a cierta distancia, el conductor divisa un árbol caído a lo ancho de toda la vía. Inmediatamente aplica los frenos comunicándole al camión una desaceleración máxima. En cuanto el tiempo de reacción del conductor se puede afirmar lo siguiente:
- A) El conductor empieza a desacelerar inmediatamente.
- B) El choque con el árbol se producirá inminentemente.
- C) El conductor viaja con misma velocidad durante el tiempo de reacción

- D) El conductor viaja con una velocidad menor durante el tiempo de reacción
- E) El conductor viaja con una velocidad mayor durante el tiempo de reacción.
12. En cuál de los casos la resultante del siguiente par de velocidades es mayor si dos velocidades tienen las siguientes magnitudes; 100 km/h y 75 km/h
- A) 100 km/h hacia el norte y 75 km/h hacia el sur
- B) Las dos velocidades se dirigen hacia el norte
- C) 100 km/h al norte y 75 km/h al este
- D) 100 km/h al sur y 75 km/h norte
- E) 100 km/h al este y 75 km/h al oeste.
13. De las siguientes cantidades escalares y vectoriales: a) velocidad; b) edad; c) rapidez; d) aceleración; e) temperatura. ¿Cuáles son vectores?
- A) B) C) D) E)
- c y e b c y d a y d e
14. Vas remando en una canoa, a 4 km/h tratando de cruzar directamente un río que corre a 3 km/h, como se ve en la figura. ¿En aproximadamente qué dirección debería remarse la canoa para que llegue a la otra orilla y su trayectoria sea perpendicular al río?
- A) B) C) D) E)
- a b c d e
15. En un instituto de inglés la nota de aprobación es 72 puntos. Juana obtuvo las siguientes notas parciales: 65, 68, 82. Observando su nota final se puede afirmar lo siguiente:
- A) Juana reprobó

- B) Juana aprobó con la mínima nota
 - C) Juana aprobó con una nota mayor a 73
 - D) Juana reprobó con una nota menor a 68
 - E) Juana aprobó con una nota mayor a 72
16. ¿Dónde está el error en el siguiente desarrollo de las operaciones en la suma de dimensiones?
- $$LT = -LT - LT + LT - LT$$
- $$LT = 2LT$$
- A) Es correcta
 - B) El resultado es negativo
 - C) No se toman en cuenta los valores numéricos
 - D) El resultado es positivo
 - E) No interesa el signo
17. Cuando usted va a comprar un pedazo de tela, ¿es correcto decir: vamos a medir la tela? Considerando que el ancho es constante ¿qué característica de la tela se mide usualmente?
- A) El área
 - B) La longitud
 - C) El ancho
 - D) El material

- E) El diseño
18. De los siguientes números: a) 0,025; b) 40,00; c) 0,05210; d) 52,10, e) 2508 ¿Cuál de ellos tiene diferente cantidad de cifras significativas?
- A) B) C) D) E)
a b c d e
19. De las siguientes dimensiones, ¿cuál de ellas está expresada de manera correcta? a) L/T; b) ML/T; c) m/T; d) LT⁻¹; e) L/s
- A) B) C) D) E)
a b c d e
20. En la siguiente ecuación las dimensiones de las cantidades involucradas son: x, longitud; ¿Cuál es la dimensión de $\sin(x\lambda - \omega t)$?
- A) B) C) D) E)
L T T⁻¹ 1 L⁻¹
21. Dos móviles se mueven hacia la derecha y en línea recta con velocidades constantes, en el instante $t=0$ el móvil A está adelantado del móvil B una distancia d. Para que se produzca el encuentro es necesario que:
- A) La velocidad del móvil B sea menor que la velocidad del móvil A
- B) La velocidad del móvil A sea menor que la velocidad del móvil B
- C) Las velocidades de los móviles sean iguales
- D) No importa el valor de las velocidades, los móviles nunca se encuentran
- E) Los móviles nunca se encuentran
- E) Solo se pueden encontrar si los móviles se mueven en distintos sentidos

22. Las tres bolas de la figura, parten al mismo tiempo de las partes superiores. ¿Cuál llega primero al suelo?



- A) a B) b C) c D) a y b E) Todas llegan al mismo tiempo

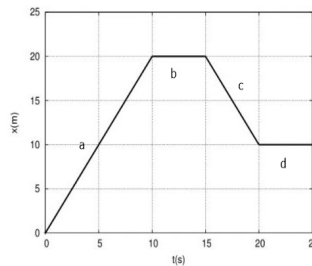
23. Suponga que le dicen que un cilindro de radio r y altura h tiene un volumen dado por $V = \pi r^3 h$. Explique si es o no correcta la ecuación.

- A) Es correcta porque las dimensiones son iguales en ambos miembros de la ecuación
 B) Es incorrecta porque las dimensiones son diferentes en ambos miembros de la ecuación
 C) No hay datos suficientes
 D) El cilindro no es sólido
 E) La altura del cilindro no es comparable con el área transversal

24. Una guía indica que, en una montaña, la pendiente de una vereda es de 120 metros por kilómetro. ¿Cómo expresaría esto con un número sin unidades?

- A) 3/4 B) 0,012 C) 12 D) 1,2 E) 0,12

25. A continuación se muestra un gráfico de posición como función del tiempo. Los ejes están etiquetados, el eje vertical es para la posición y el horizontal es para el tiempo. ¿Durante qué intervalo de tiempo podría afirmar que hay movimiento con velocidad constante positiva?



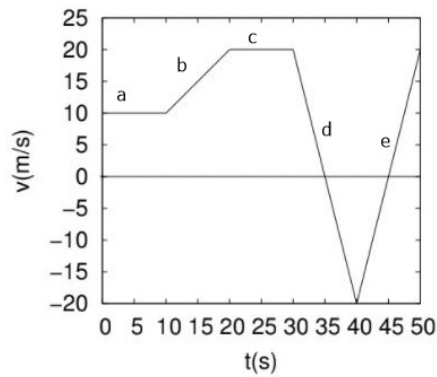
- A) B) C) D) E)
 a b c d b y d
26. Un ascensor se eleva por un hueco de ascensor a una velocidad constante mediante un cable de acero, como se muestra en la siguiente figura. Todos los efectos de fricción son despreciables. En esta situación, las fuerzas sobre el elevador son tales que:
- A) la fuerza ascendente ejercida por el cable es mayor que la fuerza descendente de la gravedad.
- (B) la fuerza ascendente ejercida por el cable es igual a la fuerza descendente de la gravedad.
- (C) la fuerza ascendente del cable es menor que la fuerza descendente de la gravedad.
- (D) la fuerza ascendente del cable es mayor que la suma de la fuerza descendente de la gravedad y la fuerza descendente debida al aire.
- (E) ninguna de las anteriores. (El ascensor sube porque el cable se está acortando, no porque el cable ejerza una fuerza hacia arriba sobre el ascensor).

27. Escriba en forma ascendente las siguientes cantidades: a) 20 km; b) 102 in; c) 150 ft; d) 600 yd.

A) B) C) D) E)

b, a, d, c a, b, c, d b,c,d,a d, a, c, b b, d, a, c

28. A partir de la siguiente gráfica, indique los intervalos que representan aceleración negativa:



A) B) C) D) E)

a b c d e

29. Utilizando el gráfico de la anterior pregunta, indique los intervalos de velocidad constante

A) B) C) D) E)

a y c b c d y e e

30. La cantidad de 10 mg corresponde a:

A) B) C) D) E)

0,01 g 0,001 g 0,1 g $1 \times 10^{-3}g$ 0,1 cg

Apéndice B

Notas obtenidas en los Test

Notas obtenidas por el grupo experimental

No.	Pre-test	Pos-test	No.	Pre-test	Pos-test
1	8	13	18	12	14
2	11	17	19	10	13
2	11	10	20	7	9
4	10	15	21	14	20
5	10	13	22	11	15
6	11	13	23	4	8
7	20	19	24	7	11
8	19	13	25	13	9
9	14	11	26	12	14
10	13	14	27	10	13
11	11	15	28	14	24
12	4	11	29	14	16
13	12	12	30	14	21
14	8	12	31	10	14
15	7	14	32	20	15
16	10	12	33	12	17
17	12	14	Promedio	12,18	13,97

TABLA B.1: *Notas obtenidas por el grupo experimental.*

Fuente: elaboración propia.

Notas obtenidas por el grupo control

No.	Pre-test	Pos-test	No.	Pre-test	Pos-test
1	17	18	21	16	15
2	11	11	22	17	18
3	15	17	23	6	8
4	8	6	24	9	13
5	10	14	25	12	7
6	10	12	26	13	11
7	13	15	27	12	9
8	9	7	28	9	12
9	11	14	29	7	12
10	10	11	30	15	19
11	14	16	31	14	18
12	8	9	32	11	8
13	9	14	33	13	15
14	10	7	34	9	13
15	9	17	35	14	16
16	11	9	36	10	10
17	10	15	37	9	8
18	8	8	38	12	9
19	6	13	39	7	10
			40	10	11
			Promedio	10,75	12,175

TABLA B.2: *Notas obtenidas por el grupo control.*

Fuente: elaboración propia.

Apéndice C

Baremo e informe del experto

UMSA		[Centro Psicopedagógico y de Investigación en Educación Superior CEPIES]			
Propuesta:		BAREMO DE EVALUACIÓN DE PERFIL DE TESIS La Física como asignatura y los métodos alternativos de su enseñanza en educación superior (Caso Física, Curso Prefacultativo Facultad de Tecnología UMSA, 2022)			
Postulante:		Lic. María Virginia Orellana Vinoya			
Tutor:		Mg. Sc. Ing. Zenón Quiroz Arcani			
Tribunal Revisor				
Criterios de Valoración	Nivel de Cumplimiento				
Problemática					
Planteamiento de Problema	Cuenta con DATOS certificados	En proceso	No Presenta	Total	
	5	3	1	5	
Pregunta de Investigación	Presenta objeto de estudio, unidad de análisis, relación de variables o categorías y definición temporales contextual como propuesta	Incompleto	No Presenta		
	5	3	1	5	
Objetivos de Investigación	Enuncia logro estratégico y acciones operacionales en congruencia con la propuesta	Incongruente	No Presenta		
	5	3	1	5	
Justificación	Cuenta con ARGUMENTOS científicos, metodológicos y sociales significativos	En proceso	No Presenta		
	5	3	1	5	
Total Parcial				20/20	
Teorización					
Referente Teórico	Cuenta con Estado de arte, discusión teórica con paradigma teórico asumido y referente conceptual	En Proceso	No Presenta		
	5	3	1	5	
Hipótesis	Propone variable independiente o interviniente resolutive en respuesta a duda indagatoria	Incongruente	No corresponde (Exploratorio)		
	5	1	5	5	
Total Parcial				10/10	
Metodologización					
Planteamiento Metodológico	Método de aplicación congruente con objeto e intension de estudio	Incongruente	No Presenta		
	5	3	1	5	
Construcción Metódica	Presenta diseño de aplicación de método de investigación definido (operación practica)	Incongruente	No Presenta		
	5	3	1	5	

FIGURA C.1: *Página 1 del informe del tutor Msc. Zenón Quiroz Arcani.*

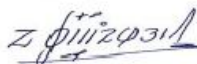
UMSA		[Centro Psicopedagógico y de Investigación en Educación Superior CEPIES]		
Diseño Técnico Instrumental	Aplica proceso técnico de construcción de instrumentos. (Operacionalización de variables o Categorización pregunta principal)	Incompleto	No Aplica	
	5	3	1	5
Unidad de Estudio	Define muestra validada técnicamente. Operación matemática (Probabilístico) o criterios de selección teórica (No Probabilístico)	Incongruente	No presenta	
	5	3	1	5
Total Parcial				20/20
Certificación Técnica				
Revisión Bibliográfica	Presenta sustento bibliográfico a nivel teórico y metodológico relevante de carácter nacional e internacional de fuente primaria	Fuente Secundaria	Plagio	
	5	3	1	5
Estructura y escritura de Documento	Cumple normas de escritura técnica (APA, Vancouver, otros), sin errores de estructura y redacción de documento (Numeración, sintaxis y ortografía)	Errores de forma (subsancable)	Problemas estructurales de escritura	
	5	3	1	5
Total Parcial				10/10
Evaluación Temática o de problema				
Recomendaciones y Alerta	Presenta viabilidad fenoménica, trascendencia disciplinar y aporte científico contextual y teórico	Poco Trascendente	No recomendable	
	5	3	1	5
	Aplica niveles de exigencia técnico, disciplinares y académicos esperados en tesis de pos grado	Reformular	No Aplica	
5	3	1	5	
Total Parcial				10/10
Total Final				70/70
<p><small>Nota: La aprobación considerada de la propuesta de Perfil de Tesis debe alcanzar mínimamente 40 puntos de los 70 p. iniciales definidos para esta etapa; lo que implica que el Tutor con los 40 puntos autoriza el desarrollo inmediato del trabajo de campo</small></p>				
 <hr/> Mg. Sc. Ing. Zenon Quiroz Arcani <hr/> C.I. 2472003 LP				

FIGURA C.2: Página 2 del informe del tutor Msc. Zenón Quiroz Arcani.

ANEXO N°
INFORME TÉCNICO DE OPINIÓN DE EXPERTOS DE INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN
CUESTIONARIO DE PRUEBAS PRE-TEST Y POS-TEST

I. DATOS GENERALES

1.1. Apellidos y Nombres del experto: LIC. WILFREDO CANO MAMAN

1.2. Cargo o Especialidad de experto: FISICO

1.3. Tipo de Instrumento evaluado: Pruebas pre-test y pos-test

1.4. Propuesta considerada (Investigación): La Física como asignatura y los métodos alternativos de su enseñanza en educación superior (Caso Física, Curso Prefacultativo Facultad de Tecnología UMSA, 2022)

1.5. Autor del Instrumento (Investigación): Lic. María Virginia Orellana Vinoya


II. VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO, SEGÚN INDICADOR

INDICADORES	CRITERIOS	Deficiente	Regular	Buena	Muy buena	Excelente
		0 - 20 %	21 - 40 %	41 - 60 %	61 - 80 %	81 - 100 %
1. CLARIDAD	Esta formulado con un lenguaje comprensible y apropiado				80	
2. OBJETIVIDAD	Esta expresado con indicadores observables					95
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado al avance de la ciencia y la tecnología					90
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica y coherente					90
5. SUFICIENCIA	Reúne los aspectos suficientes en cantidad y calidad de tema tratado					90
6. INTENCIONALIDAD	Responde al objeto y objetivo de investigación tratada					95
7. CONSISTENCIA	Está integrado a un proceso de discusión teórico metodológico suficiente				80	
8. COHERENCIA	Integrado los índices, indicadores y las dimensiones de investigación				80	
9. METODOLOGIA	La estrategia responde al propósito de la indagación					90

III. DATOS DE VALORACIÓN FINAL

3.1. OPINIÓN DE APLICABILIDAD: Aplicable

3.2. PROMEDIO DE VALORACIÓN: 88

3.3. Firma del Experto Informante 

C.I. N° 4952191 LP Teléfono N° 73205587

Lugar La Paz Fecha 9 Marzo Año 2022

FIGURA C.3: Informe del experto en relación con el instrumento de medida.

Apéndice D

Vista de algunas plataformas de simulación

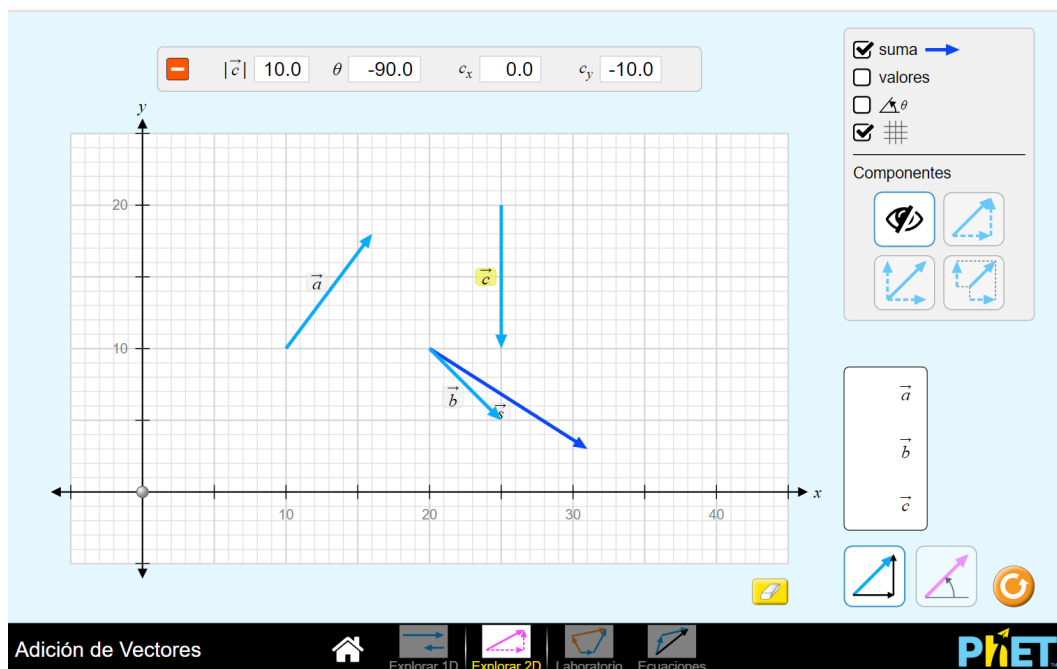


FIGURA D.1: Vista de la plataforma Phet para la suma de vectores.

Fuente: Phet visualizado de:

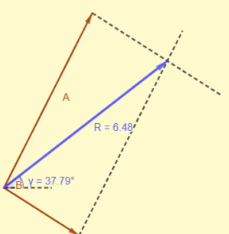
https://phet.colorado.edu/sims/html/vector-addition/latest/vector-addition_es.html

☰ GeoGebra ASIGNAR

Suma de vectores - Método del paralelogramo

Autor: MARIA VIRGINIA ORELLANA VINOYA
 Tema: Vectores 2D (dos dimensiones)

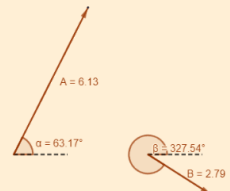
Suma de vectores - Método del paralelogramo



Vector A Paralela al vector A
 Vector B Paralela al vector B
 Vector resultante

Suma de vectores por el método del paralelogramo

Para sumar gráficamente dos vectores con el método del paralelogramo, se dibujan los vectores con un origen común. Después se traza una línea paralela a un vector desde el final del otro vector. El vector resultante se dibuja desde el origen común hasta la intersección de las rectas paralelas.



Simulación

Dados los vectores A y B, se pueden modificar moviendo el punto en la flecha. Para formar el paralelogramo, se oprime los botones: Vector A, Vector B, Paralela al vector A, Paralela al vector B y Vector resultante.

FIGURA D.2: Plataforma de simulación de Geogebra para las operaciones de vectores con el método del paralelogramo.

Fuente: Geogebra.

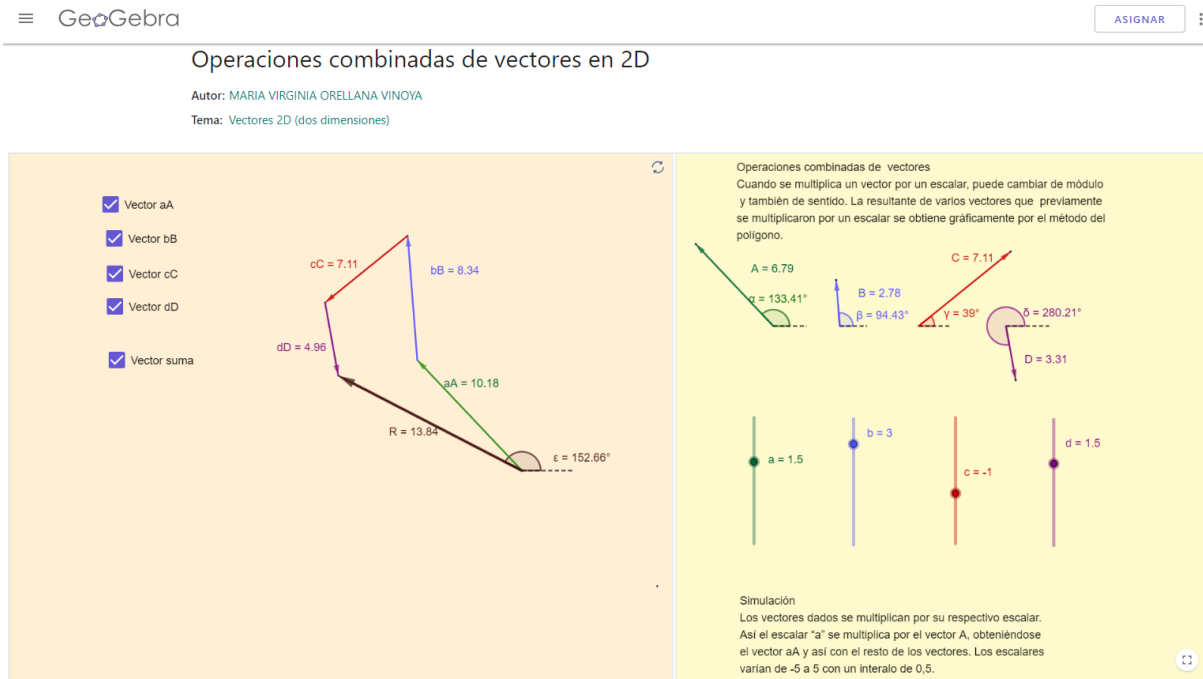


FIGURA D.3: Plataforma de simulación de Geogebra para operaciones combinadas de vectores en 2D.

Fuente: Geogebra visualizado de: <https://www.geogebra.org/m/wavsv2bd>.

The screenshot shows the 'Movimiento Rectilíneo Uniforme, Ejercicio 2' simulation. It features a car on a road, a graph of distance (Espacio) in meters versus time (Tiempo) in seconds, and a data table. The table shows the following values:

Velocidad (m/s)	16	8
Espacio (metros)	23,68	11,84
Tiempo (segundos)	1,48	

a)

The screenshot shows the 'Test' section of the simulation. It contains the following text and questions:

Marca todas las opciones que sean verdaderas según lo que has visto en la simulación. Después pulsa el botón **Comprobar** para ver si has acertado. Te quedan 3 intentos.

- El coche azul recorre la mitad de espacio que el rojo
- El coche rojo tarda el doble de tiempo en recorrer el mismo espacio
- Al final el coche rojo siempre va 16 metros por delante del azul
- Al dividir el espacio recorrido entre el tiempo se obtiene su velocidad
- Al multiplicar la velocidad de un coche por el espacio sale el tiempo

Below the questions is a 'Comprobar' button.

b)

FIGURA D.4: Plataforma Ibercaja Aula en Red para el tema de movimiento unidimensional. a) La simulación del tema movimiento rectilíneo uniforme. b) La actividad respecto a la simulación.

Fuente: Ibercaja Aula en Red visualizado de:

<https://aulaenred.fundacionibercaja.es/contenidos-didacticos/movimiento/mru-2-3341/>.

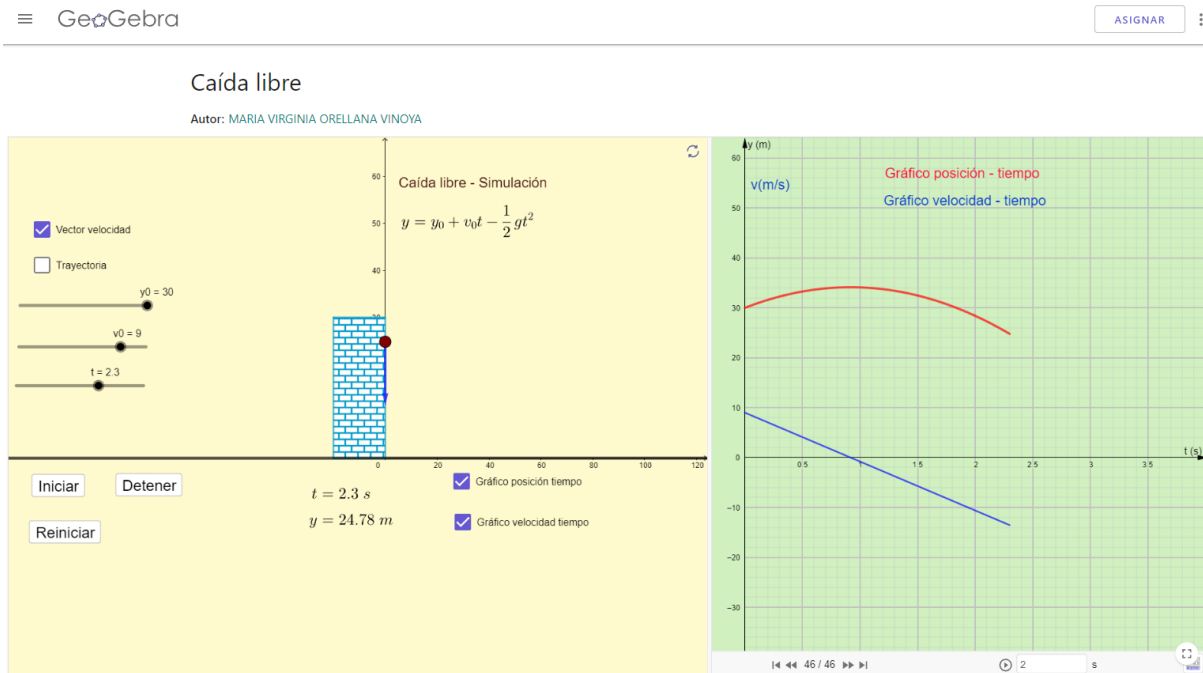


FIGURA D.5: *Plataforma Geogebra para el tema de caída libre.*
 Fuente: Geogebra visualizado de: <https://www.geogebra.org/m/wavsv2bd>.



FIGURA D.6: *Plataforma Phet para el tema Movimiento bidimensional.*
 Fuente: Phet visualizado de: https://phet.colorado.edu/sims/html/projectile-motion/latest/projectile-motion_es.html.

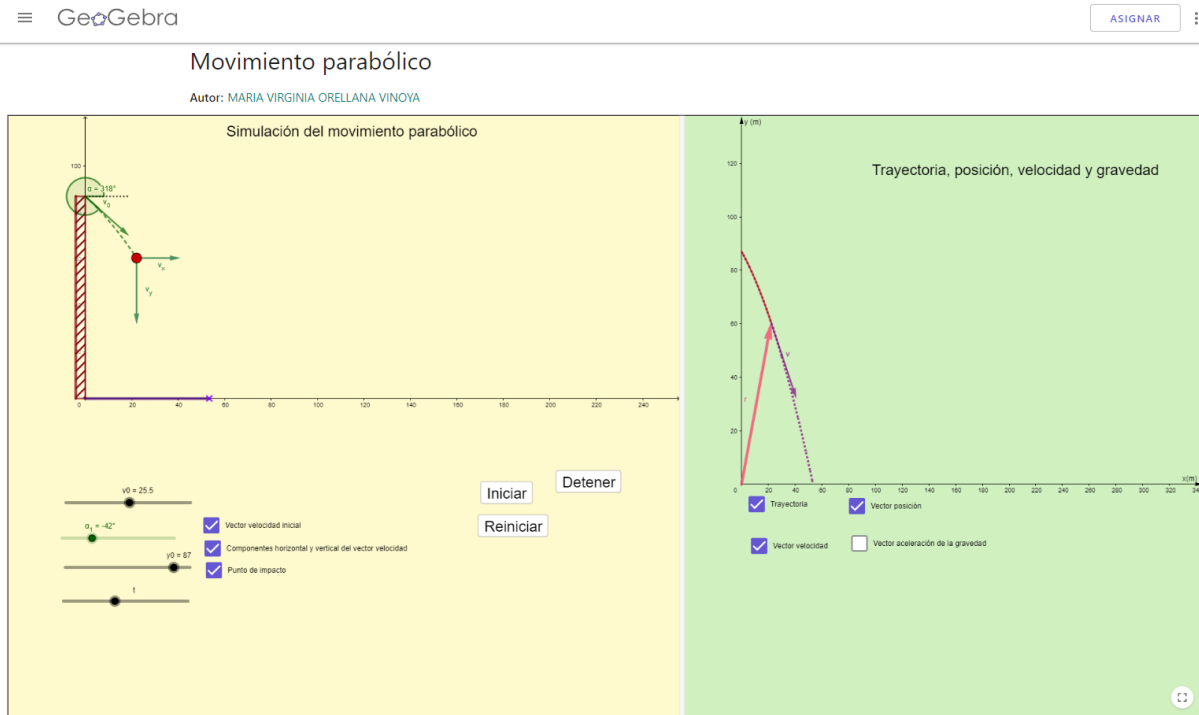


FIGURA D.7: Plataforma Geogebra para movimiento parabólico.
 Fuente: Geogebra visualizado de: <https://www.geogebra.org/m/dqyuugqr>

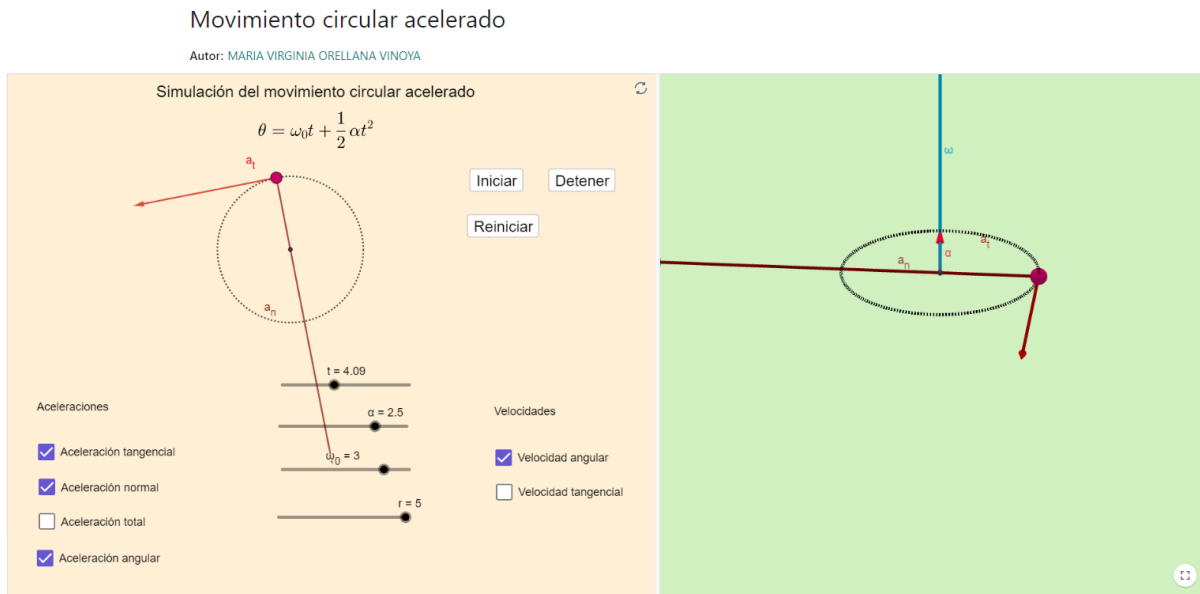


FIGURA D.8: *Plataforma Geogebra para el tema de Movimiento circular acelerado.*
 Fuente: Geogebra visualizado de: <https://www.geogebra.org/m/ady4npwn>