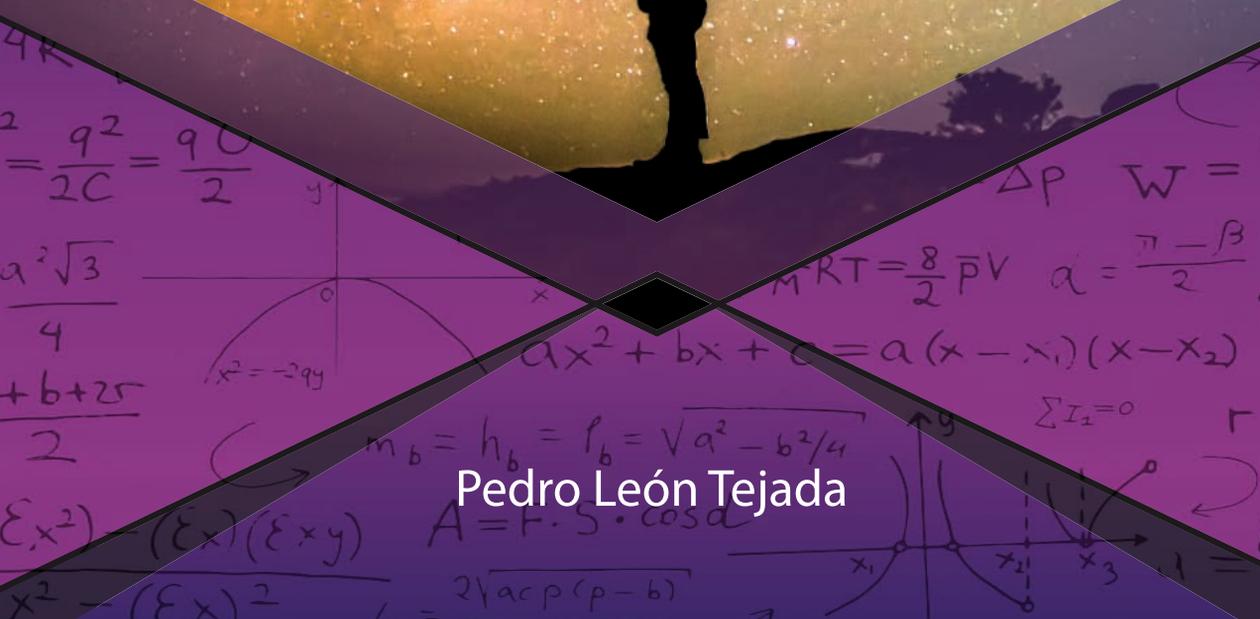
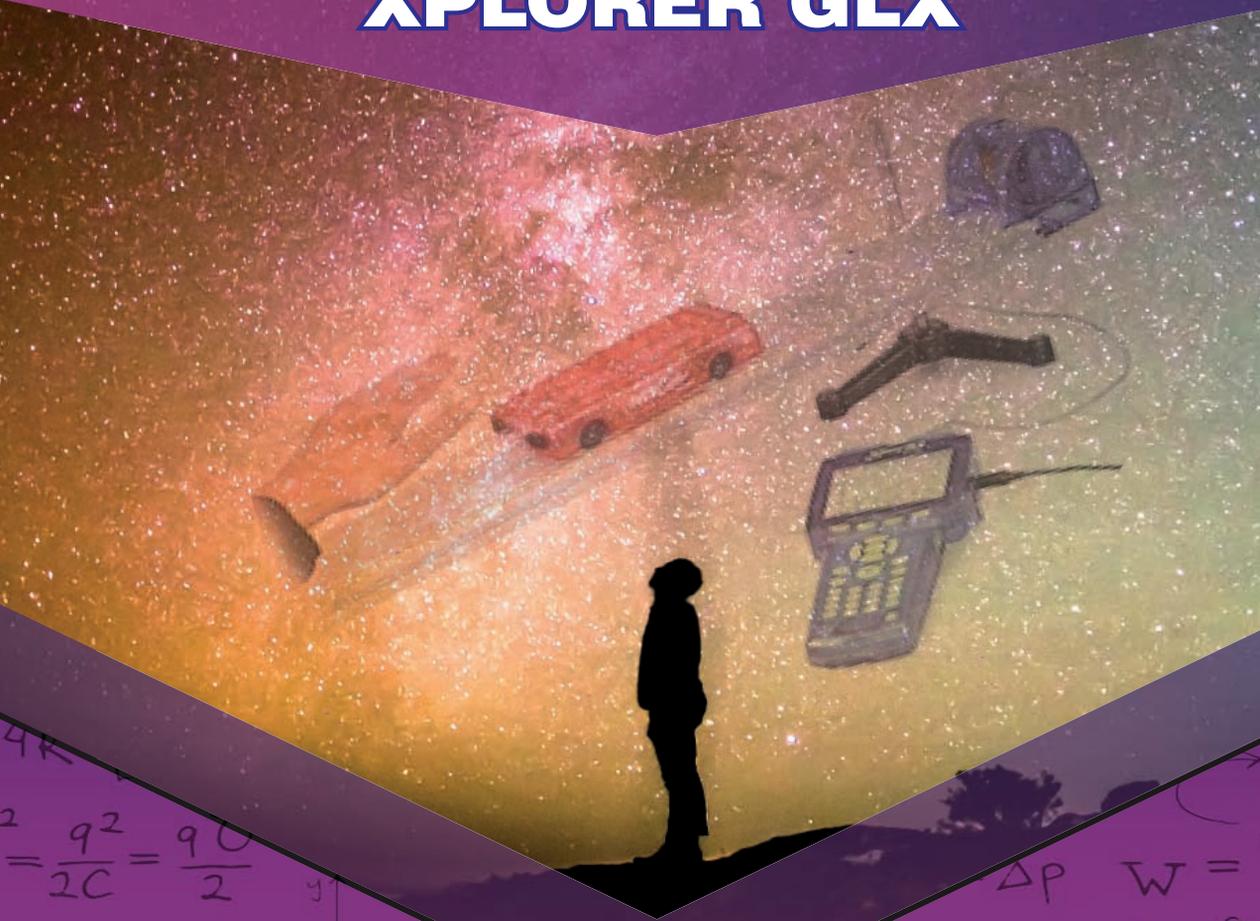




UNIVERSIDAD DE LA GUAJIRA | SHIKI EKIRAJA
PÜLEE WAJIDA

MODELOS MATEMÁTICOS PARA LA FÍSICA SOPORTADOS EN EL **XPLORER GLX**



Pedro León Tejada

MODELOS MATEMÁTICOS PARA LA FÍSICA
SOPORTADOS EN EL XPLOER GLX

MODELOS MATEMÁTICOS PARA LA FÍSICA SOPORTADOS EN EL XPLOERER GLX

Pedro Antonio León Tejada

Experiencias teórico-prácticas para establecer
Modelos Matemáticos en Física soportados en el Xplorer GLX

Universidad de la Guajira
Facultad de Ingeniería



UNIVERSIDAD | SHIKII EKIRAJIA
DE LA GUAJIRA | PULEE WAJIIRA

MODELOS MATEMÁTICOS PARA LA FÍSICA
SOPORTADOS EN EL XPLOERER GLX

© Pedro Antonio León Tejada

© Universidad de La Guajira
Primera edición, 2020

ISBN: 978-958-5178-34-2

Directivas académicas

Carlos Arturo Robles Julio
Rector

Hilda María Choles Almazo
Vicerrectora Académica

Boris Sandy Romero Mora
Vicerrector Administrativo y Financiero

Víctor Pinedo Guerra
Vicerrector de Investigación y Extensión

Pilar Pomarico Pimienta
Decana Facultad de Ingeniería

Sulmira Patricia Medina
Directora de Investigaciones

Diseño portada:

Pedro A. León Tejada
Alexis León Gamboa
Stiven Charrys León

Impresión:

Editorial Gente Nueva
PBX: 320 2840 - 320 2971
Bogotá, D.C.

Depósito legal
Reservados todos los derechos de esta edición

Impreso en Colombia / Printed in Colombia

Acerca del autor

Magister en Física, Especialista en Enseñanzas de la Ciencias Naturales. Licenciado en Física y Matemática. Ha sido Coordinador del Área de Física. Profesor de Física en la Universidad del Zulia. Ha sido conferencista y ponente en distintos congresos de Física, realizados en Colombia y Venezuela. También fue profesor de la Universidad del Litoral de Barranquilla, del SENA y otras instituciones educativas en Riohacha.

A Dios

A mi Familia

A las Directivas de Uniguajira

A los Docentes del Área de Física

A los estudiantes de Ingeniería en especial a:

Cindy Sprockel Almazo

Yonal Barros Benjumea

Andry Alfaro Gonzales

Daniel Prieto Noreña

Santiago Alvear Rocha

María Isabel Vergara

Adriana Castillo López

Teresa Barliza

Contenido

Acerca del autor	5
Presentación	13
Introducción	17

PRIMERA PARTE

Contexto general de los Modelos Matemáticos para el Aprendizaje de la Física basado en problemas y del Xplorer GLX.

1. El problema y su fundamentación teórica	23
1.1 El Problema	23
1.2 Aproximaciones teóricas a los modelos matemáticos para la física mecánica.	25
1.3 Aproximaciones teóricas relacionadas con las operaciones del pensamiento.	35
1.4 Hipótesis y variables de estudio	40

SEGUNDA PARTE

Una aplicación teórico-práctica para establecer Modelos Matemáticos en Física soportados en el Xplorer GLX.

2. Metodología para la aplicación teórico-práctica de la construcción de modelos matemáticos en física mecánica	47
2.1 Análisis gráfico.	47
2.2 Aplicaciones a funciones lineales y no lineales.	49
2.3 Experiencias Teórico – Prácticas a partir del uso y manejo del Xplorer GLX	58
3. Plan metodológico	75
3.1 Tipo de investigación	75
3.2 Diseño de la Investigación	75
3.3 Instrumentos de la investigación	76
3.4 Análisis estadístico.	80
4. Resultados y conclusiones de las experiencias en campo	83
4.1 Resultado del Pretest o evaluación previa	83
4.2 Resultado del post-test o evaluación final.	84
4.3 Conclusiones y Recomendaciones de las experiencias en campo.	85
4.4 Recomendaciones	87
Bibliografía	91
Anexos	97

Figuras

Figura 2.1	Gráfica de la ecuación $Y=3X$	49
Figura 2.2	La fuerza horizontal actúa sobre la masa de 8Kg.	50
Figura 2.3	Gráfica de la aceleración a_x contra la fuerza F_X	51
Figura 2.4	Gráfica del tiempo (t) contra el desplazamiento (x).	52
Figura 2.5	Gráfica de linealización de la curva, el tiempo al cuadrado (t^2) contra el desplazamiento (X)	52
Figura 2.6	Gráfica de la parábola correspondiente a los valores de la tabla 2.5.	53
Figura 2.7	Linealización de la curva de la figura 2.6	54
Figura 2.8	Gráfica de la curva correspondiente a los valores de la tabla 2.6.	55
Figura 2.9	Linealización de la curva de la figura 2.8	55
Figura 2.10	Gráfica de la curva correspondiente a los valores de la tabla 2.7	56
Figura 2.11	Gráfica de desplazamiento (X) contra el tiempo (t).	57
Figura 2.12	Gráfica del Xplorer GLX	59
Figura 2.13	Gráfica correspondiente a la tabla 2.8 de posición (x) contra tiempo (t)	60
Figura 2.14	Gráfica correspondiente a la tabla 2.9.	61
Figura 2.15	Gráfica correspondiente a la tabla 2.10.	61
Figura 2.16	Gráfica correspondiente a la tabla 2.11.	62
Figura 2.17	Gráfica correspondiente a la tabla 2.12.	63
Figura 2.18	Gráfica correspondiente a la tabla 2.13.	63
Figura 2.19	Gráfica del Móvil realizando un Movimiento Rectilíneo Uniformemente Variado (MRUV)	64
Figura 2.20	Gráfica de posición con respecto al tiempo	64
Figura 2.21	Gráfica correspondiente a la tabla 2.14.	65
Figura 2.22	Gráfica correspondiente a la tabla 2.15.	66
Figura 2.23	Gráfica correspondiente a la tabla 2.16.	66
Figura 2.24	Gráfica que representa la trayectoria del móvil de la posición con respecto al tiempo	67
Figura 2.25	Gráfica correspondiente a la tabla 2.17.	67
Figura 2.26	Gráfica correspondiente a la tabla 2.18.	68
Figura 2.27	Gráfica correspondiente a la tabla 2.19.	69
Figura 2.28	Gráfico correspondiente a la tabla 2.20	69
Figura 2.29	Gráfico correspondiente a la tabla 2.21	70
Figura 2.30	Gráfica correspondiente a la tabla 2.22.	71
Figura 2.31	Gráfica correspondiente a la tabla 2.23.	71
Figura 2.32	Gráfica correspondiente a la tabla 2.24.	72
Figura 2.33	Gráfica correspondiente a la tabla 2.25.	73

Figura 4.1	Promedio de los porcentajes de respuestas acertadas y desacertadas en el Pretest o Evaluación Previa	84
Figura 4.2	Promedio de los porcentajes de respuestas acertadas y desacertadas en el post-test o evaluación final.	84

Tablas

Tabla 2.1	Valores provenientes de la solución de la función lineal $Y=3X$	49
Tabla 2.2	Valores obtenidos experimentalmente de la fuerza F_x y la aceleración a_x	50
Tabla 2.3	Valores del desplazamiento (X) y el tiempo (t) transcurrido	51
Tabla 2.4	Valores del tiempo al cuadrado (t^2) y el desplazamiento (X)	52
Tabla 2.5	Valores del desplazamiento (X) contra el tiempo (t) y (t^2)	53
Tabla 2.6	Valores de la Velocidad (V_x) el tiempo (t) y (t^2)	54
Tabla 2.7.	Valores experimentales de posición (x) y el tiempo (t).	56
Tabla 2.8.	Valores Experimentales de posición (x) y el tiempo (t) del móvil alejándose del punto de referencia.	60
Tabla 2.9.	Valores Experimentales de posición (x) y el tiempo (t) del movimiento lineal uniforme del móvil cuando se acerca al punto de referencia	60
Tabla 2.10.	Valores Experimentales de velocidad (m/s) y el tiempo (t) del movimiento lineal uniforme del móvil cuando se aleja del punto de referencia.	61
Tabla 2.11.	Valores Experimentales de velocidad (m/s) y el tiempo (t) del movimiento lineal uniforme del móvil cuando se acerca al punto de referencia	62
Tabla 2.12.	Valores Experimentales de aceleración (m/s^2) y el tiempo (t) del movimiento lineal uniforme del móvil cuando se aleja del punto de referencia.	62
Tabla 2.13.	Valores Experimentales de aceleración (m/s^2) y el tiempo (t) del movimiento lineal uniforme del móvil cuando se acerca al punto de referencia.	63
Tabla 2.14.	Valores representativos experimentales de la posición respecto al tiempo	65
Tabla 2.15.	Valores experimentales de la velocidad respecto al tiempo.	65
Tabla 2.16	Valores experimentales de la aceleración respecto al tiempo	66
Tabla 2.17	Valores representativos experimentales de la posición respecto al tiempo.	67

Tabla 2.18. Valores representativos experimentales de la velocidad con respecto al tiempo	68
Tabla 2.19. Valores representativos experimentales de la aceleración con respecto al tiempo	68
Tabla 2.20. Valores representativos experimentales de la posición respecto al tiempo	69
Tabla 2.21. Valores representativos experimentales de la velocidad respecto al tiempo	70
Tabla 2.22. Valores representativos experimentales de la aceleración respecto al tiempo	70
Tabla 2.23. Valores representativos experimentales de la posición respecto al tiempo	71
Tabla 2.24. Valores representativos experimentales de la velocidad respecto al tiempo	72
Tabla 2.25. Valores representativos experimentales de la aceleración respecto al tiempo	72

Presentación

Las variaciones originadas en el campo social, económico y político han presentado cambios, que conllevan a los investigadores e intelectuales a generar nuevos paradigmas en los procesos educativos. Novak (1998), ha planteado que los principios básicos insisten que en estos debe estar presente la capacidad de los individuos para desarrollar en ellos competencias y habilidades para pensar, sentir, analizar, resolver situaciones problemáticas y actuar adecuadamente en sociedades cambiantes. En consecuencia, se debe pensar en una teoría de la educación, que aporte significativamente a los procesos antes citados y debe ser aquello que epistemológicamente tenga en cuenta: procesos de aprendizaje, el desarrollo de competencia y la didáctica como consolidación de los procesos anteriores.

La combinación de estos procesos es la que define la formación integral del ser humano. Precisamente, Savater (1997), es muy claro y oportuno cuando define al ser humano como aquel que tiene la vocación de compartir el saber con los demás. Así, en esta condición, es posible el registro de una acción compartida para intercambiar significados y sentimientos entre un aprendiz y un profesor con el fin de construir el paradigma fundamental del proceso formador. Por eso es importante tener en cuenta lo que dice Novak (1998), cuando el profesor y el aprendiz negocian y comparten con éxito el significado de una actividad de conocimiento, se produce el aprendizaje significativo.

Resultados de investigación en esta área, señalan el hallazgo de diferentes problemáticas referidas al proceso de enseñanza y aprendizaje de la ciencia, particularmente de la física, problemáticas relacionadas con el planteamiento de Porlan (1995), García (1995) y Martín (1994), sobre el concepto de imagen distorsionada de ciencia, concepción de conocimientos acorde a modelos de enseñanza caracterizados por la transmisión de conocimientos mediante estrategias ausentes de fundamentación epistemológica y didáctica, visión de conocimiento científico como algo absoluto, objetivo, acabado, descontextualizado y neutral, ciencia considerada como una reproducción enciclopédica, fragmentada y simplificada de cada una de las disciplinas. Esta situación demanda, a docentes e investigadores, numerosos y constantes esfuerzos que

promueven el desarrollo de procesos de transformación de la enseñanza de las ciencias y consecuentemente la redefinición de la escuela.

En este sentido, el texto del profesor Pedro León Tejada es una buena herramienta fundamental para los profesores del área de física, puesto que en dicho texto se hace una aproximación didáctica y pedagógica en desarrollar técnicas y métodos de resolución de problemas experimentales fundamentados en el establecimiento de Modelos Matemáticos para la Física soportados en el Xplorer GLX, para estudiantes del ciclo básico de la facultad de ingeniería de la Universidad de la Guajira.

El texto, Modelos Matemáticos para la Física soportados en el Xplorer GLX, se centra en la construcción de modelos matemáticos en física a partir de situaciones problemáticas experimentales y actividades que posibilitan a los estudiantes tener un rol activo al estudiar los fenómenos físicos, asociando explícitamente el establecimiento de conocimientos a situaciones problemáticas, Según Bachelard (1984), si no existe una pregunta, no puede haber conocimiento científico, nada está dado todo se construye. En la actividad científica los problemas no surgen del azar, no se planean por sí mismo, por ello dentro de la actividad científica es fundamental saber plantear un problema para la búsqueda de su solución y la construcción de un modelo. Visión opuesta a la visión tradicional, influenciada por las corrientes de pensamientos empirista y conductista, para los cuales la mente humana es una especie de mecanismo o caja negra que ante determinados estímulos, produce determinadas respuestas.

Desde esta perspectiva establecer Modelos Matemáticos para la Física soportados en el Xplorer GLX, posibilita la conformación de explicaciones y la construcción de otros interrogantes, quienes son las fuentes de la cual emergen los conocimientos tanto individuales como científicos, permitiendo desarrollar la abstracción, deducción, inducción, interpretación y argumentación, desde las cuales se exige el desarrollo de pensamientos científicos.

El texto, Modelos Matemáticos para la Física soportados en el Xplorer GLX, revela la importancia de establecer problemas experimentales, en la construcción de explicaciones, de conceptos y de relaciones en el estudio de sistemas de pensamientos, de concepciones de mundo. Al enfoque problemático subyacen las ideas surgidas de la teoría cuántica de la física que muestra la ciencia de una manera diferente a la concebida bajo las concepciones mecanicistas, es decir el conocimiento científico ya no es ni causal, ni determinista, ni realista. Planteamientos que tienen sus raíces en las concepciones de ciencia y conocimiento subyacente a los trabajos de Bohr y Heinsenberg (1993), que están relacionados con que no es posible determinar el movimiento de un fotón o de

un electrón desde el punto de vista mecanicista, es decir, que se puede predecir el curso de un electrón, a causa del problema dualidad onda partícula.

Anterior a la teoría de los cuantos, la ciencia se consideraba determinista soportada en los principios epistemológicos de realidad, localidad y causalidad. Por cuanto, en primer lugar, se consideraba que el conocimiento estaba en la realidad, que era externa al sujeto, en segunda instancia, era determinista, pues desde la concepción mecanicista de la física, es posible predecir la trayectoria de un cuerpo en movimiento y predecir su estado en el pasado si se conocen su estado presente y las fuerzas que actúan sobre él, en los experimentos realizados bajo concepciones mecanicistas se deben determinar las posiciones de puntos materiales en un cierto instante, la posición debe ser determinada siempre respecto a un sistema de referencia.

Se crean también nuevas características de la realidad, la discontinuidad reemplazó a la continuidad, en lugar de leyes que valgan para los casos individuales, aparecen leyes de probabilidad. La realidad creada por la física moderna es muy distante de la realidad de los primeros días. Es imposible, desde el punto de vista de la física cuántica, describir las posiciones y las velocidades de una partícula elemental o predecir su trayectoria futura. Lo que, en el sentido epistemológico, rechaza el determinismo y marca otra realidad, sustentada en conceptos físicos como el campo electromagnético.

Finalmente, el texto, muestra, como el enfoque problémico experimental y su fundamentación teórica en relación al establecimiento de Modelos Matemáticos en Física, a la naturaleza de la ciencia y al conocimiento, puede contribuir a problematizar crítica y reflexivamente las posturas epistemológicas y puede favorecer cambios en las concepciones sobre la naturaleza de la ciencia de acuerdo al punto de vista contemporáneo. Cambios, que superen los modelos centrados en procesos de transmisión de información y que conduzcan al replanteamiento de estrategias didácticas de aula que involucren procesos de construcción, modelación y problematización del conocimiento.

Johana Torres

Magister en Física

Docente. T.C Univ. Distrital Francisco José de Caldas

Introducción

“...El propósito fundamental de la educación es capacitar a los alumnos para hacerse cargo de su propia construcción de significados...”

J. Novak

En el sistema educativo existen diferentes maneras de enseñar, sin embargo, cada forma de enseñar genera aprendizajes distintos en los estudiantes. Entre las competencias del Docente en el campo educativo, se vislumbra la necesidad de saber, saber hacer, saber ser y saber estar, de forma que cualquier docente debe conocer su propia percepción respecto a dichas competencias, realizando autoevaluaciones sobre su quehacer pedagógico y su eficacia en la educación.

La comprensión de las teorías físicas aprendidas en la universidad se consigue mediante la resolución de situaciones problémicas, mediante la práctica de dichas teorías en el laboratorio y mediante la construcción de modelos matemáticos para la física. La parte esencial de la actividad teórica propia de la física debe iniciarse con el estudio cualitativo previo y luego con el análisis teórico de una situación problémica relacionada con la teoría o fenómeno físico en estudio.

La educación superior tiene muchas expectativas y objetivos para la formación de un buen profesional en el campo de la ingeniería, que sea autónomo, crítico, reflexivo y propositivo. De acuerdo con P. León (2018), menciona que el estudiante debe tener presente estos nuevos retos de la educación superior, al momento de realizar un análisis teórico, resolver un problema, establecer modelos, y también tener bien claro el concepto de competencia, lo cual se entiende como la capacidad que tienen los seres humanos de aplicar lo que saben para solucionar de manera adecuada, las situaciones problémicas reales presentes en la vida diaria. Las competencias están inscritas en el marco de la educación y su objetivo es el de formar sujetos autónomos, críticos, reflexivos y propositivos, que sobresalgan no solamente por el manejo de conocimientos adquiridos en la escuela sino también por la capacidad de cambio, de actuar como seres educados, que en términos de Savater (1997), implica una relación grata con los demás seres que lo rodean.

De acuerdo con Ortiz (2009), en donde plantea que el estudiante de cualquier nivel de educación necesita aprender a resolver problemas, a construir modelos, a analizar críticamente la realidad social y transformarla, a identificar conceptos, aprender a ser, aprender a convivir y a descubrir el conocimiento de una manera amena interesante, y motivadora de tal manera que el estudiante participe activamente en la solución de cualquier situación problemática por difícil que sea.

Ciertamente en la enseñanza de las Matemáticas y en particular de la Física se deben buscar alternativas metodológicas adecuadas, que aporten significativamente y que pongan en práctica los procesos citados anteriormente y evitar de esta forma continuar con la estructura del método tradicional, lo cual genera en el estudiante estado de prevención, limita su participación y disminuye su predisposición al aprendizaje.

La Física es una asignatura importante en la totalidad de las disciplinas de ingeniería, la influencia del aprendizaje de la física es definitivo y es un punto referente del éxito académico del estudiante. Es por ello que el docente debe buscar alternativas, pero no dentro del mismo contexto del tradicionalismo sino en el marco de nuevas propuestas de enseñanza de acuerdo a los nuevos retos y metas de la educación superior, que puedan ser adoptadas para el proceso de enseñanza – aprendizaje de esta área de conocimiento.

El caso presente aborda el establecimiento de Modelos Matemáticos para la Física soportados en el Xplorer GLX, una metodología diseñada para el aprendizaje de la física teórica-experimental y abre las posibilidades de que el estudiante comprenda que, el grado de éxito a que accede depende de su esfuerzo y aporte en el proceso enseñanza – aprendizaje de esta área de conocimiento.

Los estudios en materia de modelos pedagógicos no pueden basarse en simples enunciados teóricos; es necesario implementar estrategias basadas en la práctica comparativa, de manera que las conclusiones que se emiten al final de cada proceso investigativo se fundamente en hechos concretos, tangibles y comprobables, no solo por razones de credibilidad, sino de que con ellos se da oportunidad de la continuidad en el proceso investigativo, facilitando la realización de estudios paralelos o complementarios que permitan ampliar el campo de conocimiento sobre la materia, siempre en beneficio del estudiante y de los procesos educativos en general.

La experiencia narrada por el autor en el campo de la enseñanza de la Física, a partir de la propuesta: Modelos Matemáticos para la Física soportados en el Xplorer GLX, se realizó en la Universidad de la Guajira, dentro del desarrollo

convencional del programa de ingeniería. Los protagonistas fueron estudiantes de esa facultad y los resultados enunciados son producto de la aplicación de estrategias fundamentadas en el aprendizaje problémico y en la Construcción de Modelos Matemáticos para la Física, a dos grupos de estudiantes, uno llamado grupo experimental al cual se le aplica la estrategia metodológica y otro llamado grupo control, con el fin de poder confrontar resultados finales y emitir diagnósticos y conclusiones totalmente confiables.

Este trabajo es apenas un aporte más al esfuerzo docente por mejorar los procesos pedagógicos, de manera que el estudiante pueda acceder siempre a metodologías de aprendizaje que consulten sus verdaderas capacidades y competencias, y que al tiempo le brinden oportunidad de diversificación de técnicas de aprendizaje, para hacer más productivo el proceso formativo en la Escuela o Universidad, particularmente en el campo de las Matemáticas y más específicamente en el de la Física.

Este trabajo se halla dividido en dos partes, la primera parte analiza una fundamentación teórica sobre el aprendizaje problémico y presenta una exposición de la problemática general de la Enseñanza de la Física y sus Modelos Matemáticos; la segunda parte es una recopilación de experiencias en el aula de clases, a partir de la aplicación teórico-práctica de Establecer Modelos Matemáticos para la Física soportados en el Xplorer GLX.

Al final el texto presenta los resultados obtenidos e información general que puede servir de elemento de juicio al lector interesado en el tema de establecer Modelos Matemáticos para la Física, como alternativa didáctica en la enseñanza – aprendizaje de la Física.

PRIMERA PARTE



Foto tomada en el Laboratorio de Física de Uniguajira, durante el desarrollo de una clase experimental, Semestre I 05/10/2018

1 Contexto general de los Modelos Matemáticos para el Aprendizaje de la Física basado en problemas y del Xplorer GLX

1. El problema y su fundamentación teórica

1.1 El Problema

De acuerdo con P. León (2006), en donde plantea que tradicionalmente, la física como otras asignaturas que giran en torno a la aplicación de saberes matemáticos; ha presentado problemas en su comprensión para muchos estudiantes, problemas que se evidencian en un bajo rendimiento académico o en carencia de identificación del estudiante con la respectiva asignatura. Efectivamente actualmente se siguen presentando las dificultades en algunos estudiantes para la comprensión al momento de analizar y solucionar los problemas relacionados con los conceptos teóricos y los fenómenos físicos en estudio.

P. León (2006) menciona que Flórez (2000), plantea que esta situación se refleja en malos resultados de las evaluaciones aplicadas, dificultad del estudiante para construir los modelos matemáticos y asumir la solución de problemas en la asignatura de física mecánica y una deficiente aplicación al proceso de su propia formación, manifiesto en desidia, indiferencia e incluso aversión a todo lo que se relacione con la asignatura. Según estudios realizados, un porcentaje alto de estudiantes de ingeniería, que cursan física I, son aplazados por sección, fenómeno que es asociado por factores técnico - pedagógicos, cognitivos, motivacionales, todos ellos importantes para el alcance de los logros de esta asignatura, particularmente en lo que tiene que ver con la construcción de modelos matemáticos y la resolución de sus problemas.

P. León (2006) menciona que Pineda (2004), plantea que de acuerdo con los resultados obtenidos en estudios realizados a finales del (2002) e inicios del (2003), en donde se indaga una serie de deficiencias educativas en el ciclo Básico de la Facultad de Ingeniería en distintas universidades del país, en diferentes asignaturas específicamente en física, en donde se manifiesta aspectos

como: la excesiva utilización de métodos y recursos tradicionales, la existencia de programas desactualizados, la inexistencia de revisión curricular permanente, la resistencia al cambio de algunos docentes, la excesiva carga de trabajo; situaciones estas que inciden directamente en el bajo rendimiento de los estudiantes y últimamente, se ha visto un porcentaje alto de estudiantes aplazados y desertores durante el desarrollo del estudio de esta área. La situación planteada puede generar una deficiente preparación de los futuros ingenieros, en el evento de no tomarse las medidas orientadas a neutralizar la aversión o poco interés del estudiante de ingeniería, trayendo como consecuencia, profesionales con debilidades sensibles, que se agravaran en la aplicación práctica de su futura profesión. Además, situaciones como las señaladas anteriormente se convierten en un inhibidor del espíritu investigativo del estudiante, que prefiere dirigir su interés a otros aspectos de su formación, antes de enfrentarse con la construcción de modelos matemáticos y la resolución de situaciones Problemáticas en la asignatura de física.

La estrategia de Construir Modelos Matemáticos soportados en el Xplorer GLX a partir de datos experimentales en el estudio de la Física, permitirá solucionar la problemática planteada y buscará acelerar el ritmo de aprendizaje, mejorar el método de construir ecuaciones, resolver problemas y lograr que el estudiante obtenga un mejor rendimiento en esa área de conocimiento. Establecer Modelos Matemáticos para la Física a partir de datos experimentales, permite que el estudiante, en lugar de enfrentarse con problemas creados y para los desconocidos, parta de datos experimentales, de situaciones habituales de su entorno, las enfoque desde la perspectiva problemática y halle, a las mismas, la solución ideal con base en sus propios razonamientos y así pueda interactuar con otros estudiantes y explicar el fenómeno físico estudiado a partir del modelo matemático.

De acuerdo con el planteamiento de P. León (2006), y al reflexionar sobre esta problemática se presentan los siguientes interrogantes: ¿Es posible neutralizar metodológicamente la desidia y necesidades evidentes de los estudiantes hacia la construcción de modelos matemáticos en el área de física? ¿Existen herramientas pedagógicas que permitan despertar el interés del estudiante hacia el estudio de la física mecánica y resolución de sus problemas? ¿Es la construcción de modelos matemáticos para la física, la alternativa de solución al problema planteado? ¿Cuál será el resultado de aplicar la estrategia de construir modelos matemáticos, en grupos experimentales al compararlo con los del grupo control, en el estudio de la física I, del ciclo básico de la facultad de Ingeniería de la Universidad de la Guajira?

1.2 Aproximaciones teóricas a los modelos matemáticos para la física mecánica

1.2.1 Modelos matemáticos para la física

Ríos y Sixto (1995), plantean que un modelo de las ciencias físicas es la traducción de la realidad física de un sistema físico en términos matemáticos, es decir, una forma de representar a cada uno de los tipos de fenómenos que intervienen en un cierto proceso físico mediante objetos matemáticos o variables de un sistema.

Las relaciones matemáticas formales entre los objetos o variables del modelo deben representar de alguna manera las relaciones reales existentes entre las diferentes variables o aspectos del sistema u objeto real. Así una vez “traducido” o “representado cierto problema” en forma de modelo matemático se pueden aplicar al cálculo el álgebra y otras herramientas matemáticas para deducir el comportamiento del sistema del fenómeno físico estudiado. Un modelo físico requerirá, por tanto, que se pueda seguir el camino inverso al modelo, permitiendo reinterpretar en la realidad las predicciones del modelo.

De acuerdo con P. León (2018), la función del origen de la información utilizada para establecer modelos, estos pueden clasificarse en modelos heurísticos, empíricos, cualitativos o conceptuales y cuantitativos o numéricos.

Modelos Heurísticos

Son los que están basados en las explicaciones sobre las causas o mecanismos naturales que dan lugar al fenómeno estudiado.

Modelos Empíricos

Son los que utilizan las observaciones directas o los resultados de experimentos del fenómeno estudiado.

Modelos Cualitativos o Conceptuales

Estos modelos pueden usar figuras, gráficos o descripciones causales, en general se concentran en predecir si el estado del sistema irá en determinada dirección o si aumentará o disminuirá alguna magnitud, sin importar exactamente la magnitud concreta de la mayoría de aspectos.

Modelos Cuantitativos o Numéricos

Estos modelos usan números para representar aspectos del sistema modelizado, y generalmente incluyen formulas y algoritmos matemáticos más o menos complejos que relacionan los valores numéricos. El cálculo con los mismos permite representar el proceso físico o los cambios cuantitativos del sistema modelado en una situación problémica planteada.

1.2.2 Fases de Construcción de un Modelo

Las fases para establecer o construir un Modelo en Física son: Identificación del modelo, Elección del tipo de modelo, Formalización del modelo, Comparación de resultados y el modelo mental.

Identificación

Identificar una situación problemática o problema que necesita ser simulada, optimizada o controlada y por tanto requerirá un modelo matemático predictivo.

Elección del tipo de modelo

La elección del tipo de modelo requiere precisar qué tipo de respuesta pretende obtenerse, cuáles son los datos de entrada o factores relevantes y para que pretende usarse el modelo. Esta elección debe ser suficientemente simple como para permitir un tratamiento matemático asequible con los recursos disponibles. Esta fase requiere además identificar el mayor número de datos fidedignos, rotular y clasificar las incógnitas (Variables independientes y dependientes) y establecer consideraciones físicas que representan adecuadamente el fenómeno en estudio.

Formalización del modelo

En la formalización del modelo se detallará que forma tienen los datos de entrada, que tipo de herramienta matemática se usara, como se adaptan a la información previa existente. En esta fase posiblemente se introduzcan también simplificaciones suficientes para la situación problemática de modelización sea tratable computacionalmente.

Comparación de resultados

Los resultados obtenidos con predicciones necesitan ser comparados con los hechos observados para ver si el modelo está prediciendo bien. Si los resultados no se ajustan bien, es recomendable volver a la fase de identificación del modelo. Es importante mencionar que la mayoría de los modelos matemáticos no son exactos y tienen un alto grado de idealización y simplificación ya que una modelización muy exacta puede ser más complicada de tratar de una simplificación conveniente, y por lo tanto resultar menos útil.

Modelo mental

Un modelo mental es un mecanismo del pensamiento mediante el cual un ser humano, intenta explicar cómo funciona el mundo real. Es un tipo de símbolo interno o representación de la realidad externa, hipotética, que juega un papel importante en la cognición, por ejemplo, los niños construyen de forma obvia modelos internos.

1.2.3 Aproximaciones teorías relacionadas con el aprendizaje basado en problema

Solucionar una situación problemática en física, en donde el estudiante debe construir una ecuación o modelo matemático para expresar relaciones entre variables, interpretarlas y estudiar su comportamiento mediante el cálculo y otras herramientas matemáticas, requiere seguir las fases de establecer un modelo, las que inician con la identificación de un fenómeno físico en forma de problema, luego se elige el tipo de modelo de acuerdo a la respuesta que se pretende obtener y finalmente se formaliza el modelo y se comparan los resultados obtenidos con los hechos observados o de los experimentales para ver si dicho modelo predice bien. P. León (2006) menciona que desarrollar la actividad de establecer modelos matemáticos para la física a partir de situaciones problemáticas, permitirá al estudiante mediante la búsqueda activa de dicho modelo, lograr desarrollar sólidos conocimientos que constituyan un sistema generalizado, que sea asimilado de forma tal que le permita su utilización en la práctica.

En la enseñanza tradicional se busca esencialmente la formación de un pensamiento empírico; el alumno, al aprender, es un receptor pasivo y el docente al enseñar es activo; el conocimiento se asimila por aproximaciones sucesivas, se ofrece como verdades acabadas y generalmente existe un insuficiente vínculo con la vida.

Aunque se han realizado intentos por atenuar los aspectos negativos de la didáctica tradicional en virtud de las necesidades actuales de la sociedad, lo cierto es que aún persiste esta concepción en la práctica escolar de los docentes.

P. León (2006) menciona que Majmutov (1970), desarrolló un sistema didáctico, en el que define la metodología a seguir de lo que llamó “Enseñanza Problémica”. Este sistema criticó la enseñanza tradicional, al expresar que ésta le ofrece al alumno, por lo general, los conocimientos ya hechos y elaborados, se le asigna un papel pasivo de simple receptor de conocimientos que después debe repetir, sin comprender plenamente cómo fue el proceso de búsqueda y construcción teórica que llevó a esos conocimientos.

El sistema parte de concebir al alumno como un ente activo, por lo que debe realizar una actividad para poder apropiarse del conocimiento, y con ello desarrollar su intelecto. Plantea que es importante que el alumno, junto con el conocimiento, asimile los métodos y procedimientos que utilizó el científico en el desarrollo de la ciencia.

De acuerdo con lo anterior Majmutov (1970) plantea que el objetivo en el sistema es hacer transitar al alumno (de manera abreviada) por caminos simi-

lares a los que transitó el científico para llegar a sus conclusiones. En este tránsito el sujeto no sólo se apropia del conocimiento, sino de la lógica de la ciencia en cuestión, en la solución de un problema determinado puede ser teórico o experimental; para ello, parte de no brindar el conocimiento ya fabricado, sino que el docente se centra en reflejar las contradicciones del fenómeno estudiado, en forma de problema, crea una situación Problemática, con el fin de que el estudiante se sienta motivado a darle solución y se apropie del conocimiento y de los métodos del pensamiento científico.

Majmutov (1977), considera la Enseñanza Problemática como “...un sistema didáctico basado en las regularidades de la asimilación creadora de los conocimientos y forma de actividad que integra métodos de enseñanza y de aprendizaje, los cuales se caracterizan por tener los rasgos básicos de la búsqueda científica”. Okón (1968), la define como el conjunto de acciones tales como la organización de situaciones Problemáticas planteamiento de problemas, ayuda a los estudiantes para resolver dichos problemas, verificación de la solución y dirección del proceso de sistematización y fijación de los conocimientos adquiridos”.

Esta definición se refiere sólo a la actividad del profesor y no expresa el objetivo de la organización de la Enseñanza Problemática. No se plantea de manera explícita cuál es el papel del alumno en ese proceso. Además, el proceso de enseñanza se presenta como el proceso de adquisición de los conocimientos sólo mediante la solución de problemas.

En este sentido Majmutov (1977), define la Enseñanza Problemática como la actividad del maestro encaminada a la creación de un sistema de situaciones Problemáticas a la exposición y a su explicación, y a la dirección de la actividad de los alumnos en la asimilación de conocimientos nuevos, tanto en forma de conclusiones ya preparadas, como el planteamiento independiente de problemas docentes y su solución”.

Otros autores analizan esta lógica de descripción del proceso. Guevos (1973), integra varios factores al plantear que; consiste en que en el proceso de solución creadora por los estudiantes de problemas se produce la asimilación creadora de los conocimientos y habilidades, de las experiencias acumuladas por la sociedad, además de la formación de una personalidad activa, altamente desarrollada y consciente.

Medina (1997), aborda la Enseñanza Problemática como una propuesta en la que el espacio donde se definen los problemas que tienen una significación para los jóvenes lo constituye básicamente su vida cotidiana y los conflictos

de su entorno social. También la considera como un proceso de conocimiento que se formula problemas cognoscitivos y prácticos, utiliza distintos métodos y técnicas de enseñanza y se caracteriza por tener rasgos básicos de la búsqueda científica. Medina (1997), por lo tanto, la utilización de la Enseñanza problémica en la práctica escolar exige desarrollar el pensamiento y la comprensión de la realidad sobre la base de la dinámica de sus contradicciones reales.

Para Álvarez (1999), el Aprendizaje basado en problemas, se fundamenta en las regula-redadas de la lógica formal y dialéctica, de la dialéctica de la enseñanza que tiende al desarrollo y de la metodología del pensamiento y de la actividad. Se basa en los principios de la didáctica tradicional, pero con un nuevo enfoque. Surge del propio método explicativo, pero organizando la búsqueda científica, la independencia y la creación, además de su explicación.

Según Martínez (1998), el Aprendizaje Problémico se apoya en los principios de la didáctica tradicional. Su particularidad radica en que se debe garantizar una relación diferente de la asimilación reproductiva de los nuevos conocimientos con la creadora, con el fin de reforzar la actividad del estudiante.

Es por ello que se coincide con Majmutov (1977), en que el aprendizaje problémico es: La actividad docente de los alumnos encaminada a la asimilación de conocimientos mediante la percepción de las explicaciones del maestro en las condiciones de una situación Problémicas, el análisis independiente (o con la ayuda del maestro) de situaciones Problémicas, la formulación de problemas y su solución mediante el planteamiento de hipótesis, su demostración, así como mediante la verificación del grado de corrección de las soluciones.

Como se aprecia, existen muchas definiciones de aprendizaje problémico algunos autores consideran que es un sistema, otros la definen como conjunto de acciones, proceso del conocimiento o actividad docente encaminada a la asimilación productiva de los conocimientos.

En su trabajo P. León (2006) menciona que es necesario que se desarrolle la independencia cognoscitiva, la avidez por el saber profesional, el protagonismo estudiantil, de tal manera que el estudiante participe activamente en la solución de cualquier situación Problémica por difícil que sea. León, señala que los métodos que utilizan los docentes actualmente en el proceso de enseñanza aprendizaje de las asignaturas, los objetivos y la naturaleza del diseño del contenido, tanto en el componente académico como en el laboral, ofrecen una limitada preparación a los estudiantes para resolver problemas de la práctica empresarial y conducen de manera insuficiente a la asimilación productiva de los conocimientos.

La solución de la situación descrita anteriormente precisa un aprendizaje diferente y, por tanto, plantea la necesidad de perfeccionar los métodos de enseñanza en el proceso de enseñanza - aprendizaje de las asignaturas técnicas, por cuanto el proceso actual propicia de manera muy limitada la asimilación productiva y estimula muy poco el desarrollo de una conciencia productiva dialéctica que posibilite su contextualización ante los diferentes problemas que afronta una economía tan dinámica como la de los países de América Latina. León (2006), muestra que lo anterior pone de manifiesto la importancia de la aplicación del aprendizaje problémico, lo cual constituye una de las vías para el logro del propósito anterior y la erradicación de las deficiencias existentes en el proceso de enseñanza - aprendizaje de las asignaturas técnicas.

Existen teorías relacionadas con los aspectos filosóficos, pedagógicos y psicológicos de la enseñanza Problemática:

1.2.4 Aproximaciones teóricas relacionadas con los aspectos filosóficos

El significado filosófico de modelo matemático en física, es un conjunto de relaciones unarias, binarias y trinarías que satisfacen las proposiciones derivadas del conjunto de axiomas de la teoría y de los fenómenos físicos que se estén estudiando.

La formación técnica y profesional exige que se encuentren los métodos para hacer que los estudiantes aprendan a razonar, a operar con conceptos de un mayor o menor grado de abstracción y generalización, y a su vez empleen más conscientemente el método dialecto materialista en tales razonamientos.

Resolver un problema es solucionar la contradicción, que manifiesta no sólo la dificultad que se debe superar (dinámica de lo conocido y lo desconocido) sino que refleja y proyecta el camino de solución y, con ello, la propia superación dialéctica del problema.

Si la enseñanza se desarrolla en un amplio contexto de contradicciones internas y externas (adaptación e innovación, masividad y calidad, teoría y práctica, individualidad y sociedad, dependencia y autonomía), es necesario entonces construir una concepción de la enseñanza capaz de penetrar en la esencia de los procesos educativos, desarrollar el pensamiento, el conocimiento y la comunicación pedagógica mediante la dinámica que genera las contradicciones.

Si la realidad se desenvuelve con base en una dinámica dialéctica contradictoria, el proceso de apropiación de esa realidad no puede ser ajeno ni menos excluir la contradicción como principio y regularidad para la comprensibilidad y la asimilación del mundo.

1.2.5 Aproximaciones teóricas relacionadas con los aspectos pedagógicos

La actitud cognoscitiva que se debe crear en los estudiantes de especialidades técnicas y los procedimientos de pensamiento a ella asociados ha de ser expresión de una nueva motivación, de una nueva actitud hacia la asimilación de los conocimientos profesionales. Esto depende de la capacidad del docente de conformar alternativas metodológicas de aprendizaje que motiven al alumno, lo que resulta posible con la activación de su aprendizaje, cuya posibilidad la ofrece la problematicidad del contenido técnico.

En este sentido, se coincide con Turner (1989), cuando plantea que el contenido de La enseñanza reflejada en los programas de estudio puede elevar su actualización en relación con las ciencias, puede ampliarse o adecuarse, pero si los métodos de enseñanza no propician al máximo la actividad intelectual de los alumnos para el aprendizaje y por ende su interés por aprender los contenidos por sí solos, no producen resultados cualitativamente superiores.

La vinculación del contenido con la realidad productiva de las empresas constituye un rasgo distintivo de los programas de formación técnica y profesional, que exige la activación del aprendizaje de los estudiantes y a su vez ofrece una respuesta a la necesidad de que los futuros profesionales aprendan los fundamentos técnicos en relación directa con la realidad productiva de las empresas que es, profunda y cambiante.

Interés por activar el aprendizaje de los estudiantes no es nuevo en la historia de la pedagogía. Desde la antigüedad se afirmaba que la actividad intelectual favorecía la comprensión de la esencia de los procesos y fenómenos de la realidad.

Por otro lado, los puntos de vista empiristas del filósofo inglés Bacon (1626), exigían la búsqueda de la verdad mediante el estudio de la realidad.

El ideario pedagógico de Martí (1895) ha servido de base en muchos aspectos a la Revolución Educativa que se lleva a cabo en nuestro país en la época actual. Al referirse a la escuela del siglo XIX, Martí (1975), expresó: de memorial así rapan los intelectos como las cabezas. Así sofocan la persona del niño, en vez de facilitar el movimiento y expresión de la originalidad que cada criatura trae en sí; así producen una uniformidad repugnante y estéril y una especie de librea de las inteligencias.

Martí (1975), consideraba que la educación debía responder a la época. Expresaba que educar es depositar en cada hombre toda la obra humana que le ha antecedido, es hacer a cada hombre resumen del mundo viviente, hasta el día en que vive; es ponerlo al nivel de su tiempo para que flote sobre él, y no

dejarlo debajo de su tiempo, con lo que no podría salir a flote, es preparar al hombre para la vida.

Desde una proyección pedagógica es necesario analizar la Enseñanza Problemática vinculada a la formación técnica y profesional.

Desde hace ya algún tiempo se habla en nuestro país de la necesidad de una Pedagogía para la formación técnica y profesional que permita la preparación de un trabajador acorde con las exigencias de la sociedad, Abreu (1994) y Álvarez (1995).

Fraga (1997) y Fuentes (1998), mencionan que es necesario desarrollar una Pedagogía que estimule y haga realidad la integración entre docencia, producción e investigación y entre escuela politécnica y empresa.

Según Abreu (1996), menciona que las empresas desarrollan un proceso educativo que es dirigido por un trabajador - instructor designado a esos efectos. No todos los trabajadores influyen de igual manera sobre los estudiantes incorporados a las prácticas laborales en las empresas, sino que hay conductas que desvían al alumno de su objetivo esencial y de su adecuada conducta.

La estructuración del proceso de educación en la entidad productiva es similar a la educación en las actividades prácticas que desarrolla el alumno en la escuela politécnica, con la diferencia que en la fase de preparación se deben informar a los estudiantes las características del colectivo laboral, sus tradiciones, el clima existente, su conducta moral, entre otros aspectos que se consideren importantes, en dependencia de la situación concreta de dicha entidad.

El profesor de la escuela politécnica tiene la misión de desarrollar la personalidad de un futuro trabajador, no puede dejar de tener presente las influencias del instructor de la empresa, quien debe convertirse en un docente también para el alumno.

Constituye una necesidad la inclusión del instructor en las actividades docentes que desarrolla la escuela politécnica mediante el proceso pedagógico profesional que, según Abreu (1996), es el proceso de educación que tiene lugar bajo las condiciones específicas de la escuela politécnica y la entidad productiva para la formación y superación de un trabajador competente.

Cortijo (1996), lo define como el sistema de actividades académicas, laborales e investigativas que se llevan a cabo en la institución docente y en la entidad productiva para formar la personalidad del futuro profesional, al asumir esta definición considera como institución docente tanto las de nivel medio como las de nivel superior.

El proceso pedagógico profesional de acuerdo con Fraga (1997), es un proceso de educación, como respuesta a una demanda social, que tiene lugar bajo las condiciones de una institución docente y la empresa para la formación y superación de un profesional competente.

Por tanto, el proceso pedagógico profesional se considera como el sistema de actividades docentes profesionales (extra docentes, extraescolares, productivas y de investigación que se llevan a cabo en la escuela politécnica y/o en la entidad productiva para formar la personalidad de los futuros profesionales técnicos de nivel medio y superar a los trabajadores de la esfera de la producción y servicios.

Abreu (1996), plantea que debe elevarse la disposición y habilidades de todo aquel personal que recibe la responsabilidad pedagógica de atender a los alumnos en la entidad productiva, pues ellos (los trabajadores y dirigentes de la producción) son también portadores de una Pedagogía Profesional, ya sea en forma de experiencia (práctica) o en teoría al igual que los profesores, dirigentes e investigadores de la Educación Técnica y Profesional.

Se coincide con Abreu (1996), en que igual que el profesor debe conocer los aspectos esenciales del proceso de producción donde se integran sus alumnos, debe conocer los fundamentos pedagógicos generales que le permitan comprender y atender al alumno o grupo de ellos que le sean asignados.

1.2.6 Aproximaciones teóricas relacionadas con los aspectos psicológicos

Para lograr efectividad en la Enseñanza Problemática que se lleva a cabo en la escuela politécnica es preciso conocer, desde el punto de vista psicológico, a quién va dirigida la labor del docente; es decir, distinguir las particularidades psicológicas que caracterizan la personalidad del sujeto a quien se enseña: el estudiante.

Los docentes y los instructores, deben conocer los fundamentos psicológicos que les permitan comprender y atender a los estudiantes, a partir del conocimiento de la dialéctica entre lo interno y lo externo en el aprendizaje, entre lo individual y lo social.

Según Abreu (1996), la relación profesor - alumno en las escuelas politécnicas tiene que verse y atenderse como una relación entre trabajadores (trabajador - trabajador en formación) lo cual impone un tipo de comunicación diferente al de otros subsistemas; comunicación que se aleje del academicismo y se acerque cada vez más a la entidad productiva, a la profesionalización y a la personalización del alumno.

La formación consciente de tales características determina cada vez más la actividad social del joven en el entorno socio - cultural donde se desenvuelve, por lo que la estructuración de situaciones problemáticas que ofrezcan al estudiante la posibilidad de emplear los conocimientos de la asignatura en su actividad social se convierte en un poderoso mecanismo que estimula el pensamiento independiente del estudiante y despierta el interés por la especialidad.

Desde una proyección psicológica, el Aprendizaje Problemático se basa en el paradigma Histórico Cultural desarrollado por Vygotsky (1981), Leontiev (1959), Galperin (1986) y Talizina (1987), cuyas tesis incluyen revelaciones que de una u otra forma plantean exigencias al proceso de enseñanza - aprendizaje.

La enseñanza debe estar encaminada a estimular la zona de desarrollo próximo en los estudiantes, lo cual dependerá de los conocimientos y de las acciones que sea capaz de lograr de manera independiente, con ayuda del profesor, del instructor y demás trabajadores de la empresa, del grupo, de la familia o de la comunidad.

Desarrollos posteriores de este enfoque fueron la teoría de la actividad de Leontiev (1959), quien profundizó en el origen y desarrollo de la psiquis, y estudió la conciencia y la estructura de la actividad; la teoría de formación planificada y por etapas de las acciones mentales y los conceptos, de Galperin (1986); y los procedimientos generalizados de la actividad cognoscitiva, de Talizina (1987), quienes consideraban que el aprendizaje tenía que partir de modelos completos en forma de imágenes generalizadas que son asimiladas por los estudiantes.

Estos investigadores expresan que las funciones psíquicas superiores tienen un origen histórico social y que nacen de las interacciones en el proceso de comunicación entre las personas, por lo tanto, consideran el aprendizaje como un proceso de apropiación de la experiencia histórico social, a través del cual el individuo deviene personalidad, mediante la actividad y la comunicación que establece con sus semejantes.

Un ejemplo que ilustra la concepción anterior puede ser tomado de lo realizado por el proyecto cubano TEDI entre 1990 y 1996 en escuelas cubanas, Zilberstein (1999) y Silvestre (2000), utilizar diferentes procedimientos metodológicos que permiten a escolares de quinto y sexto grado plantear hipótesis, determinar características esenciales, valorar con conocimiento de la esencia de lo que estudiaron, una vez que habían recibido la ayuda adecuada para llegar a hacerlo por sí solos. En este ejemplo, el alumno llega a familiarizarse con procedimientos para Aprender y se apropia de éstos, lo que lo prepara a su vez para buscar nuevos conocimientos.

Estos investigadores han realizado numerosos aportes científicos al estudiar los problemas del desarrollo intelectual, que ponen en manos de la Didáctica de las Ramas Técnicas profundos e importantes elementos cuya correcta selección, integración y síntesis ofrecen los fundamentos psicológicos para un sustento teórico sólido del cambio que necesita el proceso de enseñanza - aprendizaje en las instituciones educativas.

1.3 Aproximaciones teóricas relacionadas con las operaciones del pensamiento

Razonablemente cabe suponer que muchas personas estarán de acuerdo en que los procesos del pensamiento e implicados en él constituyen un importante objetivo del proceso educativo y que las instituciones no tendrían que escatimar esfuerzos para proporcionar a los estudiantes amplias oportunidades para pensar. Pero ¿Cómo se hace? ¿Qué procedimientos emplean los buenos maestros? ¿Qué jornadas, tareas y actividades escolares destacan la significación de este fenómeno?

Muchas de las sugerencias consignadas a continuación no son nuevas para los maestros; pero su enfoque puede ser instructivo. Los elementos mostrados a continuación sirven de guía para que un maestro vaya orientando su propia enseñanza en el aula.

Al terminar la mañana y el día de clase, el maestro podría consultar esta lista y preguntarse si practico y en qué medida algunas de estas sugerencias. No se pretende un modelo completo o finito, ni que se incluyan algunas de las actividades propuestas en todas y en cada una de las jornadas escolares. Con los ítems se sugiere, no se obliga a incluir nada. Sin embargo, contiene algunas ideas ampliamente utilizadas para darle su importancia a todo lo que significa pensamiento.

1.3.1 Observar

Observar y monitorear encierran la idea de vigilar detenidamente, reparar con cuidado, notar con interés, percibir con atención. En general se presta estricta atención y se vigila atentamente un evento o fenómeno motivados y movidos por la curiosidad que nos despierta o por un propósito definido; algo nos concierne y tenemos buenas razones para observar con cuidado e involucramos en ese algo. Algunas veces centramos la atención en los detalles, otras, en lo esencial o en los procedimientos, y a veces, en ambos. A veces requerimos una gran exactitud en la observación y en otra basta que sea tan solo aproximada.

Observamos la ejecución de un experimento, un evento natural o controlado dentro de un laboratorio, o podemos ir a la ventana, asomamos a ella y describir lo que vemos u observar los acontecimientos que se suceden ante nuestros ojos, procesos simples o muy complejos y en general demostraciones espontáneas o muy elaboradas de los seres vivos o inanimados cercanos y sus comportamientos, es frecuente, tomar como fuente el observar las labores de nuestros semejantes como innumerables oportunidades para observar el mundo en derredor nuestro.

1.3.2 Comparar

Tamaño, color, textura, plano de ocurrencia, o alguna propiedad de lo observado, definen, similitudes, equivalencias, diferencias y características del evento de interés.

Cuando invitamos a un alumno para que haga comparaciones sobre un evento, fenómeno u objeto, le ubicamos en situación de tener que emplear el pensamiento, cuenta entonces con la oportunidad de buscar y plantear diferencias y similitudes por la vía de los hechos o la contemplación. Examina dos o más objetos, ideas o procesos procurando establecer cuáles son sus interrelaciones. Buscar puntos de coincidencia o de disimilitudes, no coincidencias y determinar que hay en uno y que falta en otro.

Aquello que otras personas miran y nos dicen que han visto, depende con frecuencia del interés y los propósitos que orientan la labor que les asignaron. Al variar los propósitos, es probable que también varíen sustancialmente las comparaciones que haga el escolar.

La tarea asignada, o sea comparar puede variar muchísimo en grado de dificultad y objetivo, desde comparar entre si dos números enteros, hasta la música moderna con el arte moderno; desde pedir a un alumno de la escuela secundaria que compare el Gabriel García Márquez de las primeras novelas con aquel de las ultimas, o que lo compare con otro de su género literario o bien solicitar a estudiantes de: ciencias exactas, en Matemática que comparen la abstracción de la teoría con situaciones concretas reales de conceptos como límite, continuidad e infinito y a los de física comparar desde diferentes niveles o aspectos dos experimentos científicos conocidos o dos eventos o la respuesta de dos instrumentos de medida actuados sobre propiedades del mismo objeto o de una misma variable. Toda asignatura es Prodigia en posibilidades de comparaciones, posibilidades que son tan importantes desde temprana edad en el hogar o durante el primer grado de primaria igualmente en la escuela secundaria.

Cuando se les da la misma tarea a varios grupos de estudiantes, es interesante Comparar las comparaciones, pues en la retroalimentación aprenden unos de los otros en forma simbiótica. Evaluando como los demás aportan en semejanzas o diferencias Que algunos pasaron por alto, su sensibilidad suele agudizarse.

1.3.3 Resumir

Recoger y condensar oralmente y por escrito con criterio claro, ordenadamente y ceñido a la verdad aquello que ha sido percibido por los sentidos.

Si a usted amable lector se le encargara la tarea de resumir el último tema (cualquiera él sea) que haya leído; innegablemente coincidiría en que ello requiere pensar, pues requiere recuperar ordenadamente la información sin incluir la comprensión de lo leído, eso es otra cosa. El termino resumir encierra establecer, de modo breve o condensado, la esencia de lo observado o solicitado y replantear la esencia del asunto, de la idea completa o ideas centrales; concreción sin omitir elementos claves.

Se puede empezar con reflexiones retrospectivas sobre experiencias pretéritas, lo cual se puede encauzar de variadas formas. Por ejemplo, hilando los acontecimientos y/o recuerdos en una secuencia espacio-temporal de aquello que fue primero, luego lo acontecido inmediatamente después y así sucesivamente hasta completar la tarea. Igualmente enunciar y enumerar primero las ideas principales para luego resumirlas organizadamente por separado. También resumir una clase magistral de un grupo de experimentos recogiendo y exponiendo las descripciones de los fenómenos mostrados para luego proponer las explicaciones pertinentes de lo observado. Existen tantas maneras de resumir como número de alumnos o personas intervienen en la misma tarea.

Un éxito relativamente asegurado para los docentes se encuentra en la preparación responsable de sus clases, porque con una adecuada programación se exige saber todo aquello que van a hacer o decir durante el desarrollo de su que-hacer profesional. Primero se exponen las ideas básicas, los conceptos importantes, y luego hablar de cada uno de ellos en consecuencia se podría sugerir que la última frase podría resumir las ideas básicas principales.

1.3.4 Clasificar

Criterios claros de orden y agrupamiento crean disciplina para planear con pertinencia el trabajo e incluso muchos aspectos productivos de la vida cuando clasificamos o distribuimos cosas, las agrupamos conforme a ciertos criterios si se nos pide que clasifiquemos un conjunto de objeto o ideas, empezamos por examinarlo, y cuando vemos que tiene ciertas cosas en común entonces reu-

nimos esos objetos o esas ideas. Seguimos así hasta tener una serie de grupos si los elementos restantes no pueden ser clasificados según el sistema usado solemos decir que tendríamos que haber empleado otro sistema, o bien que podríamos haberlo colocado en un grupo denominado varios, los datos o grupos de datos experimentales con criterio de solución. Textura, tamaño, color, función, características físicas etc.

1.3.5 Interpretar

Cuando interpretamos una experiencia, explicamos el significado que ella tiene y representa para nosotros. ¿Qué es, pues, interpretar?... Es un proceso por el cual mostramos y extraemos cierto significado de nuestras experiencias. Si se nos pregunta cómo lo deducimos, entonces abundamos en explicaciones y datos que respaldan nuestra interpretación. Hay que ofrecer a los alumnos gráficos, tablas, planos, imágenes, dibujos, figuras e informes y cuando se les pregunta que significado extraen de esta experiencia, se les pide que hagan una interpretación de los hechos y las cosas; de la descripción de viajes y experiencias próximas o remotas, de hacer comparaciones y resúmenes, de relacionar premios y castigos con conductas o inconductas, de todo ello se extraen asimismo significados. En todos los casos en que se reacciona ante determinada experiencia, es posible verificar nuestras conclusiones comprobando si los datos aportados respaldan la interpretación.

En ocasiones, al interpretar hechos y cosas, inicialmente se procede con la descripción y después la explicación de lo percibido. A menudo clasificamos así nuestras interpretaciones; interpretaciones que suponemos probablemente ciertas y, en fin, interpretaciones que nos parecen simples “corazonadas”, dándoles significados quizás posibles, pero que exceden con mucho el límite de los datos disponibles.

Algunos maestros eligen artículos breves que contiene datos y conclusiones del autor, y hacen copias de ellos para uso de sus alumnos; antes de repartirlas, se aseguran de que los niños reciben solo los hechos y una aclaración relativa a los propósitos que encierra ese estudio. Piden después que hagan una composición sobre los significados que pueden extraer de los datos aportados. Al terminar, les facilitan una hoja donde aparecen las conclusiones del propio autor sobre los mismos datos.

1.3.6 Reunir y organizar datos

El orden y la organización son funciones proclives a generar disciplina para una vida funcional se debe proporcionar a alumno la oportunidad de hacer

trabajos individuales y por subgrupos, estimulada con sus preguntas, consultas e investigaciones. O el trabajo que nace de la propia curiosidad natural de la tendencia a suministrar datos y tablas de valores y luego pedirle que trabaje con base a dicha información y asimile todo eso. A veces, desde luego, los deberes que le encargamos lo obligan a examinar libros, documentos o páginas Web y reunir los datos que allí pueda hallar, siendo este un ejemplo de cómo el alumno reúne y organiza los datos. A veces un problema exige una entrevista, la cual, a su vez, requiere planear un cuestionario y unas tablas. Es necesario así mismo cierto planeamiento.

Bajo esta operación se agrupa la recolección de información experimental en el laboratorio de ciencias, durante la ejecución de un experimento, hecho por él, un subgrupo de estudiantes, el profesor o en conjunto; donde la medida de las variables proporciona los datos experimentales que se deben organizar a cuadros o tablas de valores con criterio claro para tal propósito y un fin específico, en forma que pueda analizarse posteriormente.

1.3.7 Análisis

A partir del “todo” examinar minuciosa y conscientemente sus partes constitutivas con el uso de todas las herramientas disponibles asociadas al intelecto humano.

Etapas en la construcción del conocimiento que implica tomar un todo y abrirlo en sus partes para estudiar cada uno los elementos que lo componen en forma intensa y examinar las relaciones entre sí de los constituyentes y con el todo, ello exige comprender la esencia del todo y la naturaleza de las partes.

El todo puede ser racional, como cuando se considera la producción del intelecto al elaborar hipótesis sobre un conjunto de observaciones experimentales, para generar leyes y teorías que expliquen suficiente y claramente un grupo de eventos.

Se descompone una ley o hipótesis de acuerdo a los fenómenos y las variables que lo integran y da lugar no solo a una etapa analítica, sino que incluye también a una fase empírica, propia de la actividad desarrollada en un laboratorio de investigación o de educación.

1.3.8 Síntesis

Función inversa del análisis

En la síntesis se emplea un método de reconstrucción, partiendo de las partes para recuperar la unidad con los elementos que han sido identificados desde y a través del análisis.

La síntesis conlleva volver a integrar las partes que ya son conocidas hacia un todo, pero no se trata de una reconstrucción mecánica, sino que implica la

comprensión e interpretación cabal de las partes sus funciones sus principios de relación, mirados con una visión global total.

En consecuencia, las operaciones de la mente “análisis y “síntesis” aunque parecen contraponerse, en realidad son complementarias y el uso de una implica necesariamente el concurso de la otra y facilitan tanto la inducción dado que al partir de los hechos particulares se dirige hacia afirmaciones de carácter general, como también la deducción en la construcción del conocimiento científico, además la síntesis va de lo abstracto a lo concreto.

1.3.9 Xplorer GLX

El Xplorer GLX es un equipo de adquisición de datos, gráficos y análisis diseñada para estudiantes y educadores de ciencias. El Xplorer GLX admite hasta cuatro sensores PASPORT simultáneamente, además de dos sensores de temperatura y un sensor de tensión conectadas directamente a los puertos correspondientes.

Opcionalmente, en los puertos UBS del Xplorer GLX se puede conectar un ratón, un teclado o una impresora. El Xplorer GLX lleva un altavoz integrado para generar sonido y un puerto de salida de señal estéreo para conectar auriculares o altavoces amplificados.

El Xplorer GLX es un sistema informático de mano totalmente autónomo para las ciencias. También funciona como interfaz del sensor PASPORT cuando está conectado a un ordenador de sobremesa o portátil con Software DataStudio. (Ver manual).

1.4 Hipótesis y variables de estudio

1.4.1 Hipótesis

Los postulados y propuestas del aprendizaje basado en problemas y la construcción de Modelos Matemáticos para la Física Soportados en el Xplorer GLX, podrían lograr en el estudiante de física mejor rendimiento académico que el obtenido actualmente.

1.4.2 Variables de estudio

1.4.2.1 Aprendizaje problémico aplicado al Establecimiento de Modelos Matemáticos para la Física

Definición conceptual

Esta variable utiliza el aprendizaje problémico para establecer modelos matemáticos en física, es decir, que a partir de una situación problémica y ex-

perimental, se construye un modelo matemático. P. León (2006), menciona que esta variable estudia y profundiza el conocimiento teórico-práctico de la cinemática y los modelos cinemáticos avanzados, a través de la organización de situaciones problémicas; planteamiento de problemas experimentales con acciones de competencias interpretativas, argumentativas y propositivas; como ayuda a los estudiantes para resolver dichos problemas, la verificación de la solución y dirección del proceso de sistematización y fijación de los conocimientos adquiridos al momento de establecer el modelo del fenómeno físico que se estudia.

También P. León (2006), plantea que en cuanto al papel del alumno en el proceso de enseñanza y la adquisición de conocimientos en física, en esta estrategia se considera la actividad del docente encaminada a la creación de un sistema de situaciones problémicas experimentales con acciones de Competencias Básicas, a la exposición, explicación y dirección de la actividad de los alumnos en la asimilación de conocimientos nuevos, tanto en forma de conclusiones ya preparadas como el planteamiento independiente de problemas docentes y su solución. León señala que según Cuevas (1973), integra varios factores al plantear que “consiste en que en el proceso de solución creadora por los estudiantes de problemas con acciones de Competencias Básicas en la construcción de modelos en física, se producen la asimilación creadora de los conocimientos y habilidades, de la formación de una personalidad activa altamente desarrollada y consciente.

P. León menciona que Bravo (1997), afirma que el Aprendizaje Problemático, postula una conexión entre investigación y enseñanza en la dialéctica concreta, cuya lógica real de la producción del conocimiento puede ser conocida y apropiada a partir de la determinación de la contradicción dialéctica, y de acuerdo a diversas tendencias, la actividad docente de los alumnos encaminada a la asimilación de conocimientos que explican el desarrollo del conocimiento y la cultura como algo no acabado, definitiva y totalmente coherente. Por consiguiente, su esencia consiste en que los alumnos no reciban el material de estudio en forma preparada, sino que, mediante la búsqueda activa, interpretativa, argumentativa y propositiva, logren desarrollar sólidos conocimientos que constituyan un sistema generalizado, que sea asimilado en forma tal que les permita su utilización en la práctica. García (1990).

León (2006) plantea que Medina (1997), define que las situaciones problémicas que tienen significado para los jóvenes las constituye básicamente su vida cotidiana y los problemas de su entorno social. También considera esta estrategia como un proceso de conocimiento que se formula problemas cognoscitivos y prácticos, utilizando distintos métodos y técnicas de enseñanza.

Según León (2006), En la variable Aprendizaje Problemático aplicado al Establecimiento de Modelos Matemáticos en Física, se ha considerado como dimensión la estructura didáctica de la Enseñanza Problemática, como estrategia de aprendizaje y el contenido programático del estudio de la Cinemática. Se considera el grado de acierto en las respuestas del pre-test y post-test en el indicador contenido teórico-práctico de la asignatura Física I para comparar el nivel de logros de los resultados obtenidos por los estudiantes del grupo experimental con respecto al grupo control antes y después de aplicada la estrategia, para determinar los progresos en la adquisición del conocimiento en el estudio de la cinemática y verificar el cambio de actitud y habilidades del estudiante para la preparación en la resolución de situaciones de la vida cotidiana. De acuerdo con Sarramona (2004), plantea que aunque muchas dimensiones de las competencias, en especial las que se vinculan más directamente con situaciones de la vida cotidiana, pueden ser tratadas desde la familia o desde las instituciones que ejercen funciones educativas, la escuela seguirá siendo fundamental al respecto y de forma especial para los alumnos que pertenezcan a medios familiares y sociales de privado.

1.4.2.2 Logro en el Establecimiento de Modelos Matemáticos para la Física.

Definición conceptual

El trabajo de P. León (2006), menciona que el establecimiento de modelos matemáticos para la física, inicia con el estudio de un fenómeno físico, con la interpretación de enunciados, cuadros y gráficos, seguida de la construcción del modelo y de la actitud general de tener hábito de corrección de posibles errores de cálculo, análisis y solución de situaciones de la vida cotidiana. Efectivamente resolver un problema teórico experimental es solucionar la dificultad de una situación que se debe superar mediante un camino adecuado y un pensamiento lógico y racional que ayude a diferenciar conceptos en la ciencia para superar la propia dialéctica del problema. Ortiz (2004), muestra que la enseñanza se desarrolla en un amplio contexto de contradicciones internas y externas, es necesario entonces construir una concepción de la enseñanza capaz de penetrar en la esencia de los procesos educativos, desarrollar el pensamiento, el conocimiento mediante la dinámica que genera las contradicciones para la comprensibilidad y la asimilación del mundo.

Las Competencias Básicas vinculadas al Establecimiento de Modelos Matemáticos para la Física, logra en los procesos educativos un sentido de utilidad vital y a la resolución de problemas, ayuda a romper el aislamiento de la escuela respecto a su entorno social y a que los alumnos adviertan la necesidad de la formación para la vida diaria y que puedan mejorar la motivación por el aprendizaje.

P. León (2006), plantea que Majmutov (1983), concibe al alumno como un ente activo, por lo que debe realizar una actividad para poder apropiarse del conocimiento y con ello desarrollar su intelecto. Plantea que el estudiante se apropie del conocimiento lógico en la solución de un problema determinado, para ello, parte de no brindar el conocimiento ya fabricado, sino que el docente se centre en reflejar las contradicciones del fenómeno estudiado, en forma de problema, crea una situación problémica, con el fin de que el estudiante se sienta motivado a darle solución y se apropie del conocimiento y de los métodos del pensamiento científico.

Definición operacional:

P. León (2006), señala que la variable, logró en el Establecimiento de Modelos Matemáticos para la Física, tiene en su dimensión los procesos básicos asociados a la resolución de problemas en la Enseñanza Problemática, dentro de lo cual se tienen como indicadores: la observación, la abstracción, la identificación, la comparación, la clasificación de la información, la transformación, la interpretación de datos, la búsqueda, la formulación de hipótesis, la determinación de causas, la valoración, la comunicación, la experimentación, la construcción y la respuesta.

La medición de esta variable se inicia en el momento de impartir en clases, la estrategia del Aprendizaje Problemático aplicado al establecimiento de modelos matemáticos para la física, teniendo en cuenta el desarrollo de los diferentes procesos básicos de esta estrategia mediante la formulación de tareas, preguntas problemáticas con modelos matemáticos y situaciones problemáticas de la vida cotidiana, cuya solución se encamine al desarrollo intelectual del estudiante y la verificación de superación en las dificultades planteadas en cada problema. Teniendo en cuenta las particularidades al formular las tareas y preguntas problemáticas, el docente observa la actuación del alumno en cada instante de la clase y al final aplica una evaluación fundamentada en la construcción de modelos matemáticos en física, para medir la capacidad de resolución de problemas en esta asignatura.

1.4.2.3 Rendimiento académico

Definición conceptual:

El rendimiento académico guarda mucha relación con la adquisición o adquisición del conocimiento en el proceso de enseñanza- aprendizaje. P. León (2006), plantea que la actitud del estudiante ante el conocimiento y su aprendizaje está condicionada por la valoración que él haga de su rendimiento y del propio conocimiento. Ortiz (2004), el estudiante necesita darse cuenta de que sólo

puede aprender mediante un buen rendimiento y si lo hace por sí mismo y/o con la ayuda de otras personas; y que desarrollan habilidades y competencias en la medida en que se impliquen a sí mismo, activa y voluntariamente en el proceso pedagógico.

De acuerdo con Peña (1990), el rendimiento académico es el resultado de las mediciones o valoraciones de los logros alcanzadas por estudiantes en el proceso enseñanza-aprendizaje también se define como el status del alumno con respecto a las actividades y los conocimientos adquiridos en comparación con otros alumnos.

P. León (2006) menciona que Peña (1990), plantea que el rendimiento académico es el resultado de las evaluaciones consistentes realizadas por los alumnos en tiempo delimitado, al igual que en el cumplimiento de las tareas problemáticas definidas y controladas por el docente; el alumno rinde cuando es productivo y ha logrado el conocimiento, donde organiza estructuras mentales que le permiten resolver problemas, adoptar nuevas conductas en situaciones cambiantes.

El rendimiento académico como proceso pedagógico es fundamental para el desarrollo del currículo de acuerdo a la determinación de objetivos, estrategias instrucciones y estrategias de evaluación.

En el proceso de enseñanza aprendizaje, la evaluación y la calificación constituyen un punto referente, que orienta al docente a verificar que se han logrado los objetivos propuestos en dicho proceso.

Definición operacional:

De acuerdo con P. León (2006), plantea que en una variable de rendimiento académico tiene como dimensión el control, la valoración y las influencias que tienen las calificaciones en los estudiantes al realizar las pruebas en la unidad sobre el estudio de la Cinemática. Los indicadores son las mismas calificaciones tomadas durante el desarrollo del proceso e involucra como subindicador el número de alumnos aprobados, aplazados y desertores. También, la comparación de las puntuaciones experimental es otro indicador.

Después de aplicado el Aprendizaje Problemático al establecimiento de Modelos Matemáticos para la Física, al grupo experimental se procedió a medir esta variable mediante la aplicación de un post-test al grupo control y experimental para determinar y valorar el rendimiento académico de un grupo con respecto al otro y entre sí mismos.

SEGUNDA PARTE

Una aplicación teórico-práctica para establecer Modelos Matemáticos en Física soportados en el Xplorer GLX



Foto tomada en el Laboratorio de Física de Uniguajira, durante el desarrollo de una clase experimental, Semestre II, 05/10/2018

2 Metodología para la aplicación teórico-práctica de la construcción de modelos matemáticos en física mecánica

Esta parte desarrolla una aplicación teórico-práctica para Establecer Modelos Matemáticos en Física, mediante el estudio de un fenómeno físico, su representación gráfica, su interpretación y construcción de la relación entre las variables que intervienen en el sistema físico en estudio.

2.1 Análisis gráfico

El análisis gráfico permite determinar intuitivamente la relación sugerida entre dos o más variables estudiadas durante la ejecución de un experimento controlado en un laboratorio, a manera de redescubrimiento sobre las proporcionalidades que asocian o relacionan las cantidades experimentales objeto de estudio, presentadas como hipótesis que deben someterse a verificación para comprobar su validez.

En la realización de un experimento, quien o quienes lo realizan, necesitan explorar cuidadosamente que cantidades varían para identificar sin equivocar la “variable”, así mismo deben identificar aquellas magnitudes físicas que cambian, o toman la forma de “variables fundamentales físicas”, del cómo se transforman o modifican; como se manifiesta tales variables, porque se dan, igualmente quien las genera y de otra parte definir qué magnitudes podrían ser variables pero que durante alguna parte o durante todo el experimento toma un solo valor, cantidad que por las razones expuestas es considerada con el nombre de “parámetro”. A manera de inducción es recomendable desarrollar ejemplos previamente probadas con sus respectivas tablas de datos experimentales procedentes de cosas reales.

Hay que establecer cuáles son los tipos de variables más frecuentes de encontrar en los experimentos o tablas de datos experimentales, por ejemplo, aquellas cantidades provenientes de mediciones de: tiempo, longitud, área, superficie, masa, temperatura, intensidad de corriente, intensidad luminosa, cantidad de sustancia, velocidad, aceleración, fuerza, energía y muchas más.

Planificar el experimento con criterios; claros, de tal suerte que, para seleccionar el experimento en cuestión, debe procurarse que los equipos, instrumentos, herramientas, materiales y demás elementos que estén en buenas condiciones, suficientes y necesarias para la ejecución exitosa de la práctica experimental.

Para realizar el experimento, el estudiante luego de haber montado adecuadamente el equipo, inicia el estudio del fenómeno o de la práctica de laboratorio y toma medidas cuidadosamente de las variables X y Y, que consignara ordenadamente en tablas diseñadas y elaboradas previamente.

La aplicación teórica experimental de los modelos matemáticos requiere establecer relaciones matemáticas entre las variables involucradas en el estudio de un fenómeno físico. También es necesario un análisis gráfico riguroso que permita determinar la relación sugerida entre dos o más variables para redescubrir las proporcionalidades que las asocian.

El análisis gráfico se hace después que el estudiante toma las medidas cuidadosamente de las variables comprometidas y las consigna ordenadamente en tablas diseñadas y elaboradas previamente, seguidamente construye un sistema de coordenadas rectangulares o tridimensionales. La construcción de la gráfica en el plano cartesiano puede originar una línea recta (función lineal) o una curva constituida por los pares ordenados o puntos obtenidos experimentalmente del fenómeno en estudio.

Si la gráfica es una función lineal o línea recta, entonces podemos interpretar una proporcionalidad directa entre las variables involucradas, las cuales se asocian con la siguiente expresión: $y=kx \pm b$, donde k es una constante y se obtiene calculando la pendiente a la recta, o tomando la tangente del ángulo formado por la recta gráfica con la horizontal.

El término $\pm b$ corresponde a la distancia desde el punto de corte de la recta experimental sobre la ordenada y hasta el origen, el cual puede ser positivo o negativo, dando lugar a la ecuación general de la línea recta. Si la función no es lineal, entonces tendríamos el estudio de datos experimentales que reproducen gráficas curvas a los que puedan tratarse por métodos de linealización (cambio de variables) y por mínimos cuadrados. Los variables involucradas en el estudio de gráficas que representen curvas se asocian mediante la expresión: $y=Kx^n$, donde ' k ' y ' n ' son constantes reales positivas o negativas.

Si la función es inversa, entonces podemos considerar una proporcionalidad inversa entre las variables involucradas y se asocian mediante la expresión: $y=Kx^{-1}$.

El método de las regresiones lineales y no lineales también es un recurso analítico adecuado para construir ecuaciones o modelos matemáticos en física, los

cuales se utilizan para aproximar las relaciones de dependencia entre variables de un grupo de datos experimentales.

Este trabajo utilizó como herramienta didáctica la tabla y equipo para la descomposición de fuerza, caja mecánica, Xplorer GLX el cual es un equipo que funciona como un sistema informático para la física, que se puede conectar a un ratón y teclado, complementado con un computador para registrar los datos, presentar los gráficos y analizarlos rigurosamente para la construcción del modelo y la solución de la situación problémica o fenómeno físico en estudio.

2.2 Aplicaciones a funciones lineales y no lineales

Seguidamente se presentan aplicaciones de funciones lineales y no lineales, mediante acciones desarrolladas en el salón de clases y en el laboratorio, para fundamentar el análisis gráfico y Establecer los Modelos Matemáticos en Física.

1. Graficar los valores obtenidos en la Tabla 2.1 de la función lineal $Y=3X$ y explicar que información se puede inferir a partir de la Figura 2.1.

Tabla 2.1. Valores provenientes de la solución de la función lineal $Y=3X$.

Y=	0,0	3,0	6,3	12	-4,5	-9,0	-14,4	-21,9
X=	0,0	1,0	2,1	4,0	-1,5	-3,0	-4,8	-7,3

Es claro que los valores que toma la variable X aquí son asignados arbitrariamente.

Al graficar estas variables en sendos ejes, perpendiculares entre sí, uno vertical para la variable Y y otro horizontal para la variable X. Se obtiene la Figura 2.1.

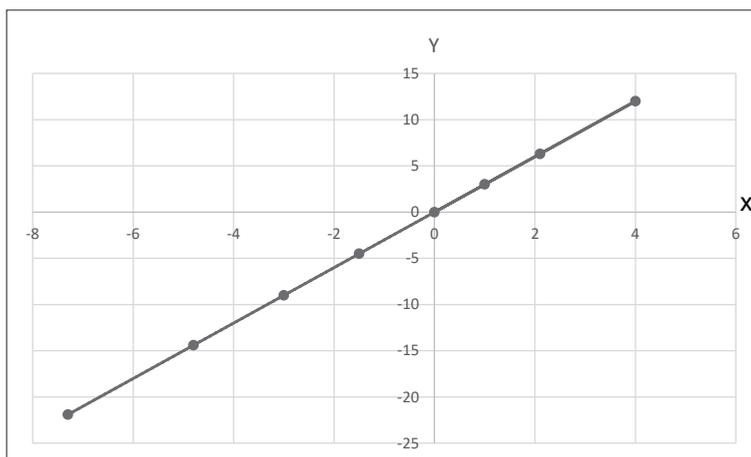


Figura 2.1. Gráfica de la ecuación $Y=3X$.

Se observa una sucesión de puntos a derecha e izquierda del origen de las coordenadas dando lugar a una línea perfecta, cruza el mismo origen y se prolonga hasta donde uno lo requiera o lo desee.

A partir de la forma de la gráfica se puede inferir gran cantidad de información asociada con ella, por ejemplo, que tipo de proporcionalidad se establece entre las variables, cuál es su pendiente, como calcular la ordenada al origen.

Matemáticamente: se empieza con la ecuación y a partir de ella se asignan valores a una de las variables para determinar la otra y con esos valores construir la gráfica respectiva, la cual resulta perfecta.

Éste es el camino usualmente seguido en las Matemáticas, sin embargo, para la Ciencia Física se propone un camino casi equivalente pero transitado en forma a inversa.

En Ciencias Básicas se parte del experimento, se miden, propiedades fenomenológicas, u otras cantidades, generando los datos experimentales que luego de tabulados y graficados sugieren la relación entre las variables para finalmente construir las ecuaciones que modelan matemáticamente los fenómenos o eventos naturales.

- De acuerdo con la Figura 2.2 y la tabla 2.2 de datos obtenidos en el laboratorio, en donde actúa una fuerza horizontal F_x sobre la masa de 8Kg; grafique la aceleración de la masa de 8Kg contra F_x y determine el modelo matemático que representa la Figura 2.2.

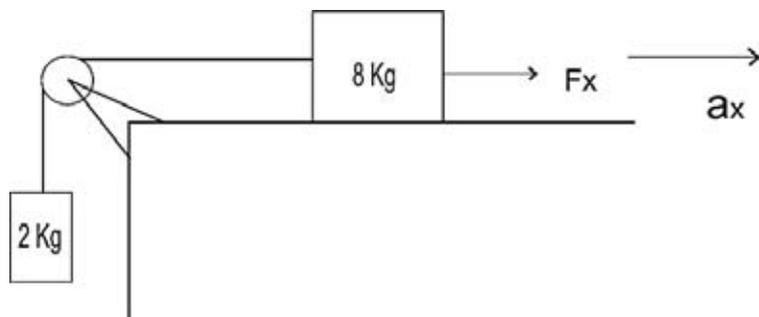


Figura 2.2 La fuerza horizontal actúa sobre la masa de 8Kg

Tabla 2.2. Valores obtenidos experimentalmente de la fuerza F_x y la aceleración a_x

F_x (N)	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
a_x (m/S ²)	-0.96	0.04	1.04	2.04	3.04	4.04	5.04	6.04	7.04	8.04

Solución

Se obtiene la figura 2.3, a partir de los datos del problema.

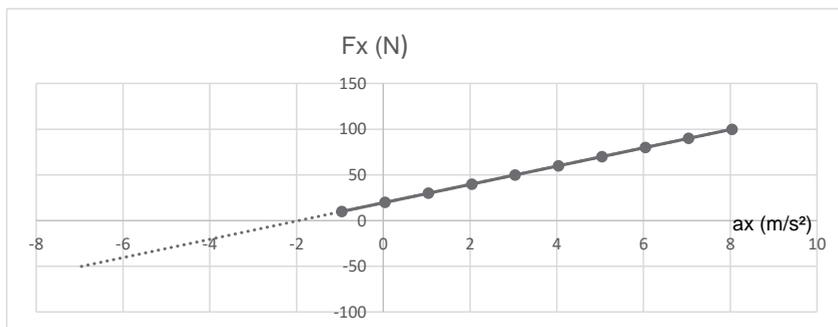


Figura 2.3. Gráfica de la aceleración ax contra la fuerza FX

Por lo tanto, el modelo matemático es de la forma $f_x = k \cdot (a_x) + b = k \cdot (a_x) + 19,6N$; en donde la pendiente:

$$K = \frac{f_x \text{ final} - f_x \text{ inicial}}{a_x \text{ final} - a_x \text{ inicial}} \tag{2.1}$$

$$K = \frac{60N - 55N}{4,04m/s^2 - 3,54m/s^2} = 10Kg$$

Por lo tanto, el modelo matemático que representa la gráfica es:

$$F_x = (10Kg) \cdot (a_x) + 19,6N \tag{2.2}$$

- En el instante en que el tiempo $t=0$, un leopardo ataca en línea recta a un antílope. Durante los primeros 2 segundos del ataque la coordenada X del leopardo varia con el tiempo de acuerdo con los valores experimentales presentados en la Tabla 2.3. Graficar dichos valores y construir la ecuación o modelo matemático que representa dicha gráfica.

Tabla 2.3. Valores del desplazamiento (X) y el tiempo (t) transcurrido

t(s)	0	0.5	1	1.5	2.0
x(m)	200	21.25	25	31.25	40

Solución

A partir de los datos de la Tabla 2.3, construimos la gráfica de la figura 2.4.

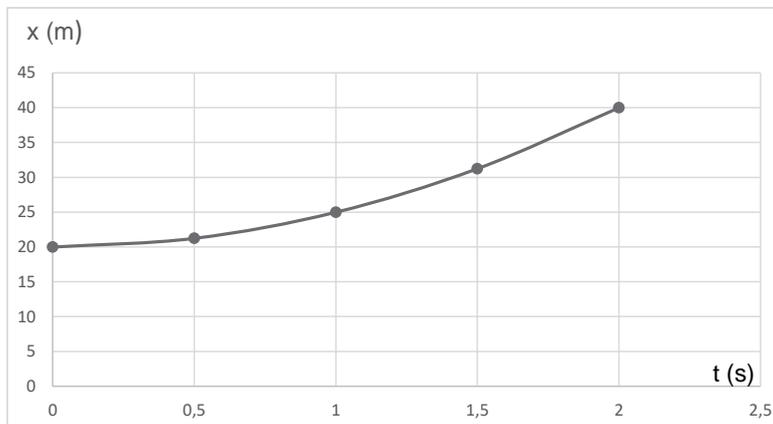


Figura 2.4. Gráfica del tiempo (t) contra el desplazamiento (x)

Tabla 2.4. Valores del tiempo al cuadrado (t^2) y el desplazamiento (X)

$t^2(s^2)$	0	0.25	1	2.25	4.0
x(m)	20	21.25	25	31.25	40

Solución

A partir de los datos de la Tabla 2.4, construimos la gráfica de la figura 2.5.

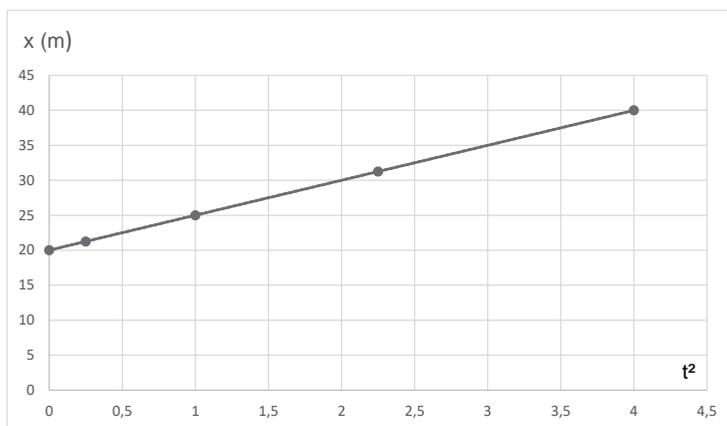


Figura 2.5. Gráfica de linealización de la curva, el tiempo al cuadrado (t^2) contra el desplazamiento (X)

La ecuación o modelo que representa la gráfica de la Figura 2.5 (línea recta), es de la forma:

$$Y=mx+b$$

De acuerdo con la figura la pendiente de la curva es:

$$k = \frac{x_{\text{final}} - x_{\text{inicial}}}{t^2_{\text{final}} - t^2_{\text{inicial}}}$$

$$k = \frac{40\text{m} - 25\text{m}}{4\text{s}^2 - 1\text{s}^2} = \frac{15\text{m}}{3\text{s}} = 5 \text{ m/s}$$

Por lo tanto, el modelo matemático es de la forma $X = kt^2 + b$, donde $b = 20\text{m}$, luego entonces el modelo que representa la gráfica es

$$X = 5(\text{m/s}^2) t^2 + 20 \text{ m} \tag{2.3}$$

4. La Tabla 2.5, presenta los valores tomados en el laboratorio relacionado con el movimiento unidimensional, del desplazamiento (x) contra el tiempo (t). Graficar y construir la ecuación o modelo matemático que representa dicha gráfica.

Tabla 2.5. Valores del desplazamiento (X) contra el tiempo (t) y (t^2)

t (s)	0	0.5	1	1.5	2	2.1	2.5	3	3.5	4	4.5	5
x (m)	0	2.5	10	22.5	40	44.1	62.1	90	112.5	160	202.2	250
t^2 (s^2)	0	0.25	1	2.25	4	4.4	6.2	9	12.25	16	20.25	25

Solución

A partir de los datos de la Tabla 2.5, construimos la gráfica de la figura 2.6, que representa el desplazamiento contra el tiempo.

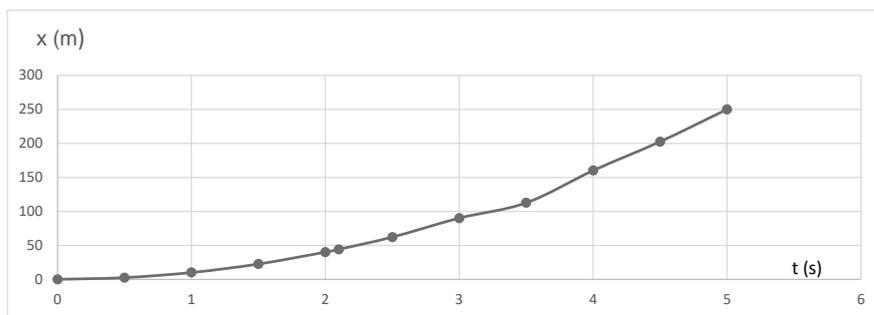


Figura 2.6. Gráfica de la parábola correspondiente a los valores de la tabla 2.5.

La figura 2.7 muestra la recta que representa el desplazamiento contra el tiempo al cuadrado (t^2) y linealiza la curva de la figura 2.6.

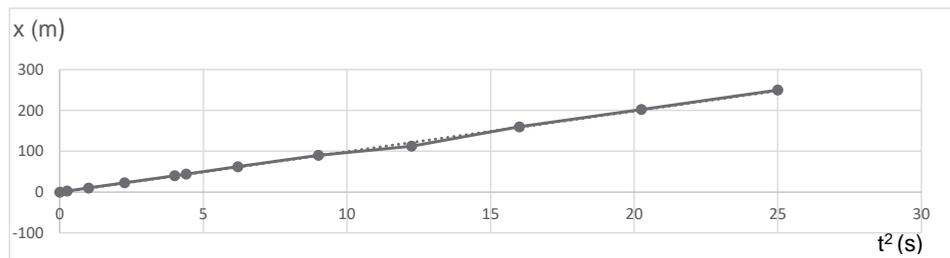


Figura 2.7. Linealización de la curva de la figura 2.6.

De acuerdo con la figura 2.7 se tiene:

La pendiente
$$K = \frac{\Delta X}{\Delta t^2} = \frac{(22.5 - 2.5) \text{ m}}{(2.25 - 0.25) \text{ S}^2}$$

Entonces
$$K = \frac{20\text{m}}{2\text{S}^2} = 10\text{m/S}^2 \text{ Cte.}$$

La ecuación de la recta es de la forma: $X = Kt^2 + b$ donde $K=10\text{m/S}^2$ Cte. Y $b=0$ puesto que pasa por el origen, por lo tanto, el modelo matemático que representa la gráfica de la figura 2.7 en este experimento es:

$$X = (10\text{m/S}^2) t^2 \tag{2.4}$$

5. La Tabla 2.6 presenta los valores tomados en el laboratorio relacionado con el movimiento unidimensional, de la velocidad contra el tiempo. Graficar los valores y construir la ecuación o modelo matemático que representa dicha gráfica.

Tabla 2.6. Valores de la Velocidad (V_x) el tiempo (t) y (t^2)

t	-4	-3	-2	-1	0	1	2	3	4
v_x	-40	-5	20	35	40	35	20	-5	-40
t^2	16	9	4	1	0	1	4	9	16

Solución

A partir de los datos de la Tabla 2.6, construimos la gráfica de la figura 2.8. Muestra la curva que representa la velocidad (V_x) contra el tiempo (t).

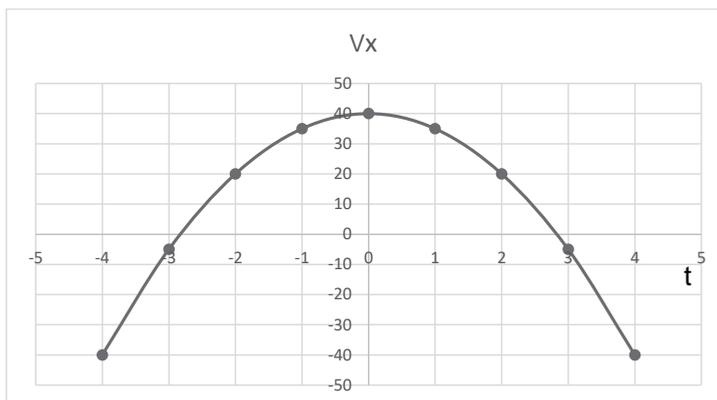


Figura 2.8. Gráfica de la curva correspondiente a los valores de la tabla 2.6.

La Figura 2.9. Muestra la recta que representa la velocidad (Vx) contra el tiempo al cuadrado (t²) y linealiza la curva de la figura 2.8.

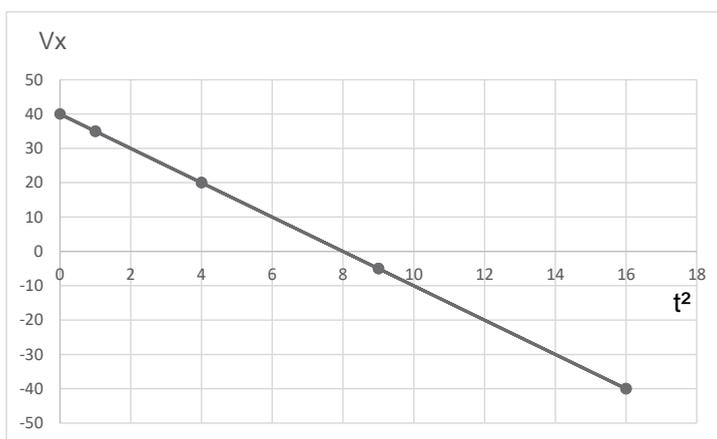


Figura 2.9. Linealización de la curva de la figura 2.8

De acuerdo con la figura 2.9., la pendiente es:

$$K = \frac{\Delta V_x}{\Delta t^2} = \frac{(35-20) \text{ m/s}}{(1-4) \text{ S}^2} = \frac{15\text{m/s}}{-3\text{s}^2} = -5\text{m/s}^3$$

La ecuación de la recta es de la forma $V_x = Kt^2 + b$, donde $K = -5\text{m/s}^2$ y $b = 40\text{m/s}$, por lo tanto, el modelo matemático que representa la gráfica es:

$$V_x = (-5\text{m/s}^2) t^2 + 40\text{m/s} \tag{2.5}$$

6. Un auto se mueve hacia atrás y hacia adelante a lo largo de una línea recta considerada como eje x. De acuerdo con la Tabla 2.7 de valores de

posición contra tiempo, graficar x contra t construir la ecuación o modelo matemático que representa la gráfica.

Tabla 2.7. Valores experimentales de posición (x) y el tiempo (t)

Posición del auto en varios tiempos						
Posición	A	B	C	D	E	F
t(s)	0	10	20	30	40	50
x(m)	30	52	38	0	-37	-56

Solución

A partir de los datos de la Tabla 2.7, construimos la gráfica de la Figura 2.10, que representa la gráfica de la curva correspondiente a los valores de la tabla 2.7.

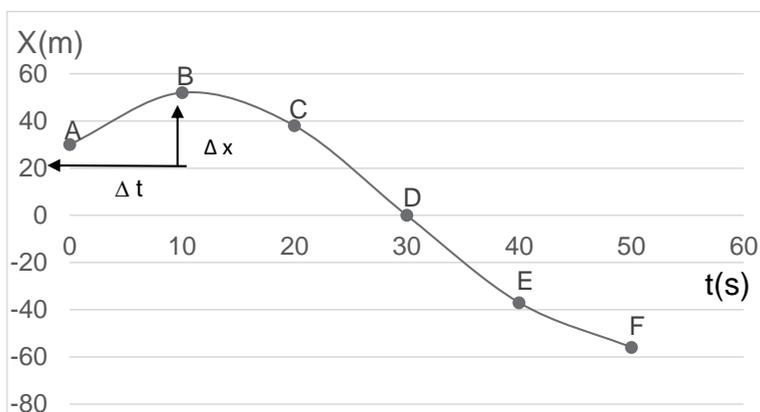


Figura 2.10. Gráfica de la curva correspondiente a los valores de la tabla 2.7.

Por método de mínimos cuadrados, Hallemos la ecuación de la curva.

$$Y= a_0+a_1X+a_2X^2$$

En este caso sería

$$X= a_0+a_1t+a_2t^2 \tag{2.6}$$

Remplacemos el punto A (0, 30)

$$30 = a_0+a_1(0) + a_2(0)^2$$

$$a_0= 30$$

Remplacemos el punto B: (10, 52) en la ecuación (2.6)

$$52 = a_0 + a_1(10) + a_2(10)^2$$

$$52 = 30 + 10a_1 + 100a_2$$

$$22 = 10a_1 + 100a_2 \quad (1)$$

Remplacemos el punto C: (20, 38)

$$X = a_0 + a_1t + a_2t^2$$

$$38 = a_0 + a_1(20) + a_2(20)^2$$

$$38 = 30 + 20a_1 + 400a_2$$

$$8 = 20a_1 + 400a_2$$

$$a_1 = 8 - 400a_2 / 20 = 2/5 - 20a_2 \quad \text{Reemplazo en (1)}$$

$$22 = 10a_1 + 100a_2 \quad (1)$$

$$22 = 10(2/5 - 20a_2) + 100a_2$$

$$22 = 4 - 200a_2 + 100a_2$$

$$18 = -100a_2$$

$$a_2 = -0.18 \quad \text{pero } a_1 = 2/5 - 20a_2$$

$$a_1 = 2/5 - 20(-0.18)$$

$$a_1 = 2/5 + 18/5 = 4$$

La ecuación o modelo matemático de la curva posición – tiempo es

$$X = 30 + 4t - 0.18t^2 \quad (2.7)$$

7. Una partícula se mueve a lo largo del eje x, su coordenada, varía con el tiempo de acuerdo con la gráfica de la figura 2.11, posición – tiempo. Construir la ecuación o modelo matemático que representa la gráfica de la Figura 2.11.

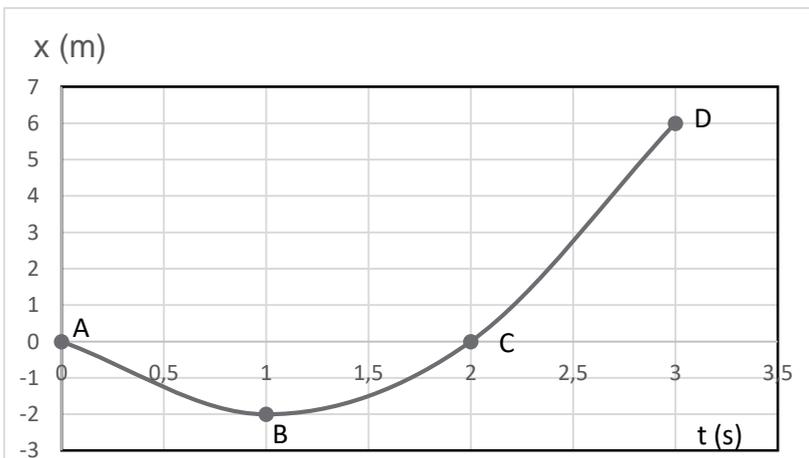


Figura 2.11. Gráfica de desplazamiento (X) contra el tiempo (t).

Por método de los mínimos cuadrados, Hallemos la ecuación de la curva en la figura 2.11.

$$X = a_0 + a_1 t + a_2 t^2 \quad (2.6)$$

Remplacemos el punto A (0, 0)

$$0 = a_0 + a_1(0) + a_2(0)^2$$

$$a_0 = 0$$

Remplacemos el punto B: (1, -2)

$$-2 = a_0 + a_1(1) + a_2(1)^2$$

$$-2 = a_1 + a_2 \text{ entonces } a_1 = -2 - a_2$$

Remplacemos el punto D: (3, 6)

$$6 = a_0 + a_1(3) + a_2(3)^2$$

$$a_0 = 0$$

$$6 = 3a_1 + 9a_2$$

Pero $a_1 = -2 - a_2$

$$6 = 3(-2 - a_2) + 9a_2$$

$$6 = -6 - 3a_2 + 9a_2$$

$$12 = 6a_2$$

$$a_2 = 12/6 = 2$$

$$a_2 = 2$$

$$a_1 = -2 - a_2$$

$$a_1 = -2 - 2$$

$$a_1 = -4$$

La ecuación o modelo matemático de acuerdo de la gráfica en la figura 2.11, posición – tiempo, y de acuerdo con la ecuación (2.6), se tiene:

$$X = a_0 + a_1 t + a_2 t^2 \quad (2.6)$$

$$X = 0 + (-4) t + 2t^2$$

$$X = -4t + 2t^2 \quad (2.8)$$

2.3 Experiencias Teórico – Prácticas a partir del uso y manejo del Xplorer GLX

Se realizaron experiencias teórico-prácticas en el laboratorio, sobre el movimiento lineal, uniforme y variado para obtener datos, gráficas y establecer modelos matemáticos.

2.3.1 Movimiento lineal uniforme

El movimiento lineal se puede clasificar en movimiento rectilíneo uniforme (MRU), si su velocidad es constante y en movimiento rectilíneo uniformemente variado si su velocidad experimenta cambios constantes (MRUV).

El desarrollo teórico-experimental del movimiento lineal uniforme tuvo como objetivo determinar el tipo de movimiento de un móvil impulsado por una fuerza aproximadamente constante y analizar las características cualitativas y cuantitativas del movimiento predominante (MRU). Ver la gráfica de la Figura 2.12.



Figura 2.12. Gráfica del Xplorer GLX

De acuerdo al manual correspondiente al Xplorer GLX. Se trabaja en el Montaje del Experimento, teniendo en cuenta el grafico presentado en la Figura 2.12. Se conecta el sensor de movimiento al Xplorer GLX; y luego se ubica el móvil a una distancia de 30cm aproximadamente del sensor, se le da un impulso al móvil con la mano y teniendo en cuenta la recomendación del profesor para tomar los datos experimentales.

Presentamos a continuación el desarrollo de una clase experimental con el Xplorer GLX sobre el movimiento lineal uniforme, en donde tomamos los datos cuando el móvil se aleja o se acerca del punto de referencia, ordenamos los datos en una tabla de valores y luego graficamos para determinar el modelo matemático que representa la curva de cada una de las gráficas.

Resultado de los datos experimentales:

Móvil cuando se aleja del punto de referencia. (Parte I del movimiento)

$$P_1 (1,5019\text{seg}, 0,663\text{m}, 0,36\text{m/s}, 0\text{m/s}^2).$$

$$P_2 (2,7032\text{seg}, 1,097\text{m}, 0,36\text{m/s}, 0\text{m/s}^2).$$

Móvil cuando se acerca al punto de referencia (Parte II del movimiento)

P_1 (2.9048seg, 1.654m, -0.67m/s, 0m/s²).

P_2 (4.4019seg, 0.650m, -0.67m/s, 0m/s²).

A continuación, se presenta la Tabla 2.8, que presentan los datos del móvil cuando se aleja del punto de referencia.

Tabla 2.8. Valores Experimentales de posición (x) y el tiempo (t) del móvil alejándose del punto de referencia

t(s)	1,5019	1,602	1,7021	1,8022	1,9023	2,0025	2,1026	2,2027	2,3028	2,4029	2,503	2,6031	2,7032
x(m)	0,663	0,699	0,735	0,771	0,808	0,844	0,88	0,917	0,953	0,989	1,025	1,061	1,097

Solución

A partir de los datos de la Tabla 2.8, construimos la gráfica de la figura 2.13, que representa un tramo lineal que tiene como pendiente 0.3617, y corta al eje vertical en el punto $x = 0.1196$.

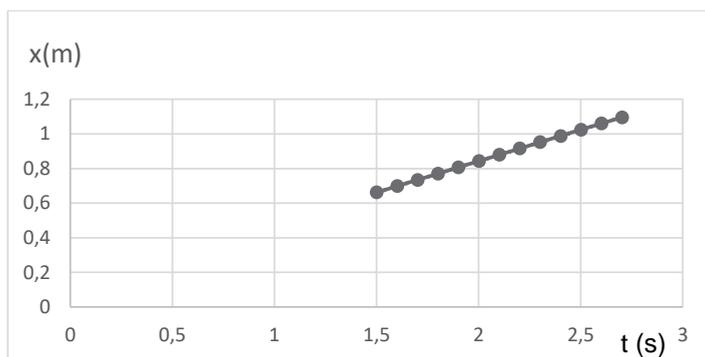


Figura 2.13. Gráfica correspondiente a la tabla 2.8 de posición (x) contra tiempo (t)

Por lo tanto, el modelo matemático obtenido a partir de la figura 2.13 es:

$$X=0.3617t + 0.1196 \tag{2.9}$$

Seguidamente se presenta la Tabla 2.9 correspondiente a los datos del móvil cuando se acerca al punto de referencia.

Tabla 2.9. Valores Experimentales de posición (x) y el tiempo (t) del movimiento lineal uniforme del móvil cuando se acerca al punto de referencia

t(s)	2,9048	3,0046	3,1044	3,2042	3,304	3,4038	3,5036	3,6034	3,7032	3,8031	3,9029	4,0027	4,1025	4,2023
x(m)	1,654	1,587	1,521	1,454	1,386	1,319	1,252	1,185	1,118	1,051	0,984	0,916	0,85	0,783

Solución

A partir de los datos de la Tabla 2.9, construimos la gráfica de la figura 2.14, que representa un tramo lineal que tiene como pendiente -0.6715 y cortándole al eje vertical en el punto $x = 3,6047$.

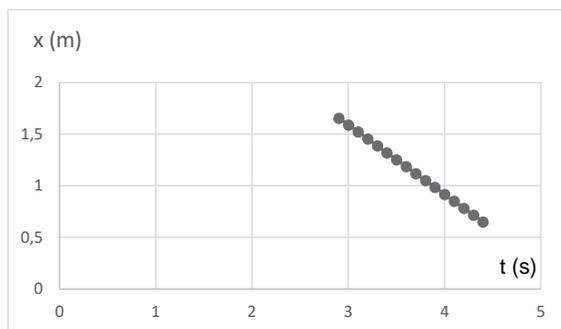


Figura 2.14. Gráfica correspondiente a la tabla 2.9

Por lo tanto, el modelo matemático obtenido a partir de dicha figura es:

$$x = -0,6715t + 3,6047 \tag{2.10}$$

A continuación, presentamos en la Tabla 2.10 los datos del móvil cuando se aleja del punto de referencia respecto a la velocidad contra el tiempo.

Tabla 2.10. Valores Experimentales de velocidad (m/s) y el tiempo (t) del movimiento lineal uniforme del móvil cuando se aleja del punto de referencia

t(s)	1,5019	1,602	1,7021	1,8022	1,9023	2,0025	2,1026	2,2027	2,3028	2,4029	2,503	2,6031
v(m/s)	0,36	0,36	0,36	0,36	0,36	0,36	0,36	0,36	0,36	0,36	0,36	0,36

Solución

A partir de los datos de la Tabla 2.10, construimos la gráfica de la figura 2.15 presenta un tramo lineal que tiene como pendiente 0 y corta al eje vertical en $b=0.36$ m/s (velocidad constante).

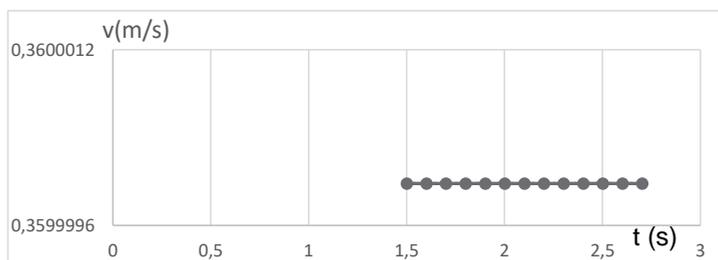


Figura 2.15. Gráfica correspondiente a la tabla 2.10.

Por lo tanto, el modelo matemático obtenido a partir de dicha gráfica es:

$$v = mt + b = b = 0.36\text{m/s} \quad (2.11)$$

Seguidamente se presenta la Tabla 2.11 correspondiente a los datos del móvil cuando se acerca al punto de referencia respecto a la velocidad contra el tiempo.

Tabla 2.11. Valores Experimentales de velocidad (m/s) y el tiempo (t) del movimiento lineal uniforme del móvil cuando se acerca al punto de referencia

t(s)	2,9048	3,0046	3,1044	3,2042	3,304	3,4038	3,5036	3,6034	3,7032	3,8031	3,9029	4,0027
v(m/s)	-0,67	-0,67	-0,67	-0,67	-0,67	-0,67	-0,67	-0,67	-0,67	-0,67	-0,67	-0,67

Solución

A partir de los datos de la Tabla 2.11, construimos la gráfica de la figura 2.16 representa un tramo lineal que tiene como pendiente 0 y corta al eje vertical en $b=-0.67\text{m/s}$.

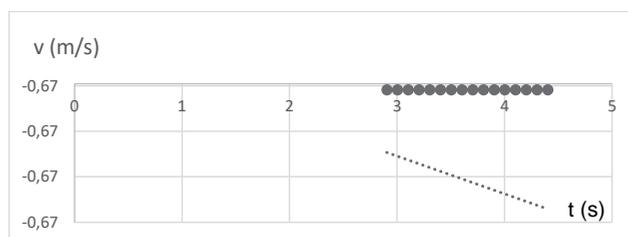


Figura 2.16. Gráfica correspondiente a la tabla 2.11.

Por lo tanto, el modelo matemático obtenido a partir de dicha gráfica es:

$$V = mt + b = b = -0.67\text{m/s} \quad (2.12)$$

A continuación, presentamos la Tabla 2.12, que representa los datos del móvil cuando se aleja del punto de referencia respecto a la aceleración contra el tiempo, no hay aceleración.

Tabla 2.12. Valores Experimentales de aceleración (m/s²) y el tiempo (t) del movimiento lineal uniforme del móvil cuando se aleja del punto de referencia

t(s)	1,5019	1,602	1,7021	1,8022	1,9023	2,0025	2,1026	2,2027	2,3028	2,4029	2,503	2,6031
a(m/s/s)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Solución

A partir de los datos de la Tabla 2.12, construimos la gráfica de la figura 2.17, que presenta un tramo lineal que tiene pendiente 0 y corta al eje vertical en $a=0\text{m/s}^2$ (no hay aceleración).

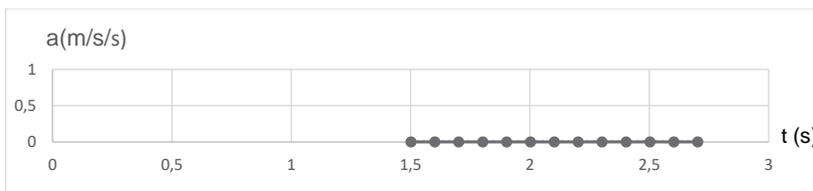


Figura 2.17. Gráfica correspondiente a la tabla 2.12

Por lo tanto, el modelo matemático obtenido a partir de la gráfica es:

$$a = mt + b = 0m/s^2 \tag{2.13}$$

Seguidamente se presenta la tabla 2.13, que correspondiente a los datos del móvil cuando se acerca al punto de referencia respecto a la aceleración contra el tiempo, no hay aceleración.

Tabla 2.13. Valores Experimentales de aceleración (m/s²) y el tiempo (t) del movimiento lineal uniforme del móvil cuando se acerca al punto de referencia

t(s)	2,9048	3,0046	3,1044	3,2042	3,304	3,4038	3,5036	3,6034	3,7032	3,8031	3,9029	4,0027	4,1025
a(m/s ²)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Solución

A partir de los datos de la Tabla 2.13, construimos la gráfica de la figura 2.18, que presenta un tramo lineal que tiene como pendiente 0 y aceleración 0, y la constante b=0.

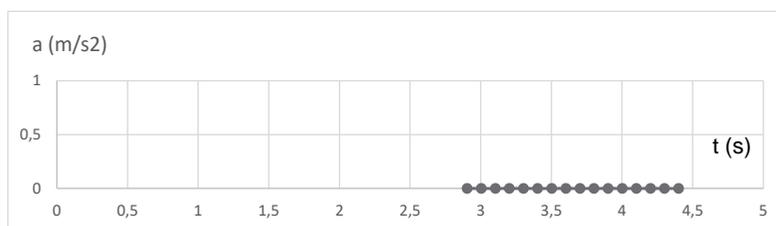


Figura 2.18. Gráfica correspondiente a la tabla 2.13.

Por lo tanto, el modelo matemático obtenido a partir de dicha gráfica es de la forma:

$$a = mt + b = 0m/s^2 \tag{2.14}$$

Lo que muestra este modelo matemático, es que, en este movimiento, con velocidad constante, la aceleración es igual a 0m/s².

2.3.2 Movimiento lineal uniformemente variado.

El movimiento rectilíneo uniformemente variado (MRUV) es aquel donde el móvil varía constantemente su velocidad en la unidad de tiempo. Es decir, su aceleración permanece constante en toda su trayectoria. Figura 2.19.

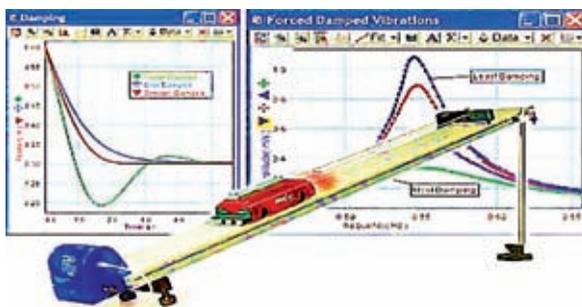


Figura 2.19. Gráfica del Móvil realizando un Movimiento Rectilíneo Uniformemente Variado (MRUV)

El experimento de acuerdo al grafico de la figura 2.12 y el grafico de la figura 2.19, inicia conectando el sensor de movimiento al Xplorer GLX, se coloca el móvil en el riel a una distancia de 30 cm aproximadamente del sensor, se deja rodar el móvil por el riel, verificando que el sensor capte la señal para tomar los datos experimentales.

A continuación, presentamos el desarrollo de una clase experimental sobre el Movimiento Rectilíneo Uniformemente variado (MRUV), de un móvil que se impulsa por medio de una fuerza constante a lo largo de un riel metálico con cierto ángulo de inclinación y luego de los ajustes pertinentes se toman los datos experimentales presentados por el Xplorer GLX, como en la Figura 2.20.

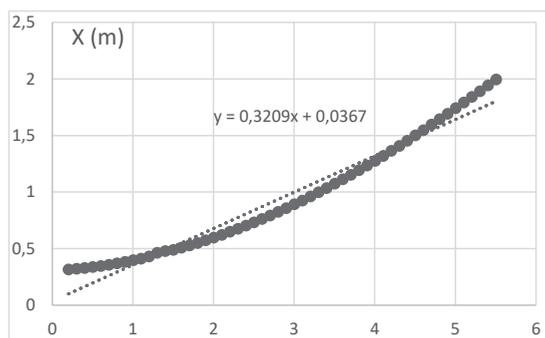


Figura 2.20. Gráfica de posición con respecto al tiempo

Móvil cuando se aleja del punto de referencia. (Parte I del movimiento)

P_1 (1,8016seg, 0,55m, 0,23m/s, 0,1m/s²).

P_2 (2.2019seg, 0,65m, 0,27m/s, 0,1m/s²).

A continuación, presentamos la tabla 2.14 de los datos del móvil cuando se aleja del punto de referencia respecto a la posición contra el tiempo.

Tabla 2.14. Valores representativos experimentales de la posición respecto al tiempo

t (s)	1,8016	1,9017	2,0017	2,1018	2,2019
x (m)	0,55	0,574	0,598	0,623	0,65

Solución

A partir de los datos de la Tabla 2.14, construimos la gráfica de la figura 2.21, que representa un tramo lineal que tiene como pendiente 0.2488 y corta al eje vertical en $x = 0.1009$.



Figura 2.21. Gráfica correspondiente a la tabla 2.14

Su modelo matemático obtenido a partir de la Figura 2.21 se escribe de la forma:

$$X = 0.2488t + 0.1009 \tag{2.15}$$

A continuación, presentamos en la tabla 2.15, los datos del móvil cuando se aleja del punto de referencia respecto a la velocidad contra el tiempo.

Tabla 2.15. Valores experimentales de la velocidad respecto al tiempo.

t(s)	2,302	2,402	2,5021	2,6022	2,7023	2,8024	2,9025	3,0026	3,1027	3,2028	3,3029	3,403
V(m/s)	0,27	0,28	0,29	0,3	0,31	0,32	0,33	0,34	0,35	0,36	0,37	0,38

Solución

A partir de los datos de la Tabla 2.15, construimos la gráfica de la figura 2.22, que representa un tramo lineal que tiene como pendiente 0.0999 y corta al eje vertical en el punto $v = 0.04$.

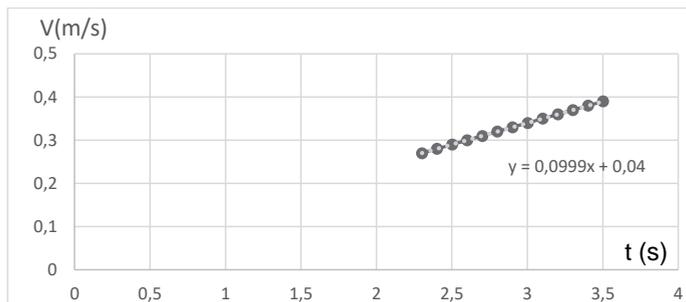


Figura 2.22. Gráfica correspondiente a la tabla 2.15

Su modelo matemático obtenido a partir de dicha gráfica se escribe en la siguiente forma:

$$v = 0.999t + 0.04 \tag{2.16}$$

A continuación, presentamos en la tabla 2.16 los datos del móvil cuando se aleja del punto de referencia respecto a la aceleración contra el tiempo.

Tabla 2.16 Valores experimentales de la aceleración respecto al tiempo

t (s)	3,5031	3,6032	3,7034	3,8035	3,9036	4,0037	4,1038	4,204	4,3041	4,4042
a (m/s ²)	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1

Solución

A partir de los datos de la Tabla 2.16, construimos la gráfica de la figura 2.23, que presenta un tramo lineal con pendiente 0 y corta el eje vertical en $a = 0.1 \text{ m/s}^2$.

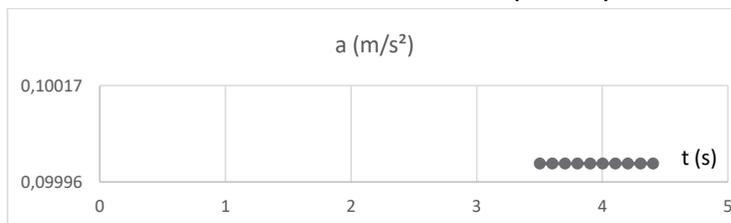


Figura 2.23. Gráfica correspondiente a la tabla 2.16

Por lo tanto, el modelo matemático obtenido a partir de la Figura 2.23 es:

$$a = mt + b = b = 0.1\text{m/s}^2 \tag{2.17}$$

2.3.3 Movimiento continuo de un cuerpo.

En la vida cotidiana cuando un cuerpo entra en movimiento rectilíneo continuo, puede desplazarse alejándose del punto de referencia, luego iniciar el retorno y en un intervalo de tiempo puede estacionarse; luego continuar el movimiento alejándose del punto de referencia. De la gráfica representada en la Figura 2.24 de este movimiento, obtenido en el laboratorio tomaremos los tramos A, B y C, en distintos intervalos de tiempo con el objeto de establecer el modelo matemático en cada uno de estos tramos.

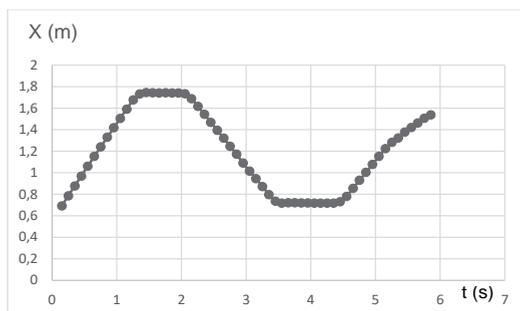


Figura 2.24 Gráfica que representa la trayectoria del móvil de la posición con respecto al tiempo

A continuación, presentamos en una tabla los datos del móvil de un tramo A de la gráfica, anterior respecto a la posición contra el tiempo.

Tabla 2.17. Valores representativos experimentales de la posición respecto al tiempo.

t (s)	0,152	0,2523	0,3526	0,4528	0,5531	0,6533	0,7536	0,8539	0,9541	1,0544	1,1546	1,2549
X (m)	0,692	0,785	0,877	0,969	1,06	1,151	1,24	1,329	1,417	1,504	1,591	1,677

Solución

A partir de los datos de la Tabla 2.17, construimos la gráfica de la figura 2.25, que representa un tramo lineal que tiene como pendiente 0.8933, y corta al eje vertical en $x=0,5626$ entonces $b=0,5626m$.

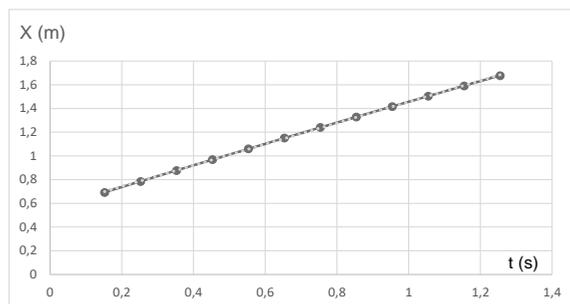


Figura 2.25. Gráfica correspondiente a la tabla 2.17

Por lo tanto, el modelo matemático obtenido a partir de dicha Gráfica es de la forma:

$$X = 0.8933t + 0.5626 \tag{2.18}$$

A continuación, presentamos la Tabla 2.18, los datos del móvil del tramo anterior A respecto a la velocidad contra el tiempo.

Tabla 2.18. Valores representativos experimentales de la velocidad con respecto al tiempo.

t (s)	0,152	0,2523	0,3526	0,4528	0,5531	0,6533	0,7536	0,8539	0,9541	1,0544	1,1546	1,2549
V (m/s)	0,93	0,92	0,92	0,91	0,91	0,9	0,89	0,88	0,87	0,86	0,87	0,84

Solución

A partir de los datos de la Tabla 2.18, construimos la gráfica de la figura 2.26, que representa un tramo lineal que tiene como pendiente -0.0753 y corta el eje vertical en $x = 0,9447$ m/s.

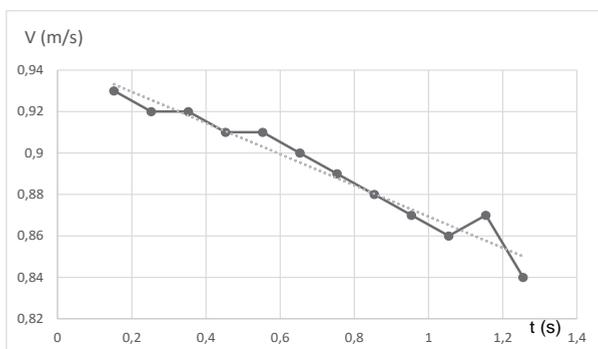


Figura 2.26. Gráfica correspondiente a la tabla 2.18

Por lo tanto, el modelo matemático obtenido a partir de la gráfica es:

$$V = -0.753t + 0.9447 \tag{2.19}$$

A continuación, presentamos en la tabla 2.19 los datos del móvil del tramo A respecto a la aceleración contra el tiempo.

Tabla 2.19. Valores representativos experimentales de la aceleración con respecto al tiempo

t (s)	0,152	0,2523	0,3526	0,4528	0,5531	0,6533	0,7536	0,8539	0,9541	1,0544	1,1546	1,2549
a (m/s ²)	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	0	-0,1	-3,1

Solución

A partir de los datos de la Tabla 2.19, construimos la gráfica de la figura 2.27, que representa un tramo lineal que tiene como pendiente -1.1264 , y corta el eje vertical en el punto $\alpha = 0,4507$ m/s².

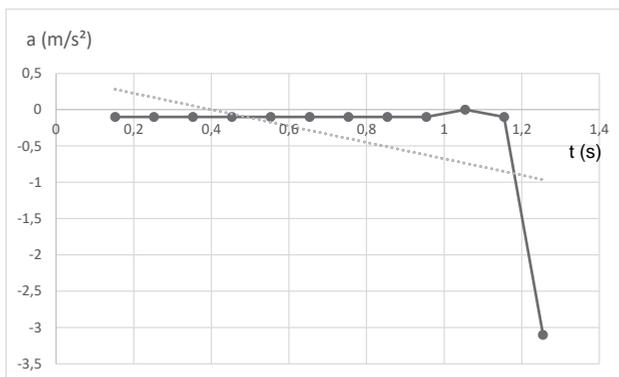


Figura 2.27. Gráfica correspondiente a la tabla 2.19

Por lo tanto, el modelo matemático obtenido a partir de la gráfica es:

$$a = -1.1264t + 0.4507 \tag{2.20}$$

Seguidamente se presenta en la Tabla 2.2, los datos del móvil del tramo B de la figura 2.24 respecto a la posición contra el tiempo.

Tabla 2.20. Valores representativos experimentales de la posición respecto al tiempo

t(s)	2,1549	2,2547	2,3545	2,4543	2,5541	2,6538	2,7536	2,8534	2,9532	3,0529	3,1527	3,2525	3,3523
x(m)	1,688	1,616	1,542	1,468	1,394	1,32	1,246	1,171	1,089	1,014	0,945	0,871	0,796

Solución

A partir de los datos de la Tabla 2.20, construimos la gráfica de la figura 2.28, que representa un tramo lineal que tiene como pendiente -0.7437 y corta el eje vertical en el punto $x = 3.2918$.

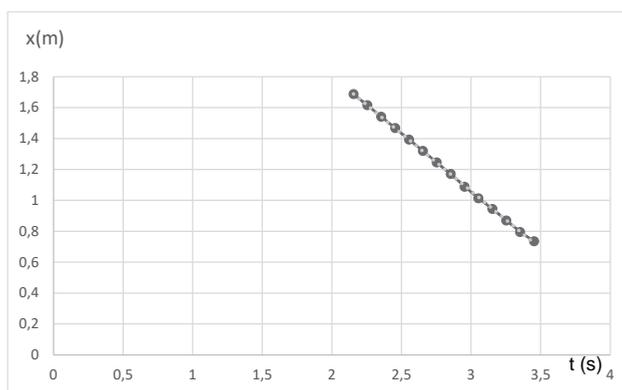


Figura 2.28. Gráfico correspondiente a la tabla 2.20

Por lo tanto, el modelo matemático obtenido a partir de la gráfica es:

$$X = -0.7437t + 3.2918 \quad (2.21)$$

A continuación, presentamos en la Tabla 2.21, los datos del móvil del tramo B respecto a la velocidad contra el tiempo.

Tabla 2.21. Valores representativos experimentales de la velocidad respecto al tiempo

t (s)	2,1549	2,2547	2,3545	2,4543	2,5541	2,6538	2,7536	2,8534	2,9532	3,0529	3,1527	3,2525	3,3523
V (m/s)	-0,72	-0,74	-0,74	-0,74	-0,74	-0,74	-0,75	-0,75	-0,88	-0,63	-0,75	-0,75	-0,75

Solución

A partir de los datos de la Tabla 2.21, construimos la gráfica de la figura 2.29, que presenta un tramo lineal que tiene como pendiente -0.7437 y corta el eje vertical en $v = 0.939$ m/s.

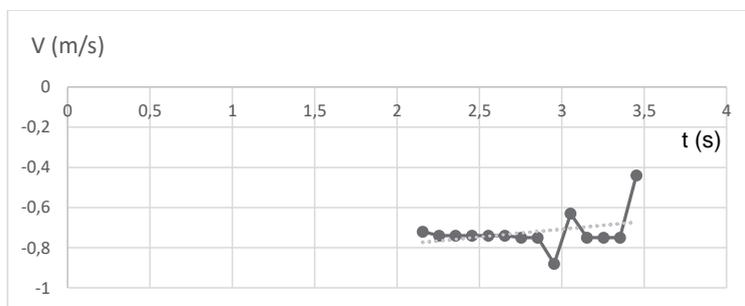


Figura 2.29. Gráfico correspondiente a la tabla 2.21

Por lo tanto, el modelo matemático obtenido a partir de la gráfica es:

$$V = -0.0771t + 0.939 \quad (2.22)$$

A continuación, presentamos en la tabla 2.22, los datos del móvil del tramo B respecto a la aceleración contra el tiempo.

Tabla 2.22. Valores representativos experimentales de la aceleración respecto al tiempo

t (s)	2,1549	2,2547	2,3545	2,4543	2,5541	2,6538	2,7536	2,8534	2,9532	3,0529	3,1527	3,2525	3,3523
a (m/s ²)	-2,9	-0,1	0	0	0	0	0	-0,7	0,6	0,7	-0,6	0	1,6

Solución

A partir de los datos de la Tabla 2.22, construimos la gráfica de la figura 2.30, que representa un tramo lineal que tiene como pendiente -2.3966 y corta el eje vertical en $\alpha=6,5331$ m/s².

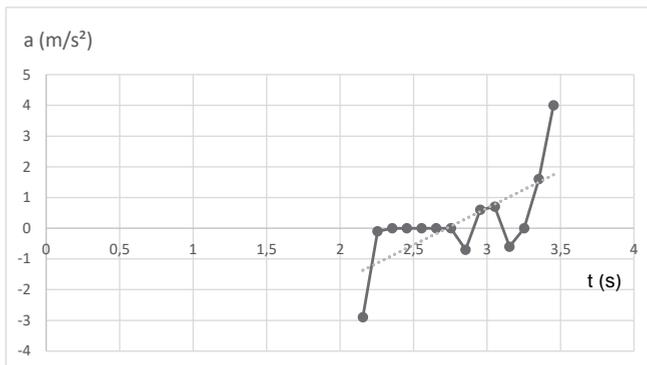


Figura 2.30. Gráfica correspondiente a la tabla 2.22

Por lo tanto, el modelo matemático obtenido a partir de la gráfica es:

$$a = -2.3966t + 6.5331 \tag{2.23}$$

Seguidamente se presenta en la tabla 2.23, los datos del móvil en el tramo C de la figura 2.24, respecto a la posición contra el tiempo.

Tabla 2.23. Valores representativos experimentales de la posición respecto al tiempo

t(s)	4,4521	4,5523	4,6525	4,7527	4,8529	4,9531	5,0533	5,1536	5,2537	5,3528	5,453	5,5533	5,6535
x(m)	0,73	0,779	0,854	0,929	1,003	1,077	1,151	1,223	1,282	1,323	1,378	1,42	1,462

Solución

A partir de los datos de la Tabla 2.23, construimos la gráfica de la figura 2.31, que representa un tramo lineal que tiene como pendiente 0.5981 y corta el eje vertical en $x = 1.9052 m$.

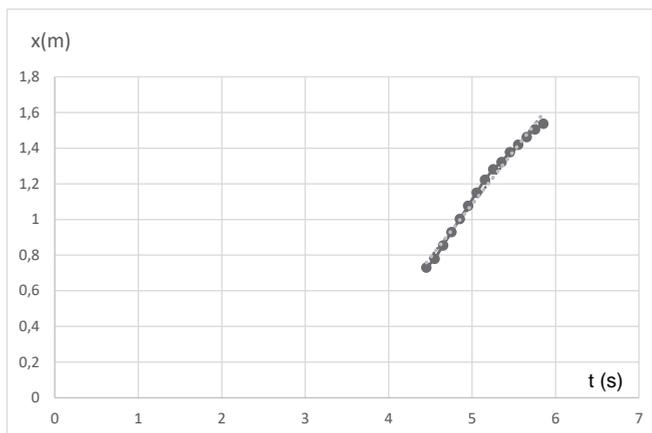


Figura 2.31. Gráfica correspondiente a la tabla 2.23

Por lo tanto, el modelo matemático obtenido a partir de la gráfica es:

$$X = 0.5981t + 1.9052 \tag{2.24}$$

A continuación, presentamos en la tabla 2.24, los datos del móvil del tramo C respecto a la velocidad contra el tiempo.

Tabla 2.24. Valores representativos experimentales de la velocidad respecto al tiempo

t (s)	4,4521	4,5523	4,6525	4,7527	4,8529	4,9531	5,0533	5,1536	5,2537	5,3528	5,453	5,5533	5,6535
V (m/s)	0,24	0,75	0,74	0,75	0,72	0,75	0,73	0,72	0,47	0,76	0,76	0,75	0,74

Solución

A partir de los datos de la Tabla 2.24, construimos la gráfica de la figura 2.32, que representa un tramo lineal que tiene como pendiente -0.0253 y corta al eje vertical en $v=0,7826\text{ m/s}$.

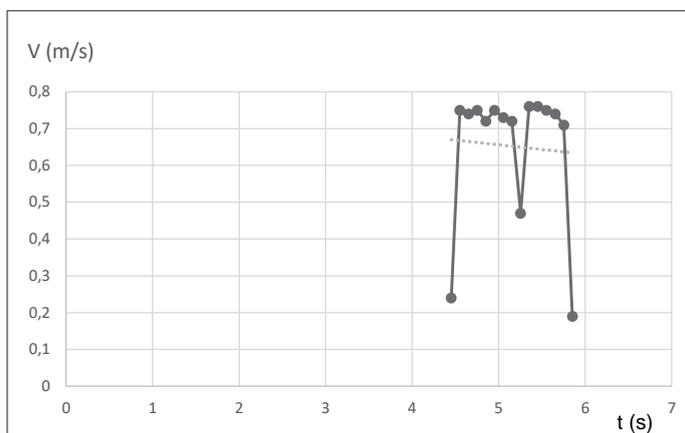


Figura 2.32. Gráfica correspondiente a la tabla 2.24

Por lo tanto, el modelo matemático obtenido a partir de la gráfica es de la forma:

$$V = -0.0253t + 0.7826 \tag{2.25}$$

A continuación, se presenta en la tabla 2.25, los datos del móvil en el tramo C respecto a la aceleración contra el tiempo.

Tabla 2.25. Valores representativos experimentales de la aceleración respecto al tiempo

t (s)	4,4521	4,5523	4,6525	4,7527	4,8529	4,9531	5,0533	5,1536	5,2537	5,3528	5,453	5,5533	5,6535
a (m/s ²)	3,7	2,5	0	-0,1	0	0	-0,2	-1,3	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,2

Solución

A partir de los datos de la Tabla 2.25, construimos la gráfica de la figura 2.33, que representa un tramo lineal que tiene como pendiente -3.0335 y corta al eje vertical en el punto $\alpha = 15.465 \text{ m/s}^2$.

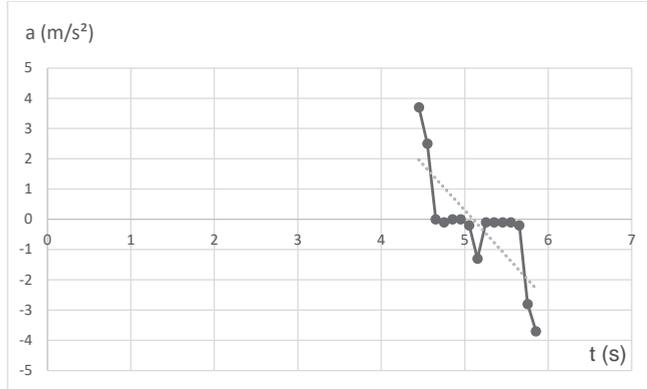


Figura 2.33. Gráfica correspondiente a la tabla 2.25

Por lo tanto, el modelo matemático obtenido a partir de la gráfica es:

$$a = -3.0335t + 15.465 \tag{2.26}$$

3 Plan metodológico

3.1 Tipo de investigación

El plan metodológico está orientado a explicar fenómenos físicos a partir de situaciones problémicas y a explicar la relación entre las variables involucradas, mediante la construcción de un modelo matemático. P. León (2006), menciona que, Hernández, Baptista y Fernández (1998), plantean que los estudios explicativos están divididos a responder a las causas de los eventos físicos o sociales; su interés está orientado a explicar por qué ocurre un fenómeno y en qué condiciones se da éste, o por qué dos o más variables están relacionadas.

La investigación es explicativa puesto que es un estudio estructurado y responden a preguntas y situaciones problémicas, mediante explicaciones con proposiciones que informan por qué y cómo están relacionadas las variables, además proporcionan un sentido de entendimiento del fenómeno en estudio.

La investigación es de campo, puesto que se realizó en el sitio en donde se encuentra el objeto de estudio y se fundamentó en métodos que permitieron recoger los datos en forma directa con la realidad donde se presenta el acontecimiento. Esta investigación se ha desarrollado en la Facultad de Ingeniería de Uniguajira en la asignatura Física Mecánica, del ciclo básico de Ingeniería.

3.2 Diseño de la Investigación

El diseño de esta investigación es cuasiexperimental, puesto que se trabajó con preprueba, post-prueba y con grupos intactos, es decir los grupos ya estaban establecidos antes del experimento. P. León (2006), menciona que los autores Hernández, Fernández y Baptista (1998), plantean que un modelo de diseño con preprueba, post-prueba y grupos intactos (uno de ellos control y otro experimental), los sujetos de cada grupo no son asignados al azar, sino que dichos grupos ya estaban formados antes del experimento.

De acuerdo a los problemas de validez interna en los diseños cuasiexperimentales, Hernández, Fernández y Baptista (1998), se basan en otro autor, Wiersma

(1986), para decir que, en este tipo de diseños, el investigador debe intentar establecer la semejanza entre los grupos; esto requiere considerar características o variables estudiadas, buscando que los grupos sean comparables. El estudio se basa en la aplicación de una preprueba que midió el conocimiento inicial de los grupos control y experimental. Posteriormente, aplicada la estrategia de Construir Modelos Matemáticos para la Física soportados en el Xplorer GLX a partir de situaciones problémicas, al grupo experimental, se realizó una post-prueba que permitió medir el efecto de la estrategia, con el objeto de comparar los resultados en cuanto a los logros y progresos en la adquisición del conocimiento, las habilidades y las destrezas en la resolución de problemas de Física. La población estuvo conformada por la totalidad de estudiantes que cursan Física I en la Facultad de Ingeniería de la Universidad de la Guajira.

La muestra la conformaron 192 estudiantes, de los cuales 96 fueron incluidos para el grupo experimental y 96 para el grupo control. No se estima necesario aplicar fórmulas matemáticas para comprobar la significación de la muestra en relación con la totalidad de la población, ya que, evidentemente representa un 42% del total de la población, lo que quiere decir que es claramente significativa.

3.3 Instrumentos de la investigación

3.3.1 Recolección de datos

Para recolectar los datos en esta investigación, se tuvo en cuenta la selección de un instrumento válido y confiable, para medir las variables y la codificación de los datos. P. León (2006), menciona que los autores Hernández, Fernández y Baptista (1998), plantean que recolectar los datos implica seleccionar un instrumento de medición disponible o desarrollar uno propio, aplicar el instrumento de medición y preparar las mediciones obtenidas para que pueda analizarse correctamente. El procedimiento utilizado para construir los instrumentos de medición tuvo en cuenta los siguientes pasos:

Listado de las variables que se pretende medir u observar, revisión de las definiciones conceptuales y operacionales, desarrollo o construcción del instrumento, indicar la codificación de datos, aplicación de prueba piloto y construcción de la versión definitiva.

Para efectos de la recolección de la información que permitiera la emisión de un diagnóstico confiable, en la presente investigación se aplicaron pruebas de respuesta múltiple, abiertas y cerradas, es decir, divergentes y convergentes. Los estudiantes de ambos grupos (control y experimental) fueron sometidos a los mismos instrumentos, con el fin de poder emitir un diagnóstico basado

en los hechos concretos y en el análisis de estadística descriptiva pertinente en cada una de las variables de estudio.

3.3.2 Instrumentos

Esta investigación trabajo con los siguientes instrumentos de medición: el cuestionario y la observación.

El cuestionario: Para Hernández, Fernández y Baptista (1998), el cuestionario consiste en un conjunto de preguntas respecto a una o más variables a medir y que el contenido de las preguntas de un cuestionario puede ser variado de acuerdo a los aspectos que mida y que básicamente, se puede hablar de dos tipos de preguntas: cerradas y abiertas. Las preguntas cerradas contienen categorías, que se le presentan a los sujetos con posibilidades de respuestas como con dos o varias alternativas.

Las preguntas abiertas no delimitan las alternativas de respuesta y el número de categorías de respuestas es muy elevado. Los cuestionarios utilizados en esta investigación fueron: el pre-test y el post-test.

El pre-test: consta de 22 ítems, los cuales sirvieron para determinar los conocimientos (teóricos y prácticos) que tenían los estudiantes antes de iniciar la aplicación de la estrategia modelos matemáticos para la física soportados en el Xplorer GLX, Contienen 10 preguntas cerradas dicotómicas y 12 preguntas cerradas de selección múltiples con única respuesta. (Ver anexo A)

El post-test: consta de 13 ítems con varias alternativas de respuesta, que permitieron determinar si hubo o no progreso en los conocimientos (teóricos y prácticos) luego de haber aplicado la estrategia de construir modelos matemáticos para la física soportados en el Xplorer GLX. (Ver anexo B)

Los ítems del pre-test y post-test se diseñaron teniendo en cuenta el número de variables, las dimensiones a medir, el interés de los estudiantes y la forma en que se pudieran aplicar los procesos cognoscitivos (observación, comprensión, aplicación, análisis y síntesis) a contenidos teóricos-prácticos de la asignatura Física Mecánica.

La observación: Hernández Fernández y Baptista (1998); plantean que la observación consiste en el registro sistemático, válido y confiable de comportamiento o conducta manifiesta. Puede utilizarse como instrumento de medición para determinar la aceptación de un grupo respecto a su profesor.

La observación es una técnica de medición no obstructiva; ya que simplemente registra algo que fue estimulado por otros factores ajenos al instrumento de

medición. También acepta material no estructurado y puede trabajar con grandes volúmenes de datos.

Por medio de la observación se valoran los aprendizajes de los distintos contenidos curriculares (conceptuales, procedimentales y actitudinales) y también se valora el aprendizaje y progreso de los alumnos. En el acto de observación, se encuentra la lista de control que incluye los rasgos que interesa evaluar en forma de listado.

Se diseñó una Lista de Cotejo con 16 ítems, estructurados sólo con dos alternativas (sí y no), el cual se aplicó en cada clase después de utilizada la estrategia de Construir Modelos Matemáticos en Física soportados en el Xplorer GLX, permitió detectar la actuación de los estudiantes en clase (ver anexo C, Lista de Cotejo).

3.3.3 Validez y confiabilidad de los instrumentos

Los instrumentos aplicados se elaboraron teniendo el programa curricular de la asignatura Física Mecánica, para estudiantes de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de La Guajira y sus contenidos se fundamenta en los programas de formación en la mencionada asignatura. Hernández, Fernández y Baptista (2000), exponen que la validez se refiere a la capacidad de un instrumento para medir la variable a la que es aplicado.

Nidia Chávez (2001), estipula que la validez es el grado de eficacia de un instrumento para medir lo que se pretende medir. La validez puede ser de contenido, de criterio y constructo. La de contenido es la compaginación del instrumento con su fundamento teórico y se basa en la necesidad de discernimiento y juicios independientes entre expertos. Es, en otras palabras, el análisis cuidadoso y crítico de la totalidad de los ítems, de acuerdo con el área teórico-específica. La validez de construcción es la que determina que la prueba mide lo que se pretende medir y se realiza por varios métodos.

La validez o grado de eficacia de los instrumentos en esta investigación se determinó con otro instrumento para expertos (ver anexo D), Instrumento de validez) para evaluar los instrumentos de medición, con alternativa o características que permitieron evaluar el lenguaje utilizado, la redacción, claridad, contexto teórico, relación con los indicadores, complejidad e importancia. Los juicios utilizados se basaron en la siguiente escala: óptimo = 10, aceptable = 5, deficiente = 1.

La confiabilidad, para Nidia Chávez (2001), es el grado con que se obtienen resultados similares en distintas aplicaciones. La validez de una escala está

relacionada con su confiabilidad. También menciona que el coeficiente Alfa de Cronbach se aplica en ítems de varias alternativas y su fórmula es:

$$r_{kk} = \frac{k}{k-1} \left[1 - \frac{\sum S_i^2}{S_t^2} \right]$$

Donde, k: número de ítems
 S_i^2 : varianza de los puntajes de cada ítem
 S_t^2 : varianza de los puntos totales.

Para, Hernández, Fernández y Baptista (1998), el coeficiente Alfa de Cronbach fue desarrollado por J.L. Cronbach y requiere una sola administración del instrumento de medición y produce valores que oscilan entre 0 y 1. Su ventaja reside en que simplemente se aplica la medición y se calcula el coeficiente y sobre la base de la varianza de los ítems, se aplica la fórmula:

$$\alpha = \frac{N}{(N-1) [1-(\sum S^2(y_i)/S^2X)]}$$

Dónde: N) número de ítems de la escala
 $\sum S^2 (Y_i)$: sumatoria de la varianza de los ítems
 S^2X : varianza de toda la escala.

Para Nidia Chávez (2000) el cálculo del coeficiente de Kuder Richarson, Fórmula (KR-20) se aplica a los cuestionarios con ítems de dos alternativas (verdadero y falso; sí o no). La fórmula es:

$$(KR-20) \text{ es: } r = \frac{k}{k-1} \left[1 - \frac{S_i^2 - P_i \cdot q_i}{S_t^2} \right]$$

Donde,
 k: número de ítems
 S_t : varianza de los puntajes totales
 P_i : número de sujetos que responden correctamente cada ítem
 q_i : número de sujetos que responden incorrectamente cada, ítem

A los cuestionarios se les aplicó Alfa de Cronbach puesto que se consideraron, tres alternativas de respuesta, las cuales fueron respuesta correcta, la respuesta incompleta y la respuesta incorrecta.

A la lista de cotejo se le aplicó en cada clase la fórmula (KR-20) puesto que tiene sólo dos alternativas en cada ítem presentado en el instrumento.

Para evaluar la confiabilidad del instrumento y por tratarse de un test con tres alternativas, se seleccionó el estadístico de Cronbach, el cual permitió medir la confiabilidad de la prueba piloto de acuerdo con la siguiente fórmula:

$$r_{kk} = \frac{k}{k-1} \left[1 - \frac{\sum S_i^2}{S_t^2} \right] \quad (3.4)$$

Dónde:

r = Coeficiente de Cronbach

k = Número de Ítems

S_i^2 = Varianza de los puntajes de cada ítem

S_t^2 = Varianza de puntajes totales

1 = Constante

Sustituyendo los valores encontrados en la fórmula anterior se obtuvo:

$$r_{kk} = \frac{34}{33} \left[1 - \frac{20}{260} \right] = 1 \quad (3.5)$$

El resultado anterior muestra que la confiabilidad del instrumento en este estudio de investigación se consideró altamente confiable.

3.4 Análisis estadístico

La investigación se orientó a la construcción de modelos matemáticos, a partir del estudio de fenómenos físicos, resolución de situaciones problemáticas y experimentales en estudiantes de Segundo Semestre de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de La Guajira.

En este trabajo se consideraron algunos elementos estadísticos, como la diferencia entre dos observaciones del mismo grupo, la comparación pareada, frecuencia, la distribución de frecuencia y los intervalos de clases.

P. León (2011) menciona que Wayne (1990), plantea que, la verificación pareada de una hipótesis acerca a la media de las diferencias observadas entre dos observaciones del mismo grupo antes y después de la aplicación de un experimento. Un miembro de cada uno de los diferentes pares de individuos, cuando comparte una característica común, puede ser designado para recibir algún tipo de tratamiento, mientras el otro miembro recibe uno distinto. La comparación pareada puede tener la forma de la verificación de una hipótesis sobre intervalos de confianza para la diferencia.

El mismo autor Wayne (1990), afirma que la distribución de frecuencia consiste en una representación de las categorías numéricas de la variable junto con el número de entidades que se clasifican en cada categoría. Antes de construir esta distribución hay que decir cuántos intervalos de clases se van a utilizar y la amplitud de cada uno de ellos. Con una distribución es posible establecer la frecuencia con que se presentan los valores que quedan en los distintos intervalos de clases.

Para Hernández, Fernández y Baptista (2000), la distribución de frecuencia es un conjunto de puntuaciones ordenadas por categorías. Las mismas pueden completarse sumando las frecuencias relativas y las acumuladas. Las relativas, equivalen a porcentajes de casos en cada categoría y las acumuladas son las que se van agrupando en cada categoría desde la más baja hasta la más alta. Estos autores también consideran que las medidas de variabilidad más utilizadas son el rango, la desviación estándar y la varianza.

El rango es la diferencia entre la puntuación mayor y la puntuación menor, indica el número de unidades en la escala de medición necesaria para incluir los valores máximos y mínimo y se calcula $x_M - x_m$

La desviación típica estándar, según Wayne (1990), es la raíz cuadrada positiva de la varianza. Para muchos fines es una medida de variabilidad más útil que la varianza.

$$s = \sqrt{\sum \frac{(x_i - \bar{x})^2}{n - 1}} \tag{3.6}$$

El mismo autor sostiene que la varianza se obtiene restando a cada uno de los valores, el valor de la media de todos los valores, elevando al cuadrado cada una de las diferencias resultantes, sumando la diferencia al cuadrado y dividiendo este total por el número de valores menos 1.

$$s^2 = \sum \frac{(x_i - \bar{x})^2}{n - 1} \tag{3.7}$$

La Media Aritmética, se calcula sumando los valores para los cuales se desea la media y dividiendo el resultado por el número de valores que entran en la suma.

La media de “n” medidas es:

$$\bar{x} = \frac{x_1 + x_2 + \dots + x_n}{n} = \frac{\sum x_i}{n} \tag{3.8}$$

La comparación de medidas para grupos independientes, partiendo de la teoría que sirve de fundamento para la construcción de intervalos de confianza para diferencias entre medidas poblacionales, que pueden también verificar hipótesis acerca de la diferencia entre dos medidas poblacionales.

Al contrastar la hipótesis se obtiene un valor calculado del estadístico t , el cual luego se compara con el valor tabulado de la distribución t de estudiantes para $(N_1 + N_2) - 2$ grados de libertad. Esto permite determinar la significancia estadística o valor P de la diferencia entre las medidas de ambos grupos.

Hernández Fernández y Baptista (1998) definen la prueba t , como una prueba estadística para evaluar si dos grupos difieren entre sí de manera significativa respecto a sus medidas. El valor de t se obtiene mediante la fórmula:

$$t = \frac{\bar{x}_1 - \bar{x}_2}{\sqrt{\frac{s_1^2}{N_1} + \frac{s_2^2}{N_2}}} \quad (3.9)$$

X_1 : Donde x_1 es la media de un grupo

X_2 : Es la media del otro grupo

N_1 : Tamaño del primer grupo

N_2 : Tamaño del segundo grupo

S_1^2 : Desviación estándar del primer grupo al cuadrado

S_2^2 : Desviación estándar del segundo grupo al cuadrado

4 Resultados y conclusiones de las experiencias en campo

Seguidamente presentamos los resultados de la evaluación del pretest o evaluación previa, evaluación final o post-test y las conclusiones y recomendaciones.

4.1 Resultado del Pretest o evaluación previa

El pretest o evaluación previa se aplicó a los grupos control y experimental por igual, antes de aplicar la estrategia, modelos matemáticos para la física soportados por el Xplorer GLX. El pretest estuvo constituido por un grupo de preguntas convergentes, es decir, preguntas cerradas, para ser respondida con un sí o un no; el resto de las preguntas eran igualmente convergente, pero con un mayor número de alternativa de solución.

La evaluación previa o pretest en esta investigación está orientada a identificar el punto de partida en este trabajo, en cuanto tiene relación con el objetivo de la misma. Es decir, en el caso concreto del estudio la habilidad y destreza para resolver problemas relacionados con la construcción de modelos matemáticos en física, dentro del modelo educativo convencional.

No se consideró necesario establecer diferencias de contenido en el pretest entre el aplicado al grupo control y el aplicado al grupo experimental, puesto que se trata de medir la bondad de la metodología educativa propuesta, las que, de ser ciertas se reflejarán únicamente en el post-test o evaluación final aplicada al grupo experimental.

Seguidamente se muestra en la gráfica de la Figura 4.1, el resultado promedio de los porcentajes de respuesta acertadas y desacertadas en el pretest o evaluación previa.

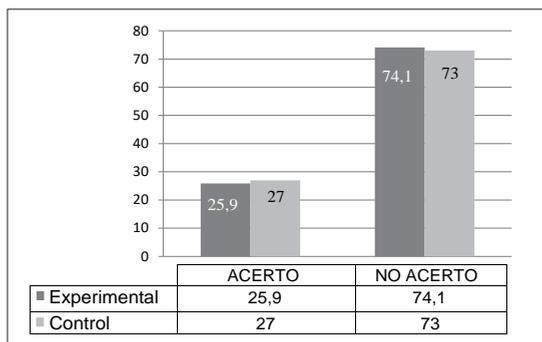


Figura 4.1. Promedio de los porcentajes de respuestas acertadas y desacertadas en el Pretest o Evaluación Previa

El resultado promedio del pretest o evaluación previa muestra un 25,9% de aciertos del grupo experimental y un 27% del grupo de control y un 74,1% de desaciertos del grupo experimental contra un 73% de respuestas desacertadas del grupo control, notándose un nivel de conocimiento bastante similar entre los dos grupos, es decir, el resultado no representa mayor diferencia entre los dos grupos.

4.2 Resultado del post-test o evaluación final.

Después de aplicada la estrategia metodológica, modelos matemáticos para la física soportados en el Xplorer GLX, se realizó la evaluación final o post-test a ambos grupos control y experimental, con el objeto de mirar la adquisición del conocimiento, las habilidades, las destrezas y las bondades de esta estrategia metodológica.

A continuación, se muestra en la Figura 4.2, los resultados promedios de los porcentajes de respuesta acertadas y desacertadas o equivocadas en el post-test o evaluación final.

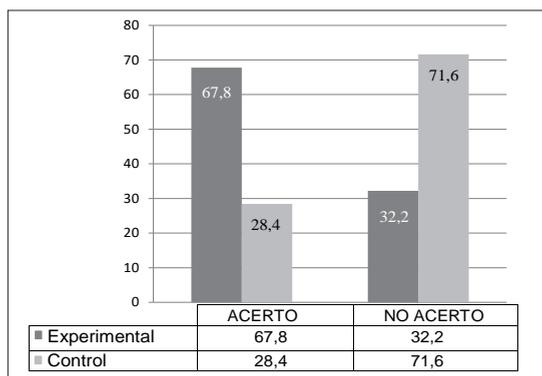


Figura 4.2. Promedio de los porcentajes de respuestas acertadas y desacertadas en el post-test o evaluación final.

De acuerdo con los resultados anteriores, el pretest y el post-test, resulta evidente que en la evaluación final los estudiantes que conformaron el grupo experimental demostraron haber adquirido mayor habilidad y destreza en el desarrollo de situaciones problémicas, en el establecimiento de modelos matemáticos en la asignatura de Física Mecánica. Los resultados pueden considerarse halagadores, si se tiene en cuenta que la inducción en cuanto se refiere a la aplicación de la estrategia, fue un proceso experimental, al que los estudiantes apenas comenzaban a adaptarse.

De otro lado, es de tener en cuenta que la estrategia basada en el Establecimiento de Modelos Matemáticos para la Física soportados en el Xplorer GLX, es una experiencia nueva para los estudiantes, en cuanto a los procesos metodológicos de enseñanza – aprendizaje se refiere, razón por la que es de suponer que sólo con continuidad en este tipo de estudio, se logrará una base suficientemente confiable para la emisión de conclusiones definitivas durante el desarrollo continuo de dicha estrategia, en la facultad de ingeniería de la Universidad de la Guajira.

4.3 Conclusiones y Recomendaciones de las experiencias en campo.

4.3.1. Conclusiones

Teniendo en cuenta lo que plantea P. León (2006), sobre este tipo de estudios, y de acuerdo a los resultados promedios obtenidos en este trabajo, del Post-test, en relación con los obtenidos en el Pretest, se observa como la estrategia basada en el Establecimiento de Modelos Matemáticos para la Física, parece reflejar la conveniencia de su utilización, aunque se es consciente de que, una sola prueba, no permite emitir conceptos dogmáticos al respecto. En efecto, mientras el grupo Experimental arroja un promedio de 67,8% de aciertos, el grupo Control muestra apenas un 28,4%, es decir, una diferencia porcentual de 39,4%, una vez aplicada la estrategia a ambos grupos, experimental y control, diferencia que se considera significativa en el área de física.

El primer logro de la investigación fue la comprobación de que siempre es factible introducir cambios en los procesos pedagógicos, con el fin de adecuarlos a las exigencias tácitas de los estudiantes, es decir, a esas exigencias que no se formulan directamente pero que se evidencian en los resultados de las evaluaciones. Y es responsabilidad de los docentes, no limitarse a emitir informes de evaluación sino investigar y hallar las razones por las que, en determinados casos, los resultados no son adecuados o, por lo menos, son susceptibles de mejora.

La aplicación de estrategias fundamentadas en el Aprendizaje Problémico, en el Establecimiento de Modelos Matemáticos para la Física, en estudiantes de Ingeniería de la Universidad de la Guajira, es una de las tantas inquietudes que se plantean a nivel nacional e internacional, en aras de una optimización de los procesos pedagógicos, orientados a la obtención de resultados excelentes en el proceso de enseñanza – aprendizaje de la física.

El estudio llevado a cabo deja convicciones, aunque no definitivas. Los estudiantes fueron receptivos y colaboradores, pero, en esencia, el resultado obtenido fue producto de estrategias especiales y no de una aplicación integral. Dicho con otras palabras, se tomaron del Aprendizaje Problémico, algunas de sus propuestas y se aplicaron, con resultados que hace prever la posibilidad de una mejora en los procesos integrales de formación, aunque no totalmente basados en la mencionada enseñanza.

Como se mencionó anteriormente que la mejor estrategia pedagógica es aquella que se enmarca en lo ecléctico, es decir, de acuerdo con lo que plantea León (2006), es la que recoge de cada propuesta lo aprovechable y en tal sentido, es el docente, como responsable de su clase, el llamado a escoger de cada estrategia lo que más se ajusta a las necesidades de su población estudiantil.

La inquietud y preocupación del docente de revisar trabajos como éste, busca llamar la atención del cuerpo directivo docente y de los estudiantes en general, para abrir espacios a la investigación, sin el lleno de mayores requisitos, de manera que el docente inquieto, con deseos de investigar, pueda hacerlo, obviamente sin interferir los procesos normales de enseñanza y es aquí, precisamente, donde los directivos docente pueden imponer su experiencia en el manejo de estas situaciones, para dar cabida a las inquietudes docentes en materia de investigación.

Es de resaltar que los resultados parecen apuntar en la buena dirección; las diferencias entre los resultados del grupo experimental y el grupo control son notorias, aunque no definitivas, obviamente, el autor es consciente de que, en el sentir del estudiante, al momento de una evaluación (post-test) pesa mucho la relación que tiene con el docente que dirige el proceso y en ese aspecto es de reconocer que la ventaja estaba de parte del grupo experimental.

Pero no todo puede ser atribuido a esa ventaja; hacerlo así, sería desconocer la eficiencia del cuerpo docente del área de Física de la Universidad, particularmente de los que dictan clases al segundo semestre en la facultad de Ingenierías de la Universidad de la Guajira. Esto nos ubica en la necesidad de reconocer que el Aprendizaje Problémico, manejado a través del establecimiento de modelos matemáticos para la física soportados en el Xplorer GLX, puede

constituirse en una de las seguramente muchas alternativas de solución a las permanentes necesidades de los docentes de física y de los estudiantes, en el proceso enseñanza-aprendizaje.

No se puede obviar que cada docente conoce a sus estudiantes (al menos, ese es el ideal) y que, por consiguiente, es el docente el llamado a diseñar las estrategias de enseñanza en su clase, sin salirse de los derroteros y marcos filosóficos señalados por la Universidad de la Guajira.

Lo anterior viene a colación a manera de invitación a los docentes, a pensar sobre sus necesidades específicas, en relación con sus estudiantes y con su asignatura; Como menciona en su trabajo P. León (2006), que es necesario atreverse, es necesario involucrarse en investigaciones, exponer inquietudes, buscar alternativas, los esquemas oficiales son rígidos, porque su naturaleza así lo exige, pero los mismos no son sino directrices, no camisas de fuerza. La iniciativa, la inquietud, la creatividad, corresponde al docente y, en ese sentido, se cree haber dado un gran paso, al poner en práctica la estrategia basada en el establecimiento de modelos matemáticos para la física soportados en el Xplorer GLX, durante el proceso de enseñanza y aprendizaje de esta área de conocimiento.

Formar a los estudiantes con fundamentos en el establecimiento de modelos matemáticos para la física, es darle herramientas para que haga frente con éxito al reto de su propia formación. Reconocer en los estudiantes esas competencias de establecer modelos matemáticos en física es darle oportunidad de un desenvolvimiento adecuado frente al aprendizaje de esta área, disciplina que exige la aplicación de todo el potencial del estudiante para un buen aprovechamiento de su proceso formativo.

4.4 Recomendaciones

Actualmente es importante que los docentes deben ser claros y objetivos al momento de impartir el conocimiento y estar muy atentos a las nuevas exigencias y retos de la educación superior, en este sentido P. León (2006), menciona es importante que los docentes del área de física desarrollen trabajos investigativos en el aula de clases y fuera del aula, que planifiquen y hagan una revisión y análisis previo de las estrategias a utilizar en el contexto programático de la asignatura y del texto guía en lo pertinente a la formulación de objetivos, la organización de contenidos, las actividades de evaluación, las ilustraciones, los modelos y aplicaciones presentadas por el texto.

Unificar criterios sobre la adopción de una nueva metodología, con elementos nuevos y dinámicos, que se involucren en el entorno en mejora de la enseñanza

teórico-experimental de la Física en la Facultad de Ingeniería de la Universidad de la Guajira.

Promover jornadas de discusión alrededor de los programas actuales iluminados por las teorías curriculares modernas, donde participen docentes, discentes y directivos, a tono con los nuevos retos en la educación, las exigencias de la carrera, con los modelos pedagógicos que se impulsen y con las estrategias metodológicas que se adopten.

Realizar inducción a los estudiantes, antes de la implementación del programa, con la finalidad de que sean discutidos y analizados en cuanto a sus objetivos, contenidos, metodologías, bibliografía, flexibilidad del currículo, en su funcionalidad y pertinencia en el campo de la ingeniería.

Elaborar un diseño curricular de física que sea flexible fundamentado en nuevas estrategias pedagógicas y tecnológicas, para consolidar un profesional capacitado para desempeñarse con éxito a través de la integración de conocimientos, habilidades para cambiar, aptitudes y valores dentro de un contexto socio-geográfico y cultural.

Un nuevo currículo de Física en la Facultad de Ingeniería de la Universidad de la Guajira debe introducir novedosos cambios como respuesta a los nuevos retos de la educación superior, a demandas sociales, al avance de la ciencia y tecnología y a los resultados de investigaciones recientes sobre la enseñanza de la Física.

Evaluar mediante la resolución de problemas teóricos-experimentales y el establecimiento de modelos matemáticos en el área de Física y hacer de esto un verdadero método que posibilite mirar los errores como un proceso normal en la construcción del conocimiento y tomar esta estrategia como base para un análisis más profundo y formativo donde se exija al estudiante poner en práctica; las Competencias Básicas para interpretar situaciones, establecer condiciones y plantear hipótesis.

Es cierto que actualmente a nivel mundial se han dado fabulosos avances científicos y tecnológicos en todos los campos del conocimiento y de la productividad, de ahí el interés de los gobiernos de turno por el mejoramiento de la calidad de la enseñanza Universitaria, con el objeto de formar profesionales con altos criterios de capacidad y compromiso social y para ello se requiere buscar soluciones a las dificultades y problemas en el aprendizaje, mediante la realización de acciones que permitan un avance en la enseñanza de las Ciencias .

Existen diferentes maneras de impartir el conocimiento durante el desarrollo de las actividades en el aula de clases, y cada forma de enseñar genera apren-

dizajes distintos en los estudiantes, es por eso, que el docente debe conocer su propia percepción respecto a sus competencias en el campo educativo. En el caso nuestro, como docente de Física, durante el desarrollo de las actividades en campo, por lo regular se presentan dificultades y problemas, por los que surgen interrogantes sobre la búsqueda de alternativas metodológicas adecuadas que aporten significativamente al proceso de enseñanza aprendizaje de esta asignatura.

Debido a estas dificultades y problemas presentes en algún número de estudiantes relacionado con la comprensión y análisis de los fenómenos físicos en estudio, y al reflexionar sobre esta problemática, surgen los siguientes interrogantes que puedan brindar solución a lo planteado: ¿Que herramienta pedagógica permitirá despertar el interés de los estudiantes, hacia el estudio de la Física Mecánica y resolución de sus problemas? ¿Es posible contrarrestar metodológicamente el desinterés y la poca dedicación de los estudiantes, hacia el estudio de esta asignatura? ¿Es la investigación en el aula y la enseñanza problemática la alternativa de solución al problema? ¿Es la enseñanza problemática y la construcción de modelos matemáticos la alternativa de solución? ¿Cuál será el resultado de aplicar la estrategia de construir modelos matemáticos a partir del desarrollo de experiencias en el laboratorio?

De acuerdo a los resultados obtenidos en este trabajo de investigación se prueba que es posible incluir cambios y nuevas alternativas metodológicas en los procesos pedagógicos con el fin de adecuarlos a las necesidades y exigencias inherentes de los estudiantes, manifestándose en los resultados de las evaluaciones y en la apropiación del conocimiento.

Es importante que los docentes que imparten los conocimientos en Física y los estudiantes que cursan esta asignatura se involucren en investigaciones de acuerdo a las necesidades que se presenten durante sus actividades, experiencias en campo y a partir de ellas buscar las alternativas indicadas para solucionar el problema y después de ser probada, adoptarla como nueva metodología, en mejoramiento de la enseñanza teórica- experimental de esta asignatura en la Facultad de Ingeniería de la Universidad de la Guajira

Bibliografía

- P. León, La enseñanza Problemática, Aplicada a las Competencias Básicas para la Resolución de Problemas de Física, Tesis de grado para optar al título de Magister Artium en Ciencias Aplicadas, Área Física, PP 1 – 137, Universidad del Zulia, Maracaibo, Venezuela, (2006).
- P. León, Un enfoque problemico y por competencias para la Enseñanza de la Física, Área Física, Universidad de La Guajira, Riohacha – La Guajira, Colombia, (2014).
- A. Arteaga, Física I Teoría y Práctica, PP 7-120, Universidad del Zulia, Maracaibo, Venezuela, (2005).
- O. Alcaraz, J. López y V. Solanas, Física, Problemas y Ejercicios Resueltos, Editorial Pearson Prentice Hall, España, (2006).
- Arrieta P. Xiomara, Prácticas de física, Maracaibo, Venezuela, (1999).
- Nuevo manual de la Unesco para la enseñanza de la Ciencias, Sudamericana, Buenos Aires, (1989).
- Hewit, Paul, Manual de la laboratorio de física, New York, EE.UU, (1998).
- Valero, M, Física Fundamental I-II, Norma, Colombia, (1998).
- Holguín T. Carlos A. Diseño, calculo, Construcción de equipos sencillo de laboratorio para la enseñanza de las ciencias básicas, Colombia, (2010).
- Abreu Regueiro, Roberto, La Pedagogía Profesional, un imperativo de la escuela politécnica y la entidad productiva contemporánea, Tesis de Maestría, CEPROF ISPE-TP, PP 9 – 38, La Habana, Cuba, (1996).
- Alarcón, José y Montenegro, Ignacio, Competencias Psicológicas, Autoevaluación Docente, 1 ed. Magisterio, (2000).
- Álvarez de Zayas, Carlos, La escuela en la vida. Editorial Pueblo y Educación. La Habana, Cuba, (1995).
- Bachelard, Razón, conocimiento y espíritu científico, PP 55, (1985).
- Porlan A., Rivera García A., y Martin del Pozo, Conocimiento Profesional y Epistemología de los Docentes, PP 271-288, Sevilla, España, (1998).

- Borh, Heinseberg, Estudio del Átomo, Movimiento de un Fotón, (1993).
- Hacia una escuela de excelencia. Editorial Academia. La Habana, Cuba, (1996).
- Baró Baró, Wildo, La Enseñanza Problemática aplicada a la técnica, Editorial Academia, La Habana, Cuba, (1997).
- Bermúdez Sarguera, Rogelio y Rodríguez Rebastillo, Marisela, Teoría y metodología del aprendizaje, Editorial Pueblo y Educación, PP 28, La Habana, Cuba, (1996).
- Bravo Salinas, Néstor H, Pedagogía Problemática, acerca de los nuevos paradigmas en educación, Editorial TM, PP 2, Convenio Andrés Bello, Colombia, (1997).
- Brito Abrahantes, Delfín M, Cómo desarrollar las asignaturas técnicas con un enfoque problemático, Editorial Pueblo y Educación, La Habana, Cuba, (1994).
- Cortijo Jacomino, René, Didáctica de las Ramas Técnicas, una alternativa para su desarrollo. Tesis de Maestría, CEPROF ISPETP, PP 2, La Habana, Cuba, (1996).
- Díaz, B y Hernández, Gerardo, Estrategias docentes para un aprendizaje significativo, Una interpretación constructivista, 2 ed, Mc Graw-Hill, México, (2000).
- Flórez, María, Estrategias de supe aprendizaje en el logro de la Resolución de problemas de Física, Tesis de grado para optar al título de Magíster en Ciencias Aplicadas, Área Física, Universidad del Zulia, Maracaibo, Venezuela, (2000).
- Fraga, Rafael, Metodología de las áreas profesionales, Soporte magnético, CEPROF ISPETP, PP 7, La Habana, Cuba, (1997).
- Fuentes González, Homero y Álvarez Valiente, Ilsa, Dinámica del proceso docente educativo de la educación superior. CEES Manuel F Gran, Universidad de Oriente, PP 19, Santiago de Cuba, (1998).
- Galperin, P, Ya, Sobre el método de formación por etapas de las acciones intelectuales, En Antología de la Psicología Pedagógica y de la Edades, Editorial Pueblo y Educación, PP 33- 67, La Habana, Cuba, (1986).
- García Hernández, Miguel y otros, Métodos activos en la Educación Técnica y Profesional, Editorial Pueblo y Educación, PP 10, La Habana, Cuba, (1990).
- Guevos, A, I, Los aspectos psicológicos de la síntesis de la Enseñanza Problemática y programada, PP 22, Znanie, Moscú, (1973).
- Hernández R., Fernández, C. y Baptista, P., Metodología de la investigación, 2 ed, PP 67-410, (1998).
- ICFES, Magisterio Colombiano, Evaluación por competencias en Física, Biología y Química. 1 ed, PP 20-280, Bogotá D.C., Colombia (2004).
- Lea, Susan y Burke John, La naturaleza de las cosas. Física, Volumen I, Internacional Thomson E. (1999).
- Leontiev, A. M, Los problemas del desarrollo del psiquismo, Editorial Academia de Ciencias Pedagógicas, PP 23-29, Moscú, (1959).

- Lerner, I., Sistema didáctico de los métodos de enseñanza, Znanie, PP 60, Moscú, (1976).
- Majmutov, Mirza I, La Enseñanza Problémica, Editorial Pueblo y Educación, PP 28-266, La Habana, Cuba, (1983).
- Marín, Raul. Evaluación por competencias en Física, Panamericana, 1 reimpresión, (2004).
- Martínez Llantada, Martha, Fundamentos lógico – gnoseológicos de la Enseñanza Problémica, Tesis de Doctorado, ISP Enrique José Varona, La Habana, Cuba, (1983).
- Fundamentos teóricos y metodológicos de la Enseñanza Problémica, Curso pre – evento, Pedagogía 86, La Habana, Cuba, (1986).
- La Enseñanza Problémica de la Filosofía Marxista Leninista, Editorial de Ciencias Sociales, La Habana, Cuba, (1987).
- Actividad pedagógica y creatividad. Palacio de las Convenciones. La Habana, Cuba, (1993).
- Calidad educacional, actividad pedagógica y creatividad. Editorial Academia. La Habana, Cuba, (1998).
- Medina Gallego, Carlos, La Enseñanza Problémica: entre el constructivismo y la educación activa, Editorial Rodríguez Quito, 2da edición, Colombia, (1997).
- Okón, V., Fundamentos de la Enseñanza Problémica. Editorial Instrucción Pública, Moscú, (1968).
- Ortiz Ocaña, Alexander Luis Los métodos y procedimientos activos en la enseñanza de las asignaturas técnicas de la especialidad economía en la ETP. Evento Internacional Pedagogía 95. La Habana, Cuba, (1995).
- Metodología de la Enseñanza Problémica en el aula de clases, Asiesca, (2004).
- La activación del proceso pedagógico profesional: un imperativo de la Pedagogía contemporánea en la escuela politécnica cubana. Evento Internacional Pedagogía 97. La Habana, Cuba, (1997).
- La activación de la enseñanza profesional: un imperativo de la Pedagogía contemporánea en la escuela politécnica cubana, Tesis de Maestría, ISPETP, La Habana, Cuba, (1997).
- La Enseñanza Problémica de las Matemáticas en las escuelas politécnicas de economía, Revista especializada Contabilidad e Información, Brasil, Septiembre (1998).
- La Enseñanza Problémica en la formación de profesionales técnicos. Curso 25. Evento Internacional Pedagogía 99. La Habana, Cuba, (1999).
- Compendio de Pedagogía Profesional, Creatividad y Enseñanza Problémica. Ediciones Litoral, Barranquilla, Colombia, (2000).

- La Enseñanza Problemática de las Matemáticas en la formación del estudiante de nivel medio. Evento Internacional Pedagogía 2001, La Habana, Cuba, (2001).
- Ortiz Ocaña, Alexander. Decano Facultad Ciencias Técnicas. Universidad Pedagógica José de la Luz y Caballero. Holguín. Cuba.
- Patiño Rodríguez, María del Rosario y otros, El modelo de la escuela politécnica cubana: una realidad. Editorial Pueblo y Educación, La Habana, Cuba, (1996).
- Pereda Rodríguez, Justo Luis, Peculiaridades de la Enseñanza Problemática en la docencia de los fundamentos del Marxismo – Leninismo, Tesis de Doctorado, Instituto Central de Ciencias Pedagógicas, La Habana, Cuba, (1993).
- Pineda, Lenda. Aplicación de nuevas tecnologías didácticas para la enseñanza-aprendizaje de la Física. Tesis de Grado para optar al título de Magíster en Ciencias Aplicadas. Área Física, LUZ, Maracaibo, Venezuela, (2004).
- Rodríguez, Esteban, Enseñanza de las Ciencias Naturales, Prototipos de Material de bajo costo, Mejoras, (1996).
- Sarramona, Jaume, Las Competencias Básicas en la Educación Obligatoria, CEAC, (2004).
- Silvestre Oramas, Margarita Aprendizaje, Educación y Desarrollo. Editorial Pueblo y Educación, La Habana, Cuba, (1999).
- Silvestre Oramas, Margarita y Zilberstein Toruncha, José, ¿Cómo hacer más eficiente el aprendizaje? Ediciones CEIDE, México, (2000).
- Talízina, Nina, Conferencias sobre los fundamentos de la enseñanza en la Educación Superior, La Habana, Cuba, (1984).
- Procedimientos iniciales del pensamiento lógico. Universidad de Camagüey, DEPEs, MES, (1987).
- Perea Sandoval C., El Concepto de Competencia y su Aplicación en el Campo de la Educación, Colombia, (2000).
- Torres Fernández, Paúl, La Enseñanza Problemática de la Matemática del nivel medio general, Tesis de Doctorado. ISP Enrique José Varona, La Habana, (1993).
- Turner Martí, Lidia y Chávez Rodríguez, Justo, Se aprende a aprender. Editorial Pueblo y Educación, La Habana, Cuba (1989).
- Vigotsky, L. S., Pensamiento y Lenguaje, Editorial Pueblo y Educación, La Habana, (1981).
- Zilberstein Toruncha, José y Valdés Veloz, Héctor, Aprendizaje escolar y calidad educativa. Ediciones CEIDE, México, (1999).
- Ríos y Sixto, Modelización, Alianza Universidad, Madrid, España (1995).
- Pasco, Xplorer GLX Dataloger PS-2002, Guía de Usuario, (2006).

- Georges-Henri Luquet, *Children's Drawings*, Free Association Books, Reino Unido (2001).
- Hevit, Paul, *Manual de Laboratorio de Física*, New York, Estados Unidos, (1998).
- McKelvey, John P. & Grotch, Howard – *Física para Ciencias e Ingeniería – Vol I*
- Jorge L. Galan R., Carlos A. Avila B., *Prefísica: Preparación para física universitaria y sus herramientas matemáticas*, Universidad de los Andes, Facultad de Ciencias, Departamento de Física, Bogotá D.C., Colombia.
- Feynman, Richard P., *Física*, Volumen I, México, 1998.
- Serway, Raymond A., *Física*, Volumen I, México, 1999.
- Sears, Francis W., *Física*, Universitaria Volumen I, México, 1999.
- Serway, Raymond A., *Física*, Volumen I, México, 2001
- Sears, Francis W., *Física Universitaria*, Volumen I, México, 2004.
- Serway, Raymond A., *Física*, Volumen I, México, 2008
- Serway, Raymond A., *Física*, Volumen I, México, 2009
- Serway, Raymond A., *Física*, Volumen I, México, 2014
- Sears, Francis W., *Física para ciencias e ingeniería*, Volumen I, México, 1999.
- Serway, Raymond A., *Fundamentos de física*, Volumen I, México, 2010
- Zuleta, Estanislao. *Educación y filosofía*. En: *Educación y Democracia. Un campo de combate*, P.109, Bogotá: tercer Milenio, 1995.
- Novak, Joseph, *Conocimiento y aprendizaje*.: Alianza Editorial, P.31, Madrid 1988.
- Kant, E. *Pedagogía*, Akal, P.34. Madrid, 2003.
- Delors, J y otros, *La educación encierra un tesoro*, Informe a la UNESCO de la Comisión Internacional sobre la Educación para el Siglo XXI. Santillana, Madrid, P.95. 1996.
- Zuleta, E. Op, cit, P. 104.
- Pozo J. *La Solución de Problemas*, Editorial Santillana, Madrid, (1994)
- J. F Rojas-Rodríguez, M. A. Morales-Sánchez, A. Rangel-Huerta; *Física Computacional: una propuesta educativa*; Facultad de Ciencias Físico Matemáticas. B. Universidad Autónoma de Puebla.
- Arnd and Báker. *Computational physics education with python*. Computing in Science & Engineering, 2007.
- S. Frish and A. Timoreva. *Curso de Física General*. Tomo I. Editorial MIR, 3 edición, 1977
- Eduardo W. V. Chaves y Roberto Mínguez; *Mecánica computacional en la ingeniería con aplicaciones en Matlab*; Ciudad Real, 2010.

Sebastián, J.M. Fuerza y movimiento: la interpretación de los estudiantes. (1984).

Valente, M. y A.J. Neto El ordenador y su contribución a la superación de las dificultades de aprendizaje en mecánica. (1992).

Patricio Cordero S. Métodos Computacionales en Física, Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas, Universidad de Chile; Chile, 203.

.....

Anexos

.....

Anexo A

Universidad de La Guajira
Facultad de Ingeniería
Pre-Test

Estimado estudiante:

En esta investigación se tuvo en cuenta el trabajo realizado por el profesor P. León (2006), para construir este instrumento, el cual tiene como objetivo evaluar algunos indicadores del proceso enseñanza-aprendizaje de la Física Mecánica en el estudio de la Cinemática, para el desarrollo del Proyecto de Investigación titulado **“Modelos matemáticos para la Física soportados en el Xplorer GLX”**. Esto permitirá detectar las necesidades y dificultades existentes, que conduzcan a mejorar el proceso del aprendizaje en esta asignatura.

Tu opinión es muy importante; espero la respuesta sincera de su contenido, en un marco de objetividad y espontaneidad.

Agradeciendo de antemano su colaboración, se despide de usted:

LIC. PEDRO LEON TEJADA

Estudiante: _____ CI. _____

Asignatura: FÍSICA MECÁNICA.

Prueba pre-test

Preguntas con respuesta SI-NO Por qué

1. ¿Es fundamental entender los conceptos y principios antes de resolver problema de Física?

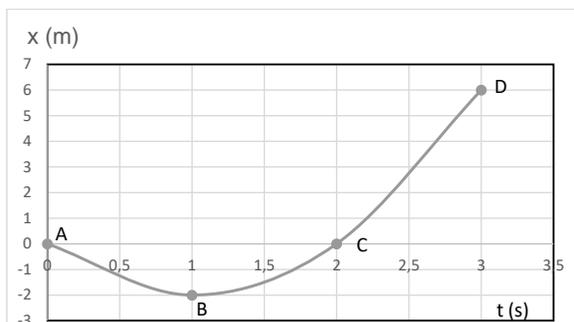
SI _____ NO _____ ¿Por qué? _____

2. ¿La explicación con gráficos y esquemas permite un mejor entendimiento de la Física?
SI _____ NO _____ ¿Por qué? _____
3. ¿Memoriza la solución de los problemas de Física en el estudio de la Cinemática?
SI _____ NO _____ ¿Por qué? _____
4. ¿Establece los conceptos de sistema de referencia, vector posición, desplazamiento, velocidad y aceleración en el estudio de la Cinemática?
SI _____ NO _____ ¿Por qué? _____
5. ¿La explicación con modelos matemáticos permite un mejor entendimiento de la Física?
SI _____ NO _____ ¿Por qué? _____
6. ¿Los modelos matemáticos son los que están basados en las explicaciones sobre las causas naturales que dan lugar al fenómeno físico?
SI _____ NO _____ ¿Por qué? _____
7. ¿Un modelo de las ciencias físicas es una traducción de la realidad de un sistema en términos matemáticos?
SI _____ NO _____ ¿Por qué? _____
8. ¿Los modelos cuantitativos, usan números, formulas, ecuaciones, y algoritmos matemáticos para representar aspectos del sistema modelizado?
SI _____ NO _____ ¿Por qué? _____
9. ¿Los modelos cualitativos pueden usar figuras, gráficos o descripciones cuáles?
SI _____ NO _____ ¿Por qué? _____
10. ¿La velocidad en cualquier instante puede considerarse como la pendiente de la tangente a la curva descrita por el movimiento de un cuerpo sobre el eje X?
SI _____ NO _____ ¿Por qué? _____
11. De acuerdo con los siguientes datos experimentales grafique la masa (m) en función de la longitud (L). El modelo matemático que representa la gráfica para determinar la masa es:

M (Kg)	3	6	9	12	15	18	21	24
L (m)	0	1	2	3	4	5	6	7

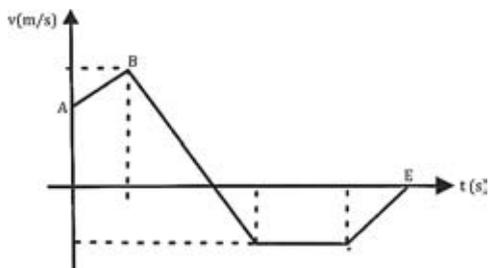
Medida de la masa en función de la longitud

- a) $m = 2\text{kg/m} \cdot L + 10 \text{ Kg}$
 b) $m = 20\text{kg/m} \cdot L + 20 \text{ Kg}$
 c) $m = 51\text{kg/m} \cdot L + 5 \text{ Kg}$
 d) Ninguna de las anteriores
12. El velocímetro de un auto que viaja hacia el Norte indica 60 km/h. El vehículo adelanta a otro auto que viaja hacia el Sur a 60 km/h ¿Tienen ambos vehículos la misma rapidez y la misma velocidad?
- a) Los dos vehículos tienen la misma rapidez y la misma velocidad.
 b) Los dos vehículos tienen rapidez diferentes velocidad y rapidez.
 c) Los dos vehículos tienen rapidez diferente, pero sus velocidades son opuestas porque se desplazan en sentido opuesto.
 d) Los dos vehículos tienen la misma rapidez, pero sus velocidades son opuestas porque se desplazan en sentidos opuestos.
13. Una manzana cae de un árbol y llega al suelo en un segundo, ¿a qué altura respecto al suelo se encontraba la manzana antes de caer?
- a) 8 m
 b) 8,9 m
 c) 4,9 m
 d) 6,9 m
14. La posición de una partícula que se mueve a lo largo del eje X varía de acuerdo con la expresión $x = 5t^2$, donde X está en m, y la velocidad está en m/s, y t en s. Encuentre la velocidad en cualquier instante (para $t = 2,5\text{s}$).
- a) 28 m/s _____
 b) 26 m/s _____
 c) 25m/s _____
 d) 15 m/s _____
15. La siguiente figura muestra un gráfico que representa un partícula que se mueve a lo largo del eje x su coordenada x varia con el tiempo, de acuerdo con dicha gráfica, posición–tiempo, se puede afirmar que:



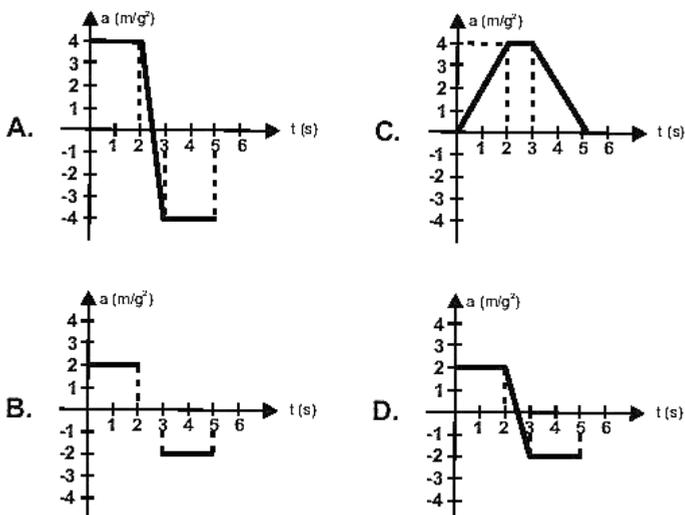
- a) El modelo matemático obtenido a partir de la gráfica es: $X=9t+2t+8$
- b) El modelo matemático obtenido a partir de la gráfica es: $X=5t+2t-1$
- c) El modelo matemático obtenido a partir de la gráfica es: $X=-4t+2t^2$
- d) El modelo matemático obtenido a partir de la gráfica es: $X=6t^2+2t+5$

16. En la siguiente figura se muestra una gráfica que representa la velocidad de un cuerpo en función del tiempo.

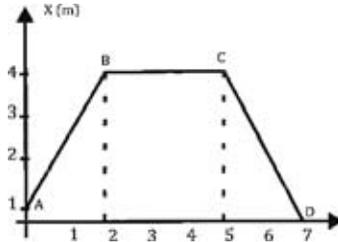


Se puede afirmar que:

- a) En el tramo AB la velocidad es constante
 - b) En el tramo CD la aceleración es cero
 - c) En el tramo CD la velocidad es cero
 - d) En el tramo DE la aceleración aumenta a medida que transcurre el tiempo.
17. El móvil parte del reposo con movimiento uniformemente acelerado y al cabo de 2 segundos su velocidad es 4 m/s, durante un segundo, mantiene esa velocidad constante y posteriormente desacelera con desaceleración constante y al cabo de 2 segundos se ha detenido completamente. La gráfica de aceleración versus tiempo que representa el movimiento de este móvil es:

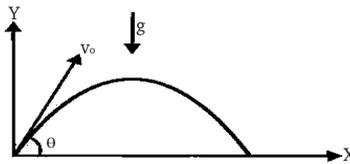


18. La siguiente gráfica nos muestra la posición de un cuerpo en función del tiempo:



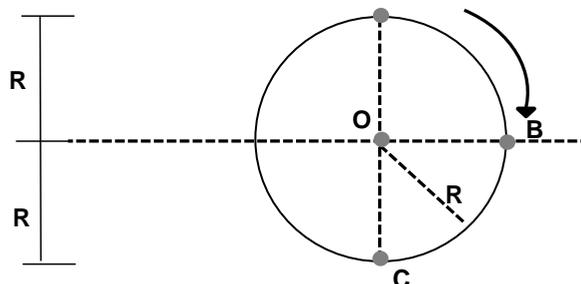
De la gráfica se deduce que:

- a) En el tramo BC la aceleración es constante e igual a 4 m/s^2
 - b) En el tramo AB la aceleración es cero
 - c) En el tramo BC la velocidad es constante e igual a 4 m/s
 - d) En el tramo CD el cuerpo se mueve con desaceleración
19. Despreciando el efecto de la resistencia del aire, los proyectiles en caída libre están sometidos solamente a una aceleración vertical de la gravedad g dirigida hacia abajo.

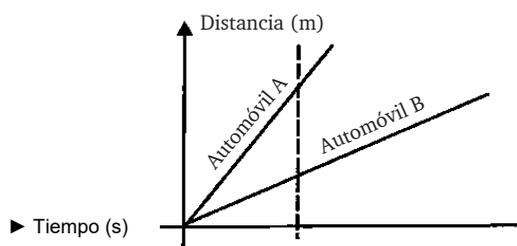


Si se lanza una pelota de tenis con una velocidad inicial V_0 y con un ángulo θ , se puede afirmar que cuando la pelota alcanza el punto más alto:

- a) La velocidad de la pelota es cero.
 - b) La componente vertical de la velocidad de la pelota es cero.
 - c) La aceleración es cero.
 - d) La componente horizontal de la velocidad de la pelota es cero.
20. Si un cuerpo se mueve describiendo el círculo que se muestra en la figura con un movimiento circular uniforme se puede afirmar que:

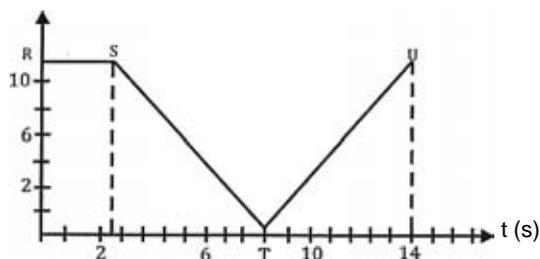


- a) El tiempo que emplea el cuerpo en ir desde A hasta B es el doble del tiempo que emplea en ir desde B hasta C
 - b) El cuerpo puede describir este círculo aun cuando no se ejerza sobre él ninguna fuerza.
 - c) El cuerpo tiene una aceleración a debido a que el vector v varía
 - d) El cuerpo puede describir este círculo si se ejerce sobre él una fuerza de magnitud y dirección constante
21. Dos automóviles parten del mismo punto. En la siguiente gráfica se muestra la distancia recorrida en función del tiempo para cada uno de los automóviles.



Se puede afirmar que:

- a) La aceleración del automóvil A es mayor que la aceleración del automóvil B
 - b) La velocidad del automóvil A es mayor que la velocidad del automóvil B
 - c) La velocidad de ambos automóviles es igual al cabo de 1 hora los automóviles se vuelven a encontrar
22. Responda las preguntas de acuerdo con la siguiente situación: Un cuerpo de 20 Kg que se mueve de acuerdo con la gráfica que se presenta a continuación:



- a) Entre 0 y 4 s el cuerpo
- b) Está detenido
- c) Posee aceleración constante

- d) Posee movimiento uniforme
- e) Se mueve en forma rectilínea

En cuanto a la distancia recorrida por el cuerpo se afirma que:

- a) Entre 0 y 4 s recorrió 48 metros
- b) Entre 4 y 8 s recorrió 24 metros
- c) En total recorrió 108 metros en los 14 segundos.

De estas tres aseveraciones

- a) Sólo I es la verdadera
- b) Sólo II es verdadera
- c) Sólo I y II son verdaderas
- d) Las tres son verdaderas.

Anexo B

Universidad de La Guajira
 Facultad de Ingeniería
 Pos-Test

Estimado Estudiante:

Este instrumento tiene como objetivo evaluar algunos indicadores del proceso enseñanza aprendizaje de la Física en el estudio de la cinemática, para el desarrollo del Proyecto de Investigación titulado “Modelos matemáticos para la física soportados en el Xplorer GLX”. Esto permitirá detectar las necesidades y dificultades existentes que conduzcan a mejorar el proceso de aprendizaje de la Física y de las técnicas de resolución de sus problemas.

Tu opinión es muy importante; espero la respuesta sincera de su contenido, en un marco de objetividad y espontaneidad.

Agradeciendo de antemano su colaboración, se despide de usted:

LIC. PEDRO LEON TEJADA

Estudiante: _____ CI. _____

Asignatura: FÍSICA MECANICA.

Prueba pos-test

1. Un modelo matemático en la ciencia física es:
 - a) Una forma de representar cada uno de los tipos de fenómenos que intervienen en cierto proceso físico.
 - b) Relaciona las variables independiente y dependiente
 - c) Una ecuación matemática
 - d) Una relación funcional entre dos variables
2. Elabora la gráfica de la longitud (L) de una circunferencia en función del radio (R) de acuerdo con los siguientes datos de la Tabla 1

L(cm)	0	61.5	100	125	157
R(cm)	0	10	15	17.5	25

Tabla 1

Se puede afirmar que el molde matemático que representa la gráfica para determinar la longitud de la circunferencia es:

- a) $L = 5.6R$
- b) $L = 4\pi R$
- c) $L = 10\pi R$
- d) $L = 2\pi R$

3. Elabore un gráfico de la masa de un cuerpo en función de su longitud de acuerdo con los siguientes datos experimentales de la Tabla 2.

M (Kg)	3	6	9	12	15	18	21	24
L (m)	0	1	2	3	4	5	6	7

Tabla 2. Valores de la Longitud y la masa de un cuerpo

Se puede afirmar que modelo matemático que representa la gráfica para determinar la masa es

- a) $0M = 30\text{Kg}/\text{m}^*L + 80\text{Kg}$
- b) $M = 60\text{Kg}/\text{m}^*L + 120\text{Kg}$
- c) $M = 3\text{Kg}/\text{m}^*L + 3\text{Kg}$
- d) $M = 6\text{Kg}/\text{m}^*L + 8\text{Kg}$

4. En la siguiente figura se muestra una gráfica que representa la posición de un cuerpo en función del tiempo.

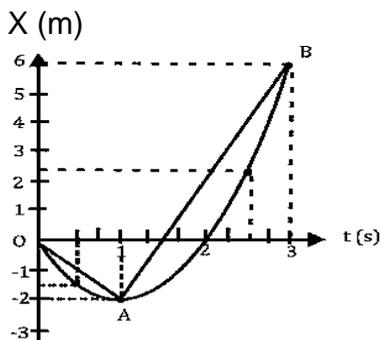


Figura 1. Gráfica del desplazamiento contra el tiempo.

Se puede afirmar que:

- a) En el tramo OA en el intervalo de tiempo $t = 0$ a $t = 1\text{s}$ la velocidad media es cero.
- b) En el tramo OA la velocidad media es -4 m/s
- c) En el tramo AB la velocidad media es 4 m/s
- d) En el tramo AB la velocidad media es -2 m/s

- 5 En la gráfica anterior, si la coordenada X varía con el tiempo de acuerdo con la expresión $2x = -8t + 4t^2$, donde X está en mts y t en segundos. Se puede afirmar que:
- La velocidad instantánea en $t = 2,5$ s es cero
 - La velocidad instantánea en $t = 2,5$ s es 12 m/s
 - La velocidad instantánea en $t = 2,5$ s es 8 m/s
 - La velocidad instantánea en $t = 2,5$ es 6 m/s
6. La Figura 2, muestra una gráfica de la velocidad de un cuerpo en función del tiempo:

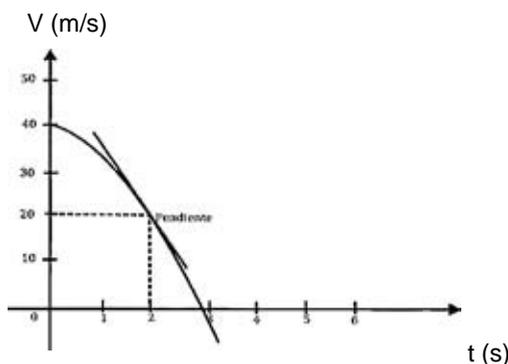


Figura 2. Gráfica de la velocidad en función del tiempo

Se puede afirmar que:

- La aceleración media en el intervalo de tiempo $t = 0$ a $t = 2$ s es 10 m/s
 - La aceleración media en el intervalo de tiempo $t = 0$ a $t = 2$ s es cero
 - La aceleración media en el intervalo de tiempo $t = 0$ a $t = 2$ s es -10 m/s²
 - La aceleración media en el intervalo de tiempo $t = 0$ a $t = 2$ s es -20 m/s²
7. En la gráfica del ejercicio anterior, si la velocidad del cuerpo varía con el tiempo de acuerdo con la expresión $v = (40 - 5t^2)$ m/s, donde t está en segundos, se puede afirmar que:
- La aceleración en el instante $t = 2$ s es cero
 - La aceleración en el instante $t = 2$ s es -40 m/s²
 - La aceleración en el instante $t = 2$ s es 20 m/s²
 - La aceleración en el instante $t = 2$ s es -20 m/s²
8. Un móvil parte del reposo y se mueve a lo largo de una carretera recta, de tal manera que su aceleración varía de acuerdo con la gráfica de la Figura 3:

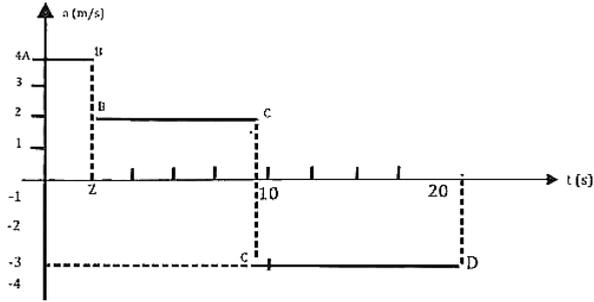


Figura 3. Gráfica de un móvil que parte del reposo y se mueve

Se puede afirmar que:

- a) La velocidad en A es 8 m/s
 - b) La velocidad en B es 18 m/s
 - c) La velocidad en C es 54 m/s
 - d) La velocidad en D es -6 m/s
9. En la gráfica de la Figura 3, se puede afirmar que:
- a) El desplazamiento del móvil en el tramo AB es 18 m
 - b) El desplazamiento del móvil en el tramo BC es 188 m
 - c) El desplazamiento del móvil en el tramo CD es 190 m
 - d) El desplazamiento total del móvil es 226 m
10. 10. Un cuerpo se mueve de acuerdo con la gráfica de la Figura 4, que se presenta a continuación y en cuanto a la distancia recorrida por el cuerpo se afirma que:
- a) Entre 0 y 4sg recorrió 48 metros
 - b) Entre 4 y 8sg recorrió 24 metros
 - c) En total recorrió 108 metros en los 14 segundos

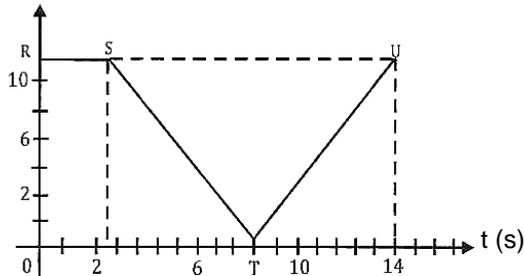


Figura 4. Gráfica de un cuerpo que se mueve a una distancia

De estas tres aseveraciones

- a) Sólo I es verdadera
- b) Sólo II es verdadera

- c) Sólo I y II son verdaderas
 d) Las tres son verdaderas
11. Una pelota de golf se deja caer desde un globo que está subiendo a la velocidad de 6 m/s y llega a tierra al cabo de 10,5 s. Se puede afirmar que:
- a) La altura a que se encontraba el globo cuando se dejó caer la pelota es 568m
 b) La velocidad con que llega la pelota a tierra es 199 m/s
 c) La velocidad con que llega la pelota a tierra es 99 m/s
 d) La altura a que se encuentra la pelota 1 s después de abandonar el globo es 228m
12. Despreciando el efecto de la resistencia del aire, los proyectiles en caída libre están sometidos solamente a una aceleración vertical de la gravedad g dirigida hacia abajo como se puede ver en la gráfica de la Figura 5.

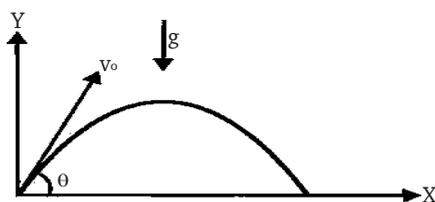


Figura 5. Gráfica del movimiento parabólico del proyectil en el plano x y.

Si se lanza una pelota de tenis con una velocidad inicial V_0 y con un ángulo Θ , se puede afirmar que cuando la pelota alcanza el punto más alto:

- a) La velocidad de la pelota es cero
 b) La componente vertical de la velocidad de la pelota es cero
 c) La aceleración es cero
 d) La componente horizontal de la velocidad de la pelota es cero
13. Un disco gira con movimiento uniforme a 13,2 rad cada 6 seg, de acuerdo con la Figura 6.

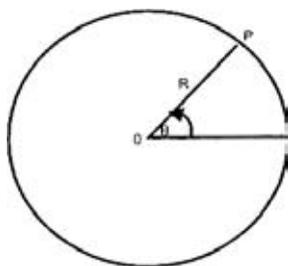


Figura 6. Gráfica de la posición del disco, su radio y el ángulo.

Se puede afirmar que:

- a) La velocidad angular es 22 rad/s
- b) El periodo de rotación es 3 seg
- c) El tiempo que le tomará al disco girar un ángulo de 780° es 8,2 seg
- d) El tiempo que le tomará al disco en dar 12 revoluciones es 34,27 segundos

Anexo C

Universidad de La Guajira
Facultad de Ingeniería

Lista de cotejo para evaluar la actuación de los alumnos con la aplicación de los modelos matemáticos para la física soportados en el Xplorer GLX en una clase de Física Mecánica.

ITEMS	SI	NO
1. Está atento a los objetivos e instrumentos presentados en clases		
2. Se observa que ha revisado el contenido presentado		
3. Identifica el tema de estudio		
4. Muestra participación e interés por el tema		
5. Realiza preguntas relacionadas con el tema y lo observado		
6. maneja el tema y la simbología utilizada		
7. Relaciona un contenido con otro.		
8. Interpreta los conceptos físicos, a través de cuadros, tablas, gráficas, esquemas y moldes		
9. Hace generalizaciones y construye modelos físicos en clase		
10. Analiza la situación problémica y construye modelos físicos en clase		
11. Sus conclusiones están de acuerdo con la situación planteada		
12. Trabaja en grupo y hace comentarios con sus compañeros		
13. La percepción forma parte del entendimiento de Problemas de Física.		
14. Busca la forma de recuperar información asociando la información con la nueva		
15. La comparación que realiza, le sirve para el aprendizaje		
16. Está satisfecho con el trabajo desarrollado y experimenta logros de aprendizaje en cada case.		

Anexo D

Universidad de La Guajira
 Facultad de Ingeniería

Instrumento de validación para la Lista de Cotejo, Pre-test y Pos-test Datos del Experto.

Apellidos y nombres: _____
 Título de Pregrado: _____
 Título de Postgrado: _____
 Lugar de Trabajo: _____

Instrucciones:

1. El siguiente instrumento tiene como objetivo tomar información de expertos, sobre la validez de los instrumentos de medición a ser aplicados a los estudiantes que cursan Física I en el Ciclo Básico de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de la Guajira, lo cual tiene como propósito determinar los conocimientos previos, detectar las necesidades y dificultades existentes que conduzcan a mejorar el proceso de aprendizaje de la Física y las Técnicas de resolver problemas, graficar datos experimentales y construir modelos en física.
2. Coloque un número en la casilla que exprese su opinión acerca de los ítems, teniendo en cuenta los juicios basados en la siguiente escala:
 Correcto: 10 Incompleto: 5 Incorrecto: 0

Para la lista de Cotejo:

ITEMS	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Lenguaje										
Redacción										
Claridad										
Relación con los indicadores										
Complejidad										
Los ítems representan el contexto teórico										
Importancia										

Observaciones:

Para el Pre-test

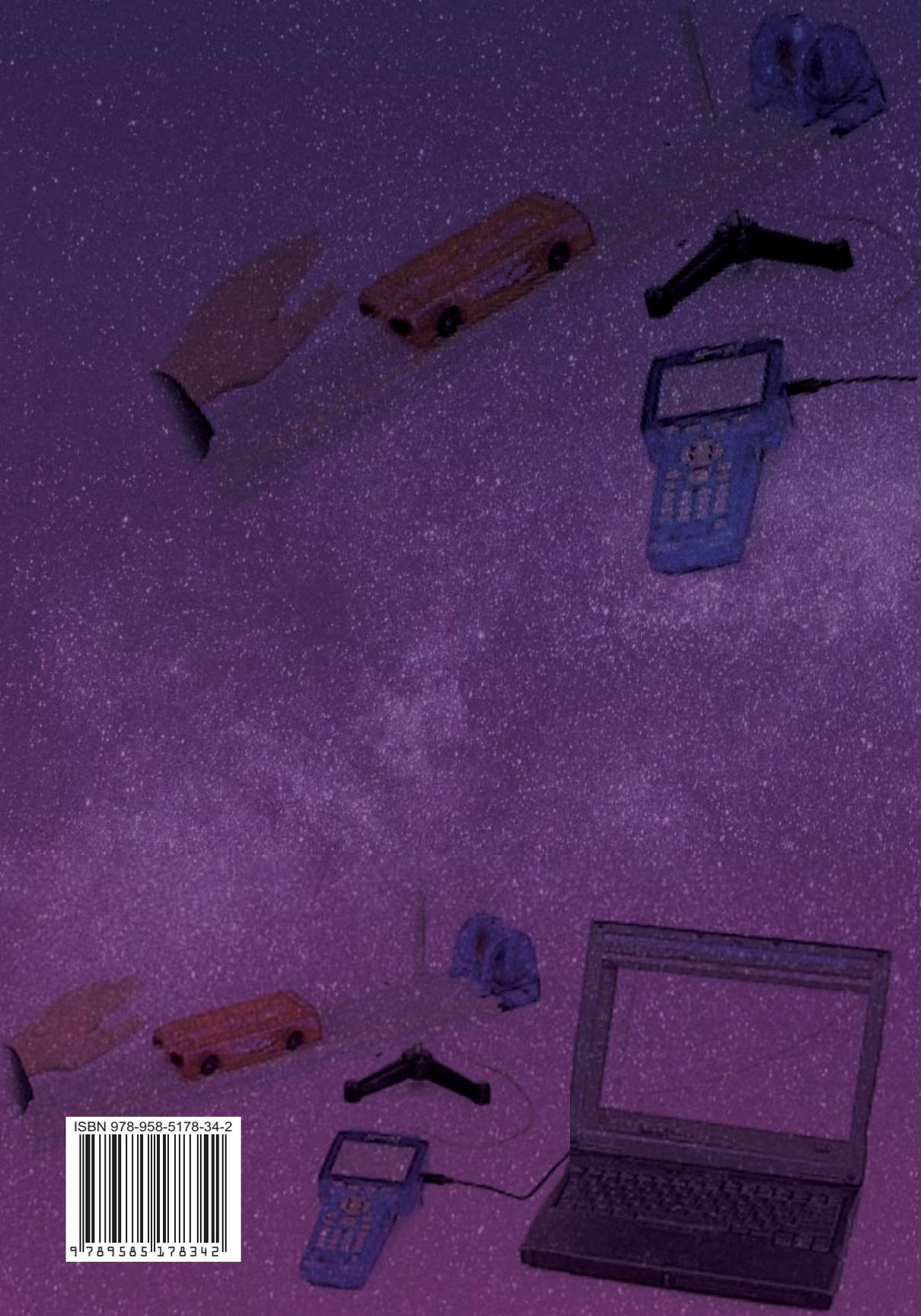
ITEMS	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Lenguaje										
Redacción										
Claridad										
Relación con los indicadores										
Complejidad										
Los ítems representan el contexto teórico										
Importancia										

Observaciones:

Para el Post-test

ITEMS	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Lenguaje										
Redacción										
Claridad										
Relación con los indicadores										
Complejidad										
Los ítems representan el contexto teórico										
Importancia										

Observaciones:



ISBN 978-958-5178-34-2



9 789585 178342