



UNIVERSIDAD TECNICA DE COTOPAXI

DIRECCIÓN DE POSGRADOS

PROGRAMA DE MAESTRÍA EN DOCENCIA UNIVERSITARIA

TITULO:

Procesos de aprendizaje de la Física y las Corrientes Pedagógicas contemporáneas en la educación superior. Diseño de un módulo alternativo para el primer semestre de la carrera de Ingeniería Eléctrica de la Universidad Técnica de Cotopaxi

Tesis en opción al Grado Científico de Magister en Docencia Universitaria

Autora:

GALLARDO ESPIN, Digna Ximena

Tutor:

MOYA ARELLANO, Rafael Nicolás MSc.

LATACUNGA – ECUADOR

Mayo – 2014



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

DIRECCIÓN DE POSGRADO

Latacunga – Ecuador

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO

En calidad de Miembros del Tribunal de Grado aprueban el presente Informe de investigación de posgrados de la Universidad Técnica de Cotopaxi; por cuanto, el maestrante: **Gallardo Espín Digna Ximena**, con el título de tesis: **Procesos de aprendizaje de la Física y las Corrientes Pedagógicas Contemporáneas en la Educación Superior. Diseño de un módulo alternativo para el primer semestre de la carrera de Ingeniería Eléctrica de la Universidad Técnica de Cotopaxi** han considerado las recomendaciones emitidas oportunamente y reúne los méritos suficientes para ser sometido al acto de Defensa de Tesis.

Por lo antes expuesto, se autoriza realizar los empastados correspondientes, según la normativa institucional.

Latacunga, julio 29 del 2014.

Para constancia firman:

.....
MSc. Lorena González
PRESIDENTE

.....
MSc. Marcelo Barrera
MIEMBRO

.....
MSc. Fabián Cerda
MIEMBRO

.....
MSc. Raúl Bolívar Cárdenas Quintana
OPOSITOR

RESPONSABILIDAD POR LA AUTORÍA DE LA TESIS

Del contenido de la presente tesis, se responsabiliza el autor.

GALLARDO ESPÍN DIGNA XIMENA

C.I. 050230200-3

AGRADECIMIENTO

He considerado que son muy pocos los momentos que nos ofrece la vida para decir un millón de gracias a quienes han contribuido en la consecución de logros personales; de igual forma creo que no solo la persona que recibe las gracias se complacen, sino que quien las da siente gratificación por hacer públicos sus sentimientos que han posibilitado, y han acrecentado esfuerzos para alcanzar una meta. Es por esto que manifiesto mi gratitud a: Ximena Stefanya, Josué David, mis hijos y Walter Orlando mi esposo, quienes en el transcurso de este tiempo de estudios, se han convertido en mi apoyo incondicional en mi respaldo certero pues se han sacrificado junto a mí; haciendo posible que hoy se cumpla un objetivo importante en mi vida profesional y personal.

De igual forma a las autoridades, profesor tutor, docentes, y estudiantes de la Universidad Técnica de Cotopaxi que desde cada una de las asignaturas y en las múltiples conversaciones de despacho han contribuido a la aclaración de dudas y fortalecimiento de ideas respecto a esta investigación.

Gracias a todos

Digna Gallardo

DEDICATORIA

Dedico esta tesis a Dios, A mis Padres: Digan Elsita y Segundo Mariano, a mis hijos: Ximena Stefanya y Josué David y a mi esposo Walter Orlando. A dios porque guía cada paso que doy, A mi Padre compañero incansable de jornadas y a Ti Elsita como homenaje póstumo hoy alcancé lo que planificaste para mí. A mis hijos y a mi esposo, pilares fundamentales en mi vida, pues depositan su entera confianza en cada reto que se me presentaba sin dudar ni un solo momento en mi inteligencia y capacidad, compañeros inseparables de cada jornada, ellos representan firmeza e insistencia y mucho más en momentos de desfallecimiento y cansancio.

Para Todos Ustedes Con Amor.

Digna

ÍNDICE GENERAL

CONTENIDO	Pág.
PORTADA	i
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO	ii
RESPONSABILIDAD DE LA AUTORÍA DE LA TESIS	iii
AGRADECIMIENTO	iv
DEDICATORIA	v
ÍNDICE GENERAL	vi
ÍNDICE DE TABLAS	viii
ÍNDICE DE GRÁFICOS	xi
CERTIFICACIÓN DE LOS CRÉDITOS QUE AVALAN LA TESIS	xiv
RESUMEN	xv
INTRODUCCIÓN	1
CAPITULO I – PROBLEMATIZACIÓN	
1.1 Planteamiento del problema	3
1.2 Formulación del problema	8
1.3 Justificación e importancia	8
1.4 OBJETIVOS	
1.4.1 Generales	10
1.4.2 Específicos	10
CAPITULO II- MARCO TEÓRICO	
2.1 Antecedentes	11
2.2 Fundamentación Teórica	13
CAPITULO III – METODOLOGÍA	
3.1 Diseño de Investigación	59
3.2 Población y Muestra	59
3.3 Instrumentos de la investigación	61
3.4 Procedimiento de la Investigación	62
3.5 Recolección de la información	63
3.6 Procesamiento y análisis	63

CAPITULO IV – ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS	
4.1 Cuadros y gráficos de los resultados de encuesta a docentes	64
4.2 Análisis e interpretación de la encuesta a los estudiantes	79
4.3 Cuadros y gráficos de los resultados de los estudiantes	80
CONCLUSIONES	96
RECOMENDACIONES	97
CAPÍTULO V – PROPUESTA	
5.1 Título de la propuesta	98
5.2 Objetivos	98
5.3 Justificación	98
5.4 Estructura de la propuesta	100
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	108
ANEXOS	

ÍNDICE DE TABLAS

TABLAS	Pág.
TABLA N°1	
Causas y consecuencias	6
TABLA N°2	
Instrumentos para la evaluación del proceso de aprendizaje	47
TABLA N°3	
Población de estudio	59
TABLA N°4	
Operacionalización de variables	60
TABLA N°5	
Mejora del aprendizaje de los estudiantes	64
TABLA N°6	
Capacitación de los docentes	65
TABLA N°7	
Necesidades de elaborar un módulo alternativo	66
TABLA N°8	
Procesos de enseñanza aprendizaje basados en las corrientes pedagógicas	67
TABLA N°9	
Utilización de las corrientes pedagógicas contemporáneas	68
TABLA N°10	
Refuerzo con práctica para mejorar el desarrollo profesional	69
TABLA N°11	
Refuerzo con práctica desde los primeros años de carrera	70
TABLA N°12	
Concordancia de los conocimientos y necesidades para el desarrollo de carrera	71
TABLA N°13	
Procesos de aprendizaje relacionados con las corrientes pedagógicas contemporáneas	72
TABLA N°14	
Contenido de las corrientes pedagógicas contemporáneas para mejorar el aprendizaje	73
TABLA N°15	
Utilización de un módulo alternativo con tecnologías de la información en el aprendizaje de la Física	74

TABLA N°16	
Influencia del interés del estudiante en su proceso de aprendizaje	75
TABLA N°17	
Recursos tecnológicos utilizados acorde a las corrientes pedagógicas contemporáneas	76
TABLA N°18	
Módulo alternativo con tecnologías de la información despertará el interés de la asignatura de Física	77
TABLA N°19	
Mejora del aprendizaje de los estudiantes	80
TABLA N°20	
Capacitación de los docentes	81
TABLA N°21	
Necesidad de elaborar un módulo alternativo	82
TABLA N°22	
Procesos de enseñanza aprendizaje basados en las corrientes pedagógicas	83
TABLA N°23	
Utilización de las corrientes pedagógicas contemporáneas	84
TABLA N°24	
Refuerzo con práctica para mejorar el desarrollo profesional	85
TABLA N°25	
Refuerzo con práctica desde los primeros años de carrera	86
TABLA N°26	
Concordancia de los conocimientos y necesidades para el desarrollo de carrera	87
TABLA N°27	
Procesos de aprendizaje relacionados con las corrientes pedagógicas contemporáneas	88
TABLA N°28	
Contenido de las corrientes pedagógicas contemporáneas para mejorar el aprendizaje	89
TABLA N°29	
Utilización de un módulo alternativo con tecnologías de la información en el aprendizaje de la Física.	90
TABLA N°30	
Influencia del interés del estudiante en su proceso de aprendizaje	91

TABLA N°31

Recursos tecnológicos utilizados acorde a las corrientes pedagógicas contemporáneas. 92

TABLA N°32

Módulo alternativo con tecnologías de la información despertará el interés de la asignatura de Física. 93

ÍNDICE DE GRÁFICOS

GRÁFICOS	Pág.
GRÁFICO N°1	
Mejora del aprendizaje de los estudiantes	64
GRÁFICO N°2	
Capacitación de los docentes	65
GRÁFICO N°3	
Necesidades de elaborar un módulo alternativo	66
GRÁFICO N°4	
Procesos de enseñanza aprendizaje basados en las corrientes pedagógicas	67
GRÁFICO N°5	
Utilización de las corrientes pedagógicas contemporáneas	68
GRÁFICO N°6	
Refuerzo con práctica para mejorar el desarrollo profesional	69
GRÁFICO N°7	
Refuerzo con práctica desde los primeros años de carrera	70
GRÁFICO N°8	
Concordancia de los conocimientos y necesidades para el desarrollo de carrera	71
GRÁFICO N°9	
Procesos de aprendizaje relacionados con las corrientes pedagógicas contemporáneas	72
GRÁFICO N°10	
Contenido de las corrientes pedagógicas contemporáneas para mejorar el aprendizaje	73
GRÁFICO N°11	
Utilización de un módulo alternativo con tecnologías de la información en el aprendizaje de la Física	74
GRÁFICO N°12	
Influencia del interés del estudiante en su proceso de aprendizaje	75
GRÁFICO N°13	
Recursos tecnológicos utilizados acorde a las corrientes pedagógicas contemporáneas	76

GRÁFICO N°14	
Módulo alternativo con tecnologías de la información despertará el interés de la asignatura de Física	77
GRÁFICO N°15	
Mejora del aprendizaje de los estudiantes	80
GRÁFICO N°16	
Capacitación de los docentes	81
GRÁFICO N°17	
Necesidad de elaborar un módulo alternativo	82
GRÁFICO N°18	
Procesos de enseñanza aprendizaje basados en las corrientes pedagógicas	83
GRÁFICO N°19	
Utilización de las corrientes pedagógicas contemporáneas	84
GRÁFICO N°20	
Refuerzo con práctica para mejorar el desarrollo profesional	85
GRÁFICO N°21	
Refuerzo con práctica desde los primeros años de carrera	86
GRÁFICO N°22	
Concordancia de los conocimientos y necesidades para el desarrollo de carrera	87
GRÁFICO N°23	
Procesos de aprendizaje relacionados con las corrientes pedagógicas contemporáneas	88
GRÁFICO N°24	
Contenido de las corrientes pedagógicas contemporáneas para mejorar el aprendizaje	89
GRÁFICO N°25	
Utilización de un módulo alternativo con tecnologías de la información en el aprendizaje de la Física.	90
GRÁFICO N°26	
Influencia del interés del estudiante en su proceso de aprendizaje	91
GRÁFICO N°27	
Recursos tecnológicos utilizados acorde a las corrientes pedagógicas contemporáneas.	92

GRÁFICO N°28

Módulo alternativo con tecnologías de la información despertará el interés de la asignatura de Física.

93

CERTIFICADO DE VALIDACIÓN DEL TUTOR

En mi calidad de Tutor del Programa de Maestría en Docencia Universitaria, nombrado por el Honorable Consejo Académico de Posgrado.

CERTIFICO:

Que: analizado el Trabajo de investigación de Tesis, presentado como requisito previo a optar por el grado de Magister en Docencia Universitaria.

El problema de investigación se refiere a:

“PROCESOS DE APRENDIZAJE DE LA FÍSICA Y LAS CORRIENTES PEDAGÓGICAS CONTEMPORÁNEAS EN LA EDUCACIÓN SUPERIOR”

Presentado por: Gallardo Espín Digna Ximena con cédula de ciudadanía N° 050230200-3

Sugiero seguir el trámite, como es la defensa de la misma.

Latacunga, mayo 2014

MSc. Rafael Nicolás Moya Arellano

Tutor

**UNIVERSIDAD TECNICA DE COTOPAXI
DIRECCIÓN DE INVESTIGACIÓN Y POSGRADOS**

**PROCESOS DE APRENDIZAJE DE LA FÍSICA Y LAS CORRIENTES
PEDAGÓGICAS CONTEMPORÁNEAS EN LA EDUCACIÓN SUPERIOR”**

AUTORA: Lic. Digna Ximena Gallardo Espín

TUTOR: MSC. Rafael Nicolás Moya Arellano

FECHA: Mayo del 2014

RESUMEN

La presente investigación pretende mejorar los procesos de aprendizaje de la Física mediante el conocimiento y aplicación de los contenidos científicos de las corrientes pedagógicas contemporáneas en la educación superior; las mismas que producirán cambios en los esquemas mentales y las estructuras cognitivas tanto de los docentes como de los estudiantes; porque fueron estructuradas por profesionales comprometidos en el progreso de la sociedad. El conocimiento y dominio profesional de la asignatura de Física es fundamental especialmente en la carrera de Ingeniería Eléctrica razón que obliga al docente, proporcionar al estudiante los conocimientos básicos, concretos y eficaces, acordes a los avances científicos y tecnológicos como base fundamental y el acceso secuencial para desarrollar su carrera, complementando así la optimización profesional, especialmente en los universitarios del primer ciclo de la carrera de Ingeniería Eléctrica de la Universidad Técnica de Cotopaxi. El trabajo empieza con: una descripción de las corrientes pedagógicas contemporáneas; la investigación descriptiva, la recolección de datos mediante encuestas aplicadas a docentes y estudiantes en sus respectivos ambientes de trabajo.

Descriptores: procesos de aprendizaje, Física, corrientes pedagógicas.

**TECHNICAL UNIVERSITY COTOPAXI
ADDRESS OF RESEARCH AND GRADUATE**

**THE PROCESS OF LEARNING AND TEACHING PHYSICS AND THE
CONTEMPORARY TRENDS IN HIGHER EDUCATION**

AUTHOR: Lic. Digna Ximena Gallardo Espín

TUTOR: MSC. Rafael Moya Nicolás Arellano

DATE: May 2014

ABSTRACT

This research aims to improve the learning process of physics through knowledge and the application of the scientific content of contemporary pedagogical trends in higher education.

It will produce the same changes in mindsets and cognitive structures of both teachers and students, because they are structured by professionals engaged in the progress of society.

The knowledge and mastery of the subject of Physics is a key reason that motivates the teacher to provide students with the basic, concrete and effective skills aligned with the scientific and technological progress as the fundamental basis for a sequential access and development at their career. This helps to complement professional achievement, especially in Electrical Engineering career at the Technical University of Cotopaxi.

The research begins with: an overview of trends in contemporary educational research, a descriptive data collection through surveys applied to teachers and students in their working environments.

Descriptors: process learning, physics, pedagogical trends.

INTRODUCCIÓN

Tomando en cuenta que el proceso de aprendizaje de la Física en las instituciones de educación superior y en todos los niveles, se ha convertido en una tarea fundamental pero compleja en el sistema educativo actual, ya que el proceso educativo perfila, emana directrices a los estudiantes, fortaleciendo así su perfeccionamiento académica y profesional.

Todo ingeniero Eléctrico en su preparación intelectual debe tender a una formación integral y parte de esta son los contenidos que adquiere de Física. Por lo tanto la enseñanza de la Física en la carrera de Ingeniería Eléctrica de la Universidad Técnica de Cotopaxi tiene algunas falencias detectadas en el proceso investigativo de este trabajo, cuyo propósito es identificar y describir la sinergia entre los procesos de aprendizaje de la Física y la aplicación del conocimiento científico de las corrientes pedagógicas contemporáneas en la educación superior. En la cotidianidad el docente, desde la concepción de la Pedagogía Tradicional potencia la formación del individuo, para esto ha impuesto sus parámetros de acuerdo a los intereses del sistema social, político y económico del momento, alejándose de los requerimientos del contexto local y nacional, constituyéndose en la repetencia de modelos importados, totalmente alejados de la realidad local y de las proyecciones personales. Cabe señalar que los procesos de aprendizaje de la Física se han perfeccionado en base a modelos educativos dominantes en la época tradicional, con predominio en los momentos actuales, sin considerar los conocimientos que se adoptan individualmente. Los estudiantes universitarios cumplen su preparación académica con información que en ciertos casos es conocimiento y otras son escueta información con carencia de conocimiento, que no avalan su formación profesional.

El presente estudio exhorta a la reflexión de la labor docente, puesto que los procesos de aprendizaje que debemos asumir quienes estamos inmersos en la educación, especialmente en educación superior es posesionarse de contenidos como: conceptualización, metodología, técnicas y estrategias ajustadas a las corrientes pedagógicas contemporáneas, posibilitando a los estudiantes articular sus conocimientos desde su experiencia, la aplicabilidad de la información en sus

actividades habituales facilitando su proceso formativo, adquiriendo así aprendizajes significativos .

Este documento consigna cinco capítulos: el primero se refiere al planteamiento del problema, la formulación, justificación y los objetivos que guían el desarrollo de la investigación. En el segundo aborda el fundamento teórico que tiene como base la investigación. El tercer capítulo abarca la metodología que se utilizó en el desarrollo del trabajo investigativo. El cuarto capítulo describe al análisis e interpretación de resultados, finalmente en el quinto capítulo se socializa la propuesta planteada al problema de la investigación.

Los sustentos teóricos abordados en la presente investigación son los contenidos científicos de las corrientes pedagógicas contemporáneas, respaldadas por diferentes autores, las mismas que aportan en el aprendizaje de la Física que no forman parte de los contenidos del programas de estudio, más bien son el resultado de una serie de factores relacionados con la aplicación de una enseñanza tradicional no acorde a la época ni al desarrollo de la ciencia y la tecnología, considerando estos aspectos aflora la propuesta de crear un módulo alternativo de la asignatura para el primer ciclo de la carrera de Ingeniería Eléctrica inquiriendo un accionar productivo.

CAPITULO I

EL PROBLEMA

1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Desde la antigüedad las personas han tratado de comprender la naturaleza y los fenómenos que en ella se observan tales como: el paso de las estaciones, el movimiento de los cuerpos y de los astros, la lluvia, la oscuridad, los relámpagos y el trueno entre otros. Las primeras explicaciones se basaron en consideraciones filosóficas es decir sin realizar verificaciones experimentales. Por tal motivo algunas interpretaciones fueron consideradas como divinas; así el trueno que se dice es el martillo de Tor en tanto que el rayo la lanza de Zeus constituyéndose en mitos.

En la actualidad, un gran interés estimula el conocimiento y la comprensión del desarrollo de la ciencia. Las relaciones entre Ciencia, Tecnología y Sociedad se han convertido en un amplio campo de estudio, puesto que los logros de las ciencias tienen un carácter temporal, que se insertan en el tiempo de acuerdo con las necesidades de la época y de las propias tendencias que impulsan su desarrollo específico; al ser la Física una rama del saber que goza de una amplia influencia social, debido a la asociación que se hace de ésta con el desarrollo científico y tecnológico, se puede evidenciar que un estudiante de buen rendimiento en Física es asociado también, a una persona competente, con amplias perspectivas de desarrollo profesional, en tanto que para el resto de los estudiantes, la Física sigue siendo una asignatura complicada, provista de un lenguaje crítico y de escasa significancia en su vida cotidiana.

Es importante mencionar el estudio realizado por la revista Iberoamericana de Educación cuya afirmación señala que los profesores europeos al enseñar Física en niveles universitarios ponen especial énfasis para impulsar competencias generales entre sus estudiantes. Además este estudio muestra la permanencia de métodos tradicionales de enseñanza, con mayor promoción de competencias específicas, mientras que aquellas genéricas, como puede ser habilidades comunicativas, trabajo en equipo o valores éticos, son consideradas como de menor importancia, por tanto tratadas en menor proporción. En este artículo se pone de manifiesto la necesidad de reforzarse la adquisición de dichas competencias generales con el objetivo de

proporcionar a los alumnos una educación mucho más completa. En concreto, la materia de Física puede convertirse en un instrumento que ayude a la Educación Superior Europea al ajustarse a las demandas cada vez mayores de la sociedad; demandas que exigen de los egresados no sólo conocimientos técnicos sino la adquisición de competencias tanto genéricas como específicas que les ayuden a insertarse con éxito en un mundo profesional cada vez más globalizado.

El estudio realizado por Francisca Angélica Flore Nicolalde, basados en datos proporcionados por las oficinas de ingresos de las instituciones de educación superior ecuatoriana, permite visualizar que la enseñanza de asignaturas en el área de la ciencia presenta varias dificultades que se ven reflejadas en el rendimiento de los estudiantes cuando estos intentan ingresar a las diferentes carreras de ingeniería. Estas dificultades se deben entre otros aspectos, a la forma tradicional en que se imparten las clases donde el profesor expone sus conocimientos convirtiéndose en el eje principal, mientras el estudiante no participa de ella adquiriendo un rol pasivo.

Lo suscrito anteriormente deja entrever que los procesos de aprendizaje de la Física se basa en las corrientes pedagógicas tradicionales, por lo tanto en este proceso debemos recurrir a las afirmaciones de las corrientes pedagógicas contemporáneas que admitan sinergiar el conocimiento científico con las vivencias y experiencia cotidianas; capaz de producir en el estudiante aprendizajes significativos, que accedan a la aceptación de esta asignatura, desmitificando así la dificultad difundida a través del tiempo; consecuentemente los docentes que imparten esta asignatura están en el deber de dominar el contenido científico de las corrientes pedagógicas contemporáneas y su aplicación, a la vez que transformar al laboratorio en un medio fundamental y verificador de contenidos destinando a transformar los mismos en aprendizajes duraderos que coadyuven a la formación integral del nuevo profesional. Concebida así la forma de enseñanza de la Física, es evidente que en la Universidad Técnica de Cotopaxi esta asignatura es bien llevada en contenido científicos, puesto que sus docentes tienen una formación integral en su especialidad, sin embargo se asevera en ciertos casos carencias de conocimientos pedagógicos por su falta de preparación en docencia, aclarada esta realidad se extrae dos aspectos fundamentales: 1) la Física no debe considerarse una asignatura que impida al estudiante llegar a culminar su carrera, porque es considerada una asignatura ardua; 2) esta realidad motiva a los docentes su necesidad de capacitación constante

específicamente en lineamientos y aplicación de las corrientes pedagógicas contemporáneas.

Deduciendo asertivamente estos aspectos esta investigación socializa el extracto de algunas corrientes pedagógicas a utilizarse en los procesos de aprendizaje de la Física, a la vez que propone un módulo alternativo de la misma, para estudiantes del primer semestre de la carrera de Ingeniería eléctrica de la mencionada universidad.

Finalmente los docentes que impartan el conocimiento basándose en las corrientes pedagógicas contemporáneas propuestas, testimoniarán que el proceso de aprendizaje se transforma en óptimo, ellos socializarán estos contenidos y motivarán a profundizar su estudio; en otro aspecto los estudiantes al adquirir los conocimientos impartidos con estas nuevas concepciones pedagógicas y al utilizar el módulo propuesto validarán, que la física es una asignatura práctica y necesaria para su formación profesional a la vez obtendrán aprendizajes significativos y socializarán la necesidad de seguir elaborando módulos para semestres superiores; del análisis realizado exhorto a que los procesos de aprendizaje de la Física sean concebidos tomando en cuenta su importancia y aplicación.

No se puede dejar de mencionar que la incidencia de este problema es notorio en el abordaje de la asignatura que se imparte en la Universidad Técnica de Cotopaxi, que incide directamente en el rendimiento académico en la carrera de Ingeniería Eléctrica, para esta aseveración se ha tomado como cifra referencial la población de estudiantes que ingresaron al primero, segundo y tercer semestre de la mencionada carrera, período septiembre 2013 – febrero 2014.

Situación conflicto:

En el Área de las ciencias exactas, fundamentalmente los estudiantes tienen dificultad en el aprendizaje de la asignatura de Física.

Tabla N°1

CAUSAS	CONSECUENCIAS
Desmotivación estudiantil	Bajo nivel de aprovechamiento
Modelo de enseñanza centrados en contenidos	Desvinculación teórica con la práctica en la formación profesional
Metodología de la enseñanza conductista especialmente	Pasividad en el proceso de aprender y relacionar con los fenómenos de la vida misma.
Docentes con formación tradicional	Fracaso escolar
Apatía por el maestro	Contenidos de la física no aprovechados
Las ciencias exactas producen temor en los estudiantes	Se establecen barreras cognitivas
Las instituciones educativas no cuentan con los recursos para la enseñanza	Enseñanza teórica
Los contenidos de la Física no se aplican en la vida	Acumulación de contenidos inservibles
Los programas desvinculados con la carrera profesional	Bajo nivel profesional

Fuente: investigación

Elaborado por la autora

DELIMITACIÓN DEL PROBLEMA

CAMPO: Docencia Universitaria

AREA: Socio Educativo

ASPECTO: Metodológico

TEMA: Procesos de aprendizaje de la Física y las corrientes pedagógicas contemporáneas en la educación superior. Diseño de un módulo alternativo para el primer semestre de la carrera de Ingeniería Eléctrica de la Universidad Técnica de Cotopaxi.

EVALUACIÓN DEL PROBLEMA

Delimitado: La asignatura de Física en el primer semestre de la carrera de Ingeniería Eléctrica no es una asignatura en la que se consigue logros efectivos, sin embargo de que el estudiante bachiller en la especialización de Físico Matemático ha tenido 5 períodos semanales para el tratamiento de los contenidos de esta asignatura, pero los requisitos de la carrera son superiores por lo que se produce un alto porcentaje de abandono o fracaso escolar en la carrera de Ingeniería Eléctrica de la Universidad Técnica de Cotopaxi

Claro: En la carrera de Ingeniería Eléctrica de la Universidad Técnica de Cotopaxi según informes académicos se evidencia un alto porcentaje de estudiantes que no aprueban o tienen bajas calificaciones en asignaturas relacionadas con las ciencias exactas especialmente en Física cuyo promedio de arrastre es de 16.22% y el resto solo completa el puntaje para pasar el semestre con el promedio mínimo.

Evidente: La carrera de Ingeniería Eléctrica de la Universidad Técnica de Cotopaxi se ve afectada porque los estudiantes no aprueban o tienen bajas calificaciones en asignaturas relacionadas a las ciencias exactas especialmente en la asignatura de Física.

Concreto: La enseñanza de la física no se circunscribe a resolver casos reales de la carrera por lo tanto su enseñanza es teórica y desvinculada con la formación profesional.

Relevante: las ciencias exactas son ejes transversales para todas las ciencias de la especialidad, por lo que su aprendizaje consiente y práctico debe ser una prioridad en el ejercicio docente, así como también desde el estudiante enfocar esta para resolver problemas de la cotidianidad.

Original: No se han estudiado anteriormente estos problemas por lo que la Maestría en Docencia Universitaria propone un aporte nuevo a la comunidad docente y estudiantil.

Contextual: El estudio de fenómenos educativos en los campos del conocimiento son responsabilidad de la universidad ecuatoriana, por ello, esta maestría permite el análisis y proyección de nuevos retos para la formación de la juventud estudiosa de la Universidad Técnica de Cotopaxi.

Factible: Existe material bibliográfico suficiente, la predisposición de la autora para la culminación de la investigación, y que la misma sirva como un referente teórico para futuras generaciones que profundicen o contradigan el presente estudio.

Producto Esperado: Diseño de un Módulo Alternativo; su enseñanza en el primer semestre de la carrera de Ingeniería Eléctrica de la Universidad técnica de Cotopaxi.

Variables:

VI= Corrientes pedagógicas contemporáneas en la Educación Superior

V D= Procesos de aprendizaje de la Física

1.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

¿De qué manera incide las corrientes pedagógicas contemporáneas en los procesos de aprendizaje de la Física?

1.3 JUSTIFICACIÓN

La Educación depende de seres humanos profesionales y capaces de orientar a los jóvenes para que construyan el camino al éxito; plasmando en el proceso de enseñanza aprendizaje las corrientes pedagógicas contemporáneas, las mismas que fueron estructuradas por profesionales inmersos en el progreso de la sociedad, complementando así la optimización de la formación académica.

La educación como procesos formativo de las personas, responde a políticas establecidas a nivel nacional, los mismo que son experiencias importadas de otros países y se los expone sin tomar en cuenta la realidad nacional es decir las necesidades de nuestra población.

En la Universidad Técnica de Cotopaxi el modelo pedagógico se reproduce, sin considerar la experiencia académica, situación social, económica y cultural de sus estudiantes ni sus metas como profesionales; el aprendizaje se dificulta por la forma

en que se ejecuta la metodología educativa que es conservadora y tradicional, es vertical con procesos que no corresponden a esta época, en la que se debería utilizar el contenido científico de las corrientes pedagógicas contemporáneas que permitan desarrollar la capacidad y el interés de los estudiantes específicamente la asignatura de Física, en la cual existen vacíos y además de acuerdo al ideario común dice ser la más complicada; más esta asignatura existe desde la antigüedad, su inclusión académica en la universidad es muy trascendental porque está encaminada a incentivar al futuro profesional el mismo que requiere también cambio de actitud en el aprendizaje especialmente en la carrera de Ingeniería Eléctrica. Por lo expuesto ayudarnos de las corrientes pedagógicas contemporáneas permitirá proyectar la enseñanza con mayor acierto para su asimilación eficaz; al contrario la interpretación conflictiva se constituye en una gran dificultad para profesionales, porque solo visualizamos la teoría y no abordamos su práctica, pues ésta permitirá asimilar correctamente el contenido de la asignatura. El conocimiento y dominio profesional de Física es fundamental razón que obliga al docente a proporcionar al estudiante los conocimientos básicos, concretos y eficaces, acordes a los avances científicos y tecnológicos principalmente en el ciclo inicial, conocimientos que serán la base fundamental y el acceso secuencial para desarrollar su carrera. Finalmente la Física permite al ser humano entender la ciencia y su dinámica en el contexto del universo.

La responsabilidad de la Universidad con los estudiantes es de vital importancia, debe responder a sus necesidades y aspiraciones tanto personales como de conocimiento para alcanzar un nivel profesional garantizado y de competitividad en la sociedad. Concebida esta propuesta para enseñar la Física se puede visualizar que alcanzaría a desarrollar diferentes beneficios así:

UTILIDAD PRÁCTICA: Nueva concepción del proceso enseñanza aprendizaje con elementos tecnológicos para el reforzamiento de los conocimientos físicos y su futura aplicación en la vida misma.

UTILIDAD TEÓRICA: Nuevas corrientes pedagógicas que deben ser incorporadas en la cultura docente sinergiando los aprenderes y los saberes.

UTILIDAD METODOLÓGICA: El desarrollo de actividades conceptuales a través del ejercicio permanente teórico práctico en las diferentes situaciones como forma de solución a los problemas.

1.4 OBJETIVOS

1.4.1 GENERAL:

- Mejorar los procesos de Enseñanza Aprendizaje de la Física a través de las Corrientes Pedagógicas Contemporáneas en el primer ciclo de la carrera de Ingeniería Eléctrica de la Universidad Técnica de Cotopaxi.

1.4.2 ESPECÍFICOS:

- Determinar las fortalezas y debilidades de los procesos de aprendizaje de la Física según las corrientes pedagógicas contemporáneas.
- Diseñar una estrategia a través de un módulo para mejorar el procesos de aprendizaje de la Física en la carrera de Ingeniería Eléctrica de la Universidad técnica de Cotopaxi.
- Fundamentar aspectos teóricos de las corrientes pedagógicas contemporáneas para la enseñanza de la Física.

CAPITULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes

Motivada por la importancia de la temática a desarrollarse se investigó en diferentes fuentes se encontró que la ESPOL ha realizado estudios relacionados tales como:

El autor: Carlos Onofre Briones Galarza, sustenta: “Aprendizaje cognitivo con metacognición en la enseñanza de la electrostática”; concluyendo en que el Aprendizaje Cognitivo es una de las herramientas metodológica muy efectiva en el del campo educativo porque ayuda a mejorar la comprensión de la Física, los cuales exigen rigor en su estudio, tanto en la comprensión de los conceptos físicos como en la solución de problemas.

Francisca Angélica Flores Nicolalde estudia: “Como afectan la formulación de preguntas de integración y el aprendizaje cooperativo en el rendimiento de los estudiantes de física en la unidad de campo eléctrico” concluye: En base a los principales aportes que se han hecho en la educación sobre cómo mejorar el desempeño de los estudiantes, se planteó el uso de las Preguntas de Integración y el Aprendizaje Cooperativo en la unidad de Campo Eléctrico, como herramientas que ayudan a los estudiantes a aprender de manera significativa logrando en ellos un mejor rendimiento.

Dick Rolando Zambrano Salinas desarrolla: Preguntas y debate en una práctica de laboratorio de Física C la misma que deja como conclusión: Teniendo presente que a los estudiantes les cuesta formular preguntas en clase y además producen poca reflexión y pensamiento crítico, este estudio tuvo la finalidad de probar que las preguntas estructuradas tanto en el orden como en la pertinencia, así como el debate moderado por el profesor, contribuyen al mejoramiento del rendimiento académico.

Carlos Alberto Martínez Briones estudia: “Mejoramiento en la interpretación de los datos experimentales en los laboratorios de Física A, utilizando aprendizaje cooperativo y la técnica de la V Gowin” ultimando en: En las clases introductorias a la realización de las prácticas, se observó que hubo muchos estudiantes que no tenían la idea de cómo expresar correctamente una medición, como también se observó

muchas falencias en la graficación de los datos experimentales y más aún en el porqué de los datos.

Fredis Franco Pesantez: “Diseño de un material educativo computarizado utilizando la teoría de aprendizaje colaborativo en la enseñanza de cinemática de una partícula en una dimensión”. Inquiere: En cuanto a la aplicación del Material Educativo Computarizado, todos los estudiantes mostraron una preferencia hacia las puntuaciones más altas del cuestionario sin embargo un número pequeño de estudiantes se inclinaron hacia las puntuaciones más bajas.

Mayken Stalin Espinoza Andaluz investiga: “Diseño e implementación de una práctica de laboratorio de Física correspondiente a colisiones en una dimensión usando un Material educativo computarizado de data studio” cuyo epílogo es: Podemos concluir además que los estudiantes que obtuvieron las menores calificaciones en las prueba de entrada lograron una ganancia mayor en comparación con la ganancia de la muestra. Esto es el punto de partida para realizar investigaciones respecto a que sería mejor en cuanto al rendimiento del grupo en general, que los que obtuvieron altas calificaciones en la prueba de entrada alcancen las mayores ganancias o que el grupo de menores calificaciones alcance mayores ganancias.

Franklin Almagro Parra Ortega, indaga: “Sistema tutorial inteligente”; cuya conclusión es: Al incrementarse el nivel de motivación del alumno, el nivel del aprendizaje también se ve incrementado ya que guardan una relación directa, esto afecta positivamente sobre los mecanismos de retención de la información (memoria de largo plazo), los de transferencia del conocimiento y sobre todo los que involucran el desempeño del alumno.

Ronald Humberto Rovira Jurado, Indaga: Diseño de una red neuronal para la evaluación del aprendizaje de campo magnético mediante la utilización de la instrucción por pares; que especifica: Además de acuerdo a este estudio se demostró que una red neuronal artificial puede ser aplicada para la predicción de los resultados del rendimiento de los estudiantes o de la estrategia de enseñanza.

En la Universidad Técnica de Ambato, Janeth Catalina Mora Oleas, analiza: “La incidencia de las habilidades cognitivas en el aprendizaje de física, en los estudiantes del cuarto ciclo de la carrera de Matemáticas y Física de la Facultad de Filosofía, Letras y Ciencias de la Educación de la Universidad de Cuenca, período marzo - julio de 2010” señalando que: El aprendizaje actitudinal, es limitado en lo relacionado con la constancia para superar las dificultades que se enfrentan los estudiantes en el proceso de aprendizaje de la física, que contrasta con un desarrollo apreciable del 63% en lo

relacionado con la actitud de responsabilidad, respeto y protección de los recursos naturales que los rodean.

Luego de revisar documentos en la Carrera De Ingeniería Eléctrica de la Universidad Técnica de Cotopaxi, no se constata trabajo similar a la propuesta en el área de ciencias especialmente en la asignatura de Física en el primer semestre de la mencionada carrera para mejorar el PEA. Se puede visualizar que el conocimiento de la Física no es significativo entre los estudiantes universitarios, por lo que se hace necesario profundizar y reforzar el pensum de estudio aplicando los contenidos de las corrientes pedagógicas contemporáneas tendiendo a alcanzar conocimientos significativos en los estudiantes de niveles posteriores que posibiliten la realización de prácticas reales en el laboratorio; esta forma de trabajo garantizaría la no deserción y la pérdidas de semestre; coadyuvando de esta manera en el sector estudiantil a alcanzar los objetivos planteados.

2.2 FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

Corrientes pedagógicas contemporáneas

Durante los últimos años, la escuela y sus principales actores se han visto irremediablemente involucrados en una serie de críticas pedagógicas, sociales, políticas, culturales y administrativas que para beneficio de todos han reorientado la actividad formadora de docentes, estudiantes y padres de familia. Si bien, hoy nos queda claro que las fallas de la escuela van desde el autoritarismo, el centralismo y la idea errónea de que su principal función es transmitir conocimientos, preguntas y respuestas correctas, más que asegurar la comprensión y aplicación o uso activo del conocimiento, también es cierto que discretamente ha crecido de modo desmedido una tendencia de los educadores a sobrevalorar el fenómeno del aprendizaje; ello ha provocado una serie de problemáticas, tanto en la actualización de los recursos docentes, como en la metodología didáctica a implementar en las aulas escolares. El concepto de aprendizaje se genera desde la raíz del ideal educativo, lo obvio necesita ser reiterado: No puede haber educación sin aprendizaje. Aprendizaje es la condición necesaria, tal vez no suficiente, de todo proceso educativo.

Dada la abundante producción pedagógica actual, la conformación y delimitación de las corrientes pedagógicas contemporáneas, resulta urgente incorporarlas al discurso y práctica de los educadores. Tal hecho, permitirá la construcción de un dominio autónomo para la pedagogía, que la dote de un conjunto coherente de planteamientos

desde donde se explique en forma sistemática, los procesos de información, enseñanza, aprendizaje y educación. En este sentido, y siguiendo la tradición socrática que sugiere definir los términos involucrados antes de iniciar cualquier discusión, que funcione como un marco referencial básico no con el propósito de rastrear su desarrollo o de analizar detalladamente los principales conceptos del saber pedagógico que ahora nos interesa interpretar y no meramente definir, sino para identificar el o los paradigmas que los sustentan actualmente o que los sustentaron en su momento, es decir tener bien claras las cuestiones esenciales de las corrientes pedagógicas contemporáneas, tales como por ejemplo; ¿cuáles son los fundamentos filosóficos, epistemológicos y psicológicos que las sostienen?, ¿qué tipo de interrelaciones establecen?, ¿por qué apoyarnos en uno u otro paradigma?, ¿bajo qué criterios un paradigma se considera tradicional o caduco?, y ¿qué factores han constatado la ineficiencia o caducidad del anterior modelo?.

Ahora bien, con la pretensión de rediseñar las prácticas pedagógicas y la naturaleza del proceso enseñanza - aprendizaje, se han fortalecido enérgicamente varias tendencias contemporáneas del área pedagógica. Estas son consideradas por **Contreras y Cols, (1996)** como: **"Los campos, corrientes o discursos que expresan, a nuestro entender, líneas de fuerza en el pensamiento y/o en la práctica educativa" (p. 10)**. Es decir. Las corrientes pedagógicas contemporáneas se refieren a las teorías que se caracterizan por tener una línea del pensamiento e investigación definida sobre la cual se realizan aportes permanentemente, y que les dan coherencia, solidez y presencia en el tiempo a las definiciones que la constituyen. Estas corrientes describen, explican, conducen y permiten la comprensión de lo pedagógico ante las exigencias del contexto social de la educación, constituyen los discursos actuales, sobre el problema de la formación del hombre, como centro de la acción pedagógica. La formación, según la perspectiva de **Flórez (1994)**, **"es el proceso de humanización que va caracterizando el desarrollo individual, según las propias posibilidades; la formación es la misión de la educación y de la enseñanza, facilitar la realización personal, cualificar lo que cada uno tiene de humano y personal, potenciarse como ser racional, autónomo y solidario" (p. 108)**.

Las corrientes pedagógicas contemporáneas responden al reclamo social de una formación que permita a los sujetos resolver problemas de diferente índole de forma autónoma, esto significa, poder enfrentar la búsqueda de soluciones, encontrar una

respuesta y tener algún control sobre ésta, dado que en la mayoría de los casos, los problemas que se presentan implican encontrar respuestas nuevas a preguntas también nuevas. Por ejemplo, en la educación tradicional, las viejas soluciones responden de manera simplista o mecánica a las demandas sociales: a mayor número de solicitudes de ingreso de estudiantes, más instalaciones construidas y, por ende, más burocracia. Con esta lógica se sigue reproduciendo un modelo que ha mostrado su insuficiencia al concebir la enseñanza.

Los paradigmas educativos no han tenido un desarrollo sencillo, de hecho su tránsito entre los actores educativos ha sido en cierto sentido tortuoso siempre presentes en el campo pedagógico. Por una parte, se encuentran las instituciones escolares, que siguen observando hacia el pasado como defensoras de las tradiciones, y por otra, surgen precisamente estas corrientes innovadoras en diversos campos, direcciones y visiones, no obstante las prácticas y la investigación educativa no necesariamente avanzan a la par.

Las repercusiones de las corrientes pedagógicas contemporáneas van más allá de lo convencional, quizás su mayor aporte, y a riesgo de cometer una sobre simplificación, es considerar ¿si la educación debe dedicarse a transmitir los saberes científicos establecidos?, o bien ¿debe preocuparse por desarrollar una nueva forma de concebir y representar el mundo, más allá de la forma en que inicialmente los alumnos lo ven?

Tenemos ahora una nueva cultura pedagógica, un nuevo consenso en torno a la idea superada en el sentido de una pedagogía de corte burocrática, instrumental, procedimental y meramente técnica o simplemente didáctica. Se han abierto otras nuevas formas de pensar referente a la pedagogía. Nos hemos contagiado de postmodernidad y hemos asumido el reto de pensar en la pedagogía desde la pedagogía, La bienvenida de las corrientes pedagógicas contemporáneas han obtenido un acertado recibimiento, en tanto no se hace un planteamiento crítico o se fomenta la investigación pedagógica autónoma a esta recepción inicial. Ahora bien, respecto a las principales corrientes pedagógicas contemporáneas, iniciemos su descripción básica y brevemente.

I. El paradigma de “La escuela nueva”

La llamada “Escuela Nueva” fue un movimiento pedagógico heterogéneo iniciado a finales del siglo XIX. La escuela nueva, llamada también escuela activa, surge como

una reacción a la escuela tradicional y a las relaciones sociales que imperaban en la época de ésta. Se constituye en una verdadera corriente pedagógica, en una propuesta educativa de nuevo perfil, quizás cuando al finalizar la primera guerra mundial, la educación fue nuevamente considerada esperanza de paz. Pese a que sus orígenes son más remotos, el movimiento encontró su mayor auge en tiempos bélicos, por lo que su ánimo renovador de la enseñanza es característico, además de fundamentar gran parte de sus planteamientos en la psicología del desarrollo infantil. Para algunos estudiosos llegó a ser como una revolución copernicana en la educación. **En la opinión de Ferriere (1982) los pedagogos de la escuela nueva fueron poseídos por un ardiente deseo de paz y volvieron a ver en la educación el medio más idóneo para fomentar la comprensión entre los hombres y entre las naciones, la solidaridad humana; desarrollar el amor fraternal sin importar diferencias de nacionalidad, de tipo étnico o cultural; que el impulso de vida se impusiera por fin sobre el instinto de muerte; que se pudieran resolver de manera pacífica los conflictos entre las naciones y entre los grupos sociales. De esta manera, la nueva educación tendría que ser capaz de formar a los individuos para la paz, la comprensión y la solidaridad.**

Según el movimiento de la Escuela Nueva era importante denunciar y modificar los vicios de la educación tradicional: pasividad, intelectualismo, superficialidad, enciclopedismo, verbalismo con el propósito de definir un nuevo rol a los diferentes participantes del proceso educativo. Así pues, tenemos que la noción de niño en este modelo debe estar basado en planteamientos del desarrollo, y el acto educativo debe tratar a cada uno según sus aptitudes. No hay aprendizaje efectivo que no parta de alguna necesidad o interés del niño, ese interés debe ser considerado el punto de partida para la educación. Respecto a la relación maestro – alumno se transita de una relación de poder-sumisión que se da en la escuela tradicional a un vínculo marcado por una relación de afecto y camaradería. Es más importante la forma de conducirse del maestro que la palabra. El maestro será pues un auxiliar del libre y espontáneo desarrollo del niño. La autodisciplina es un elemento que se incorpora en esta nueva relación, el maestro cede el poder a sus alumnos para colocarlos en posición funcional de autogobierno que los lleve a comprender la necesidad de elaborar y observar reglas.

En este sentido, si se considera el interés como punto de partida para la educación, es innecesaria la idea de un programa impuesto. La función del educador será descubrir

las necesidades o el interés de sus alumnos y los objetos que son capaces de satisfacerlos. Están convencidos de que las experiencias de la vida cotidiana son más capaces de despertar el interés que las lecciones proporcionadas por los libros. Se trata de hacer penetrar la escuela plenamente en la vida; la naturaleza, la vida del mundo, los hombres, los acontecimientos serán los nuevos contenidos. En consecuencia, si hay un cambio en los contenidos, debe darse también un cambio en la forma de transmitirlos, así que se introdujeron una serie de actividades libres para desarrollar la imaginación, el espíritu de iniciativa, y la creatividad. No se trataba sólo de que el niño asimilara lo conocido sino que se iniciara en el proceso de conocer a través de la búsqueda, respetando su individualidad.

A pesar de que sus principales representantes mantenían diferencias sustantivas, tanto en sus concepciones sobre la educación, sobre el niño, sobre la naturaleza social de la institución escolar, como en el contexto político y sociológico en que se desarrollaron cada una de las escuelas pertenecientes al movimiento, existen correspondencias significativas entre ellos. **Entre los representantes más destacados de esta nueva corriente pedagógica se encuentran: Rousseau, Pestalozzi, Tolstoi, Dewey, Montessori, Ferrieri, Cousinet, Freinet, Piaget. Claparede y Decroly (Palacios, 1999).**

II. El paradigma de “La pedagogía liberadora”

Respecto a la pedagogía liberadora resulta una obligación ineludible comentar que fue en los años setenta cuando el pedagogo Paulo Reglus Neves Freire, conocido mundialmente como Paulo Freire, marca un avance cualitativo en las ciencias de la educación al proponer una nueva mirada sobre cómo trabaja la cultura dominante para legitimar ciertas relaciones sociales. La propuesta liberadora parte de una mirada dialéctica de la cultura, según la cual, ésta no solo contiene una forma de dominación, sino además las bases para que los oprimidos puedan interpretar la realidad y transformarla según sus propios intereses. Los fundamentos de su propuesta pedagógica se basan en que el proceso educativo ha de estar centrado en el entorno de los alumnos. Freire supone que los educandos tienen que entender su propia realidad como parte de su actividad de aprendizaje. **No basta con suponer, por ejemplo, que un estudiante sabe leer la frase “Mario ha sembrado frijol en el campo”. El estudiante debe aprender a “Mario” en su contexto social, descubrir quién ha trabajado para producir la siembra y quién se ha beneficiado de este**

trabajo. Ese “sistema” le valió el exilio en 1964, tras haber pasado setenta y cinco días en prisión, acusado de ser un revolucionario y un ignorante. Su publicación más conocida; Pedagogía del oprimido (1999), está dedicada a los que trabajan la tierra y a los que se identifican con los pobres, sufren con ellos y luchan por ellos.

Para tales fines, Freire tuvo que recurrir a ciertas nociones básicas y hasta entonces escasamente utilizadas en el lenguaje de la pedagogía, como es el caso del poder, la deshumanización, concientización, ideología, emancipación, oprimido, opresor, dialogicidad. antialogicidad, concepción bancaria de la educación, educación problematizadora, radicalización, sociedad cerrada, sociedad en transición, democratización, conciencia intransitiva, conciencia ingenua o mágica, conciencia crítica, educación liberadora, alfabetización y otros muchos que han contribuido a criticar los mecanismos más usualmente utilizados en política de alfabetización, en tanto reducen los procesos de lectura, escritura y pensamiento a meras técnicas alienantes que no solo ignoran la cultura del oprimido, sino que además contribuyen a fortalecer las ideologías dominantes. En tal sentido, numerosas experiencias populares de educación en todo el mundo han basado su método en los aportes de Freire. De todos los términos mencionados anteriormente valdría la pena recuperar al menos cuatro de su principal obra: Pedagogía del oprimido, que orientan y clarifican el análisis de la corriente pedagógica liberadora de Freire que, sin duda, se constituye como entre los últimos pedagogos que han analizado la problemática educativa desde un punto de vista integral. Estos conceptos son:

- a. Deshumanización: Freire señala la “deshumanización” como consecuencia de la opresión. Esta, afecta no solamente a los oprimidos sino también a aquellos que oprimen.
- b. Educación Bancaria: En la educación bancaria la contradicción es mantenida y estimulada ya que no existe liberación superadora posible. El educando, sólo un objeto en el proceso, padece pasivamente la acción de su educador, el saber es como un depósito.
- c. Educación Problematizadora: La propuesta de Freire niega el sistema unidireccional propuesto por la “Educación bancaria” ya que da existencia a una comunicación de ida y vuelta constituyéndose un diálogo liberador.

- d. La dialogicidad: El diálogo es este encuentro de los hombres, mediatizados por el mundo, para pronunciarlo no agotándose, por lo tanto, en la mera relación yo-tú, es la esencia de la educación como práctica de libertad.

El contexto histórico en donde se desarrolla esta corriente pedagógica contemporánea está matizado por las ideas nuevas y revolucionarias que surgen en América Latina en los años sesentas, además es interesante indagar sobre la formación personal de Freire, quién por una parte, da cuenta de su formación católica combinada con el lenguaje liberacionista proveniente de las corrientes progresistas del catolicismo, y, por otra, utiliza elementos de la dialéctica marxista que le permiten el uso de un patrón de visión y comprensión de la historia. No obstante, su enfoque también se nutre de otras corrientes filosóficas, como la fenomenología, el existencialismo, y el hegelianismo.

En el período en que Freire escribe, contempla los traumas y dificultades por los que atraviesa la gran mayoría de los campesinos del norte de Brasil, producto de una educación alienante que lleva al pueblo a vivir su condición de miseria y explotación con una gran pasividad y silencio. Ante esta realidad, Freire plantea que el hombre debe ser partícipe de la transformación del mundo por medio de una nueva educación que le ayude a ser crítico de su realidad y lo lleve a valorar su vivencia como algo lleno de valor real.

Con respecto a la corriente liberadora, ésta se constituye como un método de cultura popular cuya finalidad inmediata es la alfabetización, y en su dimensión más amplia como la educación entendida como práctica de la libertad, en donde se busca transformar el proceso educativo en una práctica del quehacer del educando. No obstante, la radicalidad democrática de sus postulados ha desenmascarado también la distancia que todavía existe entre la concepción teórica y la praxis diaria que tiene lugar en nuestras salas de clase. La obra de Paulo Freire surge, pues, como toma de conciencia de las fuerzas socioculturales de su época y como intento explícito por indagar, desde el campo pedagógico, sobre las causas que frenaban la transformación de su sociedad. **Freire (1999) partía de un presupuesto fundamental: “No pienso auténticamente si los otros tampoco piensan. Simplemente, no puedo pensar por los otros ni para los otros, ni sin los otros. La investigación del pensar del pueblo no puede ser hecha sin el pueblo, sino con él, como sujeto de su pensar” (p. 120).** Al centrar su atención en los sistemas educativos, descubre que el elemento común que los caracteriza es que se trata de una educación para la domesticación. Es

decir, el educando no es el sujeto de su educación. La caracterización que logra Freire (1998) de los sistemas de educación de su época suena por desgracia todavía muy familiar en nuestros días: **“La educación se torna un acto de depositar, en que los educandos son depositarios y el educador el depositante. En lugar de comunicarse, el educador hace comunicados y depósitos que los educandos, meras incidencias u objetos, reciben pacientemente, memorizan y repiten. He ahí la concepción bancaria de la educación, en la que el único margen de acción que se ofrece a los educandos es el de recibir los depósitos, guardarlos y archivarlos”** (p. 63).

Finalmente, en esta corriente pedagógica se hace patente la deuda que tenemos con Freire en el sentido de haber concebido y experimentado un sistema de educación, así como una filosofía educativa, que se centró en las posibilidades humanas de creatividad y libertad en medio de estructuras político-económicas y culturales opresivas. Su objetivo es descubrir y aplicar soluciones liberadoras por medio de la interacción y la transformación social, gracias al proceso de concientización.

III. El paradigma del “Enfoque cognitivo”

En los últimos 30 años, las tendencias cognitivas en su conjunto han contribuido a un entendimiento multidisciplinario de la mente y de la cognición en general. Su diversidad teórica y metodológica ha sido un punto fundamental para enriquecer los avances abarcando estudios que van desde una célula nerviosa, hasta una red neuronal; desde un individuo hasta los grupos sociales, en donde el lenguaje, la organización social y la cultura juegan roles fundamentales. A mediados de los años cincuenta, un conjunto de investigadores de distintas disciplinas (filósofos, lingüistas, psicólogos, computólogos, antropólogos, sociólogos y neurocientíficos) descubrieron que tenían un interés común en un conjunto de premisas encaminadas todas hacia la interpretación del funcionamiento del cerebro: ¿cuál es la naturaleza de la inteligencia? ¿Qué mecanismos biológicos y computacionales apoyan esta actividad? ¿Cuál es el rol del medio ambiente -cultural, físico y social- en el proceso de adquisición de conocimiento? ¿Cuál es el papel del aprendizaje, la adaptación y el desarrollo en el desarrollo del comportamiento cognitivo? La forma más adecuada de responder a todas las interrogantes fue a través de investigaciones multidisciplinarias e integradoras en donde se tendieran puentes entre distintos puntos de vista y se generaran nuevos paradigmas. Según **Thagard (1996) los estudios actuales se han**

centrado en el entendimiento de las representaciones mentales asociándolos con procedimientos computacionales (CRUM= Computacional Representational Understanding of Mind).

Continuando con la descripción del marco histórico particular de la corriente pedagógica es importante señalar que el slogan común y tarjeta de presentación de este paradigma es la denominada **“La Revolución Cognitiva”**. **Sin embargo, más que una revolución, fue un rescate de la idea de procesos mentales complejos que William James había tratado de explicar medio siglo antes (Bruner, 1956)**. Lo que había dominado la investigación del aprendizaje hasta ese momento -la conexión estímulo-respuesta, las sílabas sinsentido, la rata y la paloma- dejó de ser importante para tomar temas de investigación que trataban de descifrar lo que ocurría en la mente del sujeto entre el estímulo y respuesta. La actividad mental de la cognición humana era de nuevo respetable en el campo de la psicología y digno de estudio científico.

Desde otro punto de vista el cognitivismo intentó oponerse al conductismo, más que revivir las ideas funcionalistas. No era simplemente un rechazo del conductismo sino una integración de este en un nuevo esquema teórico de referencia. Las reglas de reforzamiento fueron puestas dentro de la mente del individuo y se les llamó reglas de representación simbólica de un problema. El comportamiento visible del organismo en sus procesos de aprendizaje fue reemplazados por procesos internos de pensamiento llamados en forma genérica resolución de un problema. En términos filosóficos el cognitivismo cambió el énfasis empírico por un énfasis racionalista. Sin embargo, el cognitivismo reclamaba también su estatus científico y su aspecto experimental, se extendió hacia el estudio de problemas que no podían ser observados visual o externamente como depósito de información en la memoria, representación del conocimiento, metacognición y otros.

El desarrollo de la tecnología creó otro pilar de apoyo a las nuevas teorías cognitivas. La computadora creó un asombroso modelo de funcionamiento mental que eventualmente habría de ser rechazado en las teorías sociohistóricas. En efecto la computadora podía recibir y organizar información, operar con ella, transformarla y hasta resolver cierto tipo de problemas. Esto era para muchos el principio del estudio de la cognición humana teniendo un modelo concreto que solo necesitaba ser mejorado en sus capacidades y funciones para lograr una fiel réplica del aprendizaje humano. Eventualmente esta analogía no pudo sostener el peso de tan ambiciosa

tarea y la computadora representa hoy en día un extraordinario instrumento de ayuda a la cognición humana más que una réplica de este. Aunque expertos en el campo de la computación pregonan que el potencial de la computadora es mayor que el del cerebro humano y que eventualmente incluirá todo aquello que es humano y mucho más.

Los inicios del cognitivismo como corriente pedagógica contemporánea pueden situarse en los trabajos de **Jean Piaget (En Ginsburg, 1977) quién propuso una teoría racionalista frente a las tesis empiristas de la tabula rasa**. En otras palabras, el conocimiento era una interpretación activa de los datos de la experiencia por medio de unas estructuras o esquemas previos. Consideró estas estructuras no como algo fijo e invariable, sino como algo que evolucionaba a partir de las funciones básicas de la asimilación y la acomodación. La filosofía racionalista, la biología evolucionista y el pragmatismo funcionalista, constituyen las principales coordenadas de su pensamiento. Este diluvio de ideas nuevas continuó desatándose gracias a las capacidades analíticas de otra gran figura intelectual del siglo XX, Noam Chomsky. Como lingüista, Chomsky trató de entender el aprendizaje de una lengua en términos de los postulados conductistas y se encontró continuamente con contradicciones teóricas. En sus propias palabras **Chomsky (1975, p. 30) explica esto con precisión: "Si un conductista acepta las definiciones generales de caracterización de un evento físico impactando un organismo como estímulo y cualquier parte de este organismo como respuesta, es necesario concluir que la mayor parte de este comportamiento del organismo no está regido por las leyes conductistas. Si se aceptan definiciones menos generales de comportamiento se puede decir que está regido por leyes, pero de alcance mucho más limitado ya que la mayor parte de lo que el organismo hace simplemente no ha de ser considerado comportamiento. De aquí que el conductista tenga que admitir que el comportamiento no es regido por leyes o debe restringir su atención a aquellos aspectos más limitados en los que sus leyes aplican. Skinner no adopta consistentemente ninguna de estas posiciones. Él utiliza resultados experimentales como evidencia de las características científicas de sus postulados y predicciones analógicas (formuladas en términos de metáforas de su vocabulario de laboratorio) como evidencia de su alcance"**.

En otras palabras Chomsky decía que el conductismo hacía análisis científicos de situaciones extremadamente simples y de ahí explicaba situaciones complejas (con

su vocabulario de laboratorio) que nunca podía probar experimentalmente. El lenguaje era un ejemplo de ello. Es posible enseñar a un loro a repetir ciertas palabras, no es posible enseñar a un ser humano a escribir cada una de sus palabras de la forma que él o ella escribe. Tiene que haber una contribución interna, elaboración, construcción, estructuración o cualquier término que indique este acto interno y personal que llamamos en forma general pensamiento.

Al mismo tiempo que Chomsky lanzaba sus devastadoras críticas al conductismo como Lingüista, Bruner tomaba una posición igualmente crítica como psicólogo con estudios que directamente aplicaban a la educación. Otro teórico que nutrió el comienzo del cognitivismo fue **Herbert Simón (1976), quién siendo uno de los pioneros del campo de la inteligencia artificial, trato de formalizar los modelos cognitivos de resolución de problemas por medio de simulación en la computadora. Su pregunta clave fue siempre qué clase de representación de un problema hace una persona cuando resuelve problemas y cuáles son las diferencias representacionales entre un experto y un aprendiz.** Su conclusión más importante fue que la resolución de problemas en la mente humana era simulación y prueba de hipótesis que permitieran alcanzar ciertas metas. En términos fundamentales no había diferencia entre la resolución de problemas de una rata en un laberinto y un humano en el laboratorio. Los dos lograban sus metas por medio del método de prueba y error.

Las implicaciones educativas del cognitivismo son impactantes, particularmente en cuanto a sus aplicaciones inmediatas en el aula escolar, en la solución de problemas, en los procesos de metacognición, en el pensamiento creativo, en cuanto a los estilos y dimensiones de aprendizaje, en los diseños instruccionales, en el planteamiento de escuelas inteligentes, en la aparición de los nuevos enfoques para enseñar a pensar y él en el desarrollo de habilidades de pensamiento entre otros muchos aportes, lo cual deja claro que la corriente cognitiva está lejos de ser un cuerpo de conocimientos terminado y completo. Por ser una área de conocimiento relativamente nueva, día con día se siguen generando avances sobre el pensamiento humano a través del uso del método experimental.

IV. El paradigma del “Enfoque constructivista”

Recientemente hemos estado observando cómo un vocablo aparece, cada vez con más frecuencia en el discurso de los educadores. Esta corriente pedagógica

contemporánea denominada constructivismo, es ofrecida como un nuevo paradigma educativo. La idea subyacente de manera muy sintética, es que, ahora, el estudiante no es visto como un ente pasivo sino, al contrario, como un ente activo, responsable de su propio aprendizaje, el cual él debe construir por sí mismo. Como todo aquello que se divulga con la intención de que sea masivamente consumido, se corre el riesgo de usar la expresión constructivismo de manera superficial y no considerar las implicaciones ontológicas, epistemológicas y metodológicas que derivarían de sustentar un diseño del proceso enseñanza-aprendizaje sobre bases constructivistas. **Al respecto, Eggen y Kauchak (En Gonzáles y Flores, 1998) indican que las discusiones sobre la mejor manera de enseñar han absorbido las energías de los educadores desde el comienzo de la educación formal;** existiendo diversas controversias y disputas al intentar responder esta pregunta. En la actualidad, existe la creencia, en muchos profesores, de que el modelo constructivista es el remedio para los problemas de la educación.

De acuerdo a las ideas constructivistas en educación todo aprendizaje debe empezar en ideas a priori. No importa cuán equivocadas o cuán correctas estas intuiciones de los alumnos sean. Las ideas a priori son el material que el maestro necesita para crear más conocimiento. No obstante, no debe olvidarse que en todo acto de enseñar estamos imponiendo una estructura de conocimiento al alumno, no importa cuán velada esta imposición se haga. Como maestros podemos ser gentiles, pacientes, respetuosos y cordiales en nuestra exposición y aun así estamos imponiendo una estructura de conocimiento. Si enseñamos, por ejemplo, la teoría sociohistórica de Vygotsky, imponemos una serie de conceptos que el alumno no tendrá la oportunidad de validar por sí mismo a no ser que se convierta en el facilitador de un grupo. La imposición de estructuras de conocimiento no es lo que hace un mal maestro. Un mal maestro es aquél que impone nuevo conocimiento en forma separada de lo que el alumno ya sabe y de ahí crea simplemente aprendizaje reproductivo en los educandos y los priva del uso completo de su capacidad cognitiva más importante; aquella de transformar su propio conocimiento.

El constructivismo es primeramente una epistemología, es decir una teoría de cómo los humanos aprenden a resolver los problemas y dilemas que su medio ambiente les presenta, es una teoría que intenta explicar cuál es la naturaleza del conocimiento humano, es decir es simplemente una teoría de cómo ponemos conocimiento en nuestras cabezas. El constructivismo asume que nada viene de nada. Es decir que

conocimiento previo da nacimiento a conocimiento nuevo. La palabra conocimiento en este caso tiene una connotación muy general. Este término incluye todo aquello con lo que el individuo ha estado en contacto y se ha asimilado dentro de él, no solo conocimiento formal o académico. De esta manera, creencias, prejuicios, lógicas torcidas y piezas de información meramente atadas a la memoria por asociación y repetición, son tan importantes en el juego del aprendizaje como el conocimiento más puro y más estructurado que pudiéramos pensar.

En el corazón de la teoría constructivista yace la idea de que el individuo construye su conocimiento. ¿Con qué lo construye? Pues con lo que tenga a su disposición en términos de creencias y conocimiento formal. Así como el buen arquitecto levanta con piedra y lodo bellas construcciones, así el buen aprendiz levanta bellas cogniciones teniendo como materia prima su conocimiento previo (prejuicios y creencias incluidos). Nuestras construcciones mentales son fundamentalmente una creación de reglas, modelos, esquemas, generalizaciones o hipótesis que nos permitan predecir con cierta precisión que va a pasar en el futuro. Hacemos, por ejemplo, construcciones mentales de la personalidad de aquellos que nos rodean y frecuentemente estamos cambiando estas construcciones adaptándolas a lo que vamos viendo en esas personas.

El constructivismo, en un plano más humilde, vino al mundo para hacernos ver que nuestro conocimiento es construido imperfectamente desde bloques que solo pueden catalogarse como reflejos o creencias. En el constructivismo no hay ideas “puras”. La cognición humana no es el edificio perfecto de ideas básicas que se combinan con lógica impecable para formar ideas más complejas. Todo lo que pasa en nuestras cabezas es en esencia un mundo personal que sorpresivamente se adapta al mundo exterior. Todo lo que se genera en la cognición humana es producto de una combinación de sentimientos, prejuicios y juicios, procesos inductivos y deductivos, esquemas y asociaciones, representaciones mentales que juntos nos dan elementos para resolver nuestros problemas. Este juntar es construir estructuras de significado y la manera de 'juntar' es altamente personal, algo que realmente no se puede enseñar sino que se tiene que dejar al individuo a que lo construya y una vez que ha construido monitorear si esta clase de construcción tiene paralelo en el mundo real.

El constructivismo como corriente pedagógica es revolucionaria por que le roba el aura de misterio que rodeaba a todo maestro como baluarte de la verdad, mensajero de la idea o veneros de verdad. El constructivismo parece decir a los maestros todo lo

opuesto: En efecto este concepto está cambiando nuestra visión del proceso enseñanza aprendizaje y no de manera sorpresiva desde un punto de vista histórico. El constructivismo aparece como metáfora del conocimiento en un mundo donde la explosión del conocimiento rebasa con mucho la capacidad del cerebro humano. El maestro tiene que humildemente tomar su lugar de sargento en la batalla del conocimiento y dejar vacío el lugar del general. Hombro con hombro hay que ir con los alumnos al campo de batalla y humildemente reconocer que el docente está expuesto a los mismos peligros que los alumnos en el campo del error, la diferencia es que, como todo sargento, simplemente ha peleado más batallas.

Para el alumno el constructivismo viene a corroborar lo que prácticamente ha conocido desde siempre pero no era algo fácil de revelar o hacer explícito en un ámbito donde la autoridad del maestro era indiscutible. El constructivismo es un grito de batalla para que el alumno deje su papel sumiso de receptor de conocimiento y adquiera responsabilidad en su propia formación intelectual. Es un reto abierto a la supuesta autoridad del maestro y una aceptación tácita de que en el mundo de las ideas solo se reconoce la autoridad del conocimiento. Esto no es nuevo por supuesto. Los griegos fueron tan constructivistas como cualquier científico, artista o político de este siglo e igual lo fueron los hombres y mujeres del Renacimiento. Lo que es nuevo, maravillosamente nuevo, es que el elitismo del pensamiento se está perdiendo.

Se piensa mucho en la libertad del individuo para construir su propio conocimiento, y esto suena melodioso a los oídos postmodernistas. Es cierto que construimos nuestro propio conocimiento pero no en esa libertad completa que la imagen casi publicitaria del constructivismo alguna vez conlleva. Construimos destruyendo, cambiando y acomodando aquellas estructuras de conocimiento que se nos han impuesto en nuestras actividades de aprendizaje. No construimos de la nada, construimos con los fragmentos de aquello que nos fue impuesto. Todo aprendiz tiene que destruir para construir, pero no destruye como quiere, este es un punto muy importante, destruye las estructuras que le han dado. Aquí el maestro tiene una misión que es tan difícil como es sublime... tiene que fomentar el análisis crítico de las ideas con el mismo fervor que las construye y las impone en los alumnos.

El constructivismo ha tomado la mente de todos los educadores actuales. En todas partes se hacen manifiestos constructivistas muchas veces sin entender del todo el compromiso docente que este concepto implica. Este concepto ha ocupado las mentes

pedagógicas más brillantes del planeta como Bruner, Freire, Piaget y Vygotsky, las cuales fervientes y metódicas se adhieren con determinación al concepto. El constructivismo parece ser la culminación de una serie de ideas pedagógicas muy anheladas que se han presentado en la historia de la humanidad y que, con apoyo de la filosofía y los desarrollos de la psicología cognitiva, le han dado un estatus incomparable en la vida profesional de millones de maestros. Este acuerdo de pensamientos, ya que no es realmente un acuerdo en la práctica, alrededor de un concepto educativo es un fenómeno sin precedentes en la historia de nuestra profesión de maestros.

V. El paradigma de “La teoría socio histórica”

¿Cuál es la esencia de los planteamientos de la teoría socio-histórica y de su más respetado representante Lev Semionovich Vygotsky? La respuesta creo podría encontrarse en la célebre línea del Poeta **John Donne (1991, p. 58): “No man is an island, entire of itself, everyone is a part of the continent a piece of the main”**: En efecto ninguno de nosotros somos islas autosuficientes en el océano social. Dependemos de aquel otro generalizado para nuestro desarrollo físico, mental y espiritual. El conocimiento y el aprendizaje no están localizados en los recovecos neurales de la corteza cerebral sino en los encuentros sociales que incansablemente enriquecen, atemorizan, oprimen y liberan nuestra existencia.

Se ha atacado a la teoría socio-histórica de Vygotsky como un conductismo social en el cual la mente y autodeterminación del individuo sí bien existen, son insignificantes frente al monstruo que es la sociedad. Los estímulos que vienen de la sociedad, las respuestas y hábitos generados en el individuo son predecibles con una asombrosa precisión estadística. La ciencia de la publicidad y la propaganda se encargan de dar una ilustración perfecta de este supuesto conductismo social.

Sin temor a cometer un error fácilmente, puede considerarse que ningún pensador ha dado más fundamento teórico a nuestra profesión pedagógica como lo ha hecho Vygotsky. La educación más que ser un derivado de la psicología educativa como ha sido hasta ahora, muy pronto ha de ocupar un lugar independiente en las ciencias sociales como la antropología, la sociología y la psicología. En un futuro tal vez lejano aquel que tienen como función estudiar la enseñanza y el aprendizaje no serán llamados maestros sino educólogos. Si el psicólogo ha de hablar de la mente, el educólogo ha de hablar de la mente y de la sociedad como unión inseparable.

El cognitivismo descrito con anterioridad, aun con todas sus virtudes y descubrimientos en la estructura de la mente, la memoria, la representación mental y la psicolingüística siempre padeció de una gran limitación. Todos sus resultados fueron obtenidos observando a los sujetos en situaciones ideales de laboratorio. Cuando toda esta revolución cognitiva estaba sucediendo, educadores, sociólogos y antropólogos se preocupaban con problemas de aprendizaje en el mundo real de las fábricas, las oficinas y las escuelas de Norteamérica. Observaban que, por ejemplo, los niños hispanos en los Estados Unidos se comportaban inteligentemente en un ambiente hispano pero parecían casi retrasados mentales en el ámbito escolar típicamente anglo de Norteamérica. Los niños negros consistentemente obtenían puntajes bajos en exámenes de inteligencia, hasta que un psicólogo negro elaboró un examen de inteligencia culturalmente sesgado con expresiones particulares de la cultura negra, y demostró que en estos exámenes la población anglo-sajona era la que consistentemente obtenía puntajes bajos. Este y otros eventos propiciaron que gradualmente creciera un descontento general acerca del cognitivismo, no por sus métodos o sus descubrimientos sino por la limitación puramente cognitiva intrínseca a todos sus estudios. En las batallas teóricas desarrolladas en este siglo entre las corrientes pedagógicas contemporáneas, podemos decir que el cognitivismo rechazó al conductismo porque negaba la posibilidad del pensamiento constructivista y auto regulado. La teoría Socio-Histórica no rechazó al cognitivismo sino que lo incorporó dentro de ella y lanzó devastadoras críticas en sus limitaciones. Este fue un paso decisivo en la historia de la pedagogía.

Respecto a la corriente pedagógica sociocultural es importante establecer que la preocupación social de Vygotsky tiene sus orígenes en el pensamiento de Marx quien vigorosamente defendió la idea de que la ideología de una sociedad está moldeada en las actividades sociales (en particular sociales y productivas) en que el individuo participa, no dentro de su cerebro exclusivamente. Vygotsky, siendo psicólogo, se propuso demostrar que todo aprendizaje tiene un origen social. El siguiente párrafo ha llegado a ser uno de los textos más famosos en la historia de la educación:

“En el aprendizaje, los procesos interpersonales son transformados en procesos intrapersonales. Todas las funciones en el desarrollo cultural del niño aparecen dos veces: primero en el ámbito social y luego en el ámbito individual; primero entre las personas (interpsicológicamente) y luego dentro del niño (intrapicológicamente). Esto aplica igualmente al control voluntario de la

atención, la memoria lógica y la formación de conceptos. Todas las funciones de alto nivel se originan en relaciones reales entre humanos.” (p.57)

Todo esto queda encapsulado en otra célebre frase de **Vygotsky (1978): “a través de otros llegamos a ser nosotros mismos.”** Otra contribución importante de Vygotsky en el desarrollo de esta corriente pedagógica fue el estudio de la zona de desarrollo próximo, a la cual Vygotsky (1980) definió de esta manera: **“La zona de desarrollo próximo es la distancia entre el nivel de desarrollo actual determinado por la habilidad para resolver problemas bajo la dirección de un adulto o de un compañero más capaz. La zona de desarrollo próximo define aquellas funciones que aún no han madurado pero están en el proceso de maduración; funciones que madurarán mañana pero se encuentran en estado embrionario en el presente. Estas funciones puede decirse que son capullos o flores... más todavía no los frutos.” (p.86)**

William James escribió: [La zona de los procesos formativos] “es el cinturón dinámico de temblorosa incertidumbre, la línea donde el pasado y el futuro se encuentran. Es el teatro de todo aquello que no podemos tomar por evidente, y puede ser potencialmente capturado, es el escenario del drama palpitante de la vida.” (1980, p.258).

En términos educativos la zona de desarrollo próximo es importante porque en ella se conectan aprendizaje y desarrollo cognitivo, y además define qué clase de aprendizaje ha de promover desarrollo. Bien, podemos decir que no todo aprendizaje genera desarrollo cognitivo, pero sí que todo desarrollo cognitivo debe ser función del aprendizaje. De esta manera, aprendizaje es la condición necesaria de todo desarrollo pero no es suficiente; aprendizaje en la zona de desarrollo próximo es condición necesaria y suficiente para el desarrollo cognitivo. Por ejemplo: aprender matemáticas es incorporar en la estructura de la memoria permanente hechos básicos de las matemáticas. Pero el desarrollo matemático cognitivo implica usar este hecho básico para resolver un problema o probar un teorema.

Así que de acuerdo a Vygotsky se puede hacer una distinción importante: aprendizaje auténtico es solo aquel que promueve desarrollo cognitivo, mientras que aprendizaje es simplemente incorporación de hechos en la memoria permanente. Desde el punto de vista constructivista el primero es la integración de nueva información en una

estructura previamente construida, mientras que el segundo es información nueva pero desconectada de la estructura.

Finalmente, no olvidemos el elemento “histórico” de la teoría socio-histórica. Esto es crucial para el entendimiento del pensamiento. Azares genéticos pusieron al individuo en cierta posición social y en cierto punto de la historia de la humanidad. Estos hechos histórico-sociales determinan las posibilidades de aprendizaje. Genes que han de proveer inteligencia natural son por sí mismos casi irrelevantes en el aprendizaje del individuo. Todo ha de depender en qué forma su ámbito socio-histórico favoreció el desarrollo de esa potencialidad. La semilla de una manzana tiene genéticamente el potencial para llegar a convertirse en bello manzano de ramas gruesas y flores sonrosadas y olorosas. Sin embargo, ese potencial nunca fructificará si la semilla no encuentra tierra fértil que favorezca su desarrollo y además, durante el tiempo de su crecimiento, el manzano debe coexistir con un medio ambiente libre de catástrofes meteorológicas.

PEDAGOGÍA

Algunos autores la definen como ciencia, arte, saber o disciplina, pero todos están de acuerdo en que se encarga de la educación, es decir, tiene por objeto el planteo, estudio y solución del problema educativo; o también puede decirse que la pedagogía es un conjunto de normas, leyes o principios que se encargan de regular el proceso educativo.

El término pedagogía se origina en la antigua Grecia, al igual que todas las ciencias primero se realizó la acción educativa y después nació la pedagogía para tratar de recopilar datos sobre el hecho educativo, clasificarlos, estudiarlos, sistematizarlos y concluir una serie de principios normativos.

Etimológicamente, la palabra pedagogía deriva del griego *paidos* que significa niño y *agein* que significa guiar, conducir. Se llama pedagogo a todo aquel que se encarga de instruir a los niños. Inicialmente en Roma y Grecia, se le llamó Pedagogo a aquellos que se encargaban de llevar a pacer a los animales, luego se le llamó asó al que sacaba a pasear a los niños al campo y por ende se encargaba de educarlos.

Ricardo Nassif habla de dos aspectos en los que la pedagogía busca ocuparse del proceso educativo; el primero es como un cuerpo de doctrinas o de normas capaces

de explicar el fenómeno de la educación en tanto realidad y el segundo busca conducir el proceso educativo en tanto actividad.

Otros autores como Ortega y Gasset, ven la pedagogía como una corriente filosófica que llega a ser la aplicación de los problemas referidos a la educación, de una manera de sentir y pensar sobre el mundo. La Pedagogía como ciencia no puede consistir únicamente en un amontonamiento arbitrario de reivindicaciones, convicciones y experiencia relativas a la educación. La pedagogía en su total sentido ha de abarcar la totalidad de los conocimientos educativos y adquirirlos en fuentes examinada con rigor crítico y exponerlos del modo más perfecto posible, fundándolos en bases objetiva e infiriéndolos, siempre que se pueda en un orden lógico.

Se presenta un conflicto al momento de definir Pedagogía: ¿Es una ciencia, un arte, una técnica, o qué? Algunos, para evitar problemas hablan de un saber que se ocupa de la educación, otros como Luis Arturo Lemus, en búsqueda de esa respuesta exploran varias posibilidades:

1.- La pedagogía como arte: este autor niega que la pedagogía sea un arte pero confirma que la educación si lo es. Arte: "modo en que se hace o debe hacerse una cosa. Actividad mediante la cual el hombre expresa estéticamente algo, valiéndose, por ejemplo, de la materia, de la imagen o todo. Cada una de las ramas en que se divide una actividad. Lemus dice "la pedagogía tiene por objeto el estudio de la educación, esta si puede tener las características de una obra de arte...la educación es eminentemente activa y práctica, se ajusta a normas y reglas que constituyen los métodos y procedimientos, y por parte de una imagen o comprensión del mundo, de la vida y del hombre para crear o modelar una criatura humana bella... cuando la educación es bien concebida y practicada también constituye un arte complicado y elevado, pues se trata de una obra creadora donde el artista, esto es, el maestro, debe hacer uso de su amor, inspiración, sabiduría y habilidad

2.- La pedagogía como técnica: por técnica, según el diccionario Kapelus de la lengua española entendemos, un conjunto de procedimientos y recursos de que se sirve una ciencia o arte. La pedagogía puede, perfectamente y sin ningún problema ser considerada una técnica, pues son los parámetros y normas que delimitan el arte de educar.

3.- La pedagogía como ciencia: la pedagogía cumple con las características principales de la ciencia, es decir, tiene un objeto propio de investigación, se ciñe a un conjunto de principios reguladores, constituye un sistema y usa métodos científicos como la observación y experimentación.

Clases de pedagogía

Pedagogía normativa: "establece normas, reflexiona, teoriza y orienta el hecho educativo es eminentemente teórica y se apoya en la filosofía. Dentro de la pedagogía normativa se dan dos grandes ramas:

- **La pedagogía filosófica o filosofía de la educación** estudia problemas como los siguientes:

1. El objeto de la educación.
2. Los ideales y valores que constituye la axiología pedagógica.
3. Los fines educativos.

- **La pedagogía tecnológica** estudia aspectos como los siguientes:

1. La metodología que da origen a la pedagogía didáctica.
2. La estructura que constituye el sistema educativo.
3. El control dando origen a la organización y administración escolar.

Pedagogía descriptiva: estudia el hecho educativo tal como ocurre en la realidad, narración de acontecimientos culturales o a la indicación de elementos y factores que pueden intervenir en la realización de la práctica educativa. Es empírica y se apoya en la historia. Estudia factores educativos: históricos, biológicos, psicológicos y sociales

Pedagogía psicológica: se sitúa en el terreno educativo y se vale de las herramientas psicológicas para la transmisión de los conocimientos.

Pedagogía teológica: es la que se apoya en la verdad revelada inspirándose en la concepción del mundo.

Fuentes y ciencias auxiliares de la pedagogía:

Pedagogía experimental: no es totalmente experimental pero se le llama así porque busca la observación directa y exacta de los procesos psíquicos-educativos y psíquico-instructivos y de desarrollar datos estadísticos.

- **Psicología y antropología:** porque se encarga del estudio del comportamiento de los educandos.
- La lógica como teoría general de investigación científica, la estética, didáctica especial, asignaturas escolares (ciencias de la naturaleza, del lenguaje, geografía, historia, matemáticas, conocimientos artísticos y técnicas)

Procesos de enseñanza aprendizaje

Métodos

Constituyen recursos necesarios de la enseñanza; son los vehículos de realización ordenada, metódica y adecuada de la misma. Los métodos y técnicas tienen por objeto hacer más eficiente la dirección del aprendizaje.

Método es el planeamiento general de la acción de acuerdo con un criterio determinado y teniendo en vista determinadas metas.

Método de enseñanza es el conjunto de momentos y técnicas lógicamente coordinados para dirigir el aprendizaje del alumno hacia determinados objetivos.

Método didáctico es el conjunto lógico y unitario de los procedimientos didácticos que tienden a dirigir el aprendizaje, incluyendo en él desde la presentación y elaboración de la materia hasta la verificación y competente rectificación del aprendizaje.

Los métodos, de un modo general y según la naturaleza de los fines que procuran alcanzar, pueden ser agrupados en tres tipos:

1. **Métodos de Investigación:** Son métodos que buscan acrecentar o profundizar nuestros conocimientos.

2. **Métodos de Organización:** Trabajan sobre hechos conocidos y procuran ordenar y disciplinar esfuerzos para que hay eficiencia en lo que se desea realizar.
3. **Métodos de Transmisión:** Destinados a transmitir conocimientos, actitudes o ideales también reciben el nombre de métodos de enseñanza, son los intermediarios entre el profesor y el alumno en la acción educativa que se ejerce sobre éste último.

Clasificación General de los Métodos de Enseñanza

1. Los métodos en cuanto a la forma de razonamiento

- a. **Método Deductivo:** Es cuando el asunto estudiado procede de lo general a lo particular.
- b. **Método Inductivo:** Es cuando el asunto estudiado se presenta por medio de casos particulares, sugiriéndose que se descubra el principio general que los rige.
- c. **Método Analógico o Comparativo:** Cuando los datos particulares que se presentan permiten establecer comparaciones que llevan a una conclusión por semejanza.

2. Los métodos en cuanto a la coordinación de la materia

- a. **Método Lógico:** Es cuando los datos o los hechos son presentados en orden de antecedente y consecuente, obedeciendo a una estructuración de hechos que van desde lo menos hasta lo más complejo.
- b. **Método Psicológico:** Es cuando la presentación de los métodos no sigue tanto un orden lógico como un orden más cercano a los intereses, necesidades y experiencias del educando.

3. Los métodos en cuanto a la concretización de la enseñanza

- a. **Método Simbólico o Verbalístico:** Se da cuando todos los trabajos de la clase son ejecutados a través de la palabra. El lenguaje oral y el lenguaje escrito adquieren importancia decisiva, pues son los únicos medios de realización de la clase.

- b. **Método Intuitivo:** Se presenta cuando la clase se lleva a cabo con el constante auxilio de objetivaciones o concretizaciones, teniendo a la vista las cosas tratadas o sus sustitutos inmediatos.

4. Los métodos en cuanto a la sistematización de la materia

- a. **Rígida:** Es cuando el esquema de la clase no permite flexibilidad alguna a través de sus ítems lógicamente ensamblados, que no dan oportunidad de espontaneidad alguna al desarrollo del tema de la clase.
- b. **Semirígida:** Es cuando el esquema de la lección permite cierta flexibilidad para una mejor adaptación a las condiciones reales de la clase y del medio social al que la escuela sirve.
- c. **Método Ocasional:** Se denomina así al método que aprovecha la motivación del momento, como así también los acontecimientos importantes del medio. Las sugerencias de los alumnos y las ocurrencias del momento presente son las que orientan los temas de las clases.

5. Los métodos en cuanto a las actividades de los alumnos

- a. Dictados
- b. Lecciones marcadas en el libro de texto, que son después reproducidas de memoria.
- c. Preguntas y respuestas, con obligación de aprenderlas de memoria.
- d. Exposición Dogmática
- e. Método Pasivo: Se le denomina de este modo cuando se acentúa la actividad del profesor, permaneciendo los alumnos en actitud pasiva y recibiendo los conocimientos y el saber suministrado por aquél, a través de:
- f. Método Activo: Es cuando se tiene en cuenta el desarrollo de la clase contando con la participación del alumno. La clase se desenvuelve por parte del alumno, convirtiéndose el profesor en un orientado, un guía, un incentivador y no en un transmisor de saber, un enseñante.

6. Los métodos en cuanto a la globalización de los conocimientos

- a. **Método de Globalización:** Es cuando a través de un centro de interés las clases se desarrollan abarcando un grupo de disciplinas ensambladas de

acuerdo con las necesidades naturales que surgen en el transcurso de las actividades.

- b. **Método no globalizado o de Especialización:** Este método se presenta cuando las asignaturas y, asimismo, parte de ellas, son tratadas de modo aislado, sin articulación entre sí, pasando a ser, cada una de ellas un verdadero curso, por la autonomía o independencia que alcanza en la realización de sus actividades.
- c. **Método de Concentración:** Este método asume una posición intermedia entre el globalizado y el especializado o por asignatura. Recibe también el nombre de *método por época* (o enseñanza epocal). Consiste en convertir por un período una asignatura en materia principal, funcionando las otras como auxiliares. Otra modalidad de este método es pasar un período estudiando solamente una disciplina, a fin de lograr una mayor concentración de esfuerzos, benéfica para el aprendizaje.

7. Los métodos en cuanto a la relación entre el profesor y el alumno.

- a. **Método Individual:** Es el destinado a la educación de un solo alumno. Es recomendable en alumnos que por algún motivo se hayan atrasado en sus clases.
- b. **Método Recíproco:** Se llama así al método en virtud del cual el profesor encamina a sus alumnos para que enseñen a sus condiscípulos.
- c. **Método Colectivo:** El método es colectivo cuando tenemos un profesor para muchos alumnos. Este método no sólo es más económico, sino también más democrático.

8. Los métodos en cuanto al trabajo del alumno

- a. **Método de Trabajo Individual:** Se le denomina de este modo, cuando procurando conciliar principalmente las diferencias individuales el trabajo escolar es adecuado al alumno por medio de tareas diferenciadas, estudio dirigido o contratos de estudio, quedando el profesor con mayor libertad para orientarlo en sus dificultades.

- b. **Método de Trabajo Colectivo:** Es el que se apoya principalmente, sobre la enseñanza en grupo. Un plan de estudio es repartido entre los componentes del grupo contribuyendo cada uno con una parcela de responsabilidad del todo. De la reunión de esfuerzos de los alumnos y de la colaboración entre ellos resulta el trabajo total. Puede ser llamado también Método de Enseñanza Socializada.
- c. **Método Mixto de Trabajo:** Es mixto cuando planea, en su desarrollo actividades socializadas e individuales. Es, a nuestro entender, el más aconsejable pues da oportunidad para una acción socializadora y al mismo tiempo a otra de tipo individualizador.

9. Los métodos en cuanto a la aceptación de lo enseñado

- a. **Método Dogmático:** Se le llama así al método que impone al alumno observar sin discusión lo que el profesor enseña, en la suposición de que eso es la verdad y solamente le cabe absorberla toda vez que la misma está siéndole ofrecida por el docente.
- b. **Método Heurístico:** (Del griego heurístico = yo encuentro). Consiste en que el profesor incite al alumno a comprender antes de fijar, implicando justificaciones o fundamentaciones lógicas y teóricas que pueden ser presentadas por el profesor o investigadas por el alumno.

10. Los métodos en cuanto al abordaje del tema de estudio

- a. **Método Analítico:** Este método implica el análisis (del griego análisis, que significa descomposición), esto es la separación de un todo en sus partes o en sus elementos constitutivos. Se apoya en que para conocer un fenómeno es necesario descomponerlo en sus partes.
- b. **Método Sintético:** Implica la síntesis (del griego synthesis, que significa reunión), esto es, unión de elementos para formar un todo.

Técnicas de Enseñanza

Tiene un significado que se refiere a la manera de utilizar los recursos didácticos para un efectivización del aprendizaje en el educando. Acuerda al modo de actuar, objetivamente, para alcanzar una meta.

TIPOS DE TÉCNICAS DE ENSEÑANZA

CONFERENCIA Ó EXPOSICION:

Es una técnica explosiva centrada en el instructor, y consiste en proporcionar información al grupo, al tiempo que se limita la participación de éste.

PROCEDIMIENTO

1. Preparación de la conferencia, considerando aspectos tales como: Tiempo, Tema, Justificación y Auditorio.
2. Desarrollo de la conferencia, lo que incluye una introducción, la exposición de la tesis, apoyada con ejemplos, demostraciones o ilustraciones; un periodo de preguntas, y finalmente la síntesis del tema propuesto.

APLICACIONES

Para proporcionar información a grupos numerosos.

Para concentrar información en un tiempo limitado.

Para transmitir información de expertos.

Para complementar a otras técnicas didácticas en la exposición de teorías que no exceda de 20 minutos.

PANEL:

Exposición de un tema por un grupo de personas o en forma individual, con diferentes enfoques o puntos de vista.

PROCEDIMIENTO:

1. El instructor introduce el tema.
2. El instructor es el que debe presentar a los expositores.
3. El instructor determina el orden de las exposiciones y actúa como moderador.

4. Al finalizar las exposiciones, el moderador invita al grupo a hacer preguntas para reafirmar algún aspecto del tema.

5. El instructor solicita a los expositores que cada uno proponga una conclusión alrededor del tema.

APLICACIONES

Para transmitir información a grupos numerosos.

Para lograr una visión interdisciplinaria en un tema específico.

Para lograr síntesis en poco tiempo.

Para complementar otras técnicas al utilizarse como un medio para interesar a los participantes.

MESA REDONDA:

Es una discusión de un tema por un grupo de expertos ante un auditorio con la ayuda de un moderador.

PROCEDIMIENTO:

1. El instructor introduce el tema y explica la mecánica de la mesa redonda.

2. El instructor define un aspecto del tema para su discusión y actúa como moderador.

3. El instructor fomenta la discusión al hacer preguntas o solicitar puntos de vista.

4. Cada vez que lo considere necesario, el instructor elabora una síntesis de la discusión.

APLICACIONES

Para explorar un tema ante grupos numerosos.

Para sugerir puntos de vista diferentes aun grupo.

Para proporcionar hechos y opiniones sobre problemas en discusión.

Para ayudar al grupo a enfrentar un problema polémico.

LECTURA COMENTADA:

Consiste en dejar a los participantes leer un documento y que lo comenten con la dirección del instructor. Como variante de esta práctica se puede usar el debate, cuya mecánica es semejante.

PROCEDIMIENTO:

1. El instructor fija un tema.
2. El instructor selecciona el documento, lo reproduce y lo distribuye a los participantes.
3. El instructor solicita a uno o varios participantes que lean el documento.
4. El instructor interrumpe cuando considere apropiado para hacer comentarios o pedirlos a los participantes.
5. Al final de la lectura se formulan conclusiones.

APLICACIONES

Para profundizar en los aspectos teóricos de un tema.

Para conocer puntos de vista de autores relevantes.

Para generar en grupos pequeños la habilidad para analizar y sintetizar la información

Como complemento de otras técnicas, para inducir al grupo a una mayor participación.

INSTITUCION PROGRAMADA:

Es una técnica individualizada por medio de materiales que permiten que el participante dirija su aprendizaje a su propio ritmo, gracias a la retroalimentación constante de respuestas correctas.

PROCEDIMIENTO:

1. El instructor prepara el paquete de instrucción, programada en pequeños módulos.
2. Los materiales incluyen las instrucciones claras y precisas para el desarrollo de todas y cada una de las actividades.
3. Cada módulo incluye el procedimiento de autoevaluación.
4. Puede combinarse con programas audiovisuales.
5. El instructor verifica el aprendizaje por medio de una evaluación global.

APLICACIONES

Para análisis financiero.

Para aprendizaje de conceptos.

Para aprendizaje de procedimientos.

SEMINARIO DE INVESTIGACION:

El instructor propone un listado de temas o aspectos de la materia que serán investigados por pequeños subgrupos de participantes, de acuerdo con sus intereses, mismos que posteriormente son presentados al grupo.

PROCEDIMIENTO:

1. El instructor elabora un listado de temas y los pone a consideración del grupo.
2. Los participantes se inscriben en el tema que desean investigar, formando grupos con un número similar de personas.
3. Se fija un periodo de investigación y se elabora un calendario de exposiciones.
4. Después de cada exposición el instructor califica y complementa los temas, en caso necesario.
5. Se destina un lapso para preguntas, respuestas y conclusiones.

APLICACIONES:

Para subdividir en forma participativa a un grupo numeroso.

Para procesar material abundante en un tiempo limitado.

Para aprovechar los recursos del grupo.

La aplicación de esta técnica se ha deformado por su uso indiscriminado en grupos inmaduros, que carecen de habilidades para la investigación y/o exposición. Se trata de sustituir la responsabilidad del instructor en la preparación y conducción del programa.

ESTUDIO DE CASOS:

Es una técnica que se centra en los participantes, al propiciar una reflexión o juicio crítico alrededor de un hecho real o ficticio que previamente les fue descrito o ilustrado. El caso puede ser presentado como un documento breve o extenso, en forma de lectura, película o grabación.

PROCEDIMIENTO:

1. El instructor prepara un caso que corresponda al contenido y objetivos del programa.
2. El instructor presenta al caso al grupo.
3. Se inicia el análisis del caso en forma individual o en pequeños grupos.
4. El instructor conduce una discusión sobre las opiniones de los participantes y las enriquece.
5. El grupo elabora conclusiones en forma individual o en grupos pequeños, un reporte sobre el caso expuesto.

APLICACIONES:

Para propiciar al análisis e intercambio de ideas.

Para enfatizar y desarrollar habilidades en aspectos prácticos de la enseñanza.

Para examinar diferentes soluciones ante un mismo caso.

Para propiciar la participación y la responsabilidad de las personas en su propio aprendizaje.

FORO (FORMA DIRECTA):

Consiste en la discusión grupal sobre un tema, hecho o problema coordinado por el instructor para obtener las opiniones, llegar a conclusiones y establecer diversos enfoques.

PROCEDIMIENTO:

1. El instructor informa al grupo el tema, hecho o problema que se va a discutir.
2. El instructor formula al grupo una pregunta concreta referida al tema.
3. El instructor invita al grupo a exponer sus opiniones.
4. El instructor cede el uso de la palabra.
5. Al agotarse un aspecto, el instructor formula nuevas preguntas.
6. El instructor sintetiza las ideas expuestas.
7. El instructor obtiene conclusiones generales.
8. El instructor evalúa el proceso desarrollado.

APLICACIONES:

Para incrementar la información sobre un tema.

Para analizar información a través de la discusión grupal.

Para favorecer un clima de apertura y confianza que invite al grupo a expresar sus opiniones.

Para desarrollar una actitud participativa en un grupo.

LLUVIA DE IDEAS:

Es una técnica que permite la libre expresión de las ideas de los participantes sin las restricciones o limitaciones con el propósito de producir el mayor número de datos, opiniones y soluciones sobre algún tema.

PROCEDIMIENTO:

1. El instructor define el tema.
2. El instructor explica los propósitos y la mecánica que se va a utilizar.

3. Se nombra un secretario que anota las ideas que surjan del grupo.
4. Los participantes expresan libre y espontáneamente las ideas que se les van ocurriendo en relación con el tema.
5. Las ideas se analizan y se agrupan en conjuntos afines.
6. El grupo elabora una síntesis de las ideas expuestas y obtiene conclusiones.

APLICACIONES:

Para fomentar el pensamiento creativo.

Para fomentar el juicio crítico expresado en un ambiente de libertad.

Para promover la búsqueda de soluciones distintas.

Para facilitar la participación de las personas con autonomía y originalidad.

Complemento de otras técnicas, como Estudio de Casos y Lectura Comentada.

DISCUSION DIRIGIDA:

Consiste en un intercambio de ideas y opiniones entre los integrantes de un grupo relativamente pequeño, acerca de un tema específico con un método y una estructura en la que se mezclan la comunicación formal y las expresiones espontáneas de los participantes.

PROCEDIMIENTO

1. El instructor plantea al problema o pregunta.
2. Divide el grupo en pequeños grupos, por afinidad entre los participantes o al azar.
3. En cada subgrupo los participantes nombran un secretario.
4. El instructor especifica el producto al que debe llegar cada subgrupo.
5. El instructor propone el procedimiento a seguir, o indican a los participantes que los determinen ellos mismos.
6. Cada subgrupo se aboca a la tarea específica.
7. Cada subgrupo, a través del secretario expone sus conclusiones al grupo total.
8. Se obtiene conclusiones grupales.

APLICACIONES:

Para propiciar la interacción entre los participantes.

Para estimular la participación a través de una tarea.

Para ayudar a las personas a expresar sus ideas y sentimientos ante los demás.

Para facilitar la comunicación interpersonal y grupal en forma ordenada.

Para propiciar la discusión, análisis y síntesis a partir de la experiencia del grupo.

EXPERIENCIA ESTRUCTURADA:

Es una técnica en la cual los participantes realizan una serie de actividades previamente diseñadas, cuyo propósito es destacar los principales elementos de un tema o aspecto del programa. Es importante destacar que hay una gran confusión entre la experiencia estructurada y las llamadas "Dinámicas de grupo", conviene aclarar que la dinámica grupal existe en todo momento como consecuencia del comportamiento de las personas y de su interacción en el grupo, con independencia de la técnica que se emplee.

PROCEDIMIENTO:

1. El instructor diseña o selecciona la experiencia apropiada para enfatizar el tema.
2. El instructor prepara los materiales o instrumentos necesarios para la experiencia.
3. El instructor explica al grupo la mecánica de la experiencia estructurada.
4. El instructor conduce al grupo a lo largo de la experiencia.
5. Al finalizar la experiencia, solicita al grupo los comentarios y reflexiones sobre el tema.
6. El grupo destaca lo aprendido en la experiencia.
7. El instructor apoya el aprendizaje del grupo con la exposición de alguna teoría relacionada con la experiencia.

APLICACIONES:

Para destacar el valor de la experiencia en el aprendizaje.

Para facilitar la comprensión de temas polémicos a partir de la vivencia de los participantes.

Para demostrar que el aprendizaje puede ser agradable.

Para facilitar la manifestación y comprensión de emociones y sentimientos, en una estructura que proteja a las personas.

La aplicación de esta técnica se ha desvirtuado al utilizarla sin propósitos claros, utilizándola como un simple juego en el cual ni la conducción ni la reflexión son adecuadas.

LABORATORIOS:

Es un entorno equipado especialmente para realizar aprendizajes muy concretos que no se pueden realizar en el aula convencional. Sus aprendizajes suelen desarrollarse desde acciones o tareas estructuradas y con un alto control de las variables. Facilita la síntesis entre teoría, práctica e investigación científica, y más concretamente procesos de observación y experimentación en los que se aplican fundamentos teóricos, mediante mediciones, comprobaciones, cálculos, comparaciones, etc.

PROCEDIMIENTO:

1. El instructor diseña o selecciona el tema de la práctica
2. El instructor prepara los materiales o instrumentos necesarios para la práctica
3. Requiere que los alumnos sepan en cada momento lo que tienen que hacer y cómo proceder.
4. El ritmo de actividades es ajustado a sus posibilidades y conocimientos.
5. Debe incluir materiales, recursos, condiciones y todas las normas y medidas de higiene y seguridad.
6. Requiere de la práctica de actitudes, valores y hábitos relacionados con la observación y la experimentación, como el respeto a las normas y procesos, cuidado, orden, limpieza, empleo responsable y preciso de materiales, paciencia, honestidad, seguridad en uno mismo, etc..
3. El instructor explica al grupo la mecánica de la práctica.
4. El instructor conduce al grupo a lo largo de la práctica.
5. Al finalizar la experiencia, solicita al grupo un informe de la práctica.

APLICACIONES

Para facilitar la comprensión de temas polémicos a partir de la vivencia de los participantes.

Para demostrar que el aprendizaje puede ser agradable.

Para facilitar la comprensión de temas abstractos.

SOLUCIÓN DE PROBLEMAS:

Es una técnica en la que tanto la adquisición de conocimientos como el desarrollo de habilidades y actitudes se desarrollan con la ayuda de un facilitador para analizar y resolver un problema seleccionado y alcanzar el aprendizaje.

PROCEDIMIENTO

El facilitador prepara el problema.

El facilitador presenta el problema al grupo.

El facilitador solicita a uno o varios participantes que lean el problema.

Se inicia el análisis del problema y se identifica los datos y las incógnitas.

Si es posible se hace un diagrama del problema.

Deducir las posibles soluciones (ecuaciones) que ayudarán a resolver el problema.

Plantear los resultados

Se destina un tiempo para presuntas y respuestas (retroalimentación).

El facilitador verifica el aprendizaje evaluando el proceso desarrollado.

APLICACIONES:

Para profundizar en los aspectos teóricos de un tema.

Para generar habilidad en el análisis y síntesis de las posibles soluciones de un problema.

Para generar interacción entre los integrantes.

Para dar importancia al trabajo en equipo

Para generar compromiso en su proceso de aprendizaje.

INSTRUMENTOS PARA LA EVALUACIÓN DEL PROCESO DE APRENDIZAJE

Tabla N°2

INSTRUMENTOS	LOGROS DE APRENDIZAJE
<ul style="list-style-type: none">• Escalas de observación• Registro anecdótico• Listas de control	<ul style="list-style-type: none">• Actitud, reacciones, respuestas no usuales.
<ul style="list-style-type: none">• Cuaderno	<ul style="list-style-type: none">• Todas las capacidades (Comprensión, expresión, razonamiento y actitud).

<ul style="list-style-type: none"> • Exámenes tradicionales, en todas sus variantes, tanto orales como escritos. • Pruebas de ensayo y composición • Preguntas de respuesta corta • Preguntas de texto incompleto • Preguntas de correspondencia o emparejamiento. • Preguntas de opción múltiple • Preguntas de verdadero o falso(justificadas) • Preguntas de analogías/diferencias • Preguntas de interpretación y/o elaboración de gráficos, mapas, estadísticas, etc. 	<ul style="list-style-type: none"> • Comprensión, expresión y razonamiento, además de la actitud para las pruebas orales • Comprensión, expresión, razonamiento y actitud. • Comprensión y expresión. • Comprensión y expresión. • Comprensión, expresión y razonamiento. • Comprensión y razonamiento. • Comprensión, expresión y razonamiento. • Comprensión, expresión y razonamiento. • Comprensión, expresión y razonamiento. • Comprensión, expresión y razonamiento.
<ul style="list-style-type: none"> • Cuestionarios 	<ul style="list-style-type: none"> • Comprensión, expresión, razonamiento y actitud.
<ul style="list-style-type: none"> • Organizadores Gráficos (Mapa conceptual, cuadros sinópticos, diagrama de flujo, gráficos, mapas, matiz, tablas, organigramas 	<ul style="list-style-type: none"> • Comprensión y razonamiento (conocimiento)
<ul style="list-style-type: none"> • Resolución de problemas explicando los pasos seguidos. 	<ul style="list-style-type: none"> • Comprensión y razonamiento
<ul style="list-style-type: none"> • Trabajos monográficos, pequeñas investigaciones, etc. 	<ul style="list-style-type: none"> • Comprensión, expresión, razonamiento y actitud.
<ul style="list-style-type: none"> • Informes 	<ul style="list-style-type: none"> • Comprensión, expresión, razonamiento y actitud.

Fuente: investigación

Elaborado por la autora

Enseñanza de la física

En este proceso educativo es importante conocer el aprendizaje significativo; para David Ausubel este aprendizaje se logra cuando se relaciona la nueva información como aquella que se encuentra en la estructura cognoscitiva de la persona que aprende. Entendiendo por estructura cognoscitiva el conjunto de conocimientos, experiencias, información, conceptos que el individuo va acumulando a lo largo de su existencia, además la estructura mental posee mecanismos o procedimientos que garantiza que la persona pueda captar nueva información, retenerla, almacenarla, transformarla, reproducirla y emitirla. El estudiante adquiere conocimientos a través del proceso de percepción más que por el descubrimiento, ya que el conocimiento es presentado por el maestro y recibido por el estudiante, por lo tanto no es descubierto. En este proceso de aprendizaje significativo se intercalan elementos biológicos, psicológicos, económicos, políticos, históricos y culturales; considerando que el estudiante es reflejo de sus vivencias y de su realidad objetiva.

Ausubel clasifica el aprendizaje en dos dimensiones:

La primera dimensión se refiere a dos procedimientos:

Aprendizaje por relación significativa: el maestro presenta en los materiales o recursos, todo lo que el estudiante debe aprender, esto hace de manera organizada, sistemática y secuencial.

Aprendizaje por descubrimiento significativo: la información que se da no es completa ni definitiva, el estudiante por si solo encuentra la solución o resultado a un problema y lo incorpora a su estructura cognoscitiva.

La segunda dimensión contempla:

Aprendizaje significativo: el estudiante relaciona la nueva información con la que tiene, lo que le permite captar la esencia y significado de la nueva información y retenerla para que tenga sentido y utilidad.

Para que se de este proceso es necesario que el contenido sea de interés del estudiante, esté de acuerdo con su estructura mental, pues a cada edad corresponde un estado de desarrollo y que demuestre una actitud favorable para aprender

significativamente, es decir que esté motivado para relacionar lo que aprende con lo que ya sabe. El grado de motivación se expresa cuando el estudiante hace esfuerzos por construir significados precisos e integrar el nuevo material de aprendizaje con el mayor número posible de elementos de su estructura cognitiva. La actividad cognitiva del estudiante se inscribe en un marco de interrelación entre profesor- estudiante, estudiante – estudiante, estudiante – entorno, para la consecución de un objetivo común a través de contenidos y métodos utilizados

Aprendizaje por fijación receptiva o por descubrimiento: se da cuando el estudiante solo trata de memorizar un material definitivo o soluciona problemas, lo fija mecánicamente muchas veces sin entender.

Hay muchos diferentes tipos de enseñanza. En la mayoría de los casos, el término enseñanza hace referencia a la actividad que se desempeña en los espacios y momentos previamente establecidos. Esto es decir, la enseñanza que toma lugar en los ámbitos escolares y académicos. Este tipo de enseñanza siempre está mayor o menormente ligada a objetivos, metodologías, prácticas y recursos que son organizados de manera sistemática con el fin de obtener resultados similares en los distintos individuos que conforman una población.

Según las investigaciones. La enseñanza es la acción y efecto de enseñar (instruir, adoctrinar y amaestrar con reglas o preceptos). Se trata del sistema y método de dar instrucción, formado por el conjunto de conocimientos, principios e ideas que se enseñan a alguien.

La enseñanza implica la interacción de tres elementos: el profesor, docente o maestro; el alumno o estudiante; y el objeto de conocimiento. La tradición enciclopedista supone que el profesor es la fuente del conocimiento y el alumno, un simple receptor ilimitado del mismo. Bajo esta concepción, el proceso de enseñanza es la transmisión de conocimientos del docente hacia el estudiante, a través de diversos medios y técnicas.

Sin embargo, para las corrientes actuales como la cognitiva, el docente es un facilitador del conocimiento, actúa como nexo entre éste y el estudiante por medio de un proceso de interacción. Por lo tanto, el alumno se compromete con su aprendizaje y toma la iniciativa en la búsqueda del saber.

La enseñanza como transmisión de conocimientos se basa en la percepción, principalmente a través de la oratoria y la escritura. La exposición del docente, el apoyo en textos y las técnicas de participación y debate entre los estudiantes son algunas de las formas en que se concreta el proceso de enseñanza.

Con el avance científico, la enseñanza ha incorporado las nuevas tecnologías y hace uso de otros canales para transmitir el conocimiento, como el video e Internet. La tecnología también ha potenciado el aprendizaje a distancia y la interacción más allá del hecho de compartir un mismo espacio físico.

La enseñanza es una de las actividades y prácticas más nobles que desarrolla el ser humano en diferentes instancias de su vida. La misma implica el desarrollo de técnicas y métodos de variado estilo que tienen como objetivo el pasaje de conocimiento, información, valores y actitudes desde un individuo hacia otro. Si bien existen ejemplos de enseñanza en el reino animal, esta actividad es sin dudas una de las más importantes para el ser humano ya que es la que le permite desarrollar la supervivencia permanente y la adaptación a diferentes situaciones, realidades y fenómenos.

Enseñanza de la física universitaria

Es común afirmar que lo característico de esta etapa es el despliegue de fabulosos avances científicos y tecnológicos en todos los campos del conocimiento y de la producción. Estos hechos son decisivos, sin duda, para impulsar el mejoramiento de la calidad de la enseñanza universitaria, tendientes a formar profesionales en ciencia y tecnología con altos parámetros de capacidad y compromiso social. En este marco preciso, se ha generado una diversificación de la oferta educativa y un crecimiento importante en la población universitaria mundial, particularmente en el área científico-tecnológica. Así, por ejemplo, la investigación educativa ha venido señalando en los últimos años una paulatina despoblación de estudiantes en las carreras de física de diversas universidades de todo el mundo. **Como indicadores de esta afirmación pueden tomarse diferentes registros de deserción y abandono en dichas titulaciones y de una fuerte disminución de ingresantes a las mismas (Siviter, 1994, Bandiera, 1995).**

Por otro lado, parece existir inquietud y preocupación entre los docentes y las autoridades universitarias, que han comenzado a plantearse si estas carencias de

motivación de los estudiantes de física por continuar sus estudios, y quizá también su desinterés por iniciarlos, no guarda una estrecha relación con algunas limitaciones y deficiencias de la enseñanza que se les ofrece y con los bajos resultados académicos que obtienen particularmente en los cursos iniciales. Esta concientización creciente de la comunidad universitaria se pone también en evidencia en la gestación de diversos proyectos de transformación de la enseñanza que se imparte. Se trata mayoritariamente de propuestas innovadoras, muy interesantes y creativas, que tienden a romper con la inercia tradicional que caracteriza la educación superior.

Los grandes proyectos de transformación de los sistemas educativos constituyen una poderosa fuente de interés por el estudio de la enseñanza de las ciencias en la universidad. Habiendo tomado conciencia de las dimensiones y expectativas creadas en torno al actual proceso de transformación educativa.

LA ENSEÑANZA UNIVERSITARIA DE LA FÍSICA EN LAS CARRERAS DE CIENCIAS

La necesidad de la investigación educativa en la universidad y reconociendo como una opción posible para un marco teórico inicial los desarrollos de la didáctica de las ciencias construidos para el nivel medio, corresponde señalar los aspectos específicos que pueden ser motivo de estudio.

A continuación se indican algunos de los problemas detectados, que surgen de dichas investigaciones y de nuestra propia experiencia.

- a. Algunos problemas relacionados con el bajo rendimiento como se menciona al comienzo de este trabajo, tanto en Ecuador como en otros países, se ha puesto de manifiesto el hecho de que el número de alumnos que estudia Física en las universidades ha ido cayendo progresivamente en los últimos años. **Siviter (1994) y Bandiera (1995) dan cuenta tanto de la disminución de ingresantes a carreras de Física universitarias como del alto número de alumnos que abandonan continuamente los cursos de esas carreras en las universidades.**

- b. Otros problemas analizados en de la enseñanza de la Física, referidos a los cursos iniciales universitarios, que es donde radicar el problema más agudo son lo siguiente:

- **Carencia de políticas adecuadas para el ingreso universitario:** No existe, en general, una política de nivelación o de tratamiento de los problemas propios del acceso al nivel universitario. Es evidente que el proceso de adaptación a la universidad requiere una modificación substancial de la visión que traen los estudiantes sobre los contenidos diversos de las materias que estudiarán y sobre cómo conseguir un aprendizaje significativo. Ésta es una cuestión muy importante para las carreras de ingeniería por sus exigencias.
- **Escasa articulación en el trabajo de los docentes:** A diferencia de lo que ocurre en el nivel secundario, la enseñanza de las disciplinas universitarias suele abordarse en forma compartida por un considerable número de docentes (profesores encargados y auxiliares). Sin embargo, es poco frecuente que se formen verdaderos equipos de profesores con algún grado de estructura y de continuidad (debido a rotaciones periódicas). El tema de la carencia de equipos, con algún grado de integración y permanencia, se hace crítico en el primer semestre en la asignatura de Física, ya que es en ese momento cuando resulta necesaria una mayor coordinación, tanto para planificar, entre todos, las actividades que resulten más adecuadas para su desarrollo en clase como para evitar un tratamiento fragmentado, e incluso disgregado, de los conocimientos.
- **Visión alterada de la ciencia:** La física básica que se enseña en las instituciones formadoras de docentes y en el ciclo inicial de las ingenierías no sólo no acerca a los estudiantes a las características del trabajo científico, sino que transmiten una visión deformada de la ciencia; es decir, que habitualmente no se incluyen como actividades a ser realizadas por los estudiantes, a pesar de que la mayoría de los docentes son investigadores en la disciplina; es decir no conectan su propia actividad profesional con las actividades que proponen a los estudiantes. De esta manera, al no transmitir vivencialmente las características de su propio trabajo, los profesores disminuyen las posibilidades de un acercamiento real de los estudiantes a la actividad de la ciencia. Naturalmente, debe reconocerse la gran distancia que existe entre una investigación científica real y una propuesta educativa enfocada como una investigación orientada sobre problemas abiertos y novedosos para el estudiante, pero bien conocidos por el profesor; estas actividades están referidas principalmente a las capacidades cognitivas, los conocimientos, la

intencionalidad del trabajo que desarrollan, los intereses y el tiempo disponible asociados a un alumno universitario.

- **Desintegración de las distintas actividades de enseñanza:** El tema de los trabajos prácticos de laboratorio se relaciona con la orientación que se imparte en la enseñanza. En este sentido, se ha señalado que las distintas actividades de la enseñanza (teóricos, prácticos y problemas) se presentan separadas en compartimentos, es decir, incapacitadas para generar una visión coherente y de conjunto. Todo ello constituye un verdadero obstáculo en el proceso de aprendizaje en el ciclo inicial, que se transfiere a las etapas más avanzadas de la carrera. Frente a esta realidad se concluye que algunos docentes, carecen de conocimiento de modelos pedagógicos contemporáneos.

¿DÓNDE APOYAR LA INVESTIGACIÓN EDUCATIVA DE CIENCIAS EN LA UNIVERSIDAD?

Los argumentos anteriores debieran ser suficientes para respaldar la necesidad de desarrollar investigaciones educativas en el área de las ciencias en el nivel universitario. Además, quiero agregar que el hecho de la promoción de la investigación educativa en ciencias para el nivel universitario ha tomado relevancia en esferas internacionales, en instituciones permanentemente preocupadas por el mejoramiento del desarrollo científico y su enseñanza.

La investigación educativa universitaria es muy reciente y carece aún de marcos teóricos sólidos en los cuales apoyarse. Ésta es, quizás, una de las razones por las que los trabajos de innovación adquieren ese carácter poco fundamentado. Sin embargo, disponemos de importantes resultados obtenidos en el nivel medio y en la formación docente, que pueden utilizarse como punto de referencia. De hecho, es en este nivel en el que los trabajos han tenido mayor desarrollo y en el cual se han producido, en la última década, avances substanciales en la comprensión del proceso de enseñanza-aprendizaje y en el desarrollo de propuestas transformadoras acordes con las nuevas visiones del proceso.

Las investigaciones sobre “preconcepciones” o “esquemas alternativos” de los estudiantes y, de las visiones reduccionistas y de sentido común de los docentes sobre la ciencia y su enseñanza han originado un profundo cuestionamiento a la enseñanza habitual y han permitido alcanzar un amplio consenso en el sentido de concebir el proceso de enseñanza aprendizaje como construcción de conocimientos. (Resnick, 1983; Driver, 1988; Novak, 1988; Gil et

al., 1991; Gil, Pessoa et al., 1994). La emergencia de este nuevo paradigma se apoya también en resultados provenientes de otros campos, como la psicología cognitiva y las corrientes actuales en epistemología, sociología e historia de las ciencias (Duschl y Hamilton, 1992).

Estos estudios han producido resultados fusionados, y han generado experiencias y propuestas exitosas de transformación e innovación didáctica en diferentes actividades de la enseñanza de las ciencias: resolución de problemas, trabajos prácticos de laboratorio, introducción de conceptos, evaluación, desarrollos curriculares y en aspectos aparentemente más distantes como las actitudes, el clima de aula, las expectativas del docente, etc. De ese modo, se comienza a considerar que ya existe una didáctica de las ciencias provista de un cuerpo teórico de conocimientos que puede fundamentar tentativas de transformación o mejora de la enseñanza de las disciplinas científicas, que fue concibiéndola como una tarea compleja, que implica más que el mero conocimiento de la disciplina específica (Física).

PERSPECTIVAS PARA EL DESARROLLO DE ESTUDIOS SOBRE LA ENSEÑANZA DE LA FÍSICA UNIVERSITARIA

Las reflexiones anteriores pueden ser asumidas como un estudio inicial de la compleja problemática de la enseñanza de la Física en la universidad. Se requieren nuevas aproximaciones y estudios sistemáticos y en profundidad para avanzar en el conocimiento de la misma. Planteamos, entonces, algunas preguntas orientadoras que podrían ser abordadas en el futuro:

- ¿Puede generalizarse la proposición que indica que la enseñanza universitaria actualmente está caracterizada por un modelo didáctico de transmisión-recepción de conocimientos?
- ¿Es posible vincular directamente las características de la enseñanza que se imparte en las universidades, con los bajos rendimientos académicos y los procesos de despoblación estudiantil?
- ¿Sería adecuado apoyarse en orientaciones constructivistas para elaborar propuestas transformadoras de la enseñanza de la física básica universitaria, de modo que la misma resulte una actividad creativa, actualizada y que produzca mejores resultados académicos en los estudiantes?
- ¿Cómo podría interesarse a los docentes universitarios para involucrarlos en propuestas transformadoras de la enseñanza habitual?

Abordar estas cuestiones resulta un asunto complejo. Por una parte, se trataría de confirmar y ampliar las evidencias parciales de problemas educativos en aspectos como la falta de continuidad de los estudios y las dificultades para un aprendizaje significativo de los estudiantes. Por otra, se trataría de establecer una relación entre estos problemas y las concepciones didácticas y la práctica habitual del docente.

A efectos de la elaboración de una propuesta transformadora de la enseñanza de la física, sería importante articular algunos de los innumerables aportes recientes de la investigación didáctica. **Entre ellos podemos mencionar: a) simulación de problemas físicos en la computadora (McDermott, 1990; Roth, 1995; Hennessy et al., 1995); b) definición de nuevos entornos de aprendizaje coherentes con cambios en el rol del profesor, diversas formas de adquisición de la información que comparten docentes y alumnos, nuevas estrategias de evaluación (Duschl, 1995); c) escribir para aprender (Muñoz-Chápuli, 1995); d) discursos compartidos entre estudiantes y profesores (Roth y Tobin, 1996); e) actividades educativas coherentes con un tratamiento científico de las cuestiones (González, 1994; Salinas et al., 1995a, 1995b, 1995c); f) rol del conocimiento conceptual en la resolución de problemas (Leonard, 1996); g) modelo de enseñanza- aprendizaje centrado en la resolución de problemas(Lópes y Costa, 1996); h) aproximaciones educativas centradas en el estudiante (Woolnough, 1994); i) conexiones entre distintos tipos de actividades de enseñanza(Menikheim y Ruiz, 1995); etcétera.**

2.3. FUNDAMENTACIÓN LEGAL

LEY ORGÁNICA DE EDUCACIÓN SUPERIOR

TÍTULO I

ÁMBITO, OBJETO, FINES Y PRINCIPIOS DEL SISTEMA DE EDUCACIÓN SUPERIOR

CAPÍTULO 1

ÁMBITO Y OBJETO

Art. 2.- Objeto.- Esta Ley tiene como objeto definir sus principios, garantizar el derecho a la educación superior de calidad que propenda a la excelencia, al acceso universal, permanencia, movilidad y egreso sin discriminación alguna.

CAPÍTULO 2

FINES DE LA EDUCACIÓN SUPERIOR

Art. 4.- Derecho a la Educación Superior.- El derecho a la educación superior consiste en el ejercicio efectivo de la igualdad de oportunidades, en función de los méritos respectivos, a fin de acceder a una formación académica y profesional con producción de conocimiento pertinente y de excelencia.

Art. 5.- Derechos de las y los estudiantes.- Son derechos de las y los estudiantes los siguientes:

- b) Acceder a una educación superior de calidad y pertinente, que permita iniciar una carrera académica y/o profesional en igualdad de oportunidades;
- d) Participar en el proceso de construcción, difusión y aplicación del conocimiento;

Art. 8.- Serán Fines de la Educación Superior.- La educación superior tendrá los siguientes fines:

- a) Aportar al desarrollo del pensamiento universal, al despliegue de la producción científica y a la promoción de las transferencias e innovaciones tecnológicas;
- b) Fortalecer en las y los estudiantes un espíritu reflexivo orientado al logro de la autonomía personal, en un marco de libertad de pensamiento y de pluralismo ideológico;
- f) Fomentar y ejecutar programas de investigación de carácter científico, tecnológico y pedagógico que coadyuven al mejoramiento y protección del ambiente y promuevan el desarrollo sustentable nacional;

CAPÍTULO 3

PRINCIPIOS DEL SISTEMA DE EDUCACIÓN SUPERIOR

Art. 13.- Funciones del Sistema de Educación Superior.-

Son funciones del Sistema de Educación Superior:

- a) Garantizar el derecho a la educación superior mediante la docencia, la investigación y su vinculación con la sociedad, y asegurar crecientes niveles de calidad, excelencia académica y pertinencia;

- b) Promover la creación, desarrollo, transmisión y difusión de la ciencia, la técnica, la tecnología y la cultura;
- c) Formar académicos, científicos y profesionales responsables, éticos y solidarios, comprometidos con la sociedad, debidamente preparados para que sean capaces de generar y aplicar sus conocimientos y métodos científicos, así como la creación y promoción cultural y artística;
- d) Fortalecer el ejercicio y desarrollo de la docencia y la investigación científica en todos los niveles y modalidades del sistema;

CAPITULO III

METODOLOGÍA

3.1. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

Por la naturaleza que presenta el trabajo, se aplica el enfoque cualitativo, en razón del problema y los objetivos a conseguir con la ejecución y además por cuanto en los procesos de desarrollo se utilizará las técnicas cualitativas para la comprensión y descripción de los hechos, orientados básicamente a los procesos de investigación y al conocimiento de la realidad dinámica y holística de la enseñanza aprendizaje de la Física en la Carrera de Ingeniería Eléctrica, se utilizó la estadística inferencial para su análisis y representaciones gráficas.

También se utilizó el método analítico sintético, por cuanto se realizó un análisis secuencial de las principales corrientes pedagógicas contemporáneas y las técnicas en el proceso de aprendizaje de la Física, según (YEPEZ 2000) expresa que:

3.2. POBLACIÓN Y MUESTRA

Para realizar la investigación, el universo de estudio son los Docentes y estudiantes de primero, segundo y tercer ciclo de la carrera de Ingeniería Eléctrica de la Universidad Técnica de Cotopaxi matriculados en el ciclo Académico septiembre 2013 – febrero 2014. Conformados por 110 estudiantes y 12 profesionales que imparten la Cátedra de Física

Tabla N° 3

POBLACIÓN DE ESTUDIO

POBLACIÓN	PERSONAS	PORCENTAJE
ESTUDIANTES	110	90,16%
DOCENTES	12	9,84%
TOTAL	122	100%

Fuente: Universidad Técnica de Cotopaxi. Carrera de Ingeniería Eléctrica.

Autora: Tesista

Tabla N° 4

OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

VARIABLE	DIMENSIONES	INDICADORES
<p>INDEPENDIENTE Corrientes pedagógicas contemporáneas en la Educación Superior</p>	<p>Corrientes pedagógicas Pedagogía</p>	<ul style="list-style-type: none"> • El paradigma de “la escuela nueva” • El paradigma de “la pedagogía liberadora” • El paradigma del “enfoque cognitivo” • El paradigma del “enfoque constructivista” • El paradigma de “la teoría sociohistórica” • Pedagogía normativa • La pedagogía filosófica • La pedagogía tecnológica • Pedagogía descriptiva • Pedagogía psicológica • Pedagogía teológica • Pedagogía experimental
<p>DEPENDIENTE Procesos de aprendizaje de la Física</p>	<p>Procesos Enseñanza de la física universitaria</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Métodos • Técnicas • Instrumentos • La enseñanza universitaria de la física en las carreras de ciencias • ¿Dónde apoyar la investigación educativa de ciencias en la universidad? • Perspectivas para el desarrollo de estudios sobre la enseñanza de la física universitaria

Fuente: Investigación.

Elaborado por la Autora

3.3 INSTRUMENTOS DE LA INVESTIGACIÓN.

Para el desarrollo de la investigación se aplicó, la investigación bibliográfica y la investigación cualitativa, en razón del problema planteado y los objetivos que tratamos de alcanzar con la ejecución de la presente investigación, la recolección de datos se basa en la observación directa y la encuesta, plasmada en un cuestionario de preguntas en base a los indicadores de las variables: Corrientes pedagógicas contemporáneas en la Educación Superior y Procesos de aprendizaje de la Física, dirigida a los señores docentes y a los señores estudiantes, para el tratamiento de los datos se utilizó las técnicas estadísticas de organización, estructuración y su representación gráfica, mediante la estadística inferencial.

OBSERVACIÓN: Es una actividad que realiza el investigador para explorar el ambiente en el que se desenvuelven los docentes y estudiantes para detectar o asimilar las actividades que realizan dentro y fuera de clases, observando sus acciones y reacciones durante la aplicación de los instrumentos para recolección de datos.

ENCUESTA: Es un estudio por medio del cual el investigador obtiene los datos necesarios mediante la aplicación de un cuestionario que es el instrumento básico para obtener la información requerida, dirigido a una muestra representativa o al conjunto total de una población, para la tabulación, análisis y representación gráfica de los datos recolectados en la investigación.

Para garantizar la confiabilidad y validez del instrumento, la información se recogió a través de encuestas anónimas sin ningún sistema de identificación, con el fin de dar absoluta seguridad de confidencialidad de la información.

PREGUNTAS DIRECTRICES O INTERROGANTES DE LA INVESTIGACIÓN.

- ¿De qué manera, un módulo alternativo de Física basado en corrientes pedagógicas contemporáneas contribuirá a mejorar el aprendizaje de la física en el primer semestre de la carrera de Ingeniería Eléctrica de la Universidad Técnica de Cotopaxi?
- ¿Cómo incidirá en los arrastres y pérdidas de semestres en la asignatura de física, la creación de un módulo, utilizando los métodos y técnicas adecuados para el proceso de aprendizaje?

- ¿En qué forma la propuesta de un módulo de física será una ayuda didáctica en el primer semestre de la carrera de Ingeniería eléctrica de la Universidad Técnica de Cotopaxi?
- ¿Qué contenidos teóricos prácticos debe contener el módulo de física para los estudiantes de primer semestre de la carrera de Ingeniería eléctrica de la Universidad Técnica de Cotopaxi?
- ¿Qué estrategias metodológicas debe tomarse en cuenta en la creación del módulo de física para los estudiantes de primer semestre de la carrera de Ingeniería eléctrica de la Universidad Técnica de Cotopaxi?
- ¿Los docentes y estudiantes de la carrera de Ingeniería Eléctrica de la Universidad Técnica de Cotopaxi, tienen interés por conocer y aplicar los procesos de aprendizaje de las corrientes pedagógicas contemporáneas en su labor académica?

3.4 PROCEDIMIENTO DE LA INVESTIGACIÓN.

Con la finalidad de realizar la presente investigación los procedimientos utilizados para el logro de los objetivos se cumplieron por etapas de la siguiente forma:

- Concepción del tema
- Elección del tema
- Diseño del protocolo
- Diseño del proyecto de investigación
- Validación de los instrumentos
- Aplicación de los instrumentos y toma de datos
- Tabulación de los datos
- Análisis y discusión de resultados
- Elaboración de conclusiones y recomendaciones
- Diseño y elaboración de la propuesta
- Validación del documento
- Elaboración del informe final
- Presentación del informe.

3.5 Recolección de la Información

Para obtener la información necesaria se aplicó un cuestionario individual a la población estudiantil determinada, así como también a los docentes que imparten la asignatura de Física en la Carrera de Ingeniería Eléctrica de la Universidad Técnica de Cotopaxi.

3.6 Procesamiento y análisis

El estudio de análisis estadístico de los datos fue de forma descriptiva la misma que incluyeron los métodos de recopilación, organización, presentación e interpretación de los datos obtenidos, ellos permitieron analizar, resumir y comprobar la observación que se evidenció en relación a las variables de estudio.

En atención a lo anteriormente señalado se elaboró una serie de cuadros que contienen los resultados fundamentales provenientes del procesamiento de la información con el objeto de dar coherencia al análisis, tabulación e interpretación de los mismos.

CAPITULO IV

ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

4.1 ENCUESTA APLICADA A LOS DOCENTES INGENIERÍA ELÉCTRICA DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

Pregunta Nº 1: ¿Considera usted que para mejorar el aprendizaje de los estudiantes es necesario que el docente conozca las corrientes pedagógicas contemporáneas?

Tabla Nº 5

Mejorar del aprendizaje de los estudiantes

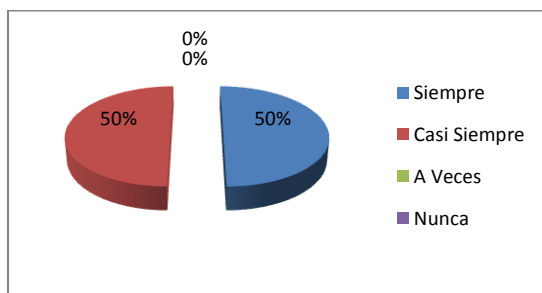
Indicador	Frecuencia	Porcentaje
Siempre	6	50,00
Casi Siempre	6	50,00
A Veces	0	0,00
Nunca	0	0
Total	12	100%

Fuente: Encuesta a docentes de la carrera de Ingeniería Eléctrica

Elaborado por: La investigadora

Gráfico Nº 1

Mejorar del aprendizaje de los estudiantes



Fuente: Encuesta a docentes de la carrera de Ingeniería Eléctrica

Elaborado por: La investigadora

Análisis e interpretación

A la presente interrogante, los docentes de la carrera de Ingeniería Eléctrica, un 100.00% consideran necesario que el docente conozca el contenido de las corrientes pedagógicas contemporáneas; por lo tanto es claro que los docentes tienen rasgos tradicionales en su gestión docente.

Pregunta N° 2: ¿Cree usted que los docentes deberían capacitarse en el contenido y manejo de las corrientes pedagógica contemporáneas?

Tabla N° 6

Capacitación de los docentes

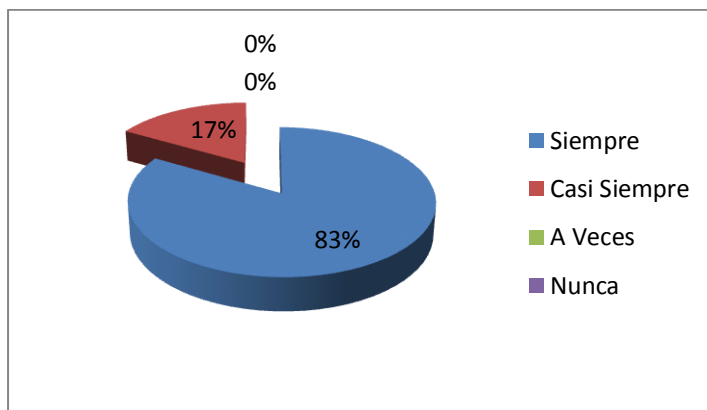
Indicador	Frecuencia	Porcentaje
Siempre	10	83,33
Casi Siempre	2	16,67
A Veces	0	0,00
Nunca	0	0,00
Total	12	100%

Fuente: Encuesta a docentes de la carrera de Ingeniería Eléctrica

Elaborado por: La investigadora

Gráfico N° 2

Capacitación de los docentes



Fuente: Encuesta a docentes de la carrera de Ingeniería Eléctrica

Elaborado por: La investigadora

Análisis e interpretación

Al hacer referencia a la importancia de que el docente se capacite en el contenido y manejo de las corrientes pedagógicas contemporáneas, un 100.00% de los encuestados consideran que es necesaria la capacitación. Esto demuestra que los docentes deben estimular procesos de actualización metodológica que aborde el contenido de las corrientes pedagógicas contemporáneas. Para obtener un aprendizaje significativo en los estudiantes.

Pregunta N° 3: ¿Considera que es necesario que se elabore un módulo alternativo para la asignatura de Física especialmente en el primer semestre de su carrera?

Tabla N° 7

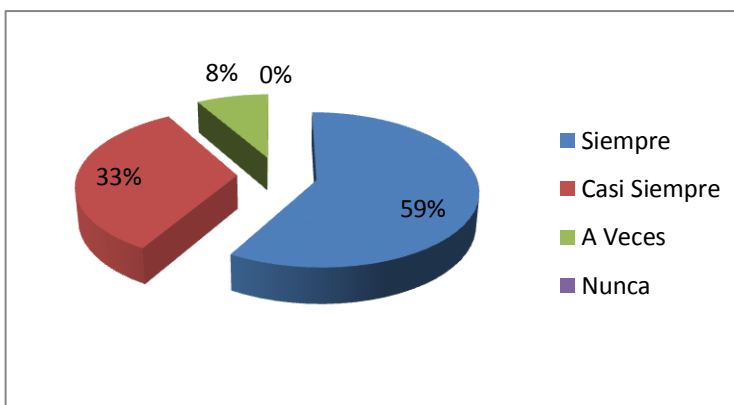
Necesidad de elaborar un módulo alternativo

Indicador	Frecuencia	Porcentaje
Siempre	7	58,33
Casi Siempre	4	33,33
A Veces	1	8,33
Nunca	0	0
Total	12	100%

Fuente: Encuesta a docentes de la carrera de Ingeniería Eléctrica
Elaborado por: La investigadora.

Gráfico N° 3

Necesidad de elaborar un módulo alternativo



Fuente: Encuesta a docentes de la carrera de Ingeniería Eléctrica
Elaborado por: La investigadora

Análisis e interpretación

Al analizar sobre la necesidad de elaborar un Módulo alternativo para la asignatura de Física para el primer semestre de su carrera, un 99.66% están de acuerdo, apenas un 8.33% da a conocer que a veces es necesario disponer del mismo. Se evidencia la necesidad de contar con un documento guía para el proceso de enseñanza aprendizaje de esta asignatura.

Pregunta N° 4: ¿Considera necesario que los docentes se apoyen en la concepción de procesos de enseñanza aprendizaje basados en las corrientes pedagógicas contemporáneas?

Tabla N° 8

Procesos de enseñanza aprendizaje basados en las corrientes pedagógicas contemporáneas

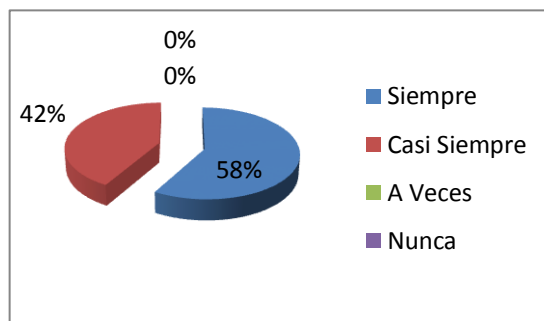
Indicador	Frecuencia	Porcentaje
Siempre	7	58,33
Casi Siempre	5	41,67
A Veces	0	0,00
Nunca	0	0,00
Total	12	100%

Fuente: Encuesta a docentes de la carrera de Ingeniería Eléctrica

Elaborado por: La investigadora

Gráfico N° 4

Procesos de enseñanza aprendizaje basados en las corrientes pedagógicas contemporáneas



Fuente: Encuesta a docentes de la carrera de Ingeniería Eléctrica

Elaborado por: La investigadora

Análisis e interpretación

Al hacer referencia a esta interrogante, un 100.00% de los encuestados están de acuerdo. Es necesario que exista un tiempo de formación que permita que los docentes, se apoyen en la concepción de procesos de enseñanza aprendizaje basados en las corrientes pedagógicas contemporáneas; ya que la actualización y transformación de conceptualizaciones dignifica la formación docente.

Pregunta N° 5: ¿Cree usted que la gestión del docente utilizando las corrientes pedagógicas contemporáneas mejoraran el proceso de aprendizaje de la Física?

Tabla N° 9

Utilización de las corrientes pedagógicas contemporáneas

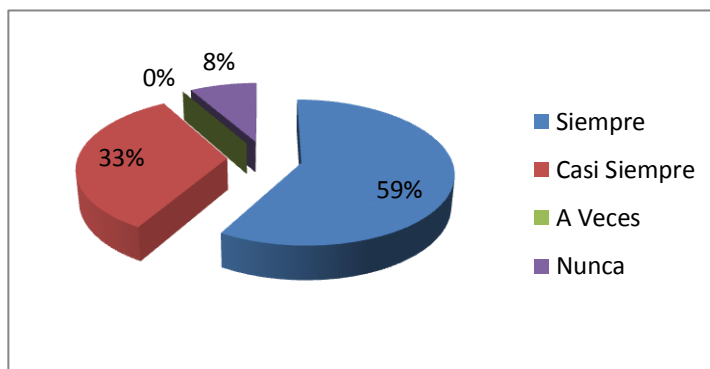
Indicador	Frecuencia	Porcentaje
Siempre	7	58,33
Casi Siempre	4	33,33
A Veces	0	0,00
Nunca	1	8,33
Total	12	100%

Fuente: Encuesta a docentes de la carrera de Ingeniería Eléctrica

Elaborado por: La investigadora

Gráfico N° 5

Utilización de las corrientes pedagógicas contemporáneas



Fuente: Encuesta a docentes de la carrera de Ingeniería Eléctrica

Elaborado por: La investigadora

Análisis e interpretación

A esta interrogación, el 91,66% de los encuestados respondieron que la gestión del docente utilizando las corrientes pedagógicas contemporáneas mejorará el proceso de aprendizaje de la asignatura y un 8,33% considera que nunca se mejorará. De las respuestas obtenidas se considera que la utilización de las corrientes pedagógicas contemporáneas si inciden en aprendizajes significativos.

Pregunta N° 6: ¿Piensa que es importante, además de obtener conocimientos en la clase de la asignatura de Física, se refuerce con la práctica; para alcanzar un buen desarrollo profesional?

Tabla N° 10

Refuerzo con práctica para mejorar el desarrollo profesional

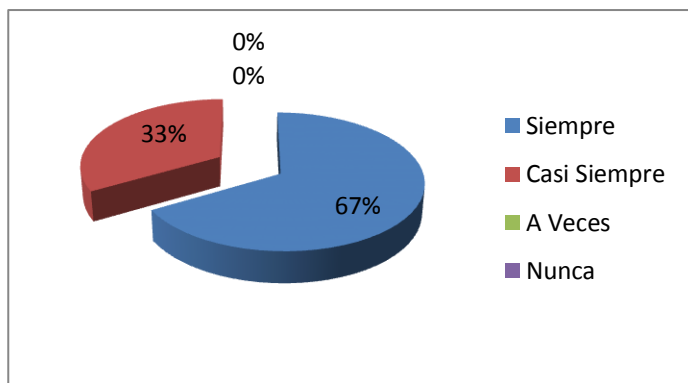
Indicador	Frecuencia	Porcentaje
Siempre	8	66,67
Casi Siempre	4	33,33
A Veces	0	0,00
Nunca	0	0
Total	12	100%

Fuente: Encuesta a docentes de la carrera de Ingeniería Eléctrica

Elaborado por: La investigadora

Gráfico N° 6

Refuerzo con práctica para mejorar el desarrollo profesional



Fuente: Encuesta a docentes de la carrera de Ingeniería Eléctrica

Elaborado por: La investigadora

Análisis e interpretación

A esta interrogantes un 100.00% de los encuestados, consideran que las prácticas realizadas por los estudiantes son significativas para alcanzar un desarrollo profesional recomendable; al mismo tiempo que fortalecen los conocimientos y mejorara el proceso de aprendizaje de nuevos conocimientos.

Pregunta N° 7: ¿Considera importante que la enseñanza de la Física debe ser experimental desde los primeros años de la carrera, para mejorar los procesos de aprendizaje a nivel superior?

Tabla N° 11

Refuerzo con práctica desde los primeros años de carrera

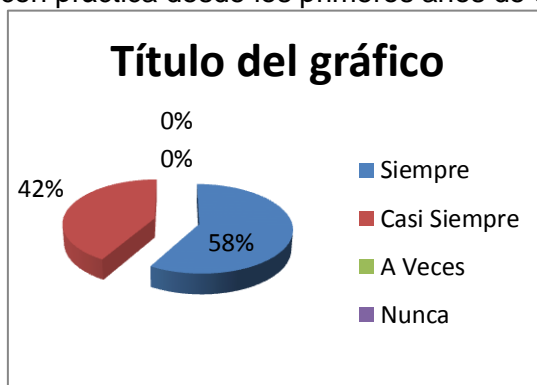
Indicador	Frecuencia	Porcentaje
Siempre	7	58,33
Casi Siempre	5	41,67
A Veces	0	0,00
Nunca	0	0,00
Total	12	100%

Fuente: Encuesta estudiantes

Elaborado por: La investigadora

Gráfico N° 7

Refuerzo con práctica desde los primeros años de carrera



Fuente: Encuesta estudiantes

Elaborado por: La investigadora

Análisis e interpretación

Al consultar sobre esta interrogante, un 100.00% de los encuestados respondieron que es importante dicha práctica. La información entre el docente y el estudiante fracciona las barreras de la duda, da confianza y mejora el aprendizaje de los estudiantes, pues se les da oportunidad para desarrollar su capacidad de análisis; ocasiona en el estudiante interés y deseos de aprender.

Pregunta N° 8: ¿Piensa que los conocimientos que usted recibe en su carrera sobre la asignatura de Física deben estar en concordancia a las necesidades de los estudiantes universitarios para el desarrollo de su carrera?

Tabla N° 12

Concordancia de los conocimientos y necesidades para el desarrollo de la carrera

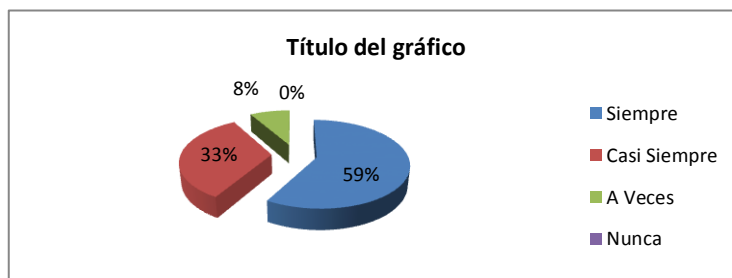
Indicador	Frecuencia	Porcentaje
Siempre	7	58,33
Casi Siempre	4	33,33
A Veces	1	8,33
Nunca	0	0
Total	12	100%

Fuente: Encuesta estudiantes

Elaborado por: La investigadora

Gráfico N° 8

Concordancia de los conocimientos y necesidades para el desarrollo de la carrera



Fuente: Encuesta estudiantes

Elaborado por: La investigadora

Análisis e interpretación

Al analizar esta interrogante un 91.66% de los encuestados, expresan estar de acuerdo en que el conocimiento que reciben deben estar en concordancia a las necesidades del desarrollo de la carrera; un 8.33% expresa que solo a veces debería estar en concordancia. El conocimiento siempre debe estar en relación con los objetivos de formación académica profesional y personal del estudiante, y el docente debe emprender ese conocimiento despertando el interés de los estudiantes, ser aplicable en su vida diaria, y concordancia con el nivel académico.

Pregunta N° 9: ¿Considera fundamental que en el tratamiento de la asignatura de Física en esta carrera se utilicen los procesos de aprendizaje relacionados con las corrientes pedagógicas contemporáneas?

Tabla N° 13

Procesos de aprendizaje relacionados con las corrientes pedagógicas contemporáneas

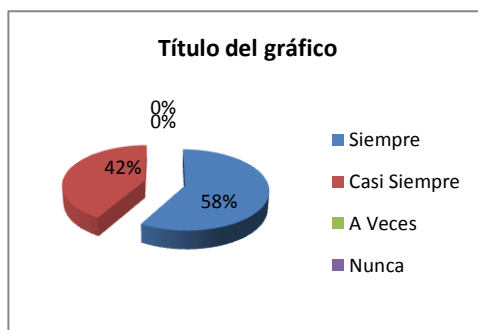
Indicador	Frecuencia	Porcentaje
Siempre	7	58,33
Casi Siempre	5	41,67
A Veces	0	0,00
Nunca	0	0,00
Total	12	100%

Fuente: Encuesta estudiantes

Elaborado por: La investigadora

Gráfico N° 9

Procesos de aprendizaje relacionados con las corrientes pedagógicas contemporáneas



Fuente: Encuesta estudiantes

Elaborado por: La investigadora

Análisis e interpretación

A la presente interrogante, un 100.00% considera fundamental utilizar los procesos de aprendizaje relacionados con las corrientes pedagógicas contemporáneas para alcanzar un aprendizaje significativo. De acuerdo a la encuesta, en el tratamiento de la asignatura, el docente debe crear sus propias estrategias de aprendizaje tomando en cuenta las corrientes pedagógicas contemporáneas, favoreciendo la eficacia de aprendizajes, ya que el docente es facilitador y mediador en el proceso educativo.

Pregunta N° 10: ¿Considera fundamental que los docentes que imparten la asignatura de Física en esta universidad exploren el contenido de las corrientes pedagógicas contemporáneas para mejorar el aprendizaje?

Tabla N° 14

Contenido de las corrientes pedagógicas contemporáneas para mejorar el aprendizaje

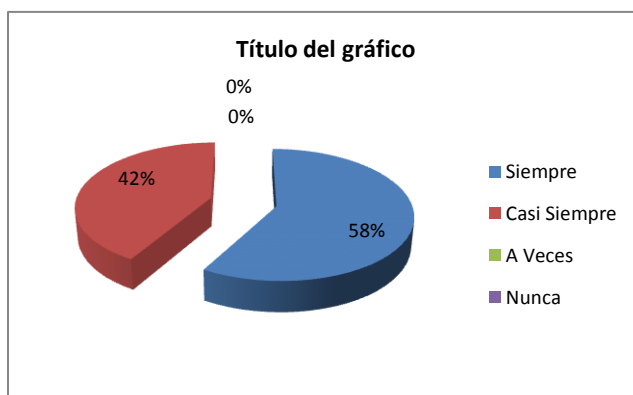
Indicador	Frecuencia	Porcentaje
Siempre	7	58,33
Casi Siempre	5	41,67
A Veces	0	0,00
Nunca	0	0
Total	12	100%

Fuente: Encuesta estudiantes

Elaborado por: La investigadora

Gráfico N° 10

Contenido de las corrientes pedagógicas contemporáneas para mejorar el aprendizaje



Fuente: Encuesta estudiantes

Elaborado por: La investigadora

Análisis e interpretación

A esta interrogante; un 100.00% de los encuestados están de acuerdo con ello. Los docentes cumplen su Gestión Pedagógica con responsabilidad y manejando estrategias educativas en base a los fundamentos de su aprendizaje, sin embargo, es necesario actualizar, crear y manejar estrategias que generen interés en los estudiantes universitarios.

Pregunta N° 11: ¿Cree usted que se mejorara el aprendizaje de la física en el primer semestre de la carrera de ingeniería eléctrica, utilizando un módulo alternativo con las tecnologías de la información?

Tabla N° 15

Utilización de un módulo alternativo con tecnologías de la información en el aprendizaje de la física

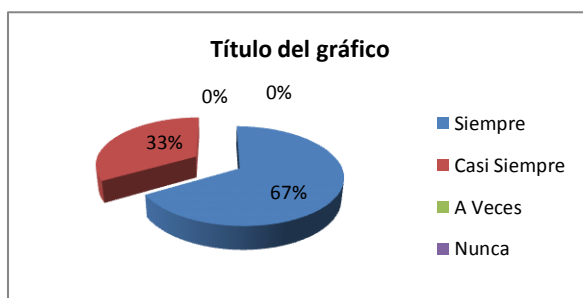
Indicador	Frecuencia	Porcentaje
Siempre	8	66,67
Casi Siempre	4	33,33
A Veces	0	0,00
Nunca	0	0
Total	12	100%

Fuente: Encuesta estudiantes

Elaborado por: La investigadora

Gráfico N° 11

Utilización de un módulo alternativo con tecnologías de la información en el aprendizaje de la física



Fuente: Encuesta estudiantes

Elaborado por: La investigadora

Análisis e interpretación

A esta interrogante el 100.00% consideran que la utilización de un módulo alternativo con las tecnologías de la información, siempre mejorará el aprendizaje de la Física en los estudiantes. El módulo, se creará como una guía que permita al docente asumir un enfoque crítico y reflexivo frente a su ejercicio Profesional en el proceso educativo; permitiendo a las personas asumir nuevos desafíos en su beneficio y accionar.

Pregunta N° 12: ¿Piensa que el interés del estudiante influye en su proceso de aprendizaje?

Tabla N° 16

Influencia del interés del estudiante en su proceso de aprendizaje

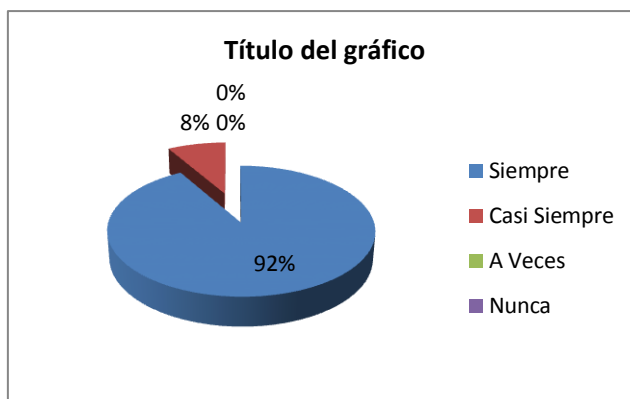
Indicador	Frecuencia	Porcentaje
Siempre	11	91,67
Casi Siempre	1	8,33
A Veces	0	0,00
Nunca	0	0
Total	12	100%

Fuente: Encuesta estudiantes

Elaborado por: La investigadora

Gráfico N° 12

Influencia del interés del estudiante en su proceso de aprendizaje



Fuente: Encuesta estudiantes

Elaborado por: La investigadora

Análisis e interpretación

Al analizar esta pregunta el 100.00%. Si el estudiante no tiene una aspiración de vida con objetivos formativos claros a lograr, el aprendizaje no tiene importancia; el interés está en relación directa con los aprendizajes significativos, por lo tanto el interés de los estudiantes por lograr una profesión motiva el deseo de superación y atraviesa diferentes obstáculos para aprender, esto refleja el rendimiento académico de cada estudiante.

Pregunta N° 13: ¿Considera que los recursos tecnológicos utilizados por el docente están acorde a las corrientes pedagógicas contemporáneas?

Tabla N° 17

Recursos tecnológicos utilizados acorde a las corrientes pedagógicas contemporáneas

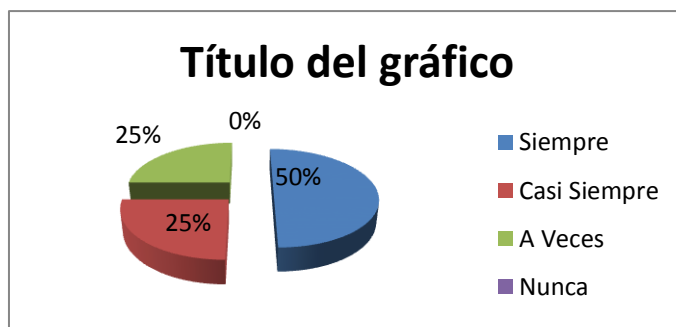
Indicador	Frecuencia	Porcentaje
Siempre	6	50,00
Casi Siempre	3	25,00
A Veces	3	25,00
Nunca	0	0,00
Total	12	100%

Fuente: Encuesta estudiantes

Elaborado por: La investigadora

Gráfico N° 13

Recursos tecnológicos utilizados acorde a las corrientes pedagógicas contemporáneas



Fuente: Encuesta estudiantes

Elaborado por: La investigadora

Análisis e interpretación

Al analizar esta interrogante un 75.00% de los encuestados consideran que los recursos tecnológicos utilizados por el docente están acordes a las corrientes pedagógicas contemporáneas y un 25.00% considera que a veces. Perennemente será necesario utilizar los recursos y materiales didácticos como las nuevas tecnologías de la informática y comunicación mencionadas en las corrientes pedagógicas contemporáneas, las mismas que permitirán la actualización de conocimientos y un aprendizaje significativo.

Pregunta N° 14: ¿Considera usted que un módulo alternativo con tecnologías de la información, de la asignatura de Física despertará el interés de la misma y el mejoramiento de su aprendizaje?

Tabla N° 18

Módulo alternativo con tecnologías de la información despertará el interés de la asignatura de Física

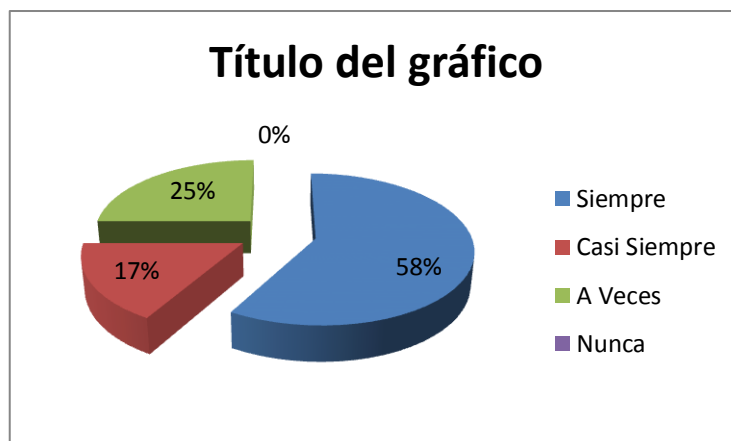
Indicador	Frecuencia	Porcentaje
Siempre	7	58,33
Casi Siempre	2	16,67
A Veces	3	25,00
Nunca	0	0
Total	12	100%

Fuente: Encuesta estudiantes

Elaborado por: La investigadora

Gráfico N° 14

Módulo alternativo con tecnologías de la información despertará el interés de la asignatura de Física



Fuente: Encuesta estudiantes

Elaborado por: La investigadora

Análisis e interpretación

A esta pregunta, un 75.00% consideran que positivamente este tipo de módulo despertará el interés por la asignatura de Física a la vez que ayudará a mejorar su aprendizaje. un 25.00% expresan que a veces.

El docente debe actualizar permanentemente sus conocimientos mediante la utilización de las nuevas tecnologías de la Informática y comunicación las mismas que abren puertas para obtener información científica actualizada.

4.2 ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LA ENCUESTA APLICADA A LOS ESTUDIANTES DE PRIMERO, SEGUNDO Y TERCER CICLO DE LA CARRERA DE INGENIERÍA ELÉCTRICA DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

Una vez realizado el análisis de las preguntas, asumidas en la presente investigación, y comparado resultados de los datos recolectados a través de la aplicación del cuestionario, se obtuvo respuesta que permitieron orientar la investigación, para entender con mayor confianza y ampliarla, se buscó la opinión de los estudiantes universitarios que son responsables del aprendizaje de la asignatura de Física que es la que centra nuestra atención, se les planteó por escrito una serie de interrogantes relacionadas con su desempeño académico, con referencia a las deficiencias y dificultades de aprendizaje observadas en su convivencia estudiantil, también interesaba conocer sus propias impresiones acerca de cómo perciben la enseñanza de los docentes en esta asignatura

Por la forma de cómo los estudiantes respondieron a estas interrogantes se confirma que los docentes no utilizan los contenidos de las corrientes pedagógicas contemporáneas ni sus estrategias de Aprendizaje, también están conscientes de que su interés aporta mucho para obtener aprendizajes significativos.

La cantidad de respuestas que afirman que los docentes no utilizan estrategias de aprendizaje de las corrientes pedagógicas contemporáneas en su gestión docente, no se aborda la Física experimentalmente desde los primeros años de la carrera, los temas de estudio no están en concordancia a las necesidades de los estudiantes universitarios, ni al avance científico y tecnológico para que sus conocimientos tengan validez en su vida profesional; todo esto da origen a la propuesta de diseño de un módulo alternativo para el primer semestre de la carrera de Ingeniería Eléctrica de la universidad técnica de Cotopaxi, que será un referente para iniciar los estudios y su utilización beneficiará el aprendizaje de los estudiantes.

La aplicación de la encuesta se realizó en el campus universitario de la Carrera de la Ingeniería Eléctrica de la Universidad Técnica de Cotopaxi; ambiente, donde se desempeñan los estudiantes especialmente los de primero, segundo y tercer ciclo, y se cumple su proceso formativo académico y personal, los estudiantes que participaron en el proceso de investigación, durante la aplicación del instrumento, fueron abordados en sus aulas de clase, previo el permiso correspondiente.

Pregunta N° 1: ¿Considera usted que para mejorar el aprendizaje de los estudiantes es necesario que el docente conozca las corrientes pedagógicas contemporáneas?

Tabla N° 19

Mejora del aprendizaje de los estudiantes

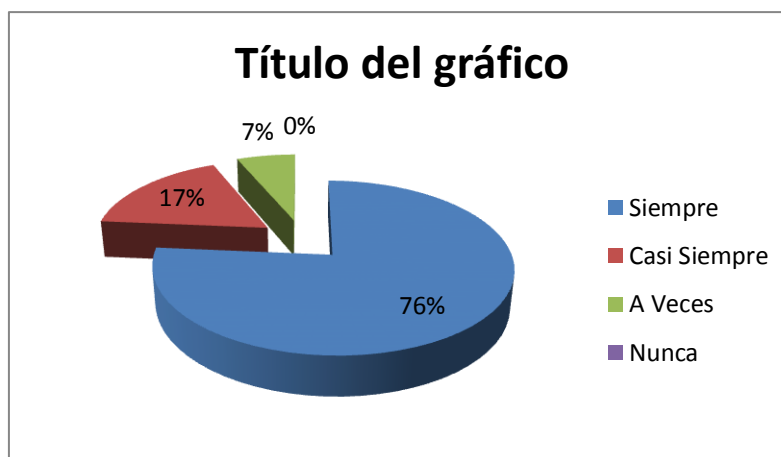
Indicador	Frecuencia	Porcentaje
Siempre	84	76,36
Casi Siempre	19	17,27
A Veces	7	6,37
Nunca	0	0
Total	110	100%

Fuente: Encuesta estudiantes

Elaborado por: La investigadora

Gráfico N° 15

Mejorar del aprendizaje de los estudiantes



Fuente: Encuesta estudiantes

Elaborado por: La investigadora

Análisis e interpretación

A esta interrogante, un 76,36% da a conocer que siempre es necesario que el docente conozca las corrientes pedagógicas contemporáneas; un 17,27% comprende que casi siempre es necesario; un 6,37% da a conocer que solo a veces sería necesario. El estudiante universitario tiene objetivos claros a alcanzar; el docente debe contribuir en el cumplimiento de los mismos.

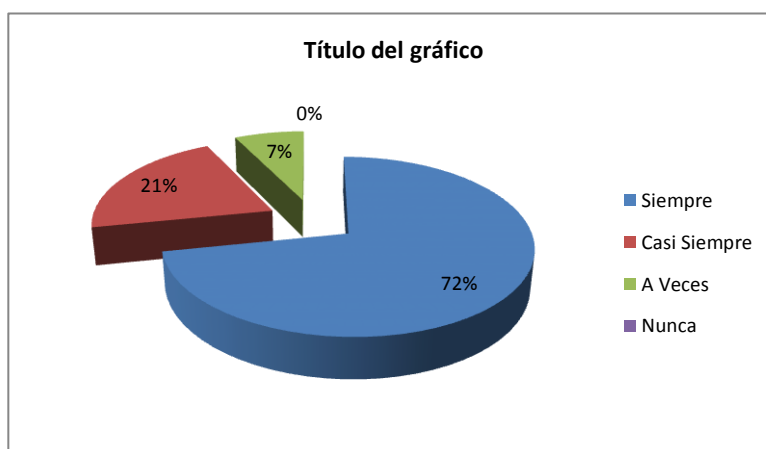
Pregunta N° 2: ¿Cree usted que los docentes deberían capacitarse en el contenido y manejo de las corrientes pedagógica contemporáneas?

Tabla N° 20
Capacitación de los docentes

Indicador	Frecuencia	Porcentaje
Siempre	79	71,82
Casi Siempre	23	20,91
A Veces	8	7,27
Nunca	0	0,00
Total	110	100%

Fuente: Encuesta estudiantes
Elaborado por: La investigadora

Gráfico N° 16
Capacitación de los docentes



Fuente: Encuesta estudiantes
Elaborado por: La investigadora

Análisis e interpretación

Al consultar a los estudiantes sobre si los docentes deberían capacitarse en el contenido y manejo de las corrientes pedagógicas contemporáneas, un 71,82% respondió que siempre deberían capacitándose; un 20,91% consideran que casi siempre correspondería hacer; un 7,27% expresa que solo a veces deberían capacitarse en lo expuesto. La formación del docente es parte fundamental en el proceso de enseñanza y aprendizaje.

Pregunta N° 3: ¿Considera que es necesario que se elabore un módulo alternativo para la asignatura de Física especialmente en el primer semestre de su carrera?

Tabla N° 21

Necesidad de elaborar un módulo alternativo

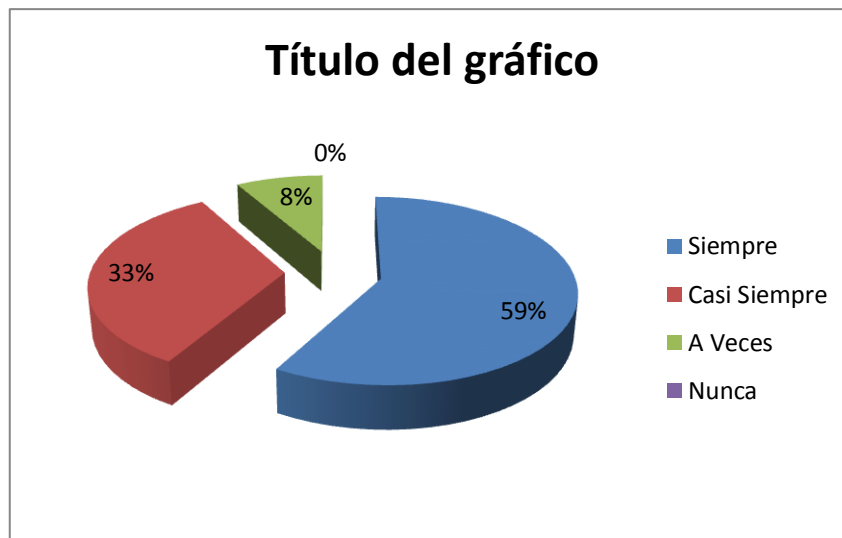
Indicador	Frecuencia	Porcentaje
Siempre	7	58,33
Casi Siempre	4	33,33
A Veces	1	8,34
Nunca	0	0
Total	12	100%

Fuente: Encuesta estudiantes

Elaborado por: La investigadora

Gráfico N° 17

Necesidad de elaborar un módulo alternativo



Fuente: Encuesta estudiantes

Elaborado por: La investigadora

Análisis e interpretación

Al consultarles sobre la necesidad de elaborar un módulo alternativo de la asignatura de Física para el primer semestre de la carrera de Ingeniería Eléctrica, un 58,33% de estudiantes encuestados consideran que siempre convendría hacerlo; un 33,33% en cambio dice que casi siempre está la necesidad; un 8,34% en cambio dice que a veces es necesario que el docente tenga este módulo.

Pregunta N° 4: ¿Considera necesario que los docentes se apoyen en la concepción de procesos de enseñanza aprendizaje basados en las corrientes pedagógicas contemporáneas?

Tabla N° 22

Procesos de enseñanza aprendizaje basados en las corrientes pedagógicas contemporáneas

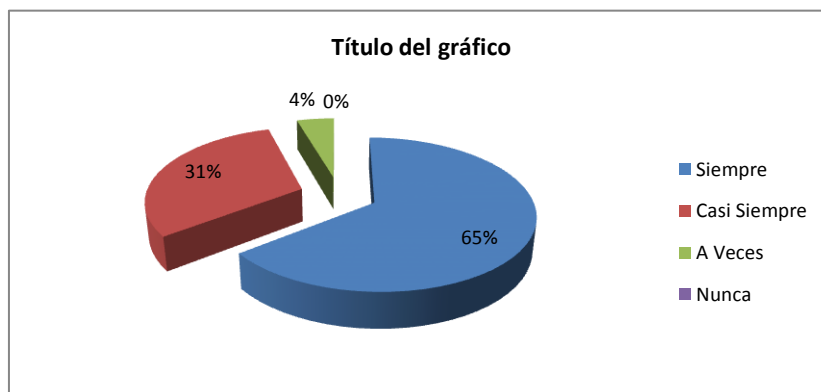
Indicador	Frecuencia	Porcentaje
Siempre	71	64,55
Casi Siempre	34	30,91
A Veces	5	4,54
Nunca	0	0
Total	110	100%

Fuente: Encuesta estudiantes

Elaborado por: La investigadora

Gráfico N° 18

Procesos de enseñanza aprendizaje basados en las corrientes pedagógicas contemporáneas



Fuente: Encuesta estudiantes

Elaborado por: La investigadora

Análisis e interpretación

A esta pregunta un 64,55% de los encuestados responde que siempre es necesario que los docentes se apoyen en procesos de enseñanza aprendizaje de las corrientes pedagógicas contemporáneas; un 30,91% en cambio dicen que casi siempre se evidencia la necesidad; y, un 4,54% considera que a veces es necesario que los docentes se apoyen en estos procesos.

Pregunta N° 5: ¿Cree usted que la gestión del docente utilizando las corrientes pedagógicas contemporáneas mejoraran el proceso de aprendizaje de a Física?

Tabla N° 23

Utilización de las corrientes pedagógicas contemporáneas

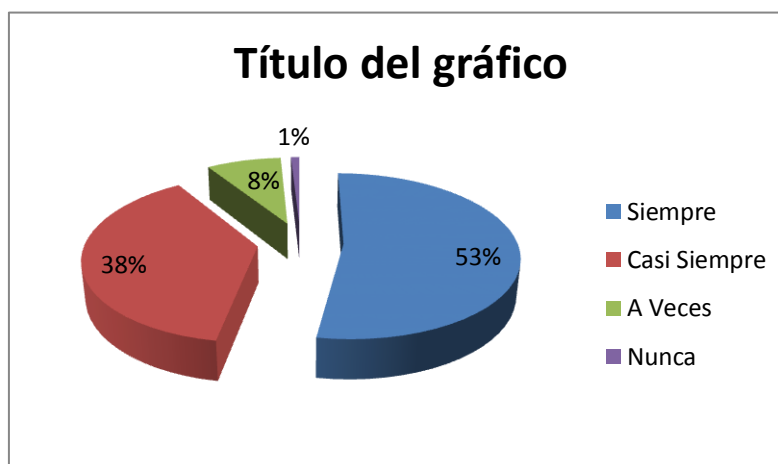
Indicador	Frecuencia	Porcentaje
Siempre	58	52,73
Casi Siempre	42	38,18
A Veces	9	8,18
Nunca	1	0,91
Total	110	100%

Fuente: Encuesta estudiantes

Elaborado por: La investigadora

Gráfico N° 19

Utilización de las corrientes pedagógicas contemporáneas



Fuente: Encuesta estudiantes

Elaborado por: La investigadora

Análisis e interpretación

Al consultar esta interrogante, un 52,73% considera que siempre mejoraría los procesos de aprendizaje utilizando las corrientes pedagógicas contemporáneas; un 38,18% dice que casi siempre mejoraría los procesos; un 8,18% en cambio expresa que solo a veces lo haría; y un 0,91% considera que nunca sería necesario.

Pregunta N° 6: ¿Piensa que es importante, además de obtener conocimientos en la clase de la asignatura de Física, se refuerce con la práctica; para alcanzar un buen desarrollo profesional?

Tabla N° 24

Refuerzo con práctica para mejorar el desarrollo profesional

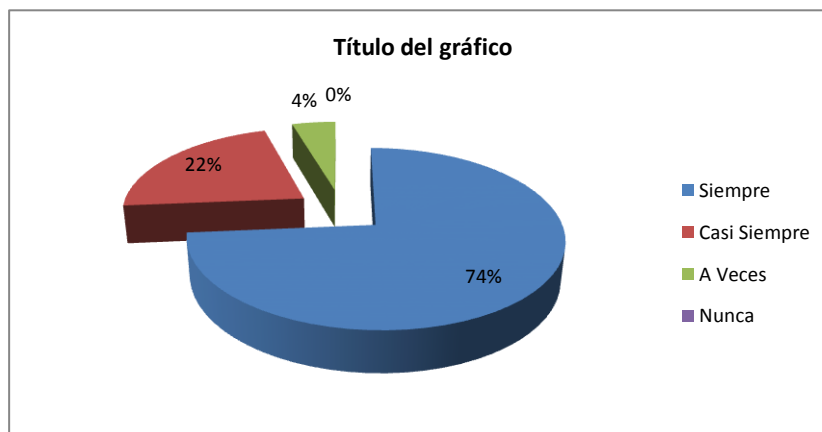
Indicador	Frecuencia	Porcentaje
Siempre	81	73,64
Casi Siempre	24	21,82
A Veces	5	4,54
Nunca	0	0
Total	110	100%

Fuente: Encuesta estudiantes

Elaborado por: La investigadora

Gráfico N° 20

Refuerzo con práctica para mejorar el desarrollo profesional



Fuente: Encuesta estudiantes

Elaborado por: La investigadora

Análisis e interpretación

Al referirse a esta pregunta, un 73,64% creen que siempre deben realizarse prácticas para alcanzar un buen desarrollo profesional; un 21,82% dice que casi siempre es beneficioso aplicarlas desde los primeros años de su carrera; y, un 4,54% considera que a veces produce beneficios.

Pregunta N° 7: ¿Considera importante que la enseñanza de la Física debe ser experimental desde los primeros años de la carrera, para mejorar los procesos de aprendizaje a nivel superior?

Tabla N° 25

Refuerzo con práctica desde los primeros años de carrera

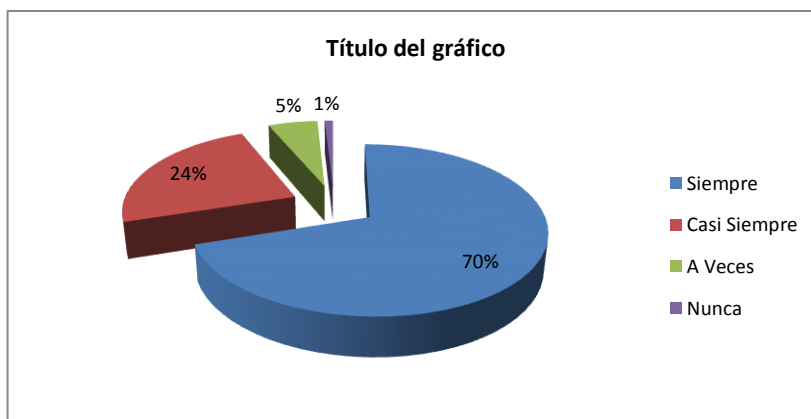
Indicador	Frecuencia	Porcentaje
Siempre	77	70,00
Casi Siempre	26	23,64
A Veces	6	5,45
Nunca	1	0,91
Total	110	100%

Fuente: Encuesta estudiantes

Elaborado por: La investigadora

Gráfico N° 21

Refuerzo con práctica desde los primeros años de carrera



Fuente: Encuesta estudiantes

Elaborado por: La investigadora

Análisis e interpretación

A esta interrogante; un 70,00% considera que siempre la enseñanza de la Física debe ser experimental desde los primeros años de sus carrera para mejorar el aprendizaje a nivel superior; un 23,64% cree que casi siempre es importante; un 5,45% manifiesta que solo a veces; y un 0,91% dice que nunca.

Pregunta N° 8: ¿Piensa que los conocimientos que usted recibe en su carrera sobre la asignatura de Física deben estar en concordancia a las necesidades de los estudiantes universitarios para el desarrollo de su carrera?

Tabla N° 26

Concordancia de los conocimientos y necesidades para el desarrollo de la carrera

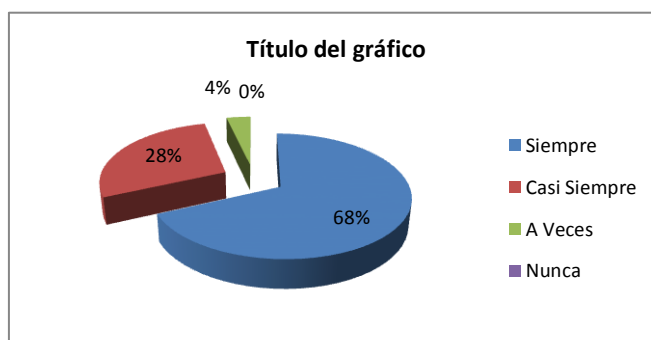
Casi Siempre	Frecuencia	Porcentaje
Siempre	75	68,18
Casi Siempre	31	28,18
A Veces	4	3,64
Nunca	0	0
Total	110	100%

Fuente: Encuesta estudiantes

Elaborado por: La investigadora

Gráfico N° 22

Concordancia de los conocimientos y necesidades para el desarrollo de la carrera



Fuente: Encuesta estudiantes

Elaborado por: La investigadora

Análisis e interpretación

Al consultar esta interrogante; un 68,18% considera que los conocimientos impartidos siempre deben estar en concordancia a las necesidades de su carrera; un 28,18% dice que casi siempre deberían mantener esa concordancia; y, un 3,64% enuncia que solo a veces debería cumplir con tal consecuencia. La metodología de enseñanza aprendizaje y los conocimientos, deben direccionarse a la formación de la carrera de Ingeniería Eléctrica, quienes necesitan aplicar los conocimientos adquiridos en su etapa profesional.

Pregunta N° 9: ¿Considera fundamental que en el tratamiento de la asignatura de Física en esta carrera se utilicen los procesos de aprendizaje relacionados con las corrientes pedagógicas contemporáneas?

Tabla N° 27

Procesos de aprendizaje relacionados con las corrientes pedagógicas contemporáneas

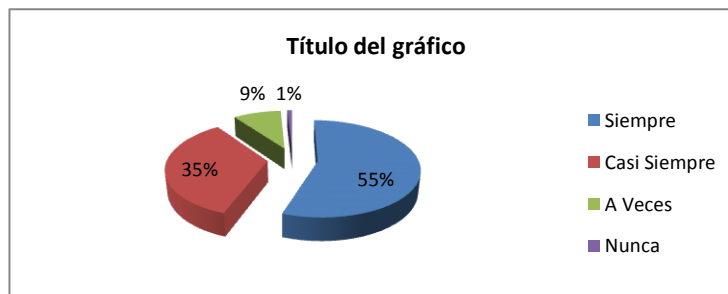
Indicador	Frecuencia	Porcentaje
Siempre	61	55,45
Casi Siempre	38	34,55
A Veces	10	9,09
Nunca	1	0,91
Total	110	100%

Fuente: Encuesta estudiantes

Elaborado por: La investigadora

Gráfico N° 23

Procesos de aprendizaje relacionados con las corrientes pedagógicas contemporáneas



Fuente: Encuesta estudiantes

Elaborado por: La investigadora

Análisis e interpretación

A esta interrogante un 55,45% considera que siempre es fundamental el utilizar el proceso de aprendizaje de mencionadas corrientes; un 34,55% expresa que casi siempre es fundamental; un 9,09% considera que a veces: y, un 0,91% cree que solo a veces es fundamental manejar las explicadas corrientes. Los procesos de aprendizaje deben ser acordes al progreso la ciencia y tecnología.

Pregunta N° 10: ¿Considera fundamental que los docentes que imparten la asignatura de Física en esta universidad exploren el contenido de las corrientes pedagógicas contemporáneas para mejorar el aprendizaje?

Tabla N° 28

Contenido de las corrientes pedagógicas contemporáneas para mejorar el aprendizaje

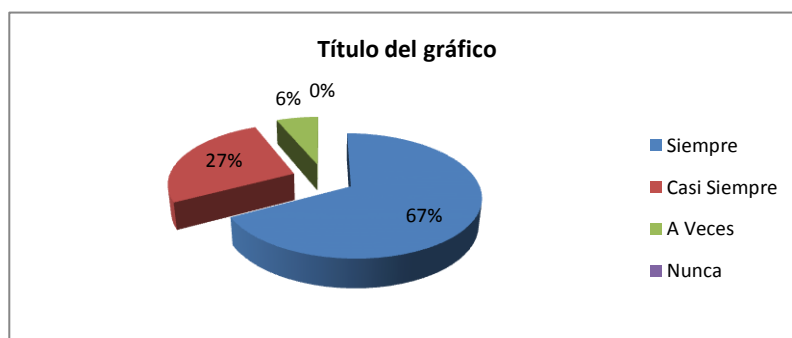
Indicador	Frecuencia	Porcentaje
Siempre	74	67,27
Casi Siempre	29	26,36
A Veces	7	6,37
Nunca	0	0
Total	110	100%

Fuente: Encuesta estudiantes

Elaborado por: La investigadora

Gráfico N° 24

Contenido de las corrientes pedagógicas contemporáneas para mejorar el aprendizaje



Fuente: Encuesta estudiantes

Elaborado por: La investigadora

Análisis e interpretación

Al responder a esta cuestión; un 67,27% de los encuestados respondieron que siempre los docentes deben explorar las corrientes pedagógicas contemporáneas; un 26,36% expresan que casi siempre deberían innovar; y, un 6,37% expresan que a veces es fundamental que lo exploren. Es preciso que el docente sea un sujeto activo y ponga en práctica el proceso de aprendizaje de acuerdo a las corrientes pedagógicas contemporáneas.

Pregunta N° 11: ¿Cree usted que se mejorara el aprendizaje de la física en el primer semestre de la carrera de ingeniería eléctrica, utilizando un módulo alternativo con las tecnologías de la información?

Tabla N° 29

Utilización de un módulo alternativo con tecnologías de la información en el aprendizaje de la física

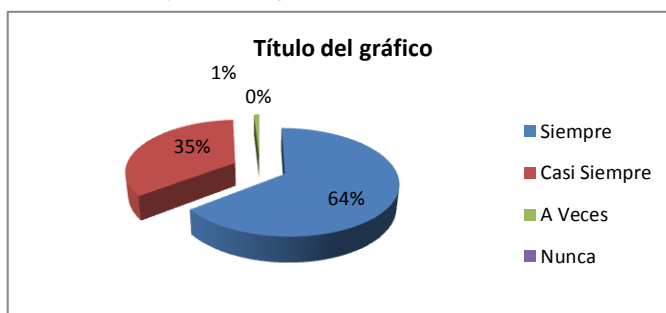
Indicador	Frecuencia	Porcentaje
Siempre	71	64,54
Casi Siempre	38	34,55
A Veces	1	0,91
Nunca	0	0
Total	110	100%

Fuente: Encuesta estudiantes

Elaborado por: La investigadora

Gráfico N° 25

Utilización de un módulo alternativo con tecnologías de la información en el aprendizaje de la Física



Fuente: Encuesta estudiantes

Elaborado por: La investigadora

Análisis e interpretación

Al consultar sobre si un módulo alternativo de la asignatura de Física, con las tecnologías de la información mejorara el aprendizaje en el primer semestre de la carrera, un 64,54% dicen que siempre mejorará; un 34,55% dicen que casi siempre podría mejorar el aprendizaje de la Física; y, un 0,91% dice que a veces podría mejorar. Es necesario renovar las metodologías manejadas en los procesos pedagógicos.

Pregunta N° 12: ¿Piensa que el interés del estudiante influye en su proceso de aprendizaje?

Tabla N° 30

Influencia del interés del estudiante en su proceso de aprendizaje

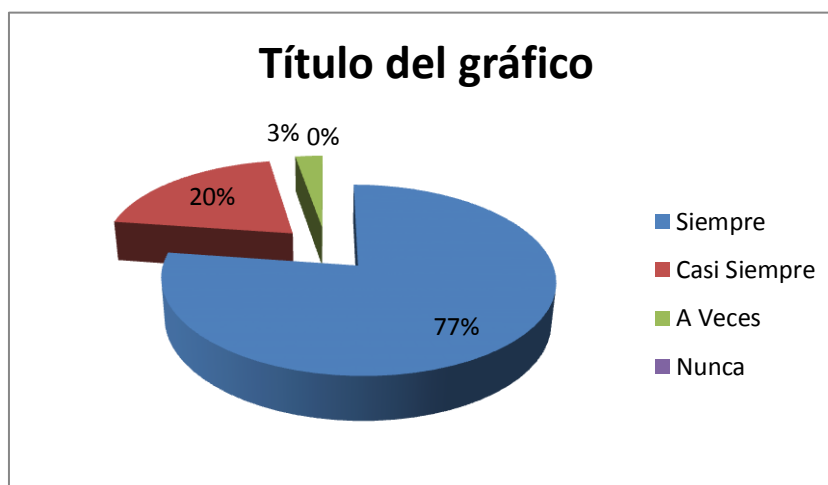
Indicador	Frecuencia	Porcentaje
Siempre	85	77,27
Casi Siempre	22	20,00
A Veces	3	2,73
Nunca	0	0
Total	110	100%

Fuente: Encuesta estudiantes

Elaborado por: La investigadora

Gráfico N° 26

Influencia del interés del estudiante en su proceso de aprendizaje



Fuente: Encuesta estudiantes

Elaborado por: La investigadora

Análisis e interpretación

A esta interrogación un 77,27% de encuestados, responden que siempre el interés del estudiante influye en su proceso de aprendizaje; un 20,00% enuncia que casi siempre influye su interés; mientras que un 2,73% manifiesta que a veces; ya que existen diversos factores que intervienen en su aprendizaje.

Pregunta N° 13: ¿Considera que los recursos tecnológicos utilizados por el docente están acorde a las corrientes pedagógicas contemporáneas?

Tabla N° 31

Recursos tecnológicos utilizados acorde a las corrientes pedagógicas contemporáneas

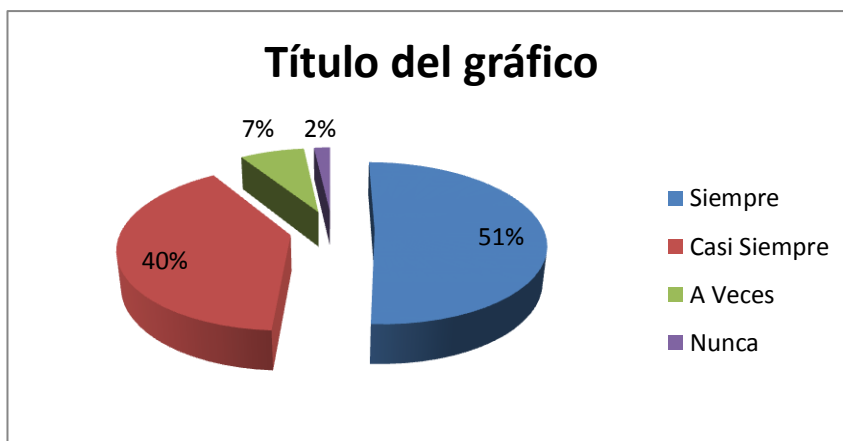
Indicador	Frecuencia	Porcentaje
Siempre	56	50,91
Casi Siempre	44	40,00
A Veces	8	7,27
Nunca	2	1,82
Total	110	100%

Fuente: Encuesta estudiantes

Elaborado por: La investigadora

Gráfico N° 27

Recursos tecnológicos utilizados acorde a las corrientes pedagógicas contemporáneas



Fuente: Encuesta estudiantes

Elaborado por: La investigadora

Análisis e interpretación

A esta pregunta un 50,91% de los estudiantes creen que siempre están acordes a las corrientes pedagógicas contemporáneas; un 40,00% considera que casi siempre lo utilizan; un 7,27% responde que a veces lo manejan; y un 1,82% manifiesta que nunca están acordes. Es importante utilizar nuevos recursos tecnológicos para mejorar el proceso de aprendizaje.

Pregunta N° 14: ¿Considera usted que un módulo alternativo con tecnologías de la información, de la asignatura de Física despertará el interés de la misma y el mejoramiento de su aprendizaje?

Tabla N° 32

Módulo alternativo con tecnologías de la información despertará el interés de la asignatura de Física

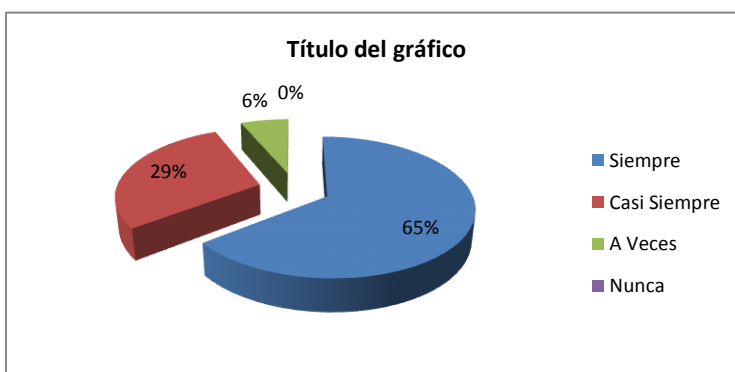
Indicador	Frecuencia	Porcentaje
Siempre	71	64,55
Casi Siempre	32	29,09
A Veces	7	6,36
Nunca	0	0
Total	110	100%

Fuente: Encuesta estudiantes

Elaborado por: La investigadora

Gráfico N° 28

Módulo alternativo con tecnologías de la información despertará el interés de la asignatura de Física



Fuente: Encuesta estudiantes

Elaborado por: La investigadora

Análisis e interpretación

A esta última pregunta un 64,55% manifestó que siempre un módulo alternativo con tecnologías de la información despertará el interés y mejorará el aprendizaje de la Física; un 29,09% considera que casi siempre la utilización de este módulo despertará su interés por la asignatura; mientras que un 6,36% cree que a veces.

RESPUESTAS A LAS PREGUNTAS DIRECTRICES

- 1. ¿De qué manera, un módulo alternativo Física basado en corrientes pedagógicas contemporáneas contribuirá a mejorar el aprendizaje de la física en el primer semestre de la carrera de Ingeniería Eléctrica de la Universidad Técnica de Cotopaxi?**

Los estudiantes universitarios, para su proceso de aprendizaje requieren de nuevas estrategias metodológicas a través de un módulo alternativo acorde a las corrientes pedagógicas contemporáneas, considerando su aprendizaje como parte fundamental del desempeño profesional.

- 2. ¿Cómo incidirá en los arrastres y pérdidas de semestres en la asignatura de física, la creación de un módulo, utilizando los métodos y técnicas adecuados para el proceso de aprendizaje?**

El aprendizaje de la Física de los estudiantes a través de nuevos procesos metodológicos, y estrategias aplicados por el docente, serán direccionados al estudiante, mediante la generación de un módulo alternativo para la enseñanza de la asignatura, minimizando las dificultades relacionadas con arrastres y pérdidas de año mejorando su desempeño estudiantil.

- 3. ¿En qué forma la propuesta de un módulo de física será una ayuda didáctica en el primer semestre de la carrera de Ingeniería eléctrica de la Universidad Técnica de Cotopaxi?**

Este módulo será un referente para el estudiante en su proceso de aprendizaje, le permitirá fortalecer, análisis y auto valorar su compromiso como estudiante, y aportará a mejorar su activa participación.

- 4. ¿Qué contenidos teóricos prácticos debe contener el módulo de física para los estudiantes de primer semestre de la carrera de Ingeniería eléctrica de la Universidad Técnica de Cotopaxi?**

Los conocimientos científicos básicos necesarios para sus estudios y el desarrollo de su profesión tales como: mecánica (cinemática, dinámica y estática), trabajo, potencia y energía.

5. ¿Qué estrategias metodológicas debe tomarse en cuenta en la creación del módulo de física para los estudiantes de primer semestre de la carrera de Ingeniería eléctrica de la Universidad Técnica de Cotopaxi?

Todas las estrategias metodológicas recomendables, tomadas de las corrientes pedagógicas contemporáneas; siempre de acuerdo al tema que se esté tratando; ya que como se puede evidenciar en los datos obtenidos en la investigación; los docentes aplican estrategias tradicionales y se obtiene un aprendizaje memorístico poco participativo.

6. ¿Los docentes y estudiantes de la carrera de Ingeniería Eléctrica de la Universidad Técnica de Cotopaxi, tienen interés por conocer y aplicar los procesos de aprendizaje de las corrientes pedagógicas contemporáneas en su labor académica?

El resultado obtenido de la aplicación del cuestionario, demuestra el interés que tienen los docentes y estudiantes en conocer y aplicar los procesos de aprendizaje de las corrientes pedagógicas contemporáneas, esto admite la participación tanto del docente como del estudiante desde un modelo democrático, en donde se impulse el desarrollo del aprendizaje significativo del estudiante.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CONCLUSIONES

De los datos obtenidos a través de los instrumentos aplicados en esta investigación a docentes y estudiantes de la Carrera de Ingeniería Eléctrica; con su análisis correspondiente se llega a las siguientes conclusiones:

- De los procesos de Enseñanza Aprendizaje de la Física en el primer ciclo de la Carrera de Ingeniería Eléctrica son realizados a través modelos pedagógicos acostumbrados, memorísticos; sin tomar en cuenta que son la base para el desarrollo de su carrera profesional.
- De la metodología empleada por los docentes de la Carrera Ingeniería eléctrica de la Universidad Técnica de Cotopaxi, la gestión docente, se apoya en criterios pedagógicos tradicionales, orientados específicamente a la memorización de los contenidos; sin considerar el aporte positivo de los estudiantes universitarios.
- De los niveles de aprendizaje de los estudiantes del primer semestre de Carrera de Ingeniería eléctrica de la Universidad Técnica de Cotopaxi; no participan activamente en su proceso educativo, lo que incide en su actitud, rechazo, desidia, falta de interés, en su proceso de aprendizaje.
- De la Gestión Docente, en la Carrera de Ingeniería Eléctrica de la Universidad Técnica de Cotopaxi, aún se utilizan los modelos pedagógicos tradicionales, especialmente memorístico, rígido sin participación del estudiante; los cuales deben ser modificados para obtener en el estudiante un aprendizaje significativo.
- Diseñar un módulo alternativo para el primer ciclo de la Carrera de ingeniería Eléctrica de la Universidad Técnica de Cotopaxi, que sea un referente y aporte con contenidos que deban tratarse en este ciclo; con prácticas de laboratorio, auto evaluación; centrándose en el aprendizaje significativo, desarrollo personal y de acuerdo a los objetivos de la carrera.

RECOMENDACIONES

- Los procesos de Enseñanza Aprendizaje de la Física en el primer ciclo de la Carrera de Ingeniería Eléctrica de la Universidad Técnica de Cotopaxi, deben reestructurar, su modelo educativo en base a las necesidades de los estudiantes; tomando en cuenta su objetivo profesional, adoptando un modelo pedagógico acorde a las corrientes pedagógicas contemporáneas.
- La metodología empleada por los docentes de la Carrera de Ingeniería Eléctrica de la Universidad Técnica de Cotopaxi, en su gestión docente, debe apoyarse en las corrientes pedagógicas contemporáneas, orientados a obtener la participación de los estudiantes alcanzando así aprendizajes significativos.
- Los niveles de aprendizaje de los estudiantes del primer ciclo de la Carrera de ingeniería Eléctrica de la Universidad Técnica de Cotopaxi; deben ser activos, participativos, críticos, acorde al desarrollo profesional y al avance de la ciencia y la tecnología.
- La gestión del docente de la Carrera Ingeniería Eléctrica de la Universidad Técnica de Cotopaxi, debe apoyarse en estrategias de aprendizaje de acuerdo a las corrientes pedagógicas contemporáneas para obtener en los estudiantes aprendizajes duraderos, significativos y acordes al nivel profesional.

CAPITULO V

PROPUESTA

TEMA:

5.1 Módulo alternativo de Física para el primer semestre de la Carrera de Ingeniería Eléctrica de la Universidad Técnica de Cotopaxi

5.2 OBJETIVO GENERAL:

Diseñar un módulo alternativo de Física para el primer semestre de la Carrera de Ingeniería Eléctrica de la Universidad Técnica de Cotopaxi

5.3 JUSTIFICACIÓN

Desde tiempos muy remotos los seres humanos han tratado de comprender la naturaleza y los fenómenos que en ella se observan: el paso de las estaciones, el movimiento de los cuerpos y de los astros, la lluvia, la oscuridad, los relámpagos y el trueno, etc. Las primeras explicaciones se basaron en consideraciones filosóficas y sin realizar verificaciones experimentales.

En la actualidad, que vivimos la era del conocimiento, y con el avance vertiginoso de la ciencia, existe un gran interés por la interpretación y comprensión de hechos y fenómenos que hasta hace poco tiempo eran difíciles de estudiarlos. Las relaciones entre la Ciencia, la Tecnología y la Sociedad se ha convertido en un amplio campo de estudio, basado en el análisis de los principales hitos del avance científico. Al mismo tiempo se reconoce que el edificio teórico creado por cada disciplina científica tiene sus especificidades y autodeterminación relativa, según las regularidades y complejidad de la realidad que persigue reflejar, lo cual le concede a cada ciencia su propio tiempo, su manera de aparecer, madurar y desenvolverse en la Historia

Por lo anteriormente mencionado, la Física en la actualidad, es una rama del saber que goza de un amplio prestigio social, debido a su asociación con el desarrollo científico y tecnológico. Un estudiante de buen rendimiento en Física está asociado

también, a una persona capaz, con amplias perspectivas de desarrollo profesional. Pero para el común de los estudiantes, la Física sigue siendo una asignatura complicada, provista de un lenguaje crítico y de escasa significancia en su vida cotidiana.

La importancia de la Física radica en que ofrece un conjunto de procedimientos de análisis, cálculo, medición y apreciación del mundo natural y social, enriqueciendo su comprensión, proporcionando la elección de estrategias para resolver problemas, contribuyendo, además, al desarrollo del pensamiento lógico, crítico y autónomo.

Es por esta razón que en la presente investigación se presenta un módulo “alternativo” de Física, el cual pretende ser una herramienta muy útil para el docente y el estudiante, con el objetivo que los conocimientos adquiridos por este último sean significativos, es decir que estén estrechamente relacionados con el entorno del estudiante y que sirvan como herramientas para enfrentar y resolver problemas y situaciones a nivel cotidiano y en el desarrollo de su futura profesión.

En la actualidad, las necesidades en el campo educativo superior ecuatoriano son muchas y de diversa índole, razón por la cual aprender nuevas formas de procesar la información contribuyen de manera significativa a la formación integral del estudiante, porque lo hace capaz de desarrollar procesos cognoscitivos generando el desarrollo de un pensamiento integrador, relacionado con el avance científico, tecnológico, y con una gran cantidad de información que es necesario saber procesar adecuadamente.

Sobre la base de estos lineamientos, y considerando a la Física como uno de los pilares fundamentales de la enseñanza y el aprendizaje, porque motiva al estudiante a desarrollar habilidades de investigación, demostración, comprobación y aplicación de leyes de los fenómenos físicos fundamentales que posibilitan la comprensión científica del mundo físico el presente módulo contribuirá a mejorar la comprensión de los fenómenos físicos y por lo tanto a disminuir el alto índice de bajo rendimiento en los estudiantes del primer semestre de la Carrera de Ingeniería Eléctrica de la Universidad Técnica de Cotopaxi.

DESARROLLO DE LA PROPUESTA

5.4 ESTRUCTURA DE LA PROPUESTA

Consistente con los objetivos de la Carrera de Ingeniería Eléctrica, en Física se pretende desarrollar en el estudiante, de manera integrada y gradual, conceptos, destrezas, habilidades y valores que habrán de incorporarse a su manera de ser, hacer y pensar; a través de los aprendizajes y no de los contenidos, buscando la explicación de los fenómenos naturales y la formulación matemática mediante aplicaciones de los temas estudiados; es decir, enfatizando la relación de la tecnología con la aplicación de conceptos y con el desarrollo de habilidades del pensamiento.

Consecuentemente la meta es proporcionar a los estudiantes los elementos de la cultura básica correspondientes al conocimiento científico y tecnológico, para que cuente con información y metodologías elementales que les permitirán, a su egreso, interactuar con su entorno de una manera más creativa, responsable, informada y crítica. Se pretende una enseñanza que permita al estudiante modificar sus estructuras de pensamiento y mejorar sus procesos intelectuales.

Por las razones antes expuestas, la presente propuesta contiene previamente una serie de técnicas activas de aprendizaje que el docente las puede aplicar indistintamente de acuerdo con los conocimientos de la asignatura que va desarrollando y los logros del aprendizaje que desea alcanzar durante el desarrollo de la asignatura.

En el desarrollo de la asignatura de Física, el presente módulo está constituido por una evaluación inicial de diagnóstico cuyo objetivo fundamental es que el estudiante tenga la oportunidad de revisar los conocimientos básicos de Física y operaciones matemáticas fundamentales adquiridas en el bachillerato, las cuales le servirán de soporte inicial para el tratamiento de la asignatura.

El presente módulo está elaborado con la totalidad de los contenidos temáticos del Silabo de Física de la Carrera de Ingeniería Eléctrica. En el desarrollo de cada unidad, el módulo está conformado por el título, los resultados del aprendizaje, el contenido

científico, en el cual los temas se exponen de manera resumida, destacando los conceptos fundamentales de cada unidad temática, además del manejo de las ecuaciones o fórmulas en la resolución de problemas de aplicación. A continuación, utilizando como fuente bibliográfica textos que se encuentran en la Biblioteca de la Universidad Técnica de Cotopaxi e importante bibliografía utilizada en el bachillerato y en educación superior, se desarrollan problemas resueltos, que sirven de base para la comprensión de la fase teórica- experimental, seguida de actividades de trabajo autónomo, que pretenden contribuir con el fortalecimiento de los aprendizajes alcanzados en cada unidad programática.

Seguidamente se propone una parte experimental o de laboratorio, usando materiales y equipos de fácil acceso y utilización en nuestro medio, con lo cual se comprueba de forma práctica los enunciados de los principios y leyes físicas.

A continuación se propone una autoevaluación que le sirve al docente y al estudiante como parámetro para determinar los aprendizajes alcanzados.

Finalmente al término de la propuesta se menciona un listado de la bibliografía y páginas Web de donde se ha tomado la información científica, problemas resueltos, propuestos y la parte de experimentación, que además, sirven de apoyo en la búsqueda de información sobre la asignatura.

TÉCNICAS ACTIVAS DE APRENDIZAJE

El aprendizaje es un proceso de adquisición de habilidades, destrezas y conocimientos, que se produce como resultado del proceso de enseñanza y aprendizaje, por experiencia o el estudio.

El creciente desarrollo de la ciencia y la tecnología obliga al docente a realizar una cuidadosa selección de conocimientos a impartir, así como también métodos y técnicas a implementar. Los métodos y técnicas participativas aplicadas a la organización del proceso de enseñanza y aprendizaje, dan respuesta a esta inquietud, revalorizando la participación activa del estudiante.

Por las razones antes expuestas, la autora de la presente propuesta propone una serie de técnicas activas de aprendizaje que pueden ser aplicadas, de acuerdo a la experiencia y conocimiento del docente de Física en los diversos temas, motivo del presente ciclo académico. Estas técnicas se resumen a continuación.

- **Aprendizaje basado en problemas.** El aprendizaje basado en problemas es una técnica idónea para la educación superior. En esta técnica se plantea el problema, se busca alternativas de solución, se resuelve el problema y se realiza la verificación.

Los estudiantes trabajan en equipos, comparten la posibilidad de practicar y desarrollar habilidades, de observar y reflexionar sobre actitudes, toman responsabilidades y acciones que son básicas en su proceso formativo.

En la técnica de aprendizaje basado en la solución de problemas, el estudiante busca el aprendizaje necesario para resolver los problemas que se plantean, los cuales conjugan aprendizajes de varias áreas del conocimiento. Esta técnica se sustenta en el enfoque constructivista, que articula tres principios básicos:

- La comprensión de una situación de la realidad surge de las interacciones con el medio.
- El conflicto cognitivo al enfrentar una situación nueva estimula el aprendizaje.
- El conocimiento se desarrolla mediante el reconocimiento y aceptación de los procesos sociales y de la evaluación de las diferentes interpretaciones individuales del mismo fenómeno.

Para que esta técnica sea aplicada de manera eficaz, el problema debe tener por lo menos las siguientes características:

- El problema debe estar en relación con los objetivos del curso o los resultados del aprendizaje esperados, y debe corresponder a situaciones de la vida cotidiana.
- El problema debe llevar a los estudiantes a tomar decisiones o elaborar juicios basados en hechos, información lógica y fundamentada
- La longitud y complejidad del problema debe ser administrada por el docente de tal manera que los estudiantes no se dividan el trabajo.
- El profesor introduce el problema con preguntas abiertas.

- El contenido de los objetivos del curso debe ser incorporado en el diseño de los problemas.

La técnica de aprendizaje basado en la solución de problemas debe seguir las siguientes etapas.

PRIMERA ETAPA

- Las reglas de trabajo deben ser claras y establecidas con anticipación.
- Cada equipo tendrá entre 5 y 8 participantes
- Cada equipo identificará los puntos clave del problema
- Se genera una lista de temas o problemas a estudiar que se reparte entre los diferentes equipos.
- Si el problema está impreso se debe entregar copias por equipo o individualmente

SEGUNDA ETAPA

- Proporcionar preguntas escritas relacionadas con el problema. La copia para el equipo será firmada por todos los miembros que participaron.
- Al término de cada sesión los estudiantes deben establecer los planes de su propio aprendizaje: identificar los temas a estudiar, identificar los objetivos de aprendizaje y establecer una lista de tareas para la próxima sesión señalando claramente sus necesidades de apoyo en las áreas donde consideren importante la participación del profesor.
- **Conferencia Orientadora.** Se inicia con una motivación sobre diversas situaciones de la vida diaria que puede conducir al estudio de definiciones, principios, leyes, etc. A continuación se plantea una conversación heurística, que es uno de los métodos de enseñanza problémica, durante la cual el docente interroga y orienta; mientras que los estudiantes analizan, discuten y plantean sus puntos de vista, así como también pueden emitir conclusiones sobre el tema analizado.

Como una siguiente etapa el docente puede usar una exposición problémica introduciendo interrogantes a través de las cuales el estudiantes llega a las preguntas metacognitivas, es decir a un análisis y a la toma de conciencia sobre la

necesidad de dar solución a los problemas o situaciones planteadas, y a buscar nuevos conocimientos dentro del proceso de enseñanza-aprendizaje. En ese momento el docente plantea el sumario del tema y el material bibliográfico a emplear.

Algunos métodos participativos que puede emplear son: trabajo individual, discusión en pequeños grupos, discusión plenaria, entre otros.

- **La Exposición.** La exposición consiste en la presentación del tema, lógicamente estructurado, donde el principal recurso es el lenguaje oral, aunque también puede ser un texto escrito. Se utiliza fundamentalmente para la adquisición de conceptos y aspectos procedimentales por parte de los estudiantes.

Aunque en algunos casos la exposición se considera como una práctica educativa obsoleta, con las facilidades que ofrece las nuevas tecnologías de la información y comunicación, el docente puede estructurar y organizar materiales adecuados para hacerlo más accesible y más agradable para el estudiante.

Para la exposición se debe considerar los siguientes aspectos:

- Delimitar el tema
- Preparar un bosquejo con algunas ideas principales
- Organizar las ideas principales con secuencia lógica
- Elaborar algunos cuestionamientos que clarifiquen al profesor la naturaleza del tema, para que los estudiantes entiendan claramente la perspectiva teórica del tema
- Preparar uno o más organizadores gráficos
- Identificar ejemplos
- Determinar y preparar apoyos visuales

En la exposición de un tema se debe considerar las siguientes fases:

- **Introducción.** Permite captar el interés de los estudiantes para asegurar mejores resultados de aprendizaje. Se recomienda dedicar un 10% del tiempo total.
- **Desarrollo del tema.** Es la exposición lógica, secuencial y ordenada del contenido de un tema. Para que la exposición sea eficaz, ésta debe ser organizada jerárquicamente mediante una red conceptual cuyos elementos se

ramifican progresivamente. Se recomienda utilizar no más del 65% del tiempo total de la exposición.

- Cierre. Sirve para unir los puntos más importantes entre los conocimientos previos y los conocimientos adquiridos. Un cierre es adecuado cuando los propósitos de la clase se consideran cumplidos. Se recomienda que el cierre no exceda el 25% del tiempo total de la exposición.
- **Lluvia de Ideas.** Es una técnica que se utiliza para obtener muchas ideas de un grupo de personas, requiera la participación espontánea de todos. Con esta técnica se alcanzan nuevas ideas y soluciones creativas e innovadoras, rompiendo algunos paradigmas ya establecidos; además asegura mayor calidad en las decisiones tomadas por el grupo, mayor actividad y un sentimiento de responsabilidad compartida por todos.

Para la técnica de lluvia de ideas se debe considerar las siguientes reglas:

- Enfatizar la cantidad y no la calidad de las ideas
- Evitar críticas, evaluaciones o juicios de las ideas presentadas
- Presentar las ideas que surgen en la mente sobre el tema
- Estimular todas las ideas

Esta técnica puede ser usada para generar un gran número de ideas en un corto período de tiempo. Se puede aplicar en cualquier etapa de un proceso de solución de problemas. Es fundamental para la identificación y selección de las preguntas que serán tratadas en la generación de posibles soluciones.

- **Discusión en pequeños grupos.** Consiste en la formación de grupos de 4 a 10 personas con la finalidad de intercambiar ideas, opiniones y conocimientos con el objetivo de resolver un problema, tomar decisiones, buscar datos o simplemente adquirir conocimientos tomando en cuenta los aportes de los participantes.

Se recomienda realizar las siguientes etapas

- Presentación del tema o problema a resolver por parte del docente o instructor e integración de los grupos.
- Discusión y análisis de los participantes
- Presentación de los aportes de cada grupo al resto de los estudiantes.

- Resumen y conclusiones por parte del instructor.
- **Trabajo en equipo.** Es una de las técnicas de agrupamiento flexible que se emplea para el trabajo colaborativo en el aula.

Entre las principales ventajas de esta técnica se menciona: refuerza el espíritu de grupo, reemplaza la competitividad con la cooperación, estimula el intercambio de ideas, enseña a trabajar con los demás y facilita las actitudes de saber escuchar, el respeto a las ideas ajenas, la tolerancia y la comprensión.

Se aconseja que el número de integrantes del equipo no sea más de seis, su composición debe responder a la iniciativa de los estudiantes, se debe nombrar un coordinador. Si el trabajo es muy extenso se puede subdividir a los miembros para luego complementar la información. Exige del docente una formación específica para que los alumnos aprendan, tomar decisiones, autoevaluarse, elaborar planes de trabajo, saber discutir, etc.

- **El Portafolio.** El portafolio es la recolección de evidencias, es una compilación de registros documentales y productos generados por el estudiante que sirve para documentar tanto el proceso de enseñanza y aprendizaje como el proceso de evaluación, permite al docente y al estudiante reflexionar sobre el proceso de enseñanza y aprendizaje, es una forma de evaluar principalmente los procesos. Al estudiante le sirve para autorregular su aprendizaje y al profesor le permite tomar decisiones respecto al mismo proceso.

El portafolio es una selección de trabajos del estudiante que de alguna manera evidencia sus esfuerzos, su progreso, sus logros y sus ideas. Es un registro del aprendizaje y su reflexión sobre esa tarea.

Para que un portafolio sea confiable debe contener evidencias de registros de evaluaciones de habilidades, conocimientos y actitudes demostradas por el estudiante durante su aprendizaje. Debe ser elaborado con evaluaciones de acuerdo a los resultados del aprendizaje esperados, entre ellos se puede citar: pruebas y exámenes de diferentes tipos, guías de observación, listas de cotejo, escalas de calificaciones, etc.

El portafolio del estudiante fundamentalmente debe contener: El sílabo, acta de acuerdos y compromisos, tareas de trabajo autónomo, ensayos, láminas, informes de trabajos individuales y en equipo, talleres, bitácoras, instrumentos de evaluación, tales como: cuestionarios, listas de cotejo, escala de calificaciones, etc.

El portafolio del docente por lo menos debe contener: El sílabo, matriz de planificación por unidad, matriz de planificación de clase, Listado de acuerdos y compromisos, Matriz de Resultados del Aprendizaje, plan de evaluación, matriz de asistencia de los estudiantes, etc.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFÍA

- **AISPUR, F.** (2012). *Técnicas Activas de Aprendizaje*. Quito, Ecuador: CIDMA
- **ALMEYDA Sáenz, Orlando.** “Tecnología Educativa en el Nuevo enfoque Pedagógico”. Editorial JC. 2003
- **ALVARENGA, B. y Máximo, A.** (1983). *Física General*. México: Harla.
- **APAZA F.** *energía potencial y cinética*.
- **BARRERA S. y Pilar C.** (2005). *Física I*. Bogotá, Colombia: Editorial Norma.
- **BLATT, F.** (1991). *Fundamentos de Física*. México: Prentice-Hall.
- **BRUNER, J.**(1960). *Process of education*. Cambridge, MA: Harvard University Press.
- **BUECHE, F y Hetch, E.** (2001). *Física General*, décima edición, México: Mc-Graw-Hill
- **CABRERA R.** (2010). *Problemas de Física*. Disponible en
- **CHOMSKY, N.** (1975). *Estructuras sintácticas y Proceso contra Skinner*. Barcelona, España: Anagrama Editores.
- **CHOQUE Mamani, Jorge Luis.** “Bases Teóricas del Nuevo Enfoque Pedagógico”. Editorial Edigma. 2002.
- **CONTRERAS, J.** et al. (1996). *¿Existen hoy Tendencias Educativas?*. Revista Cuadernos de Pedagogía, 253. 8-11.

Disponible en <http://www.slideshare.net/FedericoApazaMartinez/ejercicios-resueltosdeenergiapotencialycinetica1>
- **DONNE, J.**(1991). *Devotions upon Emergent Occasions*. Meditation XVII. New York: Arcos Edition
- **ESCALONA Iván.** *Problemas de Física*. Disponible en
- **FERRIERE, A.**(1982) *La escuela activa*. Barcelona, España: Herder.

- **FREIRE, P.**(1999). *Pedagogía del Oprimido*, México, D.F: Editorial Siglo Veintiuno.
- **GALARZA J.** (sin año), *Física General*.Editorial Ingeniería.
- **GIMENO S, JOSÉ.** “Comprender y Transformar la enseñanza”. Editorial Morata, Madrid 1995.
- **GINSBURG, K.**(1977). *Piaget y la teoría del desarrollo intelectual*. Madrid, España: Prentice Hall
- **HARO Pontón.**”Teorías Contemporáneas del Aprendizaje”. Editorial independencia. 1999

http://neuro.qi.fcen.uba.ar/ricuti/No_me_salen/ENERGIA/index_energia.html

http://www.fisicanet.com.ar/fisica/trabajo_energia/resueltos/tp03_trabajo_energia_problema07.php

<http://www.monografias.com/trabajos12/resni/resni.shtml#cinexzz2ytooyQLF>

<http://www.monografias.com/trabajos-pdf4/problemas-resueltos-caida-libre/problemas-resueltos-caida-libre.pdf>

http://www.sc.ehu.es/sbweb/fisica_/problemas/dinamica/rozamiento/problemas/rozamiento_problemas.htm

- **LEIVA, H.** (1995). *Física*. Lima, Perú: Moshera.
- **MAGALLANES Castilla, María G.** “Paradigma del Nuevo enfoque Pedagógico”. Editorial JC. Edición 2003.
- **MONOREO, C.** “Estrategias de Enseñanza y Aprendizaje”. Editorial Grao Barcelona 1997.
- **NETTO, R.** Trabajo y energía. Disponible en
- **QUINTERO, E.** (2010) *Problemas de Serway*. Disponible en
- **REINOSO, E.** (1994). *Guías – Informes de Laboratorio de Física 1*. Quito Ecuador: EditHar.
- **REINOSO, E.** (1994). *Guías – Informes de Laboratorio de Física 2*. Quito Ecuador: EditHar.
- **SERWAY, R.** y Jewett, J. (2004). *Física para Ciencias e Ingeniería, sexta edición*. México: Mc-Graw-Hill.

- **SERWAY**, R. y Jewett, J. (2007). *Física para Ciencias e Ingeniería, séptima edición*. México: Mc-Graw-Hill.
- **VALLEJO**, P. y Zambrano, J. (2009). *Física Vectorial 1*. Quito, Ecuador: Ediciones Rodin
- **VALLEJO**, P. y Zambrano, J. (2009). *Física Vectorial 2*. Quito, Ecuador: Ediciones Rodin
- **ZAMBRANO**, J. (2010). *Física Vectorial 1*. Quito, Ecuador: Maya Ediciones

INFOGRAFÍA

- <http://definicion.de/ensenanza/>
- <http://www.definicionabc.com/social/ensenanza.php>
- <http://usuarios.multimania.es/carloskareem/tecnicas.htm>
- Monografías.com.
SA.<http://www.monografias.com/trabajospdf4/movimiento-dos-dimenciones-serway.pdf>
- <file:///G:/corrientes%20pedag%C3%B3gicas/corrientes-pedagogicas-contemporaneas.htm>
- http://es.wikibooks.org/wiki/F%C3%ADsica/Definicion_de_la_F%C3%ADsica
- <http://es.scribd.com/doc/267406/Las-Corrientes-Pedagogicas-Contemporaneas>
- <http://usuarios.multimania.es/educomputacion/Pedagogia.htm>
- <http://www.sc.ehu.es/sbweb/fisica/electromagnet/electrico/cElectrico.html>
- Variedad de técnicas e instrumentos para la evaluación de conocimientos.htm

ANEXOS

PROPUESTA

TEMA:

Módulo alternativo de Física para el primer semestre de la Carrera de Ingeniería Eléctrica de la Universidad Técnica de Cotopaxi

OBJETIVO GENERAL:

Diseñar un módulo alternativo de Física para el primer semestre de la Carrera de Ingeniería Eléctrica de la Universidad Técnica de Cotopaxi

JUSTIFICACIÓN

Desde tiempos muy remotos los seres humanos han tratado de comprender la naturaleza y los fenómenos que en ella se observan: el paso de las estaciones, el movimiento de los cuerpos y de los astros, la lluvia, la oscuridad, los relámpagos y el trueno, etc. Las primeras explicaciones se basaron en consideraciones filosóficas y sin realizar verificaciones experimentales.

En la actualidad, que vivimos la era del conocimiento, y con el avance vertiginoso de la ciencia, existe un gran interés por la interpretación y comprensión de hechos y fenómenos que hasta hace poco tiempo eran difíciles de estudiarlos. Las relaciones entre la Ciencia, la Tecnología y la Sociedad se ha convertido en un amplio campo de estudio, basado en el análisis de los principales hitos del avance científico. Al mismo tiempo se reconoce que el edificio teórico creado por cada disciplina científica tiene sus especificidades y autodeterminación relativa, según las regularidades y complejidad de la realidad que

persigue reflejar, lo cual le concede a cada ciencia su propio tiempo, su manera de aparecer, madurar y desenvolverse en la Historia

Por lo anteriormente mencionado, la Física en la actualidad, es una rama del saber que goza de un amplio prestigio social, debido a su asociación con el desarrollo científico y tecnológico. Un estudiante de buen rendimiento en Física está asociado también, a una persona capaz, con amplias perspectivas de desarrollo profesional. Pero para el común de los estudiantes, la Física sigue siendo una asignatura complicada, provista de un lenguaje crítico y de escasa significancia en su vida cotidiana.

La importancia de la Física radica en que ofrece un conjunto de procedimientos de análisis, cálculo, medición y apreciación del mundo natural y social, enriqueciendo su comprensión, proporcionando la elección de estrategias para resolver problemas, contribuyendo, además, al desarrollo del pensamiento lógico, crítico y autónomo.

Es por esta razón que en la presente investigación se presenta un módulo “alternativo” de Física, el cual pretende ser una herramienta muy útil para el docente y el estudiante, con el objetivo que los conocimientos adquiridos por este último sean significativos, es decir que estén estrechamente relacionados con el entorno del estudiante y que sirvan como herramientas para enfrentar y resolver problemas y situaciones a nivel cotidiano y en el desarrollo de su futura profesión.

En la actualidad, las necesidades en el campo educativo superior ecuatoriano son muchas y de diversa índole, razón por la cual aprender nuevas formas de procesar la información contribuyen de manera significativa a la formación integral del estudiante, porque lo hace capaz de desarrollar procesos cognoscitivos generando el desarrollo de un pensamiento integrador, relacionado con el avance científico, tecnológico, y con una gran cantidad de información que es necesario saber procesar adecuadamente.

Sobre la base de estos lineamientos, y considerando a la Física como uno de los pilares fundamentales de la enseñanza y el aprendizaje, porque motiva al estudiante a desarrollar

habilidades de investigación, demostración, comprobación y aplicación de leyes de los fenómenos físicos fundamentales que posibilitan la comprensión científica del mundo físico el presente módulo contribuirá a mejorar la comprensión de los fenómenos físicos y por lo tanto a disminuir el alto índice de bajo rendimiento en los estudiantes del primer semestre de la Carrera de Ingeniería Eléctrica de la Universidad Técnica de Cotopaxi.

DESARROLLO DE LA PROPUESTA

ESTRUCTURA DE LA PROPUESTA

Consistente con los objetivos de la Carrera de Ingeniería Eléctrica, en Física se pretende desarrollar en el estudiante, de manera integrada y gradual, conceptos, destrezas, habilidades y valores que habrán de incorporarse a su manera de ser, hacer y pensar; a través de los aprendizajes y no de los contenidos, buscando la explicación de los fenómenos naturales y la formulación matemática mediante aplicaciones de los temas estudiados; es decir, enfatizando la relación de la tecnología con la aplicación de conceptos y con el desarrollo de habilidades del pensamiento.

Consecuentemente la meta es proporcionar a los estudiantes los elementos de la cultura básica correspondientes al conocimiento científico y tecnológico, para que cuente con información y metodologías elementales que les permitirán, a su egreso, interactuar con su entorno de una manera más creativa, responsable, informada y crítica. Se pretende una enseñanza que permita al estudiante modificar sus estructuras de pensamiento y mejorar sus procesos intelectuales.

Por las razones antes expuestas, la presente propuesta contiene previamente una serie de técnicas activas de aprendizaje que el docente las puede aplicar indistintamente de acuerdo con los conocimientos de la asignatura que va desarrollando y los logros del aprendizaje que desea alcanzar durante el desarrollo de la asignatura.

En el desarrollo de la asignatura de Física, el presente módulo está constituido por una evaluación inicial de diagnóstico cuyo objetivo fundamental es que el estudiante tenga la oportunidad de revisar los conocimientos básicos de Física y operaciones matemáticas fundamentales adquiridas en el bachillerato, las cuales le servirán de soporte inicial para el tratamiento de la asignatura.

El presente módulo está elaborado con la totalidad de los contenidos temáticos del Silabo de Física de la Carrera de Ingeniería Eléctrica. En el desarrollo de cada unidad, el módulo está conformado por el título, los resultados del aprendizaje, el contenido científico, en el cual los temas se exponen de manera resumida, destacando los conceptos fundamentales de cada unidad temática, además del manejo de las ecuaciones o fórmulas en la resolución de problemas de aplicación. A continuación, utilizando como fuente bibliográfica textos que se encuentran en la Biblioteca de la Universidad Técnica de Cotopaxi e importante bibliografía utilizada en el bachillerato y en educación superior, se desarrollan problemas resueltos, que sirven de base para la comprensión de la fase teórica- experimental, seguida de actividades de trabajo autónomo, que pretenden contribuir con el fortalecimiento de los aprendizajes alcanzados en cada unidad programática.

Seguidamente se propone una parte experimental o de laboratorio, usando materiales y equipos de fácil acceso y utilización en nuestro medio, con lo cual se comprueba de forma práctica los enunciados de los principios y leyes físicas.

A continuación se propone una autoevaluación que le sirve al docente y al estudiante como parámetro para determinar los aprendizajes alcanzados.

Finalmente al término de la propuesta se menciona un listado de la bibliografía y páginas Web de donde se ha tomado la información científica, problemas resueltos, propuestos y la parte de experimentación, que además, sirven de apoyo en la búsqueda de información sobre la asignatura.

TÉCNICAS ACTIVAS DE APRENDIZAJE

El aprendizaje es un proceso de adquisición de habilidades, destrezas y conocimientos, que se produce como resultado del proceso de enseñanza y aprendizaje, por experiencia o el estudio.

El creciente desarrollo de la ciencia y la tecnología obliga al docente a realizar una cuidadosa selección de conocimientos a impartir, así como también métodos y técnicas a implementar. Los métodos y técnicas participativas aplicadas a la organización del proceso de enseñanza y aprendizaje, dan respuesta a esta inquietud, revalorizando la participación activa del estudiante.

Por las razones antes expuestas, la autora de la presente propuesta propone una serie de técnicas activas de aprendizaje que pueden ser aplicadas, de acuerdo a la experiencia y conocimiento del docente de Física en los diversos temas, motivo del presente ciclo académico. Estas técnicas se resumen a continuación.

- **Aprendizaje basado en problemas.** El aprendizaje basado en problemas es una técnica idónea para la educación superior. En esta técnica se plantea el problema, se busca alternativas de solución, se resuelve el problema y se realiza la verificación.

Los estudiantes trabajan en equipos, comparten la posibilidad de practicar y desarrollar habilidades, de observar y reflexionar sobre actitudes, toman responsabilidades y acciones que son básicas en su proceso formativo.

En la técnica de aprendizaje basado en la solución de problemas, el estudiante busca el aprendizaje necesario para resolver los problemas que se plantean, los cuales conjugan aprendizajes de varias áreas del conocimiento. Esta técnica se sustenta en el enfoque

constructivista, que articula tres principios básicos:

- La comprensión de una situación de la realidad surge de las interacciones con el medio.
- El conflicto cognitivo al enfrentar una situación nueva estimula el aprendizaje.
- El conocimiento se desarrolla mediante el reconocimiento y aceptación de los procesos sociales y de la evaluación de las diferentes interpretaciones individuales del mismo fenómeno.

Para que esta técnica sea aplicada de manera eficaz, el problema debe tener por lo menos las siguientes características:

- El problema debe estar en relación con los objetivos del curso o los resultados del aprendizaje esperados, y debe corresponder a situaciones de la vida cotidiana.
- El problema debe llevar a los estudiantes a tomar decisiones o elaborar juicios basados en hechos, información lógica y fundamentada
- La longitud y complejidad del problema debe ser administrada por el docente de tal manera que los estudiantes no se dividan el trabajo.
- El profesor introduce el problema con preguntas abiertas.
- El contenido de los objetivos del curso debe ser incorporado en el diseño de los problemas.

La técnica de aprendizaje basado en la solución de problemas debe seguir las siguientes etapas.

PRIMERA ETAPA

- Las reglas de trabajo deben ser claras y establecidas con anticipación.
- Cada equipo tendrá entre 5 y 8 participantes
- Cada equipo identificará los puntos clave del problema
- Se genera una lista de temas o problemas a estudiar que se reparte entre los diferentes equipos.
- Si el problema está impreso se debe entregar copias por equipo o individualmente

SEGUNDA ETAPA

- Proporcionar preguntas escritas relacionadas con el problema. La copia para el equipo será firmada por todos los miembros que participaron.
- Al término de cada sesión los estudiantes deben establecer los planes de su propio aprendizaje: identificar los temas a estudiar, identificar los objetivos de aprendizaje y establecer una lista de tareas para la próxima sesión señalando claramente sus necesidades de apoyo en las áreas donde consideren importante la participación del profesor.
- **Conferencia Orientadora.** Se inicia con una motivación sobre diversas situaciones de la vida diaria que puede conducir al estudio de definiciones, principios, leyes, etc. A continuación se plantea una conversación heurística, que es uno de los métodos de enseñanza problémica, durante la cual el docente interroga y orienta; mientras que los estudiantes analizan, discuten y plantean sus puntos de vista, así como también pueden emitir conclusiones sobre el tema analizado.

Como una siguiente etapa el docente puede usar una exposición problémica introduciendo interrogantes a través de las cuales el estudiante llega a las preguntas metacognitivas, es decir a un análisis y a la toma de conciencia sobre la necesidad de dar solución a los problemas o situaciones planteadas, y a buscar nuevos conocimientos dentro del proceso de enseñanza-aprendizaje. En ese momento el docente plantea el sumario del tema y el material bibliográfico a emplear.

Algunos métodos participativos que puede emplear son: trabajo individual, discusión en pequeños grupos, discusión plenaria, entre otros.

- **La Exposición.** La exposición consiste en la presentación del tema, lógicamente estructurado, donde el principal recurso es el lenguaje oral, aunque también puede ser un texto escrito. Se utiliza fundamentalmente para la adquisición de conceptos y

aspectos procedimentales por parte de los estudiantes.

Aunque en algunos casos la exposición se considera como una práctica educativa obsoleta, con las facilidades que ofrece las nuevas tecnologías de la información y comunicación, el docente puede estructurar y organizar materiales adecuados para hacerlo más accesible y más agradable para el estudiante.

Para la exposición se debe considerar los siguientes aspectos:

- Delimitar el tema
- Preparar un bosquejo con algunas ideas principales
- Organizar las ideas principales con secuencia lógica
- Elaborar algunos cuestionamientos que clarifiquen al profesor la naturaleza del tema, para que los estudiantes entiendan claramente la perspectiva teórica del tema
- Preparar uno o más organizadores gráficos
- Identificar ejemplos
- Determinar y preparar apoyos visuales

En la exposición de un tema se debe considerar las siguientes fases:

- **Introducción.** Permite captar el interés de los estudiantes para asegurar mejores resultados de aprendizaje. Se recomienda dedicar un 10% del tiempo total.
- **Desarrollo del tema.** Es la exposición lógica, secuencial y ordenada del contenido de un tema. Para que la exposición sea eficaz, ésta debe ser organizada jerárquicamente mediante una red conceptual cuyos elementos se ramifican progresivamente. Se recomienda utilizar no más del 65% del tiempo total de la exposición.
- **Cierre.** Sirve para unir los puntos más importantes entre los conocimientos previos y los conocimientos adquiridos. Un cierre es adecuado cuando los propósitos de la clase se consideran cumplidos. Se recomienda que el cierre no exceda el 25% del tiempo total de la exposición.
- **Lluvia de Ideas.** Es una técnica que se utiliza para obtener muchas ideas de un grupo de personas, requiera la participación espontánea de todos. Con esta técnica se alcanzan nuevas ideas y soluciones creativas e innovadoras, rompiendo algunos paradigmas ya

establecidos; además asegura mayor calidad en las decisiones tomadas por el grupo, mayor actividad y un sentimiento de responsabilidad compartida por todos.

Para la técnica de lluvia de ideas se debe considerar las siguientes reglas:

- Enfatizar la cantidad y no la calidad de las ideas
- Evitar críticas, evaluaciones o juzgamientos de las ideas presentadas
- Presentar las ideas que surgen en la mente sobre el tema
- Estimular todas las ideas

Esta técnica puede ser usada para generar un gran número de ideas en un corto período de tiempo. Se puede aplicar en cualquier etapa de un proceso de solución de problemas. Es fundamental para la identificación y selección de las preguntas que serán tratadas en la generación de posibles soluciones.

- **Discusión en pequeños grupos.** Consiste en la formación de grupos de 4 a 10 personas con la finalidad de intercambiar ideas, opiniones y conocimientos con el objetivo de resolver un problema, tomar decisiones, buscar datos o simplemente adquirir conocimientos tomando en cuenta los aportes de los participantes.

Se recomienda realizar las siguientes etapas

- Presentación del tema o problema a resolver por parte del docente o instructor e integración de los grupos.
 - Discusión y análisis de los participantes
 - Presentación de los aportes de cada grupo al resto de los estudiantes.
 - Resumen y conclusiones por parte del instructor.
- **Trabajo en equipo.** Es una de las técnicas de agrupamiento flexible que se emplea para el trabajo colaborativo en el aula.

Entre las principales ventajas de esta técnica se menciona: refuerza el espíritu de grupo, reemplaza la competitividad con la cooperación, estimula el intercambio de ideas,

enseña a trabajar con los demás y facilita las actitudes de saber escuchar, el respeto a las ideas ajenas, la tolerancia y la comprensión.

Se aconseja que el número de integrantes del equipo no sea más de seis, su composición debe responder a la iniciativa de los estudiantes, se debe nombrar un coordinador. Si el trabajo es muy extenso se puede subdividir a los miembros para luego complementar la información. Exige del docente una formación específica para que los alumnos aprendan, tomar decisiones, autoevaluarse, elaborar planes de trabajo, saber discutir, etc.

- **El Portafolio.** El portafolio es la recolección de evidencias, es una compilación de registros documentales y productos generados por el estudiante que sirve para documentar tanto el proceso de enseñanza y aprendizaje como el proceso de evaluación, permite al docente y al estudiante reflexionar sobre el proceso de enseñanza y aprendizaje, es una forma de evaluar principalmente los procesos. Al estudiante le sirve para autoregular su aprendizaje y al profesor le permite tomar decisiones respecto al mismo proceso.

El portafolio es una selección de trabajos del estudiante que de alguna manera evidencia sus esfuerzos, su progreso, sus logros y sus ideas. Es un registro del aprendizaje y su reflexión sobre esa tarea.

Para que un portafolio sea confiable debe contener evidencias de registros de evaluaciones de habilidades, conocimientos y actitudes demostradas por el estudiante durante su aprendizaje. Debe ser elaborado con evaluaciones de acuerdo a los resultados del aprendizaje esperados, entre ellos se puede citar: pruebas y exámenes de diferentes tipos, guías de observación, listas de cotejo, escalas de calificaciones, etc.

El portafolio del estudiante fundamentalmente debe contener: El sílabo, acta de acuerdos y compromisos, tareas de trabajo autónomo, ensayos, láminas, informes de trabajos individuales y en equipo, talleres, bitácoras, instrumentos de evaluación, tales

como: cuestionarios, listas de cotejo, escala de calificaciones, etc.

El portafolio del docente por lo menos debe contener: El sílabo, matriz de planificación por unidad, matriz de planificación de clase, Listado de acuerdos y compromisos, Matriz de Resultados del Aprendizaje, plan de evaluación, matriz de asistencia de los estudiantes, etc.

EVALUACIÓN DE DIAGNÓSTICO

- I. Encierre en un círculo la respuesta correcta:
- El paso que no corresponde al método científico es:
a. Observación b. hipótesis c. objetivos d. elaboración de leyes
 - Todo aquello que se puede medir es:
a. unidad b. magnitud c. objeto d. fenómeno físico
 - La unidad SI de masa es:
a. gramo b. kilogramo c) libra d) decagramo
 - La unidad SI longitud es:
a. metro b. centímetro c) milímetro d) kilómetro
 - Encierre en un círculo la letra que corresponde a la respuesta correcta:
 - La unidad SI tiempo es:
a. hora b. día c) segundo d) año
 - La dimensión de velocidad es:
a. $[LT^{-2}]$ b. $[LT^{-1}]$ c. $[MLT^{-1}]$ d. $[MLT^{-2}]$
 - La dimensión de aceleración es:
a. $[LT^{-2}]$ b. $[LT^{-1}]$ c. $[MLT^{-1}]$ d. $[MLT^{-2}]$
 - La dimensión de energía cinética: $E_c = \frac{1}{2}mv^2$ es:
a. $[LT^{-2}]$ b. $[ML^2T^{-2}]$ c. $[MLT^{-1}]$ d. $[MLT^{-2}]$
 - María mide 175 cm, Paola mide 5 pies; por lo tanto:
a. María es más alta b. Paola es más alta c. Las dos miden igual d. NA
 - La línea que resulta al unir las posiciones sucesivas de un cuerpo se denomina
a) desplazamiento b) distancia c) trayectoria d) NA
 - La rama de la Física que estudia las características del movimiento se denomina:
a) Dinámica b) Estática c) Cinemática d) Acústica

II. Escriba la Letra V o F si considera que la respuesta es verdadera o falsa

1. María mide 175 cm, Paola mide 5 pies; por lo tanto:
a. María es más alta b. Paola es más alta c. Las dos miden igual d. NA
2. Una magnitud escalar es aquella que para quedar completamente determinada necesita del módulo, dirección y sentido. (.....)
3. La distancia es una magnitud vectorial (.....)
4. La rapidez es el desplazamiento realizado por un cuerpo en la unidad de tiempo (.....)
5. El desplazamiento es el vector que representa el cambio de posición de un cuerpo (...)

III. Resuelva los siguientes problemas y subraye le respuesta correcta

1. María mide 175 cm, Paola mide 5 pies; por lo tanto:
a. María es más alta b. Paola es más alta c. Las dos miden igual d. NA
2. Calcule la longitud de una escalera sabiendo que la altura que alcanza sobre una pared es de 7 m y que la distancia horizontal, medida en el piso, desde la base de la escalera hasta la pared es de 1,8 m.

Sol. a. 6,76 m b. 45,76 m c. 52,24 m d. 7,23 m

3. Grafique y exprese el vector $\mathbf{A} = (-4, 3)\text{cm}$ en función de sus coordenadas polares

Sol. a. $\mathbf{A} = (5\text{cm}, 36,87^\circ)$ b. $\mathbf{A} = (5\text{ cm}, 216,87^\circ)$ c. $\mathbf{A} = (5\text{ cm}, 143,13^\circ)$

4. Grafique y exprese el vector $\mathbf{B} = (6\text{ m}, S 60^\circ O)$ en función de sus coordenadas rectangulares

Sol. a. $\mathbf{B} = (-5,2; -3)\text{m}$ b. $\mathbf{B} = (5,2; -3)\text{m}$ c. $\mathbf{B} = (-5,2; 3)\text{m}$ d. NA

5. Grafique y exprese el vector $\mathbf{C} = (8, -6)\text{kg}$ en función de sus coordenadas geográficas

Sol. a. $\mathbf{C} = (10\text{ kg}, S53,13^\circ O)$ b. $\mathbf{C} = (10\text{ kg}, S53,13^\circ E)$ c. $\mathbf{C} = (10\text{ kg}, S36,87^\circ E)$

6. Sume por el método gráfico y analítico los siguientes vectores:

$\mathbf{C} = (2\text{ cm}, 110^\circ)$, $\mathbf{D} = (4\mathbf{i} + 3\mathbf{j})\text{ cm}$, $\mathbf{E} = (4\text{ cm}, S 60^\circ E)$

Solución: a. (7,37 cm; 23°) b. (6,8 cm; 337°) c. (7,37 cm; 67°) d. NA.....

7. Usando el método gráfico y analítico, calcule $M - N$, si:

$M = (4 \text{ cm}, N40^{\circ}O)$ $N = (6 \text{ cm}, 240^{\circ})$

Solución: a. (8,27 cm, 87°) b. (8,27 cm; 273°) c. (5,97 cm; 201°) d. NA.....

UNIDAD 1

CINEMÁTICA

RESULTADOS DEL APRENDIZAJE:

- Identificar los tipos y características del movimiento de un cuerpo como una cualidad de los fenómenos físicos.
- Aplicar los conocimientos adquiridos sobre el movimiento de los cuerpos o partículas en problemas de la vida cotidiana y en el campo científico y tecnológico.
- Evaluar la importancia del movimiento de un cuerpo y su aplicación en el contexto y en su futuro desarrollo profesional.

1.1. Definiciones Generales

1.1.1. Mecánica. La mecánica es la rama de la Física que estudia el movimiento de los cuerpos. Para su estudio se divide en Cinemática, Dinámica y Estática.

1.1.2. Cinemática. La Cinemática estudia las características del movimiento de un cuerpo, es decir estudia el movimiento sin importar las causas que lo producen.

1.1.3. Movimiento y reposo. Un cuerpo está en movimiento, durante un cierto intervalo de tiempo, cuando cambia de posición con respecto a otro cuerpo considerado como referencia.

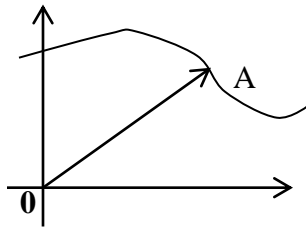
Un cuerpo está en reposo, en un cierto intervalo de tiempo, cuando no cambia de posición con respecto a otro tomado como referencia.

Tanto el movimiento como el reposo tienen carácter relativo, porque dependen del sistema tomado como referencia.

Así por ejemplo, una persona que va sentada en un auto, está en movimiento si el sistema de referencia es un punto del planeta Tierra, en cambio está en reposo si el sistema de referencia es el auto.

1.1.4. Sistema de referencia. Un sistema de referencia es un punto, un plano o un objeto con respecto al cual se toma en cuenta el movimiento de un cuerpo.

1.1.5. Vector posición (R_A). Es el vector que indica la posición de un punto A que ocupa una partícula en movimiento y une el punto de referencia O con el punto A.



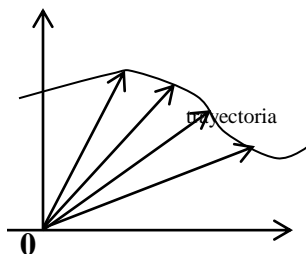
$$R_A = (R_A ; \theta)$$

$R_A = (r_x i + r_y j)$, donde;

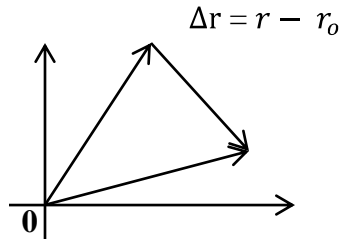
$$r_x = r_A \cdot \cos \theta$$

$$r_y = r_A \cdot \sin \theta$$

1.1.6. Trayectoria. Es la línea que resulta al unir las posiciones sucesivas de un cuerpo en movimiento.



1.1.7. Desplazamiento (Δr). Desplazamiento es el vector que representa el cambio de posición de un cuerpo durante un movimiento.



1.1.8. Distancia recorrida (Δr). La distancia recorrida por un móvil es la medida de la longitud de su trayectoria. Matemáticamente, es igual al módulo del desplazamiento.

1.2. Velocidad. La velocidad se define como el desplazamiento realizado en la unidad de tiempo. Su ecuación es:

$$v = \frac{\Delta r}{\Delta t}, \text{ que también se expresa:}$$

$$v = \frac{r - r_0}{t - t_0}$$

La unidad de velocidad en el Sistema Internacional de Unidades es: $v = \frac{m}{s}$, en otros sistemas también se mide en: $\frac{cm}{s}$, $\frac{pies}{s}$.

Si el intervalo de tiempo es considerablemente mayor que cero, la velocidad toma el nombre de velocidad media, y se calcula por las ecuaciones:

$$v_m = \frac{\Delta r}{\Delta t}, \text{ o también:}$$

$$v_m = \frac{r - r_0}{t - t_0}$$

Cuando se considera un intervalo de tiempo muy pequeño (cercano a cero), se denomina velocidad instantánea, y se define como el límite de la relación entre el desplazamiento realizado y el intervalo de tiempo, cuando este último tiende a cero, lo cual se expresa.

$$v = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta r}{\Delta t}$$

Pero esta ecuación es igual a la derivada del desplazamiento con respecto al tiempo, esto es,

$$v = \frac{dr}{dt},$$

Es decir que se obtiene la velocidad instantánea calculando la derivada del desplazamiento con respecto al tiempo.

1.2.1. Rapidez (v). La rapidez se define como la distancia recorrida por un móvil en la unidad de tiempo. Matemáticamente es el módulo de la velocidad. Su ecuación es:

$$v = \frac{\Delta r}{\Delta t}$$

De manera similar que la velocidad, si el intervalo de tiempo es considerablemente mayor que cero se denomina rapidez media, y si el intervalo de tiempo se acerca a cero toma el nombre de rapidez instantánea.

Problemas resueltos

1. Una partícula parte del punto A(3, - 4) m describiendo una trayectoria recta y luego de 20 s llega al punto B(-5, -6) m. Calcule:
 - a. El desplazamiento realizado
 - b. La distancia recorrida
 - c. La velocidad media
 - d. La rapidez media

SOLUCIÓN

- a. A(3, - 4) m; $r_o = (3i - 4j)$ m

$$B(-5, -6)\text{m} ; r = (-5\mathbf{i} - 6\mathbf{j}) \text{ m}$$

$$\Delta r = r - r_0 = (3\mathbf{i} - 4\mathbf{j}) \text{ m} - (-5\mathbf{i} - 6\mathbf{j}) \text{ m}$$

$$\Delta r = (8\mathbf{i} + 2\mathbf{j}) \text{ m}$$

b. $d = |\Delta r|$

$$d^2 = (8 \text{ m})^2 + (2 \text{ m})^2$$

$$d = 8,25 \text{ m}$$

c. $v_m = \frac{\Delta r}{\Delta t}$

$$v_m = \frac{(8\mathbf{i} + 2\mathbf{j}) \text{ m}}{20 \text{ s}}$$

$$v_m = (0,4\mathbf{i} + 0,1\mathbf{j}) \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

d. $v_m = |v_m|$

$$v_m = \left(0,4 \frac{\text{m}}{\text{s}}\right)^2 + \left(0,1 \frac{\text{m}}{\text{s}}\right)^2$$

$$v_m = 0,41 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

2. Una partícula se mueve a lo largo del eje X de manera que su posición en cualquier instante t está dada por $x = 5t^2 + 1$, donde x se expresa en metros y t en segundos. Calcule su velocidad promedio en el intervalo de tiempo entre: a. 2 s y 3 s, b. 2 s y 2,1 s, c. 2 s y 2,001 s, d. 2 s y 2,00001 s, e. calcule también la velocidad instantánea a los 2 s.

SOLUCIÓN

Se hace que $t_0 = 2 \text{ s}$, y reemplazo en $x = 5t^2 + 1$, entonces:

$$x_0 = 5(2)^2 + 1 = 21 \text{ m.}$$

En cada caso $\Delta x = x - x_0 = x - 21$ y $\Delta t = t - t_0 = t - 2$

a. Para $t = 3 \text{ s}$, $\Delta t = 3 \text{ s} - 2 \text{ s} = 1 \text{ s}$ y $x = 5(3)^2 + 1 = 46 \text{ m}$;

$\Delta x = 46 \text{ m} - 21 \text{ m} = 25 \text{ m}$, entonces:

$$v = \frac{\Delta x}{\Delta t}$$

$$v = \frac{25 \text{ m}}{1 \text{ s}}$$

$$v = 25 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

b. Para $t = 2,1 \text{ s}$, $\Delta t = 2,1 \text{ s} - 2 \text{ s} = 0,1 \text{ s}$ y $x = 5(2,1)^2 + 1 = 23,05 \text{ m}$;

$\Delta x = 23,05 \text{ m} - 21 \text{ m} = 2,05 \text{ m}$, entonces:

$$v = \frac{\Delta x}{\Delta t}$$

$$v = \frac{2,05 \text{ m}}{0,1 \text{ s}}$$

$$v = 20,5 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

c. Para $t = 2,001 \text{ s}$, $\Delta t = 2,001 \text{ s} - 2 \text{ s} = 0,001 \text{ s}$ y $x = 5(2,001)^2 + 1 = 21,020005 \text{ m}$;

$\Delta x = 21,020005 \text{ m} - 21 \text{ m} = 0,020005 \text{ m}$, entonces:

$$v = \frac{\Delta x}{\Delta t}$$

$$v = \frac{0,020005 \text{ m}}{0,001 \text{ s}}$$

$$v = 20,005 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

d. Para $t = 2,00001 \text{ s}$, $\Delta t = 2,00001 \text{ s} - 2 \text{ s} = 0,00001 \text{ s}$ y $x = 5(2,00001)^2 + 1 = 21,0002 \text{ m}$

$\Delta x = 21,0002 \text{ m} - 21 \text{ m} = 0,0002 \text{ m}$, entonces:

$$v = \frac{\Delta x}{\Delta t}$$

$$v = \frac{0,0002 \text{ m}}{0,00001 \text{ s}}$$

$$v = 20,00005 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

e. Se deduce que a medida que Δt se hace más pequeño, la velocidad se aproxima a $20 \frac{\text{m}}{\text{s}}$. Por lo tanto se comprueba que.

$$v = \frac{dx}{dt} = \frac{d}{dt}(5t^2 + 1) = 10t$$

Reemplazando $t = 2$, se obtiene $v = 20 \frac{\text{m}}{\text{s}}$

1.3. Aceleración (a). La aceleración es el cambio de velocidad de un móvil en la unidad de tiempo. Su ecuación es:

$$a = \frac{\Delta v}{\Delta t}, \text{ que también se expresa:}$$

$$a = \frac{v - v_0}{t - t_0}$$

Si el intervalo de tiempo es considerablemente mayor que cero se obtiene la aceleración media, cuya ecuación es:

$$a_m = \frac{\Delta v}{\Delta t}, \text{ que también se expresa:}$$

$$a_m = \frac{v - v_0}{t - t_0}$$

Si el intervalo de tiempo es muy pequeño, tiende a cero se denomina aceleración instantánea y se calcula por la ecuación:

$$a = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta v}{\Delta t}, \text{ por lo tanto:}$$

$$a = \frac{dv}{dt},$$

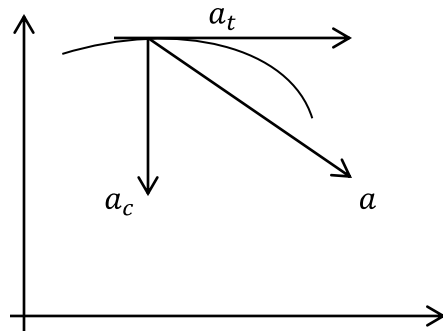
De modo que se obtiene la aceleración instantánea calculando la derivada de la velocidad con respecto al tiempo.

La unidad de aceleración en el Sistema Internacional de Unidades es: $v = \frac{m}{s^2}$, en otros sistemas también se mide en: $\frac{cm}{s^2}$, $\frac{pies}{s^2}$.

Como la aceleración determina el cambio de velocidad, y la velocidad es una magnitud vectorial, ésta puede cambiar su módulo y/o su dirección. El cambio del módulo de la velocidad, determina la aceleración tangencial (a_t) o lineal con dirección tangente a la trayectoria. El cambio de la dirección de la velocidad determina la aceleración normal o

centrípeta (a_t) cuya dirección es perpendicular a la velocidad y está dirigida hacia el centro de la trayectoria.

El cambio del módulo y dirección del vector velocidad determina la aceleración total, con la dirección que depende de la aceleración tangencial y centrípeta.



$$a = a_t + a_c$$

Problemas resueltos

1. Un móvil aumenta su velocidad de $(4i - 5j) \frac{m}{s}$ a $(-5i - 3j) \frac{m}{s}$, en 0,5 minutos. Calcule la aceleración producida por el motor.

DATOS:

$$v_0 = (4i - 5j) \frac{m}{s}$$

$$v = (-5i - 3j) \frac{m}{s}$$

$$t = 0,5 \text{ min} \times \frac{60 \text{ s}}{1 \text{ min}} = 30 \text{ s}$$

$$a = \frac{v - v_0}{\Delta t}$$

$$a = \frac{-5i - 3j \frac{m}{s} - (4i - 5j) \frac{m}{s}}{30 \text{ s}}$$

$$a = \frac{-9i + 2j \frac{m}{s}}{30 \text{ s}}$$

$$a = (-0,3i + 0,07j) \frac{m}{s^2}$$

2. Un cuerpo se mueve a lo largo del eje X de acuerdo a la ley $x = 2 t^3 + 5 t^2 + 5$, donde x se expresa en metros y t en segundos. Calcule: a. la velocidad y la aceleración en cualquier instante, b. la posición, velocidad y aceleración cuando $t = 2$ s y 3 s, c. la velocidad promedio y aceleración promedio entre $t = 2$ s y $t = 3$ s.

SOLUCIÓN:

a. $v = \frac{dx}{dt} = \frac{d}{dt}(2t^3 + 5t^2 + 5) = (6 t^2 + 10 t) \frac{m}{s}$

$$a = \frac{dv}{dt} = \frac{d}{dt}(6 t^2 + 10 t) = (12 t + 10) \frac{m}{s^2}$$

- b. Si $t = 2$ s, entonces reemplazamos en las ecuaciones correspondientes:

$$x = 2 t^3 + 5 t^2 + 5 = 2 (2)^3 + 5 (2)^2 + 5 = 41 \text{ m}$$

$$v = 6 t^2 + 10 t = 6 (2)^2 + 10 (2) = 44 \frac{m}{s}$$

$$a = 12 t + 10 = 12 (2) + 10 = 34 \frac{m}{s^2}$$

De manera similar, Si $t = 3$ s,

$$x = 2 t^3 + 5 t^2 + 5 = 2 (3)^3 + 5 (3)^2 + 5 = 104 \text{ m}$$

$$v = 6 t^2 + 10 t = 6 (3)^2 + 10 (3) = 84 \frac{m}{s}$$

$$a = 12 t + 10 = 12 (3) + 10 = 46 \frac{m}{s^2}$$

- c. $t = 2$ s y 3 s; $\Delta t = 1$ s

$$\Delta x = 104 \text{ m} - 41 \text{ m} = 63 \text{ m, entonces}$$

$$v = \frac{\Delta x}{\Delta t}$$

$$v = \frac{63 \text{ m}}{1 \text{ s}}$$

$$v = 63 \frac{m}{s}$$

$$a = \frac{\Delta v}{\Delta t}$$

$$a = \frac{63 \frac{m}{s}}{1 \text{ s}}$$

$$a = 63 \frac{m}{s^2}$$

1.4. Movimiento Rectilíneo Uniforme (MRU). Un móvil está animado de movimiento rectilíneo uniforme cuando su trayectoria es una línea recta y su velocidad permanece constante en módulo, dirección y sentido.

Las ecuaciones del MRU son:

Velocidad:

$$v_m = \frac{\Delta r}{\Delta t},$$

$$v = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta r}{\Delta t}$$

Rapidez:

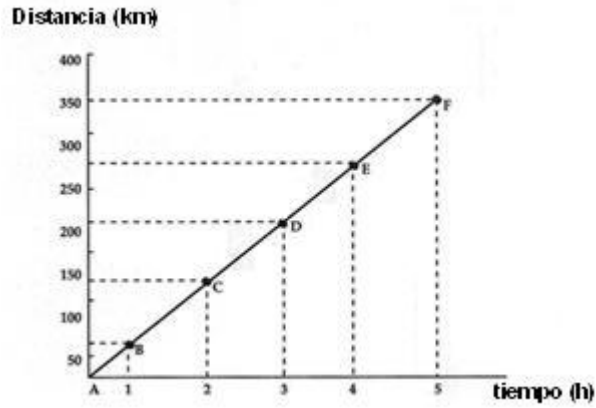
$$v = \frac{\Delta r}{t}$$

1.4.1. Análisis gráfico del Movimiento Rectilíneo Uniforme

Las gráficas contribuyen a interpretar la clase de movimiento. Dependiendo de la relación entre las magnitudes, las gráficas del MRU pueden ser: posición vs tiempo y velocidad vs tiempo.

1.4.1.1. Gráfica posición vs tiempo

Cuando un móvil se mueve con velocidad constante, la distancia recorrida es directamente proporcional al tiempo, y su representación gráfica es una línea recta cuya inclinación o pendiente representa la rapidez del mismo.



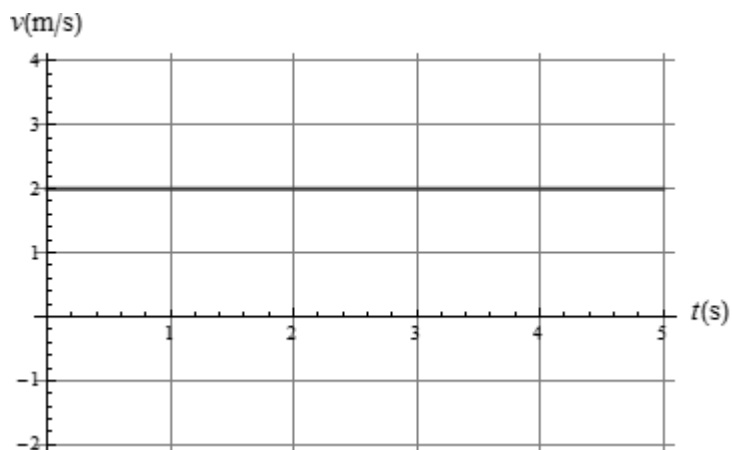
$$\Delta r \propto \Delta t$$

$$m = \tan \theta = v = \text{constante}$$

1.4.1.2. Gráfica rapidez vs tiempo.

Cuando la velocidad del móvil es constante, la gráfica rapidez vs tiempo es una línea recta paralela al eje del tiempo.

El área bajo la curva de la gráfica y el eje del tiempo, representa el módulo del desplazamiento.



El módulo del desplazamiento total es igual a la suma algebraica de todas las áreas, siendo positivas las que están sobre el eje del tiempo y negativas las que están debajo del mismo eje.

La distancia total recorrida es igual a la suma geométrica de todas las áreas, considerando a todas positivas.

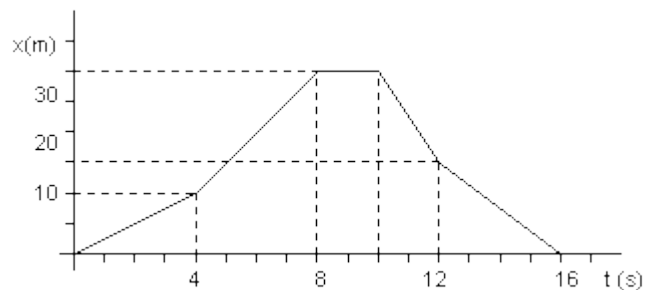
Problemas resueltos

1. La siguiente tabla ilustra la posición de un móvil en los diferentes instantes de tiempo de su recorrido.

Posición (m)	Tiempo (s)
0	0
10	4
30	8
30	10
15	12
0	16

- a. Realice la gráfica posición vs tiempo
- b. Describa el movimiento del móvil durante los intervalos de tiempo de su recorrido.
- c. Calcule la rapidez en cada intervalo de tiempo.

SOLUCIÓN:



- a. En el intervalo de tiempo de 0 s a 4 s el móvil se aleja del punto de partida con rapidez constante.
- De 4 s a 8 s el móvil aumenta su rapidez y continúa alejándose del punto de partida con rapidez constante.
- En el intervalo de 8 s a 10 s, el móvil permanece en reposo, porque no cambia de posición durante este tiempo transcurrido.
- De 10 s a 12 s el móvil inicia su viaje de retorno con rapidez constante
- De 12 s a 16 s disminuye su rapidez y regresa al punto de partida en el tiempo igual a 16 s.

b. $v = \frac{r_2 - r_1}{t_2 - t_1}$

De 0 s a 4 s

$$v = \frac{10 \text{ m} - 0 \text{ m}}{4 \text{ s} - 0 \text{ s}} = 2,5 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

De 4 s a 8 s

$$v = \frac{30 \text{ m} - 10 \text{ m}}{8 \text{ s} - 4 \text{ s}} = 5 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

De 8 s a 10 s

$v = 0$, porque el móvil no cambia de posición con respecto al tiempo, es decir el móvil permaneció en reposo

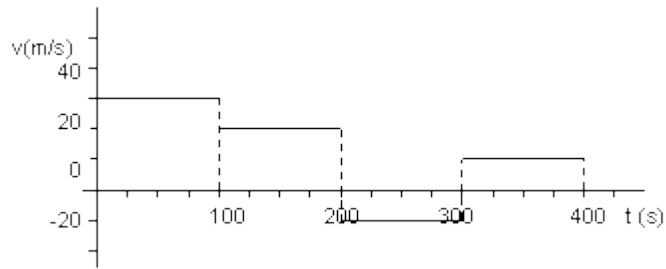
De 10 s a 12 s

$$v = \frac{15 \text{ m} - 30 \text{ m}}{12 \text{ s} - 10 \text{ s}} = -7,5 \frac{\text{m}}{\text{s}} \text{ (el signo negativo indica que el móvil regresa)}$$

De 12 s a 16 s

$$v = \frac{0 \text{ m} - 15 \text{ m}}{16 \text{ s} - 12 \text{ s}} = -3,75 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

2. Una partícula hace una trayectoria recta según la siguiente gráfica v-t. Se sabe que en el instante inicial su posición es cero.



- Describe el movimiento de la partícula.
- Calcule la distancia recorrida por la partícula en cada intervalo de tiempo
- Calcule el módulo del desplazamiento total
- Cuál ha sido su distancia total recorrida?

SOLUCIÓN

- De 0 s a 100 s, de 100 s a 200 s y de 300 s a 400 s

En estos intervalos de tiempo la partícula se mueve en una dirección con rapidez constante

De 200 s a 300 s la partícula se mueve con velocidad constante en dirección contraria, es decir regresa.

- De 0 s a 100 s

Área bajo la curva = distancia recorrida

$$A = b \times h$$

$$A = 100 \times 30 = 3000$$

$$\Delta r = 3000 \text{ m}$$

De 100 s a 200 s

$$A = 100 \times 20 = 2000$$

$$\Delta r = 2000 \text{ m}$$

De 200s a 300 s

$$A = 100 \times 20 = 2000$$

$$\Delta r = -2000 \text{ m}$$

De 300 s a 400 s

$$A = 100 \times 10 = 1000$$

$$\Delta r = 1000 \text{ m}$$

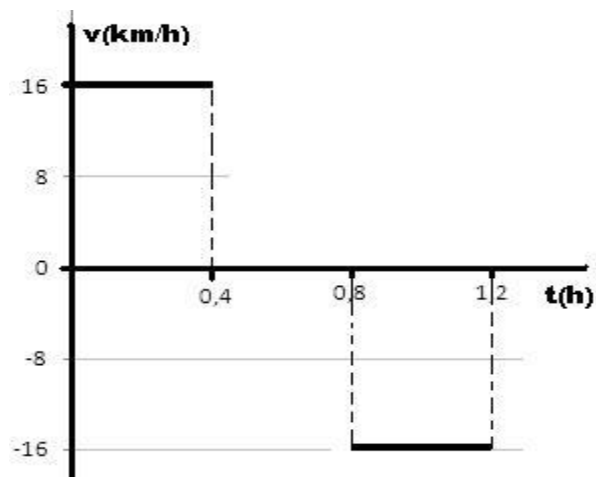
c. $\Delta r = 3000 \text{ m} + 2000 \text{ m} + (-2000 \text{ m}) + 1000 \text{ m}$

$$\Delta r = 4000 \text{ m}$$

d. $\Delta r = 3000 \text{ m} + 2000 \text{ m} + 2000 \text{ m} + 1000 \text{ m}$

$$\Delta r = 8000 \text{ m}$$

3. En el gráfico, se representa un movimiento rectilíneo uniforme de un auto por una carretera



- Describe el movimiento del auto
- Calcule la distancia total recorrida por el auto.
- ¿Cuál fue el desplazamiento completo del auto?

SOLUCIÓN

- a. El gráfico del auto muestra que en $t = 0$ h, el auto poseía una velocidad de 16 km/h.

El auto en el primer intervalo de tiempo de 0 h a 0,4 h mantiene la misma velocidad de 16 km/h

El auto en el segundo intervalo de tiempo de 0,4 h a 0,8 h permanece en reposo (velocidad es 0 km/h).

El auto en el tercer intervalo regresa desde el tiempo de 0,8 h a 1,2 h mantiene la misma velocidad de $-16 \frac{\text{km}}{\text{h}}$

- b. Datos:

Momento 1	Momento 2	Momento 3
$v_1 = 16 \frac{\text{km}}{\text{h}}$	$v_2 = 0 \frac{\text{km}}{\text{h}}$	$v_3 = -16 \frac{\text{km}}{\text{h}}$
$t_1 = 0,4 \text{ h}$	$t_2 = 0,4 \text{ h}$	$t_3 = 0,4 \text{ h}$

Como se pide calcular la distancia del auto se debe tomar los valores numéricos de la velocidad positivos y utilizando la ecuación $\Delta r = v \cdot t$:

Momento 1	Momento 2	Momento 3
$\Delta r_1 = (v_1) \cdot (t_1)$	$\Delta r_2 = (v_2) \cdot (t_2)$	$\Delta r_3 = (v_3) \cdot (t_3)$
$\Delta r_1 = (16 \frac{\text{km}}{\text{h}}) \cdot (0,4 \text{ h})$	$\Delta r_2 = (0 \frac{\text{km}}{\text{h}}) \cdot (0,4 \text{ h})$	$\Delta r_3 = (16 \frac{\text{km}}{\text{h}}) \cdot (0,4 \text{ h})$
$\Delta r_1 = 6,4 \text{ km}$	$\Delta r_2 = 0 \text{ km}$	$\Delta r_3 = 6,4 \text{ km}$

Entonces:

$$\Delta r_{\text{total}} = \Delta r_1 + \Delta r_2 + \Delta r_3$$

$$\Delta r_{\text{total}} = 16 \text{ Km} + 0 \text{ km} + 16 \text{ km}$$

$$\Delta r_{\text{total}} = 32 \text{ km}$$

La distancia total recorrida por el carro es 32 km

- c. Para calcular el desplazamiento del auto se debe tener en cuenta el carácter vectorial de la velocidad

Momento 1	Momento 2	Momento 3
$\Delta r_1 = (v_1) \cdot (t_1)$	$\Delta r_2 = (v_2) \cdot (t_2)$	$\Delta r_3 = (v_3) \cdot (t_3)$
$\Delta r_1 = (16 \frac{\text{km}}{\text{h}}) \cdot (0,4 \text{ h})$	$\Delta r_2 = (0 \frac{\text{km}}{\text{h}}) \cdot (0,4 \text{ h})$	$\Delta r_3 = (16 \frac{\text{km}}{\text{h}}) \cdot (0,4 \text{ h})$
$\Delta r_1 = 6,4 \text{ km}$	$\Delta r_2 = 0 \text{ km}$	$\Delta r_3 = - 6,4 \text{ km}$

Entonces:

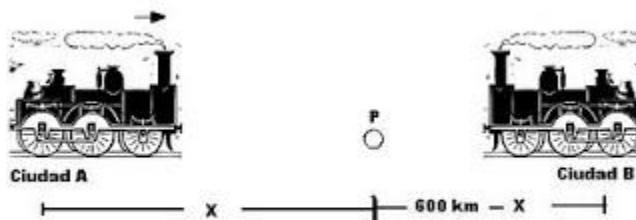
$$\Delta r_{\text{total}} = \Delta r_1 + \Delta r_2 + \Delta r_3$$

$$\Delta r_{\text{total}} = 16 \text{ Km} + 0 \text{ km} - 16 \text{ km}$$

$$\Delta r_{\text{total}} = 0 \text{ km}$$

El desplazamiento total del carro es de 0 km

4. Dos trenes Metrópolis parten de dos Ciudades A y B, distan entre sí 600 km, con velocidad de 80 km/h y 100 km/h respectivamente, pero el tren de la ciudad A sale 2 horas antes.  Qu  tiempo despu  de haber salido el tren Metrópolis de la ciudad B y a qué distancia de la ciudad A se encuentran los dos trenes Metrópolis



SOLUCIÓN

Se considera que los dos trenes Metrópolis se encuentran en el punto P de la trayectoria, por lo tanto el tren Metrópolis que parte de la ciudad A recorre un espacio X, mientras el tren Metrópolis que parte de la ciudad B recorre el espacio 600 km - X.

Llamando t al tiempo que tarda el tren Metrópolis que parte de la ciudad B en llegar al punto P; por lo tanto el tiempo que tarda el tren Metrópolis de la ciudad A será $t + 2h$ ya que éste sale dos horas antes.

Ciudad A	Ciudad B
$v_A = 80 \frac{\text{km}}{\text{h}}$	$v_B = 100 \frac{\text{km}}{\text{h}}$
$X = v_A(t + 2h)$	$600 \text{ Km} - X = v_B t$

Aquí tenemos un sistema de dos ecuaciones con dos incógnitas " x " y " t ", su solución se puede obtener de la siguiente manera:

$$X = v_A(t + 2h) \quad \text{Ecuación (1)}$$

+

$$600 \text{ Km} - X = v_B t \quad \text{Ecuación (2)}$$

Al sumar se obtiene: $X + 600 \text{ Km} - X = v_A(t + 2h) + v_B t$

$$600 \text{ Km} = v_A(t + 2h) + v_B t$$

$$600 \text{ Km} = 80 \frac{\text{km}}{\text{h}} (t + 2h) + 100 \frac{\text{km}}{\text{h}} \cdot t \quad \text{Sustituyendo los datos}$$

$$600 \text{ Km} = 80t \frac{\text{km}}{\text{h}} + 160 \text{ Km} + 100t \frac{\text{km}}{\text{h}} \quad \text{Realizando las multiplicaciones respectivas}$$

Al reducir términos semejantes y transponer términos:

$$180t \frac{\text{km}}{\text{h}} = 440 \text{ Km}$$

$$\text{Donde } t = 2,44 \text{ h}$$

Al remplazar este valor en cualquiera de las ecuaciones tenemos:

$$X = 80 \frac{\text{km}}{\text{h}} (t + 2h)$$

$$X = 80 \frac{\text{km}}{\text{h}} (2,44h + 2h)$$

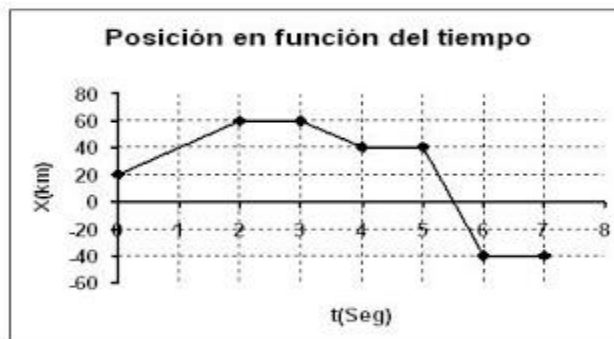
$$X = 355,2 \text{ Km}$$

El tiempo que tardan en encontrarse los dos trenes de Metrópolis después que sale el tren de la ciudad B es 2,44h

La distancia que hay de la ciudad A hasta donde se encontraron los dos trenes de Metrópolis es de 355,2 Km

Actividad de Trabajo Autónomo 1

1. Un automóvil recorre una recta con velocidad constante. En los instantes $t_1 = 0$ s y $t_2 = 6$ s, sus posiciones son $x_1 = 10,5$ cm y $x_2 = 35,5$ cm. Determine:
 - a. Velocidad del automóvil
 - b. La posición del auto en $t_3 = 2$ s
 - c. Las ecuaciones de movimiento del automóvil.
2. El siguiente gráfico de posición contra tiempo, muestra el movimiento de un automóvil Toyota que se desplaza en dirección horizontal sobre una carretera, respecto a un origen determinado.



- a. Describa el movimiento del automóvil
- b. ¿Cuál fue el desplazamiento total del automóvil?
- c. ¿Cuál fue el espacio total recorrido por el automóvil?
- d. Calcule la rapidez del auto en cada intervalo de tiempo
- e. Realice la gráfica velocidad vs tiempo

3. Dos automóviles Chevrolet que marchan en el mismo sentido, se encuentran a una distancia de 126 Km. Si el más lento va adelante a $42 \frac{\text{km}}{\text{h}}$, calcule la velocidad del más rápido que lo va siguiendo, sabiendo que le alcanza en seis horas.

Solución: $v = 63 \frac{\text{km}}{\text{h}}$

4. Luis es un deportista y sale de su casa en su bicicleta de Montaña a las seis de la mañana. Al llegar a un cierto lugar, se le estropea la bicicleta y ha de volver caminando. Calcule a qué distancia le ocurrió el percance a Luis sabiendo que las velocidades de desplazamiento han sido de $30 \frac{\text{km}}{\text{h}}$ en bicicleta y $6 \frac{\text{km}}{\text{h}}$ caminando y que llegó a su casa a la una de la tarde.

Solución: 30 km

5. Un ladrón roba una bicicleta y huye con ella a $20 \frac{\text{km}}{\text{h}}$. Un ciclista que lo ve, sale detrás del mismo, tres minutos más tarde a $22 \frac{\text{km}}{\text{h}}$. ¿Al cabo de cuánto tiempo lo alcanzará?

Solución: 30 minutos

6. Dos buses salen a su encuentro, uno de Guayaquil y otro de Quito (suponiendo una carretera recta). Sabiendo que la distancia entre ambas ciudades es de 443 Km y que sus velocidades respectivas son $78 \frac{\text{km}}{\text{h}}$ y $62 \frac{\text{km}}{\text{h}}$ y que el bus de Guayaquil salió hora y media más tarde, calcule: a) Tiempo que tardan en encontrarse los dos buses. b) ¿A qué distancia de Guayaquil se encuentran los dos buses?

Solución: tardan en encontrarse 2,5 horas; a 195 km de Guayaquil.

7. Un cuerpo se está moviendo a lo largo de una recta de acuerdo a la ley $x = 16t - 6t^2$, donde w se mide en metros y t en segundos, a. encuentre la posición el cuerpo cuando $t = 1$ s, a. calcule la velocidad promedio para el intervalo de tiempo $0 < t < 2$ s, c. calcule la velocidad en cualquier instante, d. calcule la velocidad instantánea para $t = 0$, e. escriba la expresión general de la aceleración instantánea en cualquier

instante, f. para que tiempos la aceleración instantánea es cero, g. realice la gráfica x vs t y a vs t .

Laboratorio 1

TEMA: Movimiento Rectilíneo Uniforme (MRU)

Objetivo: Demostrar que el valor de la velocidad de una burbuja que se desplaza con movimiento rectilíneo uniforme es constante

Materiales

- Un tubo transparente de 1.50 m de longitud, aproximadamente.
- Un corcho o tapón que permita tapar el extremo libre del tubo.
- 1 cronómetro.
- Una cinta métrica.

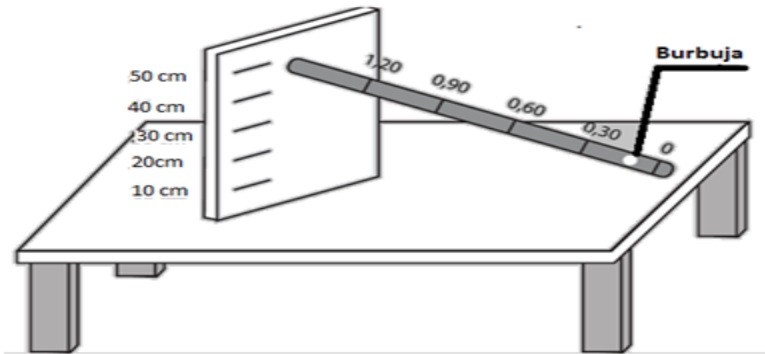
Procedimiento:

- Graduar el tubo de 30 cm en 30 cm como muestra la figura.
- Llene el tubo con agua coloreada hasta el borde.
- Tape el tubo con el corcho o tapón, de manera que dentro del tubo quede atrapado una burbuja (tratar que la burbuja sea lo más pequeña posible).
- Coloque el tubo en la posición mostrada, con la burbuja abajo.
- Al suba la burbuja, tomar el tiempo que demora ésta en recorrer:

Distancia	Ubicación	Responsable
0 – 30 cm	1er	estudiante

0 – 60 cm	2er	estudiante
0 – 90 cm	3er	estudiante
0 – 120 cm	4er	estudiante

1. Repetir los pasos 4 y 5 (tres veces más) y anotarlas en la tabla.



Resultados

d (m)	Tiempo (s)				Tiempo Promedio	$v = \frac{d}{t}$ (m/s)
	1 ^{ra} vez	2 ^{da} vez	3 ^{era} vez	4 ^{ta} vez		
0 - 0,30						
0 - 0,60						
0 - 0,90						
0 - 1,20						

Cálculos

- Calcule la velocidad de la burbuja
- Realice el gráfico d vs t?
- Calcule la pendiente de la recta (en el gráfico)

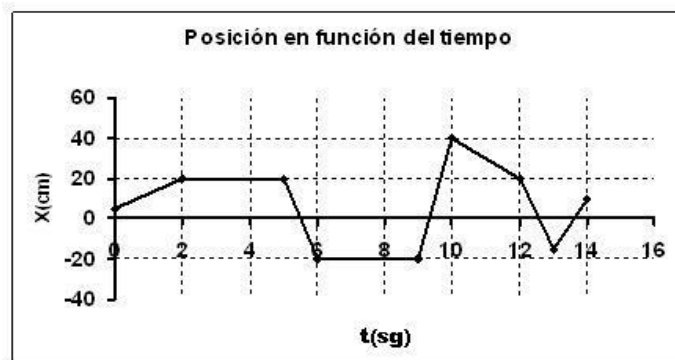
Conclusiones

Autoevaluación 1

1. Sandra es una deportista, que recorre una distancia de 1 000 km, parte en su moto y parte en bicicleta de montaña. Sabiendo que las velocidades han sido de 120 Km/h en la moto y 20 Km/h en bicicleta, y que el tiempo empleado ha sido de 15 horas calcule los recorridos hechos en moto y en bicicleta.

Solución:

- la motocicleta 840 km y la bicicleta 160 km
 - la motocicleta 160 km y la bicicleta 840 km
 - la motocicleta 400 km y la bicicleta 600 km
 - la motocicleta 800 km y la bicicleta 200 km
2. La siguiente gráfica muestra el vuelo de una mariposa Azul siguiendo una línea horizontal, en el cual se tomó como punto de referencia una hoja de un árbol de manzanas.



- Determine la componente horizontal del desplazamiento de la Mariposa Azul en los siguientes intervalos: 0 s a 4 s; 2 s a 6 s; 5s a 10 s y 8s a 11 s.
- Calcule la velocidad media de la Mariposa Azul en los siguientes intervalos de tiempo: 0 a 3 segundos; 2 a 5 segundos; 7 a 11 segundos y 11seg a 14 segundos.
- Calcule la rapidez media de la Mariposa Azul en los siguientes intervalos de tiempo: 1 – 3 segundos; 2 – 4 segundos; 5 – 8 segundos y 11 – 14 segundos.

- d. Calcule el espacio total recorrido por la Mariposa Azul.
 - e. Calcule el desplazamiento total recorrido por la Mariposa Azul.
 - f. Calcule la velocidad media ó promedio en todo el movimiento de la Mariposa Azul.
 - g. Calcule la rapidez media o promedio en todo el movimiento de la Mariposa Azul.
3. Dos vehículos salen al encuentro desde dos ciudades separadas por 300 km, con velocidades de 72 km/h y 108 km/h, respectivamente. Si salen a la vez conteste a las siguientes preguntas:
- a. El tiempo que tardan en encontrarse.
 - b. La posición donde se encuentran.

Solución:

- a. 6,7 h y 200 km del primero
 - b. 1,67 h y 120 km del primero
 - c. 2,67 h y 320 km del primero
 - d. 2, 7 h y 240 km del primero
4. Un coche sale de Latacunga con una velocidad de 72 km/h. Dos horas más tarde sale de la misma ciudad otro coche en persecución del anterior con una velocidad de 108 km/h calcule:
- a. El tiempo que tardan en encontrarse
 - b. La posición donde se encuentran

Solución: a. 4h, 108 km; b. 2,5 h, 240 km c. 6 h, 432 km d. N.A.

1.5.Movimiento rectilíneo uniformemente variado (MRUV)

Un móvil está animado de movimiento rectilíneo uniformemente variado cuando su trayectoria es una línea recta y su velocidad cambia de manera uniforme. En este movimiento la aceleración permanece constante en módulo y dirección. Por lo tanto.

$$a = \frac{v - v_0}{t}, \text{ despejando } v$$

$$v = v_0 + a t \quad \text{ecuación (1)}$$

Para calcular el desplazamiento en cualquier instante de tiempo se utiliza la ecuación de la velocidad media:

$$v_m = \frac{v_0 + v}{2}$$

$$v_m = \frac{\Delta r}{t}$$

$$\Delta r = v_m \cdot t, \text{ reemplazando el valor de (1)}$$

$$\Delta r = \frac{v_0 + v}{2} \cdot t \quad \text{ecuación 2}$$

Sustituyendo (1) en (2),

$$\Delta r = \frac{v_0 + v_0 + a t}{2} \cdot t, \text{ multiplicando por } t;$$

$$\Delta r = \frac{2v_0 t + a t^2}{2}; \text{ de donde se obtiene;}$$

$$\Delta r = v_0 t + \frac{1}{2} a t^2 \quad \text{ecuación (3)}$$

Para calcular la velocidad final despejamos t de la ecuación (1)

$$t = \frac{v - v_0}{a} \text{ ecuación (4)}$$

Reemplazo (4) en (2)

$$\Delta r = \frac{v_0 + v}{2} \cdot \frac{v - v_0}{a}, \text{ multiplicando se obtiene;}$$

$$\Delta r = \frac{v^2 - v_0^2}{2a}, \text{ de donde;}$$

$$v^2 = v_0^2 + 2a \Delta r \quad \text{ecuación (5)}$$

Resumen de ecuaciones

Ecuaciones vectoriales	Ecuaciones escalares
$v = v_0 + a t$	$v = v_0 + a t$
$v_m = \frac{v_0 + v}{2}$	$v = \frac{v_0 + v}{2}$
$\Delta r = \frac{v_0 + v}{2} \cdot t$	$\Delta r = \frac{v_0 + v}{2} \cdot t$
$\Delta r = v_0 t + \frac{1}{2} a t^2$	$\Delta r = v_0 t + \frac{1}{2} a t^2$
$v^2 = v_0^2 + 2 a \Delta r$	$v^2 = v_0^2 + 2 a \Delta r$

En estas ecuaciones se debe considerar que si el movimiento es uniformemente acelerado, la aceleración es positiva, y si el movimiento es uniformemente retardado la aceleración es negativa.

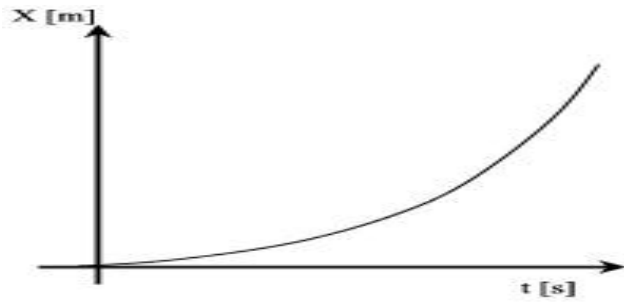
Vectorialmente, el movimiento es acelerado cuando $u_v = u_{\Delta r} = u_a$,

y es desacelerado cuando $u_v = u_{\Delta r} = - u_a$

1.5.1. Análisis gráfico del movimiento uniformemente variado

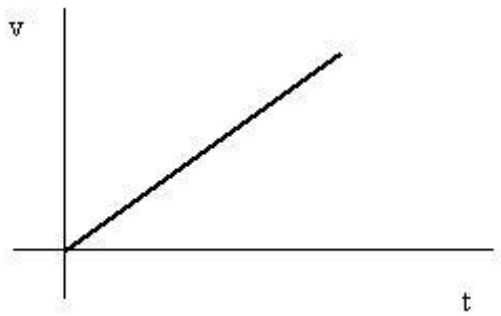
La gráfica de la distancia en función del tiempo tiene una forma parabólica. Esto es porque en la ecuación de la distancia la relación entre la distancia y el tiempo es cuadrática, o sea, responde a la función cuadrática $\Delta r = v_0 t + \frac{1}{2} a t^2$

Si $v_0 = 0$, se tiene. $\Delta r = \frac{1}{2} a t^2$

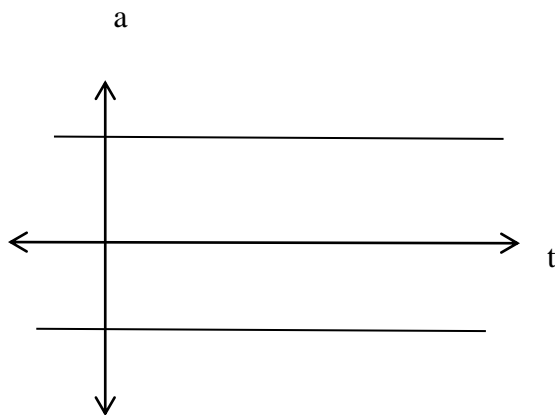


Cuando graficamos la velocidad versus el tiempo se observa que esta relación corresponde a una función lineal, cuya pendiente es igual al módulo de la aceleración.

En esta gráfica la distancia recorrida se obtiene calculando el área de las figuras geométricas formadas con el eje del tiempo.



El último gráfico es la relación entre la aceleración y el tiempo, en el cual se obtiene una recta paralela al eje del tiempo, debido a que la aceleración en este movimiento permanece constante.



Sugerencias para resolver problemas de movimiento rectilíneo uniformemente variado

Como las magnitudes cinemáticas tienen carácter vectorial, para describir el movimiento de un móvil se sugiere seguir los siguientes pasos:

1. Establecer el sistema de referencia, es decir el origen y el eje a lo largo del cual tiene lugar el movimiento.
2. El valor y signo de la aceleración
3. El valor y signo de la velocidad inicial
4. La posición inicial del móvil
5. Registrar los datos del problema planteado
6. Escribir las ecuaciones del movimiento
7. A partir de los datos y las ecuaciones del movimiento despejar la incógnita

Problemas resueltos

1. Un avión recorre, antes de despegar, una distancia de 1.800 m en 12 s, con una aceleración constante. Calcular: a) la aceleración, b) la velocidad en el momento del despegue, c) la distancia recorrida durante el primero y el doceavo segundo.

Datos:

$$\Delta r = 1800 \text{ m}$$

$$t = 12 \text{ s}$$

SOLUCIÓN

- a. Suponiendo que parte del reposo:

$$v_0 = 0$$

$$\Delta r = v_0 t + \frac{1}{2} a t^2,$$

$$\Delta r = \frac{1}{2} a t^2, \text{ despejando se tiene:}$$

$$a = \frac{2(\Delta r)}{t^2}$$

- b. $v = v_0 + a t$

$$v = 25 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \times 12 \text{ s}$$

$$v = 300 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$a = \frac{2(1800\text{m})}{(12\text{ s})^2}$$

$$a = 25 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

c. posición al primer segundo:

$$\Delta r = v_0 t + \frac{1}{2} a t^2$$

$$\Delta r = \frac{1}{2} \times 25 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \times (1\text{ s})^2$$

$$\Delta r = 12,5\text{ m}$$

Posición al doceavo segundo:

$$\Delta r = v_0 t + \frac{1}{2} a t^2$$

$$\Delta r = \frac{1}{2} \times 25 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \times (12\text{ s})^2$$

$$\Delta r = 1800\text{ m}$$

Distancia entre el primero y el doceavo segundo:

$$\Delta r = 1800\text{ m} - 12,5\text{ m} = 1787,5\text{ m}$$

2. Un jet aterriza con una velocidad de 100 m/s y puede acelerar a una tasa máxima de $-5 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$ cuando se va a detener. a) A partir del instante en que toca la pista de aterrizaje, a. ¿cuál es el tiempo mínimo necesario antes de que se detenga?, b) ¿este avión, puede aterrizar en una pista cuya longitud es de 0,8 km?

Datos:

$$v_0 = 100\text{ m/s}$$

$$a = -5 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

$$v = 0\text{ m/s}$$

SOLUCIÓN

a. $t = \frac{v - v_0}{a}$

$$t = \frac{-100 \frac{\text{m}}{\text{s}}}{-5 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}}$$

$$t = 20 \text{ s}$$

- b. Para saber si puede aterrizar en una pista de $0,8 \text{ km} = 800 \text{ m}$ hay que calcular qué distancia recorre con la información que hay y luego se compara con los 800 m .

$$\Delta r = v_0 t + \frac{1}{2} a t^2$$

$$\Delta r = 100 \frac{\text{m}}{\text{s}} \times 20 \text{ s} + \frac{1}{2} \left(-5 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}\right) (20 \text{ s})^2$$

$$\Delta r = 1000 \text{ m}$$

Por lo tanto, frenando a razón de $-5 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$ necesita 1000 m de pista, por lo tanto no alcanza a aterrizar en una pista de 800 m .

3. En el momento que se enciende la luz verde de un semáforo, un auto arranca con aceleración de 6 m/s^2 . En el mismo instante, un camión que iba con rapidez constante de 30 m/s alcanza y rebasa al automóvil. a) ¿A qué distancia del semáforo alcanza el auto al camión? b) ¿Cuál era la velocidad del auto en ese instante?

Datos:

$$a = 6 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

$$v_c = 30 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$a_a = 6 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

$$\Delta r = ?$$

$$v_a = ?$$

SOLUCIÓN

a. Camión: (MRU) $x_c = v_c t$

Auto: (MRUV) $x_a = \frac{1}{2} a t^2$ porque $v_0 = 0$

Como el tiempo es el mismo para los dos, cuando el auto alcanza al camión en x_0

$$x_a = x_c$$

$$\frac{1}{2}at^2 = v_c t$$

Despejando:

$$t = \frac{2v_c}{a} \text{ es el tiempo que tarda en alcanzarlo}$$

Sustituyendo en x_c se obtiene la distancia:

$$x_c = x_o = v_c \cdot \frac{2v_c}{a} = \frac{2v_c^2}{a} = 2 \cdot \frac{(30 \frac{m}{s})^2}{6 \frac{m}{s^2}} = 300 \text{ m}$$

$$b. \quad v = at = 2v_c = 2 \cdot 30 \frac{m}{s} = 60 \frac{m}{s}$$

4. La mamá de Julio le pide que le haga unas compras en la tienda, para ello, sale en su bicicleta y va a una velocidad constante de 4 m/s , sin darse cuenta le sale en el camino un perro de raza pitbull y Julio del susto acelera a razón de 0.7 m/s^2 por 8 s . ¿Cuál es la velocidad alcanzada por Julio en ese tiempo? ¿Cuál es la distancia que recorrió Julio después de ver al perro pitbull?.

SOLUCIÓN

$$v_o = 4 \frac{m}{s}$$

$$a = 0.7 \frac{m}{s^2}$$

$$t = 8 \text{ s}$$

$$v = ?$$

$$d = ?$$

SOLUCIÓN

$$v = v_o + a t$$

$$v = 4 \frac{m}{s} + (0.7 \frac{m}{s^2})(8 \text{ s})$$

$$v = 9,6 \frac{m}{s}$$

$$\Delta r = d = v_o t + \frac{1}{2} a t^2$$

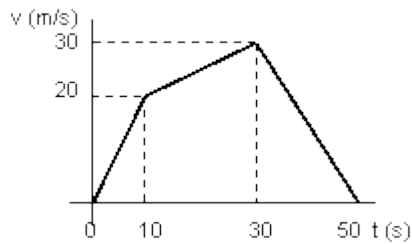
$$d = 4 \frac{m}{s} \cdot 8 \text{ s} + \frac{1}{2}$$

$$(0.7 \frac{m}{s^2})(8 \text{ s})^2$$

$$d = 32 \text{ m} + 22,4 \text{ m}$$

$$d = 54,4 \text{ m}$$

5. La gráfica de la figura representa la velocidad en función del tiempo de un móvil que sale del origen del plano cartesiano y sigue un movimiento rectilíneo. Calcule:
- La distancia recorrida durante el movimiento de frenada.
 - ¿En qué intervalo de tiempo su aceleración es máxima y mínima?



$$a = \frac{v - v_0}{t}$$

$$a = \frac{0 \frac{m}{s} - 30 \frac{m}{s}}{20 \text{ s}}$$

$$a = -1,5 \frac{m}{s^2}$$

El signo menos en la respuesta, nos indica que el móvil está frenando. La aceleración es de -1.5 m/s^2

$$\Delta r = d = v_0 t + \frac{1}{2} a t^2$$

$$d = 30 \frac{m}{s} \cdot 20 \text{ s} + \frac{1}{2} (-1,5 \frac{m}{s^2})(20 \text{ s})^2$$

$$d = 600 \text{ m} - 300 \text{ m}$$

$$d = 300 \text{ m}$$

6. A una motocicleta que avanza por una carretera recta con una velocidad de $(20 \frac{m}{s}; 120^\circ)$, se le comunica una aceleración constante de módulo $3 \frac{m}{s^2}$ durante 30 s. Calcule:
- Los datos conocidos
 - El vector aceleración
 - La velocidad adquirida

- d. El desplazamiento realizado
- e. La distancia recorrida
- f. La velocidad media

SOLUCIÓN

$$a. \quad v_0 = (20 \frac{m}{s}; 120^\circ) = (-10i + 17,32j) \frac{m}{s}$$

$$a = 3 \frac{m}{s^2}$$

$$\Delta t = 30 \text{ s}$$

$$b. \quad u_{v_0} = \frac{v_0}{v_0} = \frac{(-10i + 17,32j) \frac{m}{s}}{20 \frac{m}{s}} = (-0,5i + 0,866j)$$

Pero $u_{v_0} = u_a$, entonces;

$$a = a \cdot u_a$$

$$a = 3 \frac{m}{s^2} \cdot (-0,5i + 0,866j)$$

$$a = (-1,5i + 2,6j) \frac{m}{s^2}$$

$$c. \quad v = v_0 + a t$$

$$v = (-10i + 17,32j) \frac{m}{s} + (-1,5i + 2,6j) \frac{m}{s^2} (30 \text{ s})$$

$$v = (-10i + 17,32j) \frac{m}{s} + (-45i + 78j) \frac{m}{s}$$

$$v = (-55i + 95,32j) \frac{m}{s}$$

$$d. \quad \Delta r = v_0 t + \frac{1}{2} a t^2$$

$$\Delta r = (-10i + 17,32j) \frac{m}{s} (30s) + \frac{1}{2} (-1,5i + 2,6j) \frac{m}{s^2} (900 \text{ s}^2)$$

$$\Delta r = (-300i + 519,6j) \text{ m} + (-675i + 1170j) \text{ m}$$

$$\Delta r = (-975i + 1689,6j) \text{ m}$$

e. $d = \Delta r$

$$d^2 = (-975 \text{ m})^2 + (1689,6 \text{ m})^2$$

$$d = 1950,73 \text{ m}$$

f. $v_m = \frac{\Delta r}{t}$

$$v_m = \frac{(-975 + 1689,6) \text{ m}}{30 \text{ s}}$$

$$v_m = (-32,5 + 56,32) \text{ m/s}$$

7. Un tren que avanza a velocidad v_{o1} comienza a frenar con aceleración a para no chocar con otro que avanza delante en el mismo sentido con velocidad $v_{o2} < v_{o1}$ y que se encuentra a una distancia d del primero. Demuestre que si $d < (v_{o1} - v_{o2})^2/2a$ habrá choque, y no lo habrá en caso de que $d > (v_{o1} - v_{o2})^2/2a$.

Datos:

$$v_{o2} < v_{o1}$$

distancia d

Solución.

$$x_1 = v_{o1}t + \frac{1}{2}at^2$$

$$x_2 = d + v_{o2}t$$

Habrà choque si $x_1 \geq x_2$ en algùn momento:

$$v_{o1}t + \frac{1}{2}at^2 \geq d + v_{o2}t$$

$$t^2 + \frac{2}{a}(v_{o1} - v_{o2})t - 2\frac{d}{a} \geq 0$$

Esta ecuaci3n tendrà soluci3n real s3lo si el discriminante $B^2 - 4AC \geq 0$:

$$\frac{4}{a^2}(v_{o1} - v_{o2})^2 - 8\frac{d}{a} \geq 0$$

lo que conduce a:

$$d < \frac{(v_{o1} - v_{o2})^2}{2a} \text{ (condici3n de choque)}$$

Si $B^2 - 4AC < 0$ se obtiene una ra3z imaginaria y no hay soluci3n. No es posible que

$x_1 \geq x_2$ y no hay choque.

Al sustituir arriba se obtiene

$$d > \frac{(v_{o1} - v_{o2})^2}{2a} \text{ (no hay choque)}$$

Actividad de Trabajo Autónomo 2

1. Un cuerpo cae por un plano inclinado con una aceleración constante partiendo del reposo. Sabiendo que al cabo de 3 s la velocidad que adquiere es de 27 m/s, calcular la velocidad que lleva y la distancia recorrida a los 6 s de haber iniciado el movimiento.

Solución: $54 \frac{\text{m}}{\text{s}}$, 162 m

2. Una nave espacial avanza en el espacio libre con una aceleración constante de 9,8 m/s². a. Si parte del punto de reposo, ¿cuánto tiempo tardará en adquirir una velocidad de la décima parte de la velocidad de la luz, b. ¿qué distancia recorrerá durante ese tiempo?

Solución: a. 5 días 10 h 20 min 24,49 s b. $4,59 \times 10^{13}$ m

3. Un ferrocarril parte del reposo de una estación y acelera durante 10 s con una aceleración constante de $1,2 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$. Después marcha a velocidad constante durante 30 s y desacelera a razón de $2,4 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$, hasta que se detiene en la estación siguiente. Calcule la distancia total recorrida.

Solución: 450 m

4. Un cuerpo que parte del reposo se mueve en línea recta con aceleración constante y cubre una distancia de 64 m en 4 s. a. cuál será su velocidad final, b. qué tiempo tardó en recorrer la mitad de la distancia total, c. cuál fue la distancia recorrida en la mitad del tiempo total d. cuál era su velocidad cuando había recorrido la mitad de la distancia total, e. cuál era su velocidad al cabo de un tiempo igual a la mitad del total.

Solución: a. $32 \frac{m}{s}$, b. $2 \sqrt{2} s$, c. 16 m, d. $16 \sqrt{2} \frac{m}{s}$, e. $16 \frac{m}{s}$

5. Un automóvil parte del reposo con una aceleración constante de $(21 - 3j) \frac{m}{s^2}$. Si se mueve por una trayectoria recta durante 10 s. Calcule:
- Los datos conocidos
 - La velocidad adquirida
 - El desplazamiento realizado
 - La distancia recorrida
 - La velocidad media
 - La rapidez media

Solución: b. $(20i - 30j) \frac{m}{s}$, c. $(100i - 150j) m$, d. 180,27 m
e. $(10i - 15j) \frac{m}{s}$, f. $18,02 \frac{m}{s}$

6. Cuando se aplican los frenos de un automóvil que viaja con movimiento rectilíneo, su velocidad cambia de $72 \frac{km}{h}$ a $(-4,33i + 2,5j) \frac{m}{s}$ en 50 m. Determine:
- Los datos conocidos
 - La aceleración producida
 - El desplazamiento realizado
 - El tiempo empleado
 - La velocidad media
 - La rapidez media

Solución: b. $(3,24i - 1,87j) \frac{m}{s^2}$, c. $(-43,3i + 25j) m$, d. 4 s, e. $(-10,82i + 6,25j) \frac{m}{s}$,
f. 12,49 m

7. Un deportista se desplaza 1000i km por una ruta rectilínea, parte en moto y parte en bicicleta, sabiendo que las velocidades han sido $120i \frac{km}{h}$ en moto y $40i \frac{km}{h}$ en bicicleta, y que el tiempo empleado ha sido 10 h. Determine.
- La velocidad media durante las 10 h
 - El desplazamiento en moto

c. El tiempo que recorrió en bicicleta

Solución: a. $100\frac{km}{h}$, b. 900 km, c. 2,5 h

1.6. Caída de los cuerpos

Un caso particular del movimiento rectilíneo uniformemente variado es la caída libre de los cuerpos por acción de la aceleración de la gravedad, generada por la atracción que ejerce la Tierra sobre todos los cuerpos.

El valor aproximado de la gravedad es $9,8 \frac{m}{s^2}$. Vectorialmente se expresa:

$$g = (-9,8) \frac{m}{s^2}$$

Como el movimiento vertical ascendente o descendente de un cuerpo es un movimiento rectilíneo uniformemente variado, para los cálculos se utilizan las ecuaciones del MRUV cambiando h por Δr y g por a.

MRUV	Caída de los cuerpos	
	Ecuaciones vectoriales	Ecuaciones escalares
$v = v_0 + a t$	$v = v_0 + g t$	$v = v_0 + g t$
$\Delta r = v_0 t + \frac{1}{2} a t^2$	$h = v_0 t + \frac{1}{2} g t^2$	$h = v_0 t + \frac{1}{2} g t^2$
$v^2 = v_0^2 + 2 a \Delta r$	$v^2 = v_0^2 + 2 g h$	$v^2 = v_0^2 + 2 g h$

Problemas resueltos

- Una pelota de golf se suelta desde el reposo del techo de un edificio muy alto. Despreciando la resistencia del aire, calcule la posición y la velocidad de la pelota después de 1 s, 2 s y 3 s

DATOS:

$$t_1 = 1 \text{ s}, t_2 = 2 \text{ s}, t_3 = 3 \text{ s}$$

$$v_0 = 0$$

$$g = 9,8 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

SOLUCIÓN

Si $t = 1 \text{ s}$

$$v = v_0 + g t_1$$

$$v = g t_1$$

$$v = 9,8 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot 1 \text{ s}$$

$$v = 9,8 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$h_1 = \frac{1}{2}(v_0 + v) \cdot t_1$$

$$h_1 = \frac{1}{2}(9,8 \frac{\text{m}}{\text{s}}) \cdot 1 \text{ s}$$

$$h_1 = 4,9 \text{ m}$$

Si $t = 2 \text{ s}$

$$v = v_0 + g t_2$$

$$v = g t_2$$

$$v = 9,8 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot 2 \text{ s}$$

$$v = 19,6 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$h_2 = \frac{1}{2}(v_0 + v) \cdot t_2$$

$$h_2 = \frac{1}{2}(19,6 \frac{\text{m}}{\text{s}}) \cdot 2 \text{ s}$$

$$h_2 = 19,6 \text{ m}$$

Si $t = 3 \text{ s}$

$$v = v_0 + g t_3$$

$$v = g t_3$$

$$v = 9,8 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot 3 \text{ s}$$

$$v = 29,4 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$h_3 = \frac{1}{2}(v_0 + v) \cdot t_3$$

$$h_3 = \frac{1}{2}(29,4 \frac{\text{m}}{\text{s}}) \cdot 3 \text{ s}$$

$$h_3 = 44,1 \text{ m}$$

2. Una estudiante lanza un llavero verticalmente hacia arriba a su hermana del club femenino de estudiantes, que está en una ventana 4 m arriba. Las llaves son atrapadas

1.5 s después por el brazo extendido de la hermana. a. Con que velocidad inicial fueron lanzadas las llaves?, b. Cuál era la velocidad de las llaves justo antes que fueran atrapadas?

DATOS:

$$h = 4 \text{ m}$$

$$t = 1,5 \text{ s}$$

$$v_o = ?$$

$$g = 9,8 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

SOLUCIÓN

$$\text{a. } h = v_o t - \frac{1}{2} g t^2$$

$$v_o = \frac{2h + g t^2}{2t}$$

$$v_o = \frac{2 \cdot 4 \text{ m} + 9,8 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} (1,5 \text{ s})^2}{2 \times 1,5 \text{ s}}$$

$$v_o = \frac{8 \text{ m} + 22,05 \text{ m}}{3 \text{ s}}$$

$$v_o = 10 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$\text{b. } v = v_o - g t$$

$$v = 10 \frac{\text{m}}{\text{s}} - 9,8 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \times 1,5 \text{ s}$$

$$v = -4,7 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

3. Se informó que una mujer cayó 144 pies desde el piso 17 de un edificio, aterrizando sobre una caja de ventilador metálica, la cual sumió hasta una profundidad de 18 pulg. Sólo sufrió lesiones menores. Ignore la resistencia del aire y calcule a. la velocidad de la mujer exactamente antes de chocar con el ventilador, b. su aceleración promedio mientras está en contacto con la caja, y c. el tiempo que tarda en sumir la caja.

DATOS:

$$h = 144 \text{ pies}$$

$$g = 32 \frac{\text{pies}}{\text{s}^2}$$

$$v_o = 0$$

SOLUCIÓN

a. $v^2 = v_0^2 + 2 g h$

$$v^2 = 2 \times 32 \frac{\text{pies}}{\text{s}^2} \times 144 \text{ pies}$$

$$v^2 = 9216 \frac{\text{pies}^2}{\text{s}^2}$$

$$v = 96 \frac{\text{pies}}{\text{s}} \text{ es la velocidad de llegada a la caja}$$

b. su aceleración promedio mientras está en contacto con la caja

Cuando llega al piso es la velocidad final de ese movimiento es a la vez la velocidad inicial cuando entra en contacto con la caja.

$$h = \text{altura que se deforma la caja} = 18 \text{ pulgadas} \times \frac{1 \text{ pie}}{12 \text{ pulg}} = 1,5 \text{ pies}$$

$$v = 0$$

$$v^2 = v_0^2 - 2 a h$$

$$a = \frac{v_0^2}{2h}$$

$$a = \frac{(96 \frac{\text{pies}}{\text{s}})^2}{2 \times 1,5 \text{ pies}}$$

$$a = 3072 \frac{\text{pies}^2}{\text{s}^2}$$

c. El tiempo que tarda en sumir la caja. $v = 0$

$$v = v_0 - a t$$

$$t = \frac{v_0}{a}$$

$$t = \frac{96 \frac{\text{pies}}{\text{s}}}{3072 \frac{\text{pies}^2}{\text{s}^2}}$$

$$t = 0,03 \text{ s}$$

4. En Mostar, Bosnia, la prueba máxima del valor de un joven era saltar de un puente de 400 años de antigüedad (ahora destruido) hacia el río Neretva, 23 m abajo del puente.

a. Cuanto duraba el salto?

b. Con que rapidez caía el joven al impacto con el agua?

c. Si la rapidez del sonido en el aire es 340 m/s, cuanto tiempo, después de saltar el clavadista, un espectador sobre el puente escucha el golpe en el agua?

DATOS:

$$h = 23 \text{ m}$$

$$v_o = 0$$

$$g = 9,8 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

SOLUCIÓN

$$\text{a. } h = v_o t + \frac{1}{2} g t^2$$

$$h = \frac{1}{2} g t^2$$

$$t = \sqrt{\frac{2h}{g}}$$

$$t = \sqrt{\frac{2 \times 23 \text{ m}}{9,8 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}}}$$

$$t = 2,16 \text{ s}$$

$$\text{b. } v = v_o + g t$$

$$v = 9,8 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \times 2,16 \text{ s}$$

$$v = 21,17 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$\text{c. } v_{\text{sonido}} = 340 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$t_{\text{sonido}} = \frac{h}{v_{\text{sonido}}}$$

$$t_{\text{sonido}} = \frac{23 \text{ m}}{343 \frac{\text{m}}{\text{s}}}$$

$$t_{\text{sonido}} = 0,067 \text{ s}$$

$$t_{\text{total}} = t + t_{\text{sonido}}$$

$$t_{\text{total}} = 2,16 \text{ s} + 0,067 \text{ s}$$

$$t_{\text{total}} = 2,23 \text{ s}$$

5. Se lanza una pelota directamente hacia abajo, con una rapidez inicial de 8 m/s, desde una altura de 30 m. Después de que intervalo de tiempo llega la pelota al suelo?

DATOS:

$$h = 30 \text{ m}$$

$$v_o = 8 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$a = 9,8 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

SOLUCIÓN:

$$h = v_o t + \frac{1}{2} g t^2$$

$$30 = 8t + 4,9 t^2$$

Ordenando la ecuación

$$4,9 t^2 + 8t - 30 = 0$$

$$a = 4,9 \quad b = 8 \quad c = -30$$

$$t = \frac{-b \pm \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a}$$

$$t = \frac{-8 \pm \sqrt{8^2 - 4(4,9)(-30)}}{2(4,9)}$$

$$t = \frac{-8 \pm \sqrt{64 + 588}}{9,6}$$

$$t = 1,82 \text{ s}$$

6. Se lanza un cuerpo hacia arriba en dirección vertical con una velocidad de $98 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ desde el techo de un edificio de 100 m de altura. Calcule: a. la máxima altura que alcanza sobre el suelo, b. el tiempo necesario para alcanzarla, c. el tiempo total transcurrido hasta que el cuerpo llega al suelo, d. la velocidad al llegar al suelo.

DATOS:

$$v_o = 98 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$x_o = 100 \text{ m}$$

$$a = 9,8 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

SOLUCIÓN

$$a. \quad h_m = \frac{v_o^2}{2g}$$

$$\text{Entonces: } h_m = 100 \text{ m} + \frac{v_o^2}{2g}$$

$$h_m = 100 \text{ m} + \frac{(98 \frac{\text{m}}{\text{s}})^2}{2 \times 9,8 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}}$$

$$h_m = 100 \text{ m} + 490 \text{ m}$$

$$h_m = 590 \text{ m}$$

$$b. \quad v = v_o - g t$$

$$v = 98 \frac{\text{m}}{\text{s}} - 9,8 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \times t; \text{ pero } v = 0$$

$$t = 10 \text{ s (tiempo de subida)}$$

$$c. \quad h = 100 \text{ m} + v_o t - \frac{1}{2} g t^2$$

$$h = 100 + 98 t - \frac{1}{2} 9,8 t^2$$

$$h = 100 + 98 t - 4,9 t^2$$

Teniendo como referencia el suelo $h = 0$

$$0 = 100 + 98 t - 4,9 t^2$$

$$4,9 t^2 - 98 t - 100 = 0$$

$$t = \frac{-b \pm \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a}$$

$$t = \frac{98 \pm \sqrt{(-98)^2 - 4(4,9)(-100)}}{2(4,9)}$$

$$t = \frac{98 \pm \sqrt{11564}}{9,6}$$

$$t = 21,41 \text{ s}$$

$$d. \quad v = v_0 - g t$$

$$v = 98 \frac{\text{m}}{\text{s}} - 9,8 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \times 21,41 \text{ s}$$

$$v = - 111,82 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

7. Desde 100 m de altura se deja caer libremente un cuerpo. Determine: a. Los datos conocidos, b. El tiempo de caída, c. con qué velocidad llega al suelo.

a. DATOS:

$$h = (- 100\text{j}) \text{ m}$$

$$v_0 = 0$$

$$g = (- 9,8\text{j}) \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

SOLUCIÓN:

$$b. \quad h = v_0 t + \frac{1}{2} g t^2$$

$$h = \frac{1}{2} g t^2 \text{ (ecuación escalar)}$$

$$t = \frac{\sqrt{2h}}{g}$$

$$t = \frac{\sqrt{2x(-100\text{m})}}{9,8 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}}$$

$$t = 4,51 \text{ s}$$

$$c. \quad v = v_0 + g t$$

$$v = (- 9,8\text{j}) \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \times 4,51 \text{ s}$$

$$v = -44,19 \text{j} \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

8. Desde el piso se lanza un cuerpo con una velocidad de $20\text{j} \frac{\text{m}}{\text{s}}$. Determine a. los datos conocidos, b. la altura máxima alcanzada, c. el tiempo de ascenso.

a. DATOS:

$$v_0 = 20\text{j} \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$g = (- 9,8\text{j}) \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

SOLUCIÓN

$$b. v^2 = v_0^2 + 2 g h$$

$$h = \frac{-v_0^2}{2g}$$

$$h = \frac{-(20\frac{m}{s})^2}{2 \times -9,8\frac{m}{s^2}}$$

$$h = 20,4 \text{ m}$$

$$h = (20,4) \text{ m}$$

$$c. v = v_0 + g t$$

$$t = \frac{-v_0}{g}$$

$$t = \frac{-20\frac{m}{s}}{-9,8\frac{m}{s^2}}$$

$$t = 2,04 \text{ s}$$

Actividad de Trabajo Autónomo 3

1. Una pelota de béisbol es golpeada de modo que sube directamente hacia arriba después de ser tocada por el bat. Un aficionado observa que la pelota tarda 3 s en alcanzar su máxima altura. Encuentre (a) su velocidad inicial y (b) la altura que alcanza.

Solución: a. $29,4 \frac{m}{s}$, b. $44,1 \text{ m}$

2. Una pelota es lanzada verticalmente hacia arriba desde el suelo con una velocidad inicial de 15 m/s . a. Cuanto tiempo transcurre hasta que la pelota alcanza su altitud máxima?, b. Cual es su altitud máxima?, c. determine la velocidad y la aceleración de la pelota en $t = 2 \text{ s}$.

Solución: a. $1,53 \text{ s}$, b. $11,47 \text{ m}$, c. $4,6 \frac{m}{s}$,

3. Un globo aerostático viaja verticalmente hacia arriba a una velocidad constante de 5 m/s . Cuando está a 21 m sobre el suelo se suelta un paquete desde el. a. Cuanto tiempo

permanece el paquete en el aire?, b. Cual es su velocidad exactamente antes de golpear el suelo?, c. Repita a. y b. en el caso en que el globo desciende a 5 m/s.

Solución: a. 2,64 s, b. $20,89 \frac{m}{s}$, c. 1,62 s, $20,87 \frac{m}{s}$

4. Un osado ranchero, sentado en la rama de un árbol, desea caer verticalmente sobre un caballo que galopa abajo del árbol. La rapidez constante del caballo es 10 m/s. y la distancia de la rama al nivel de la silla de montar es 3 m. a. Cual debe ser la distancia horizontal entre la silla y la rama cuando el ranchero hace su movimiento? b Cuanto tiempo estará el en el aire?

Solución: a. 7,82 m, b. 0,782 s.

5. Se lanzan verticalmente dos cuerpos hacia arriba, con la misma velocidad de salida de $100 \frac{m}{s}$, pero separados 4 s. Qué tiempo transcurrirá desde que se lanzó el primero para que se vuelvan a encontrar?

Solución 12 s

6. Desde 200 m de altura, un cuerpo es lanzado con una velocidad de $-10j \frac{m}{s}$. Determine: a. Los datos conocidos, b. con qué velocidad llega al suelo, c. el tiempo de caída.

Solución: b. $(-63,40j) \frac{m}{s}$, c. 7, 49 s.

7. Se lanza verticalmente un cuerpo que a los 4 s sube con una velocidad de $7j \frac{m}{s}$. Determine: a. La velocidad de lanzamiento, b. la altura alcanzada, c. el tiempo de vuelo.

Solución: a. $(46,2j) \frac{m}{s}$, b. 108,9 m, c. 9,42 s.

8. Un gato pisa en falso en la cornisa de una casa y cae al suelo en 5 s. Calcule: a. con qué velocidad golpea el suelo, a qué altura del suelo está la cornisa, c. el desplazamiento realizado en el último segundo.

Laboratorio 2

Tema: Movimiento Rectilíneo Uniformemente Acelerado

Objetivos Generales

- Estudiar el movimiento uniformemente acelerado.
- Graficar en forma adecuada cantidades físicas que han sido determinadas experimentalmente.
- Aprender técnicas matemáticas para deducir una ecuación empírica a partir de datos experimentales.

Objetivos Específicos

- Comprobar que el desplazamiento de un objeto que realiza un movimiento uniformemente acelerado varía con el cuadrado del tiempo.
- Comprobar que la velocidad de un objeto que efectúa un movimiento uniformemente acelerado varía linealmente con el tiempo.
- Comprobar que el área bajo la curva de la gráfica de velocidad en función del tiempo representa el desplazamiento recorrido.
- Comprobar que la pendiente de la curva en una gráfica de velocidad contra tiempo representa la aceleración del movimiento.
- Calcular la aceleración del movimiento a partir de datos de distancia y tiempo.

Equipo

Cantidad	Descripción
1	Riel de aire
1	Compresor
1	Carrito para riel de aire

1	Pantalla enchufable de 25 mm
1	Nivel
1	Disparador
1	Fotosensor con compuerta adicional
1	Prensa C
1	Varillas de 50 cm.
1	Polea de baja fricción con soporte
1	Prensa nuez doble
1	Porta pesas de masa conocida
1	Cuerda liviana

Procedimiento

VARIACIÓN DE LA POSICIÓN CON EL TIEMPO

- Arme el equipo según la figura 1 (nivele el riel cuidadosamente):

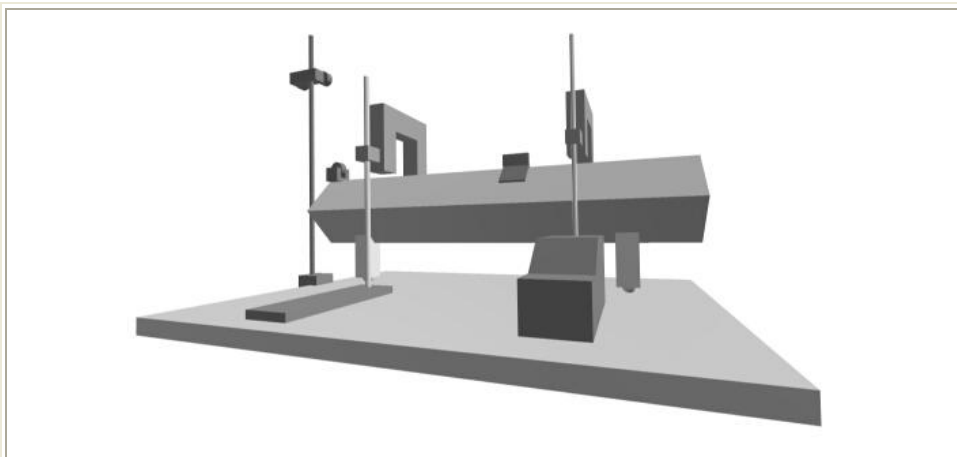


Figura 1: Diseño experimental para la práctica de movimiento rectilíneo uniformemente acelerado.

- Encienda el compresor, recuerde dejarlo en mínimo por lo menos 2 minutos.

- Regule el nivel del aire, coloque el carrito y fíjelo con el disparador.
- Coloque el fotosensor con cronómetro a la par de la pantalla, esta será la posición del origen “0”. Coloque el segundo fotosensor a 0,30 m del origen. Asegúrese de que la cuerda esté paralela a la superficie de la mesa y el modo de operación del fotosensor sea PULSE.
- Suelte el carrito mediante el disparador y mida el tiempo (T_p) que tarda en recorrer los primeros 0,30 m. Anótelos.
- Repita el procedimiento anterior 4 veces y calcule la medida del tiempo, la desviación estándar y el coeficiente de variación (dispersión.) Anótelos.
- Repita los pasos 4, 5 y 6 para las distancias $d = (0,60; 0,90; 1,20 \text{ y } 1,50) \text{ m}$.
- En papel cuadriculado milimétrico, construya la gráfica de desplazamiento “d” en función del tiempo de recorrido “ T_p ” (d contra. T_p .)
- Determine la ecuación empírica que describe la curva de la gráfica anterior (utilice alguno de los métodos conocidos: papel logarítmico o cambio de variable.)

VARIACIÓN DE LA VELOCIDAD CON EL TIEMPO

- Cambie el modo de operación del fotosensor a GATE.
- Mida el ancho “L” de la pantalla, anótelos.
- Coloque el fotosensor con cronómetro a la par de la pantalla, nuevamente esta será la posición del origen “0”. Coloque el otro fotosensor a una distancia $d = 0,30 \text{ m}$ del origen “0”.
- Sin cambiar la disposición experimental restante, retire, sin desconectar, el fotosensor con cronómetro.
- Suelte el carrito y mida el tiempo “ t_g ” que tarda la pantalla en atravesar el fotosensor que se haya a 0,30 m del origen, anótelos.
- Repita el paso anterior 4 veces más.
- Calcule el tiempo promedio, la desviación estándar del tiempo y el coeficiente de dispersión.
- Calcule la velocidad con la relación: $v = \frac{L}{t_g}$
- Repita los pasos del 3 al 8 para distancias $d = (0,60; 0,90; 1,20 \text{ y } 1,50) \text{ m}$.

- Construya la gráfica de velocidad en función del tiempo de recorrido V contra T_p , en papel cuadriculado milimétrico.
- Halle la ecuación empírica de la curva de la gráfica anterior (V contra T_p).
- Encuentre el área bajo la curva del gráfico V contra T_p entre $t = 0$ y cualquier t . Compare este valor experimental con el valor teórico de la distancia de recorrido mediante el porcentaje de error. El valor teórico de la distancia de recorrido es el obtenido al medir con el metro.

CÁLCULO DE LA ACELERACIÓN DEL MOVIMIENTO

- Construya una tabla con los datos de distancia de recorrido, valor promedio del tiempo de recorrido para cada distancia utilizada y el cálculo de la aceleración a partir de la ecuación deducida en el marco teórico para cada par de datos de distancia y tiempo de recorrido. Posteriormente realice el cálculo de la aceleración promedio, la desviación estándar y coeficiente de dispersión de la aceleración, e incluya dicha información en la misma tabla.
- Calcule la pendiente de la gráfica “ V contra T_p ” (Parte 4.2 del Procedimiento.) Considere este valor como el experimental de la aceleración, y compárelo con el obtenido en el punto 1 anterior, mediante el porcentaje de error.
- A partir de la constante de proporcionalidad de la ecuación que relaciona a “ d con T_p ” determine la aceleración del movimiento. Compare este valor experimental con su valor teórico obtenido en el punto 1, usando el porcentaje de error.

GUÍA PARA EL ANÁLISIS DE RESULTADOS

Al analizar los resultados obtenidos en este experimento considere entre otros los siguientes aspectos:

- Interpretación cualitativa de la forma de los gráficos elaborados, usando como base de comparación las respectivas curvas esperadas, presentadas en el marco teórico.
- Interpretación y análisis de las ecuaciones obtenidas directamente de las respectivas gráficas. Compárelas con las ecuaciones presentadas en el marco teórico.

- Significado físico del área bajo la curva del gráfico “V contra Tp”. Considere en el análisis el valor obtenido.
- Significado físico de la pendiente de la curva del gráfico “V contra Tp”. Considere en el análisis el valor obtenido.
- Razón por la cual la aceleración se supone constante a lo largo de la experiencia. Considere para ellos los procedimientos empleados para calcular la aceleración y compárelos.
- En todo momento considere las posibles fuentes de error y cómo evitarlos o disminuirlos.

Tablas

Tabla 1: Datos experimentales de tiempos de recorrido de las distancias fijadas.

Distancia de recorrido (± m)	Tiempo de recorrido (TP) (± s)					TP (s) promedio	Desv. Normal (s)
0,30							
0,60							
0,90							
1,20							
1,50							

Tabla 2: Datos experimentales para determinar la velocidad instantánea en cada una de las posiciones en que se colocó un segundo fotosensor.

Distancia de recorrido (± m)	Tg (s) (± s)					Tg (s) promedio	Desv. Normal (s)
0,30							
0,60							
0,90							
1,20							
1,50							

Tabla 3: Cálculo de la velocidad instantánea en cada una de las posiciones establecidas a partir de la información de la tabla 2. La información de la última columna se extrae de la tabla 1.

Distancia de recorrido (\pm m)	Velocidad promedio (m / s)	Desviación normal (m / s)	TP promedio (s)
0,30		\pm	
0,60		\pm	
0,90		\pm	
1,20		\pm	
1,50		\pm	

Tabla 4: Cálculo de la aceleración del sistema utilizando la información recopilada. Los datos que aparecen en la segunda columna se extraen de la tabla 1.

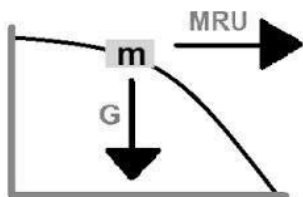
Distancia de recorrido (\pm m)	TP promedio (s)	Aceleración promedio (m / s ²)	Desviación normal (m / s ²)
0,30			\pm
0,60			\pm
0,90			\pm
1,20			\pm
1,50			\pm

Conclusiones y recomendaciones

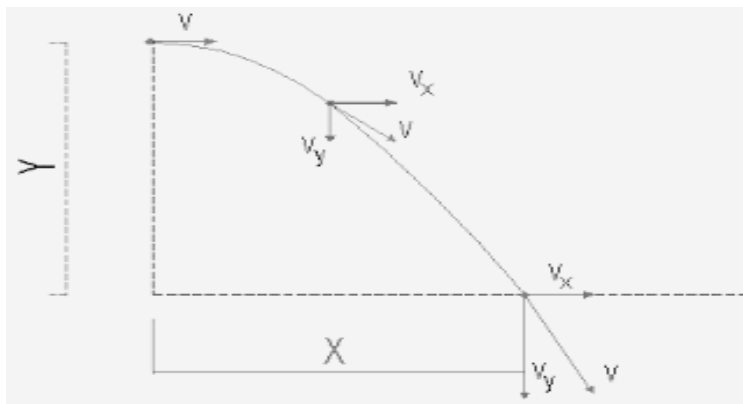
1.7. Movimiento en dos dimensiones

1.7.1. Tiro Horizontal

La experiencia demuestra que un proyectil lanzado horizontalmente posee dos tipos de movimiento, un movimiento horizontal con velocidad constante y un movimiento vertical cuya velocidad aumenta uniformemente debido a la aceleración de la gravedad.



Si el proyectil se lanza horizontalmente sobre una superficie sin rozamiento con una rapidez v_0 , la trayectoria sería la descrita en el siguiente gráfico.



Las ecuaciones del tiro parabólico son las siguientes:

Movimiento horizontal:

$$v_0 = \frac{x}{t}$$

De donde el alcance horizontal: $x = v_0 \cdot t$

Movimiento vertical: como $v_{0y} = 0$, entonces:

$$v_y = g \cdot t$$

$$y = h = \frac{1}{2} g t^2$$

$$v_y^2 = 2gh$$

$$v_y = \sqrt{2gh}$$

$$v = \sqrt{v_o^2 + v_y^2}$$

$$v = \sqrt{v_o^2 + (gt)^2}$$

$$v = \sqrt{v_o^2 + 2gh}$$

El ángulo de impacto del proyectil sobre el suelo se calcula con la ecuación

$$\theta = \operatorname{tg}^{-1} \frac{v_y}{v_x}$$

Las ecuaciones vectoriales de este movimiento son:

Ecuación de la velocidad del proyectil en cualquier punto de la trayectoria

$$v = v_x i + v_y j, \text{ donde } v_x = v_o = \text{constante}$$

$$v_y = g \cdot t$$

La velocidad del proyectil en función del tiempo es.

$$v = v_o + g t$$

La posición del proyectil en cualquier punto de la trayectoria es:

$$r = r_x i + r_y j, \text{ donde } r_x = v_x \cdot t$$

$$r_y = \frac{1}{2} g t^2$$

La posición del proyectil en función del tiempo es:

$$r = r_o + v_o t + \frac{1}{2} g t^2$$

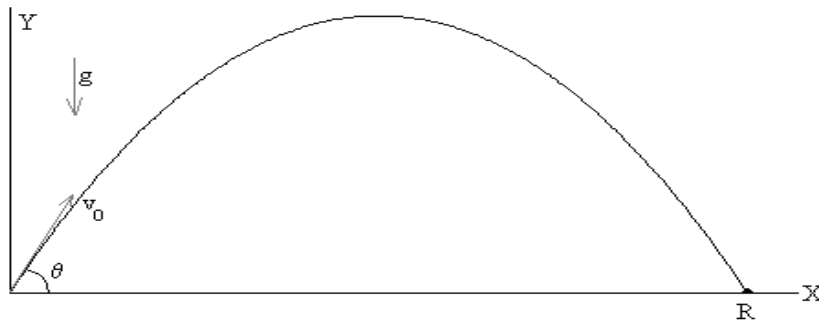
En cualquier punto de la trayectoria, la aceleración total es igual a la suma vectorial de la aceleración centrípeta con la aceleración tangencial.

$$g = a_c + a_t$$

En cualquier posición, la aceleración tangencial es la proyección de la aceleración total en la dirección de la velocidad.

$$a_t = (g \odot u_v) \cdot u_v$$

1.7.2. Tiro parabólico. Si un proyectil es disparado con un ángulo de elevación, la trayectoria que describe es parabólica debido a la aceleración de la gravedad como ilustra la siguiente figura.



$$v_{0x} = v_0 \cdot \cos \theta \quad v_{0y} = v_0 \cdot \sin \theta$$

$$v_0 = \sqrt{v_{0x}^2 + v_{0y}^2}$$

Existen dos tipos de movimiento, que se analizan a continuación:

Movimiento horizontal (movimiento uniforme)

$$v_{0x} = v_x$$

$$v_x = \frac{x}{t}$$

De donde el alcance en un instante t: $x = v_x \cdot t$

$$x = v_0 \cdot \cos \theta \cdot t$$

Movimiento vertical (MUV)

$$v_y = v_{0y} - gt$$

$$v_y = v_0 \cdot \text{sen } \theta - gt$$

$$v_y^2 = v_{oy}^2 - 2gh$$

$$v_y^2 = (v_0 \cdot \text{sen } \theta)^2 - 2gh$$

$$h = v_{oy} \cdot t - \frac{1}{2} g t^2$$

$$h = v_0 \cdot \text{sen } \theta \cdot t - \frac{1}{2} g t^2$$

Si el proyectil alcanza el punto más alto de su trayectoria, $v_y = 0$, entonces se calcula:

Tiempo de subida:

$$t_s = \frac{v_{oy}}{g}$$

$$t_s = \frac{v_0 \cdot \text{sen } \theta}{g}$$

El tiempo de vuelo es: $t_v = 2 \cdot t_s$

La altura máxima se obtiene de la siguiente manera:

$$h_m = \frac{v_{oy}^2}{2g}$$

$$h_m = \frac{(v_0 \cdot \text{sen } \theta)^2}{2g}$$

$$h_m = \frac{v_0^2 (\text{sen } \theta)^2}{2g}$$

El alcance máximo horizontal es:

$$x_m = v_x \cdot t_v$$

$$x_m = v_0 \cdot \text{cos } \theta \cdot 2t_s$$

$$x_m = 2 v_0 \cdot \text{cos } \theta \cdot \frac{v_0 \cdot \text{sen } \theta}{g}$$

$$x_m = \frac{2v_0^2 \sin \theta \cos \theta}{g}, \text{ pero } 2 \sin \theta \cos \theta = \sin 2\theta$$

$$x_m = \frac{v_0^2 \sin 2\theta}{g}$$

Problemas resueltos

1. Un avión bombardero que vuela horizontalmente a $90 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ deja caer una bomba desde una altura de 1920 m. a. Cuánto tarda la bomba en llegar a tierra?, b. Cuánto recorre horizontalmente?, c. Calcular las componentes horizontal y vertical de su velocidad cuando llega al suelo.

DATOS:

$$v_0 = 90 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$h = 1920 \text{ m}$$

SOLUCIÓN:

$$\text{a. } h = \frac{1}{2} g t^2$$

$$t = \frac{\sqrt{2h}}{g}$$

$$t = \frac{\sqrt{2 \times 1920 \text{ m}}}{9,8 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}}$$

$$t = 19,8 \text{ s}$$

$$\text{b. } x = v_0 \cdot t$$

$$x = 90 \frac{\text{m}}{\text{s}} \times 19,8 \text{ s}$$

$$x = 1782 \text{ m}$$

$$\text{c. } v_x = 90 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$v_y = \sqrt{2gh}$$

$$v_y = \sqrt{2 \times 9,8 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \times 1920 \text{ m}}$$

$$v_y = 193,9 \text{ m}$$

2. Se dispara un proyectil que sale con una velocidad de $825 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ formando un ángulo de tiro de 30° . Determine: a. Las componentes de la velocidad inicial, b. la altura máxima alcanzada, c. el tiempo que estuvo subiendo, d. el tiempo de vuelo del proyectil, e. el alcance máximo horizontal.

DATOS

$$v_0 = 825 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$\theta = 30^\circ$$

SOLUCIÓN

a. $v_{0x} = v_0 \cdot \cos \theta$

$$v_{0x} = 825 \frac{\text{m}}{\text{s}} \times \cos 30^\circ$$

$$v_{0x} = 714,47 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$v_{0y} = v_0 \cdot \sin \theta$$

$$v_{0y} = 825 \frac{\text{m}}{\text{s}} \times \sin 30^\circ$$

$$v_{0y} = 412,5 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

b. $h_m = \frac{v_{0y}^2}{2g}$

$$h_m = \frac{(412,5 \frac{\text{m}}{\text{s}})^2}{2 \times 9,8 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}}$$

$$h_m = 8681,44 \text{ m}$$

d. $t_v = 2 \cdot t_s$

$$t_v = 2 \times 42,1 \text{ s}$$

$$t_v = 84,2 \text{ s}$$

c. $t_s = \frac{v_{0y}}{g}$

$$t_s = \frac{412,5 \frac{\text{m}}{\text{s}}}{9,8 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}}$$

$$t_s = 42,1 \text{ s}$$

e. $x_m = \frac{2v_0^2 \sin 2\theta}{g}$

$$x_m = \frac{(825 \frac{\text{m}}{\text{s}})^2 \sin 2 \times 30^\circ}{9,8 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}}$$

$$x_m = 60\,146,8 \text{ m}$$

3. Un jugador de básquet lanza desde el suelo una pelota con una velocidad inicial de $10 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ que hace un ángulo de 53° con la horizontal. La canasta está situada a 6 m del jugador y tiene una altura de 3 m. Se pregunta ¿podrá encestar?

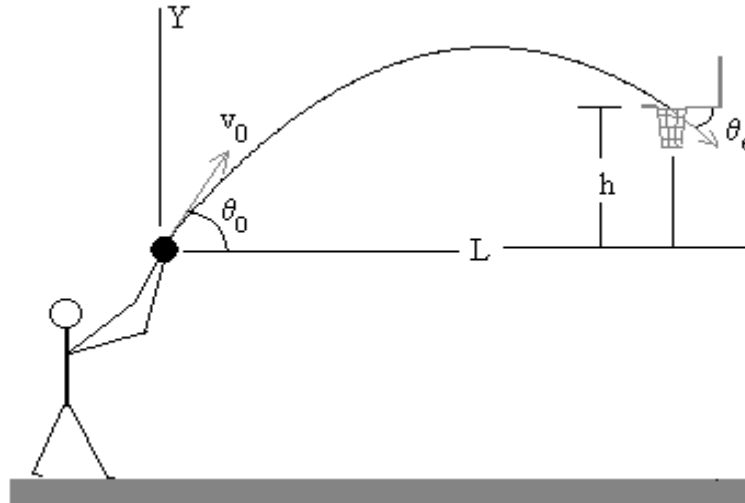
DATOS:

$$v_0 = 10 \frac{m}{s}$$

$$\theta = 53^\circ$$

$$x = 6 \text{ m}$$

$$h = 3 \text{ m}$$



SOLUCIÓN

$$x = v_0 \cdot \cos \theta \cdot t$$

$$t = \frac{x}{v_0 \cdot \cos \theta}$$

$$t = \frac{6 \text{ m}}{10 \frac{m}{s} \times \cos 53^\circ}$$

$$t = 1 \text{ s}$$

$$h = v_{0y} \cdot t - \frac{1}{2} g t^2$$

$$h = v_0 \cdot \sin \theta \cdot t - \frac{1}{2} g t^2$$

$$h = 10 \frac{m}{s} \times \sin 53^\circ \times 1 \text{ s} - \frac{1}{2} \times 9,8 \frac{m}{s^2} (1 \text{ s})^2$$

$$h = 3 \text{ m} \quad \text{de donde se deduce que sí encesta.}$$

4. Desde lo alto de un acantilado se dispara un proyectil con una velocidad de $36 \text{ t } \frac{m}{s}$.
Calcule: a. la velocidad del proyectil en $t = 6 \text{ s}$, b. La distancia recorrida horizontalmente y verticalmente en $t = 2 \text{ s}$, c. la posición del cuerpo en $t = 4 \text{ s}$, d. la aceleración tangencial y centrípeta en $t = 6 \text{ s}$.

DATOS.

$$v_x = v_0 = 36 \text{ t } \frac{m}{s}$$

SOLUCIÓN:

a. $v_y = g \cdot t$

$$v_y = (-9,8 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}) 6 \text{ s}$$

$$v_y = -58,8 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$v = v_x i + v_y j$$

$$v = (36 i - 58,8 j) \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

b. $r_x = v_x \cdot t$

$$r_x = 36 \frac{\text{m}}{\text{s}} \cdot 2 \text{ s}$$

$$r_x = 72 \text{ m}$$

$$r_y = \frac{1}{2} g t^2$$

$$r_y = \frac{1}{2} (-9,8 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}) (4 \text{ s})^2$$

$$r_y = -78,4 \text{ m}$$

c. $r = r_0 + v_0 t + \frac{1}{2} g t^2$

$$r = 36 i \frac{\text{m}}{\text{s}} \times 4 \text{ s} + \frac{1}{2} (-9,8 j) \frac{\text{m}}{\text{s}^2} (16 \text{ s}^2)$$

$$r = (72 i - 78,4 j) \text{ m}$$

d. $u_v = \frac{v}{v}$

$$u_v = \frac{(36 i - 58,8 j) \frac{\text{m}}{\text{s}}}{68,9 \frac{\text{m}}{\text{s}}}$$

$$u_v = (0,522 i - 0,853 j)$$

$$a_t = (g \odot u_v) \cdot u_v$$

$$a_t = (g_x \cdot u_x + g_y \cdot u_y) \cdot u_v$$

$$a_t = [(-9,8)(-0,853)] \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot (0,522 i - 0,853 j)$$

$$a_t = 8,36 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot (0,522 i - 0,853 j)$$

$$a_t = (4,36 i - 7,13 j) \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

$$g = a_c + a_t$$

$$a_c = g - a_t$$

$$a_c = (-9,8 j) \frac{\text{m}}{\text{s}^2} - (4,36 i - 7,13 j) \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

$$a_c = (-4,361 - 2,67j) \frac{m}{s^2}$$

Actividad de Trabajo Autónomo 4

1. Un jugador de tenis comunica a una bola una velocidad horizontal de $40 \frac{m}{s}$. La bola toca el suelo a una distancia de 20 m del jugador. A qué altura fue golpeada la bola?

Solución: 1,225 m

2. Un cañón dispara una bala con una velocidad de $200 \frac{m}{s}$ haciendo un ángulo de 40° con el terreno. Calcule la velocidad y la posición de la bala después de 20 s. Calcule también el alcance y el tiempo necesario para que la bala retorne a tierra.

Solución: $167,4 \frac{m}{s}$, $x = 3064$ m, $y = 612$ m, 4021 m, $t = 26,24$ s

3. A qué velocidad hay que realizar un tiro parabólico para que llegue a una altura de 100 m si el ángulo de tiro es de 100 m.

Solución: $88,54 \frac{m}{s}$

4. Calcule a qué ángulo hay que realizar un tiro parabólico para que el alcance horizontal y la altura máxima sean iguales.

Solución: $75,96^\circ$

5. Un avión de rescate en Alaska deja caer un paquete de provisiones a un grupo de exploradores extraviados. Si el avión viaja horizontalmente a $40 \frac{m}{s}$ y a una altura de 100 metros sobre el suelo. Donde cae el paquete en relación con el punto en que se soltó?

Solución: 180,4 m

6. Durante la primera guerra mundial los alemanes tenían un cañón llamado Big Bertha que se usó para bombardear Paris. Los proyectiles tenían una velocidad inicial de 1,7 km/s a una inclinación de 55° con la horizontal. Para dar en el blanco, se hacían ajustes en relación con la resistencia del aire y otros efectos. Si ignoramos esos efectos:

a. Cuál era el alcance de los proyectiles, b. Cuanto permanecían en el aire?

Solución: 277,1 km, 284,19 s

7. Un proyectil tiene una velocidad inicial de $24 \frac{m}{s}$ que forma un ángulo de 53° por encima de la horizontal calcular: a. La distancia horizontal a que se encuentra del punto de partida 3 s después de ser disparado. b. La distancia vertical por encima del punto de partida en el mismo instante, c. Las componentes horizontal y vertical de su velocidad en dicho momento.

Solución: a. 44,33 m, b. 13,38 m, c. $v_x = 14,44 \frac{m}{s}$, $v_y = -10,24 \frac{m}{s}$

8. En un bar local, un cliente hace deslizar un tarro vacío de cerveza sobre la barra para que vuelvan a llenarlo. El cantinero esta momentáneamente distraído y no ve el tarro, el cual cae de la barra y golpea el piso a 1,4 metros de la base de la misma. Si la altura de la barra es 0,86 metros. A. Con que velocidad abandono el tarro la barra? b. Cuál fue la dirección de la velocidad del tarro justo antes de chocar con el piso?

Solución: a. $3,34 \frac{m}{s}$, $-50,86^\circ$

9. Un jugador de básquetbol de 2 metros de altura lanza un tiro a la canasta desde una distancia horizontal de 10 metros. Si tira a un ángulo de 40° con la horizontal, ¿Con que velocidad inicial debe tirar de manera que el balón entre al aro sin golpear el tablero?

Solución: $10,77 \frac{m}{s}$.

10. Se dispara un proyectil con una velocidad inicial de $(26i + 33j) \frac{m}{s}$. Calcule: a. el tiempo de vuelo, b. El alcance horizontal, c. La altura máxima, d. La velocidad en $t = 3$ s, e. La aceleración tangencial y centrípeta en $t = 3$ s.

Solución: a. 6,73 s, b. 175 m, c. 55,52 m, d. $(26i + 3,6j) \frac{m}{s}$, e. $(-1,32i - 0,18j) \frac{m}{s^2}$, $(1,32i - 9,62j) \frac{m}{s^2}$.

Laboratorio 3

Tema: Movimiento de proyectiles

Objetivo:

Comprobar las leyes y ecuaciones del movimiento de partículas que se lanzan sobre un campo gravitacional con una rapidez inicial constante y formando un ángulo con la dirección horizontal.

Equipo:

- Máquina lanzadora
- Tablero escolar de dibujo
- Papel carbón
- Esfera de madera
- Polvo de tiza
- Regla graduada

Procedimiento:

- Arme el equipo de acuerdo a las indicaciones recibidas
- Disponga el dispositivo para un ángulo de 15° y coloque en éste la esfera de madera entizada
- Lance la esfera retrocediendo el disparador hasta la tercera división (para todo el proceso debe disparar desde el mismo punto a fin de imprimir igual velocidad inicial en todos los lanzamientos).
- En la parábola dibujada, mida el alcance x y la altura máxima tomando como referencia la horizontal que pasa por el centro de giro del disparador.
- Repita los tres pasos anteriores para valores del ángulo de: 30° , 45° , 60° y 75°
- Registre los valores obtenidos en la tabla.

Tabulación:

θ ($^{\circ}$)	$x \cdot 10^{-2}$ x(m)	$y \cdot 10^{-2}$ (m)	$\text{sen}\theta$	$\text{Cos}\theta$	$\text{Sen}2\theta$	$\text{sen}^2\theta$	v_o $\left(\frac{\text{m}}{\text{s}}\right)$	v_o' $\left(\frac{\text{m}}{\text{s}}\right)$	$V_{oy} =$ $v_o \text{sen}\theta$ $\left(\frac{\text{m}}{\text{s}}\right)$	$V_{ox} =$ $v_o \text{cos}\theta$ $\left(\frac{\text{m}}{\text{s}}\right)$
15										
30										
45										
60										
75										
							v_o	v_o'		

Cálculos

- Calcule la velocidad inicial a partir de la ecuación de la altura máxima (v_o)
- Calcule la velocidad inicial a partir de la ecuación del alcance máximo (v_o')
- Calcule la componente horizontal y vertical de la velocidad inicial

Conclusiones

Autoevaluación 2

Encierre en un círculo una sola letra que corresponda a la respuesta correcta:

1. Si la curva de la gráfica Δr vs t , es una recta inclinada, significa que la aceleración es:
 - a. Constante
 - b. Nula
 - c. Positiva
 - d. Negativa

2. Una motocicleta parte del reposo con cierta aceleración, la que mantiene durante cierto tiempo. Si hubiera partido con doble aceleración, en el mismo tiempo habría alcanzado al final: I. Doble de la rapidez, II. La mitad de la rapidez, III. El mismo desplazamiento. Son verdaderas:
- Solo I
 - Solo II
 - Solo III
 - Las tres
3. Se deja caer una piedra desde el borde de un pozo profundo. Si demora 3 s en caer al fondo, la profundidad aproximada del pozo es:
- 15 m
 - 25 m
 - 35 m
 - 45 m
4. Cuando un camión va a $5 \frac{m}{s}$, adquiere una aceleración constante durante 1 minuto, alcanzando una rapidez de $40 \frac{m}{s}$. En ese tiempo recorrió:
- 2100 m
 - 2700 m
 - 1050 m
 - 1350 m
5. Si se dispara un proyectil con un ángulo de elevación de 45° , la relación entre el alcance horizontal y la altura máxima del proyectil es:
- 4
 - 1
 - 2
 - 3

Resuelva los siguientes problemas propuestos

6. Una motocicleta parte con una rapidez de $3 \frac{m}{s}$ por una carretera recta con una aceleración de módulo $0,8 \frac{m}{s^2}$. Cuando la velocidad es $(24t + 32j) \frac{m}{s}$, calcule: a. El tiempo empleado en alcanzar esta velocidad, b. La aceleración producida, c. la velocidad inicial, d. El desplazamiento realizado.

Solución a. 46,25 s, b. $(0,48t + 0,64j) \frac{m}{s^2}$, c. $(1,8t + 2,4j) \frac{m}{s}$, d. $(596,62t + 795,5j) m$

7. Se lanza un cuerpo verticalmente un cuerpo hacia arriba hasta que alcanza una altura de 15 m y es recogido al regreso en el mismo punto del lanzamiento. Calcule: a. El tiempo que estuvo el cuerpo en el aire, b. La velocidad con que es recogido cuando regresa al punto del lanzamiento.

Solución: a. 3,5 s, b. $(-17,15 j) \frac{m}{s}$.

8. Un proyectil disparado con un ángulo de elevación de 52° , alcanza una altura de 260 m. Calcule. a. La velocidad de lanzamiento, b. El alcance horizontal, c. La aceleración tangencial y centrípeta del proyectil en $t = 3 s$.

1.8.Movimiento Circular Uniforme

Se denomina movimiento circular uniforme cuando la trayectoria de un cuerpo en movimiento es una circunferencia y su velocidad es constante, la dirección de la velocidad de la partícula es tangente a la circunferencia que describe.

- 1.8.1. Período.** Es el tiempo que se demora un móvil en dar una revolución o vuelta completa. Su ecuación es:

$$T = \frac{t}{n}, \quad \text{donde } t \text{ es el tiempo y } n \text{ es el número de vueltas}$$

1.8.2. Frecuencia. Es el número de vueltas que da un móvil en la unidad de tiempo. Su ecuación es:

$$f = \frac{n}{t}$$

La unidad SI de frecuencia es: $\frac{\text{rev}}{\text{s}} = \frac{1}{\text{s}} = \text{Hertz}$

La frecuencia es una magnitud inversa al período, lo cual se expresa:

$$f = \frac{1}{T}$$

1.8.3. Vector posición. En el movimiento circular uniforme el módulo del vector posición (r) es constante.

Las coordenadas polares son: $r = (r, \theta)$

En función de los vectores unitarios rectangulares:

$r = r_x i + r_y j$, donde:

$$r_x = r \cdot \cos \theta \quad \text{y} \quad r_y = r \cdot \sin \theta$$

1.8.4. Posición angular. La posición angular viene dada por el ángulo que forma un punto de la trayectoria con el segmento que va del centro de la circunferencia al origen del ángulo dado, se expresa en radianes (rad).

1.8.5. Desplazamiento angular. Es la variación que experimenta la posición angular de un móvil, respecto a un sistema de referencia.

$$\Delta\theta = \theta - \theta_0$$

Un ángulo expresado en radianes se calcula mediante el cociente entre la longitud de arco y el valor del radio, es decir

$$\theta = \frac{s}{R}$$

1.8.6. Velocidad angular. Se define como el cociente entre el desplazamiento angular realizado por el móvil y el tiempo empleado.

$$\omega = \frac{\Delta\theta}{t}$$

La unidad de velocidad angular en el SI es $\frac{\text{rad}}{\text{s}}$,

Otra unidad muy utilizada cotidianamente es RPM (revoluciones por minuto) = $\frac{\text{rev}}{\text{min}}$

El ángulo descrito por el móvil en un período de tiempo es $360^\circ = 2\pi \text{ rad}$, obteniéndose:

$$\omega = \frac{2\pi}{T} \text{ o } \omega = 2\pi f$$

1.8.7. Velocidad lineal o tangencial. Como la velocidad angular es constante, la rapidez también es constante, y cuando el móvil da una vuelta completa, recorre un arco igual a la longitud de la circunferencia y emplea un tiempo que es igual a un período, es decir,:

$$v = \frac{2\pi R}{T} \text{ o } v = \omega \cdot R$$

1.8.8. Aceleración centrípeta. La rapidez constante ocasiona que la aceleración tangencial sea nula, pero la variación de la dirección de la rapidez genera una aceleración centrípeta, normal o radial y que es igual a la aceleración total.

$$a = a_t + a_c$$

$$a = a_c$$

El módulo de la aceleración centrípeta o total es:

$$a = a_c = \frac{v^2}{R} = \omega^2 \cdot R = \omega \cdot v$$

La aceleración centrípeta está dirigida hacia el centro de la trayectoria, opuesta a la dirección del radio y perpendicular a la dirección del movimiento.

$$u_{ac} = -u_R$$

Problemas resueltos

1. Una rueda de bicicleta de 80cm de radio gira a 200 revoluciones por minuto. Calcule: a. su velocidad angular, b. su velocidad lineal en la llanta, c. su periodo, d. su frecuencia.

DATOS:

$$R = 80 \text{ cm} = 0,8 \text{ m}$$

$$\omega = 200 \text{ rpm}$$

SOLUCIÓN

$$a. \quad \omega = 200 \frac{\text{rev}}{\text{min}} \times \frac{2\pi \text{ rad}}{1 \text{ rev}} \times \frac{1 \text{ min}}{60 \text{ s}} = 20,94 \frac{\text{rad}}{\text{s}}$$

$$b. \quad v = \omega \cdot R$$

$$v = 20,94 \frac{\text{rad}}{\text{s}} \times 0,8 \text{ m}$$

$$v = 16,75 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$c. \quad \omega = \frac{2\pi}{T}$$

$$T = \frac{2\pi}{\omega}$$

$$T = \frac{2\pi}{20,93 \frac{\text{rad}}{\text{s}}}$$

$$T = 0,3 \text{ s}$$

$$d. \quad f = \frac{1}{T}$$

$$f = \frac{1}{0,3 \text{ s}}$$

$$f = 3,33 \text{ s}^{-1} \text{ (Hz)}$$

2. La rueda de una bicicleta tiene 30 cm de radio y gira uniformemente a razón de 25 vueltas por minuto. Calcule: a. La velocidad angular, en rad/s. b. La velocidad lineal de un punto de la periferia de la rueda. c. Angulo girado por la rueda en 30 segundos d. El número de vueltas en ese tiempo, e. su aceleración centrípeta.

DATOS:

$$R = 0,3 \text{ m}$$

$$\omega = 25 \frac{\text{vueltas}}{\text{min}}$$

SOLUCIÓN:

$$\text{a. } \omega = 25 \frac{\text{vueltas}}{\text{min}} \times \frac{2\pi \text{ rad}}{1 \text{ vuelta}} \times \frac{1 \text{ min}}{60 \text{ s}} = 2,62 \frac{\text{rad}}{\text{s}}$$

$$\text{b. } v = \omega \cdot R$$

$$v = 2,62 \frac{\text{rad}}{\text{s}} \times 0,3 \text{ m}$$

$$v = 0,79 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$\text{c. } t = 30 \text{ s}$$

$$\omega = \frac{\Delta\theta}{t}$$

$$\theta = \omega \cdot t$$

$$\theta = 2,62 \frac{\text{rad}}{\text{s}} \times 30 \text{ s}$$

$$\theta = 78,6 \text{ rad}$$

$$\text{d. } \omega = \frac{2\pi}{T}$$

$$T = \frac{2\pi}{\omega}$$

$$T = \frac{2\pi}{2,62 \frac{\text{rad}}{\text{s}}}$$

$$T = 2,4 \text{ s}$$

$$T = \frac{t}{n}$$

$$n = \frac{t}{T}$$

$$n = \frac{30 \text{ s}}{2,4 \text{ s}}$$

$$n = 12,5 \text{ vueltas}$$

$$\text{e. } a_c = \frac{v^2}{R} = \frac{(0,79 \frac{\text{m}}{\text{s}})^2}{0,3 \text{ m}}$$

$$a_c = 2,08 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

3. Una partícula describe con rapidez constante en una trayectoria circular de 5 m de radio, un ángulo de 130° en 4 s. Calcule: a. El desplazamiento angular, b. La velocidad angular, c. el período, d. La frecuencia, e. La distancia recorrida, f. La rapidez tangencial de un punto de su periferia, g. El módulo de su aceleración centrípeta.

DATOS:

$$R = 5 \text{ m}$$

$$\Delta\theta = 130^\circ$$

$$t = 4 \text{ s}$$

SOLUCIÓN:

a. $\Delta\theta = 130^\circ \times \frac{\pi \text{ rad}}{180} = 2,67 \text{ rad}$

b. $\omega = \frac{\Delta\theta}{t}$

$$\omega = \frac{2,67 \text{ rad}}{4 \text{ s}}$$

$$\omega = 0,67 \frac{\text{rad}}{\text{s}}$$

c. $\omega = \frac{2\pi}{T}$

$$T = \frac{2\pi}{\omega}$$

$$T = \frac{2\pi}{0,67 \frac{\text{rad}}{\text{s}}}$$

$$T = 9,38 \text{ s}$$

d. $f = \frac{1}{T}$

$$f = \frac{1}{9,38 \text{ s}}$$

$$f = 0,107 \text{ Hz}$$

e. $\theta = \frac{s}{R}$

$$S = \theta \cdot R$$

$$S = 2,67 \text{ rad} \times 5 \text{ m}$$

$$S = 13,35 \text{ m}$$

f. $v = \omega \cdot R$

$$v = 0,67 \frac{\text{rad}}{\text{s}} \times 5 \text{ m}$$

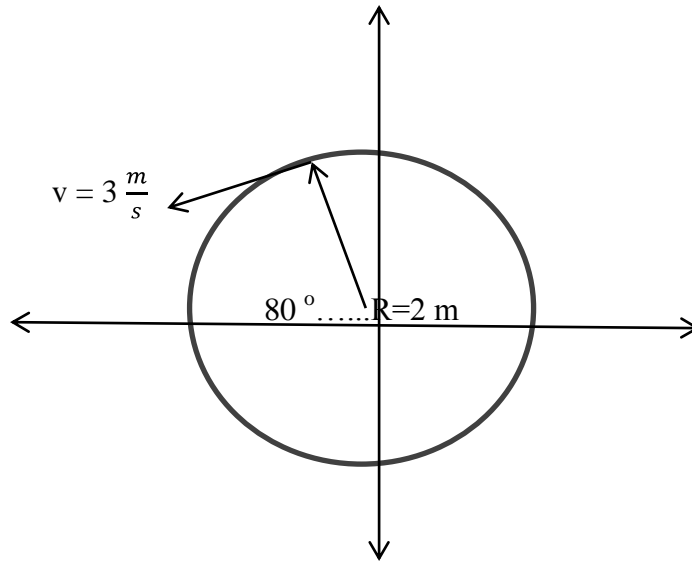
$$v = 3,35 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

g. $a_c = \omega \cdot v$

$$a_c = 0,67 \frac{\text{rad}}{\text{s}} \times 3,35 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$a_c = 0,67 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

4. Una partícula animada con MCU, se encuentra en la posición que indica la figura en $t = 0$ s. Si se mueve en sentido antihorario hasta $t = 6$ s, determine:
- La posición inicial
 - La velocidad angular
 - El período
 - La posición angular inicial
 - La posición angular final
 - El desplazamiento angular
 - La posición final
 - Cuántas revoluciones dio?
 - La distancia recorrida
 - La velocidad en la posición final
 - La aceleración centrípeta en la posición final



DATOS.

$$v = 3 \frac{m}{s}$$

$$R = 2 \text{ m}$$

SOLUCIÓN

a. $r_0 = (2 \text{ m}, 100^\circ)$

$$r_0 = (-0,347 \text{ i} + 1,97 \text{ j}) \text{ m}$$

b. $v = \omega \cdot R$

$$\omega = \frac{v}{R}$$

$$\omega = \frac{3 \frac{m}{s}}{2 \text{ m}}$$

$$\omega = 1,5 \frac{\text{rad}}{s}$$

c. $T = \frac{2\pi}{\omega}$

$$T = \frac{2\pi}{1,5 \frac{\text{rad}}{s}}$$

$$T = 4,19 \text{ s}$$

d. $\theta_0 = 180^\circ - 80^\circ$

$$\theta_0 = 100^\circ \times \frac{\pi \text{ rad}}{180}$$

$$\theta_0 = 1,745 \text{ rad}$$

g. $r = (2 \text{ m}; 10,745 \text{ rad}) = (2 \text{ m}; 615,6^\circ)$

$$r = (-0,497 \text{ i} + 1,937 \text{ j}) \text{ m}$$

h. $n = \frac{\theta}{2\pi}$

$$n = \frac{9 \text{ rad}}{2\pi \text{ rad}}$$

$$n = 1,43 \text{ rev}$$

i. $\Delta\theta = \frac{s}{R}$

$$S = \Delta\theta \cdot R$$

$$S = 9 \text{ rad} \times 2 \text{ m}$$

$$S = 18 \text{ m}$$

j. $\theta = \alpha$

$$\text{Tg } \theta = \frac{1,937}{-0,497}$$

$$\theta = -75,6^\circ + 90^\circ = 14,4^\circ$$

$$v = (3 \frac{m}{s}; 14,4^\circ)$$

$$e. \theta = \theta_0 + \omega \cdot t$$

$$\theta = 1,745 \text{ rad} + 1,5 \frac{\text{rad}}{\text{s}} \times 6 \text{ s}$$

$$\theta = 10,745 \text{ rad}$$

$$f. \Delta\theta = \theta - \theta_0$$

$$\Delta\theta = 10,745 \text{ rad} - 1,745 \text{ rad}$$

$$\Delta\theta = 9 \text{ rad}$$

$$v = (2,906 \text{ i} + 0,746 \text{ j}) \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$k. a_c = \omega \cdot v$$

$$a_c = 1,5 \frac{\text{rad}}{\text{s}} \times 3 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$a_c = 4,5 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

$$u_r = \frac{r}{r}$$

$$u_r = \frac{(-0,497 \text{ i} + 1,937 \text{ j}) \text{ m}}{2 \text{ m}}$$

$$u_r = (-0,25 \text{ i} + 0,969 \text{ j})$$

$$a_c = a_c (-u_r)$$

$$a_c = 4,5 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} (0,25 \text{ i} - 0,969 \text{ j})$$

$$a_c = (1,125 \text{ i} - 4,36 \text{ j}) \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

Actividad de Trabajo Autónomo 5

1. Las aspas de un ventilador giran uniformemente a razón de 90 vueltas por minuto. Determine: a. su velocidad angular, en rad/s; b. el número de vueltas que darán las aspas en 5 min. c. Su periodo, d. su frecuencia

Solución: a. $9,42 \frac{\text{rad}}{\text{s}}$, b. 450 vueltas.

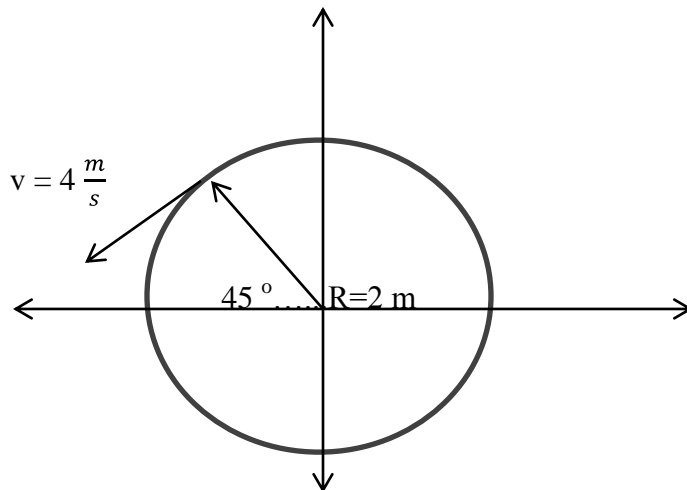
2. Un ciclista recorre 5,4 km en 15 min a velocidad constante. Si el diámetro de las ruedas de su bicicleta es de 80 cm, calcule: a. La velocidad angular de las ruedas. b. El número de vueltas que dan las ruedas en ese tiempo

Solución: a. $15 \frac{\text{rad}}{\text{s}}$, b. 2148,59 vueltas

3. El CD de un ordenador gira con una velocidad angular máxima de 539 r.p.m. Calcule el número de vueltas que da durante la reproducción de una canción de 4 minutos.

Solución: 2156 vueltas

4. La Tierra completa una vuelta alrededor del Sol cada 365 días. Si la distancia media al Sol es 149.600.00 km. Calcule la velocidad lineal de la Tierra en torno al Sol.
5. Una partícula animada de MCU, se encuentra en la posición que indica la figura en $t = 3$ s. Si se mueve en sentido antihorario hasta $t = 9$ s, calcule.
- La posición inicial
 - La velocidad angular
 - El período
 - La posición angular inicial
 - La posición angular final
 - El desplazamiento angular
 - La posición final
 - Cuántas revoluciones dio?
 - La distancia recorrida
 - La velocidad en la posición final
 - La aceleración centrípeta en la posición final



Laboratorio 4

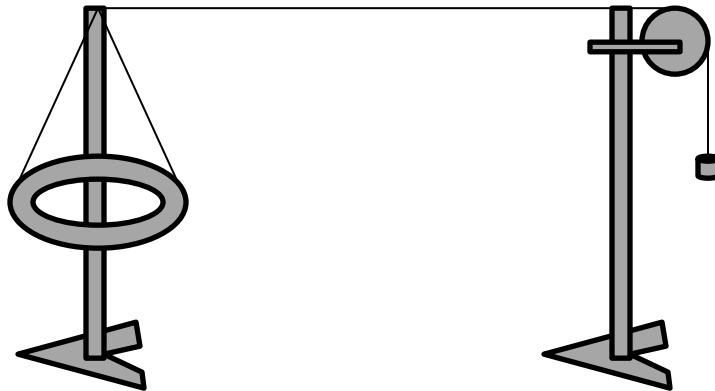
Tema: Movimiento Circular Uniforme

Objetivo: Inducir experimentalmente la ley que rige el movimiento circular uniforme

Equipo

- Base triangular
- Varilla de soporte de 500 mm
- Aro con ojales, diámetro de 250 mm
- Barra de cojinetes, con cojinete esférico
- Tambor de suspensión con cojinete esférico e hilo de accionamiento
- Esfera de acero, diámetro de 0,012 m.

Esquema



Procedimiento

- Arme el equipo de acuerdo al esquema
- Cargue en el platillo de pesas, colocando en el extremo del hilo una masa de 20 g
- Deje caer la masa con el platillo

- Detenga la masa con su platillo, de tal manera que el aro gire libremente, con movimiento circular uniforme
- Mida el tiempo para dos vueltas del aro
- Repita el procedimiento anterior para 4, 6, 8 y 10 vueltas
- Registre los datos obtenidos en la tabla de valores

Tabulación

No.	n (vueltas)	t (s)	θ (rad)	w ($\frac{\text{rad}}{\text{s}}$)
1	2			
2	4			
3	6			
4	8			
5	10			

Cálculos

- Calcule el ángulo θ con la ecuación $\theta = 2\pi n$
- Calcule la velocidad angular y obtenga la velocidad media para cada uno de los casos
- Grafique $\theta = f(t)$

Conclusiones

1.9. Movimiento circular uniformemente variado

1.9.1. Aceleración angular. La aceleración angular es el cociente entre la variación de la velocidad angular que experimenta un móvil y el intervalo de tiempo.

Su ecuación es:

$$\alpha = \frac{\Delta\omega}{\Delta t}$$

$$\alpha = \frac{\omega - \omega_0}{t}; \text{ su unidad es } \frac{\text{rad}}{\text{s}^2}$$

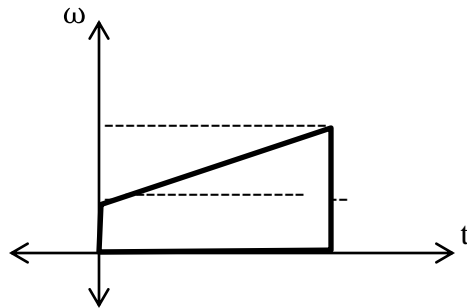
Un movimiento es circular uniformemente variado cuando la aceleración angular permanece constante.

$$\alpha = \frac{\omega - \omega_0}{t}$$

$$\omega - \omega_0 = \alpha t$$

$$\omega = \omega_0 + \alpha t \quad (1)$$

Cuando un móvil se mueve con aceleración angular constante la velocidad angular es directamente proporcional al tiempo, y el área comprendida entre la curva y el eje del tiempo representa el desplazamiento angular. La pendiente de la curva es la aceleración angular.



Área = área del rectángulo + área del triángulo

$$\Delta\theta = \omega_0 \cdot t + \frac{1}{2}(\omega - \omega_0) t \quad \text{reemplazando en (1), se obtiene:}$$

$$\Delta\theta = \omega_0 \cdot t + \frac{1}{2}(\omega_0 + \alpha t - \omega_0) t$$

$$\Delta\theta = \omega_0 \cdot t + \frac{1}{2}\alpha t^2 \quad (2)$$

Igualando las ecuaciones de velocidad angular.

$$\frac{\Delta\theta}{t} = \frac{\omega + \omega_0}{2}$$

$$\Delta\theta = \frac{\omega + \omega_0}{2} \times t$$

$$\Delta\theta = \frac{\omega + \omega_0}{2} \cdot \frac{\omega - \omega_0}{\alpha}$$

$$\Delta\theta = \frac{\omega^2 - \omega_0^2}{2\alpha}$$

$$\omega^2 = \omega_0^2 + 2\alpha \Delta\theta$$

Cuando el movimiento circular es acelerado, el módulo de la velocidad angular aumenta, y la velocidad angular y aceleración angular tienen signos iguales.

1.9.2. Aceleración tangencial. En el MCUA la aceleración tangencial tiene la misma dirección y sentido que la velocidad, por lo tanto: $a_{at} = a_v$

El módulo de la aceleración tangencial es:

$$a_t = \alpha \cdot R$$

Cuando el movimiento circular es desacelerado el módulo de la velocidad angular disminuye, y la velocidad angular y aceleración angular tienen signos opuestos (sentido contrario de giro)

En el movimiento circular desacelerado, la aceleración tangencial tiene la misma dirección, y sentido contrario que la velocidad: $a_{at} = - a_v$

1.9.3. Aceleración centrípeta. La aceleración centrípeta está dirigida hacia el centro de la trayectoria, es opuesta al radio y perpendicular a la velocidad: $a_{ac} = - a_R$

El módulo de la aceleración centrípeta es:

$$a = a_c = \frac{v^2}{R} = \omega^2 \cdot R = \omega \cdot v$$

En el movimiento circular uniformemente variado, el vector velocidad varía uniformemente en módulo, dirección y sentido; razón por la cual la aceleración total tiene las componentes tangencial y centrípeta:

$$a = a_t + a_c$$

Problemas resueltos

1. La tina de una lavadora inicia el ciclo de centrifugado a partir del reposo y alcanza una velocidad angular de 20 rev/s en un tiempo de 5 s. Hasta ese momento cuantas vueltas ha efectuado la tina. Suponga aceleración angular constante en ese intervalo de tiempo.

DATOS:

$$\omega_0 = 0$$

$$\omega = 20 \frac{\text{rev}}{\text{s}}$$

$$t = 5 \text{ s}$$

SOLUCIÓN

$$\Delta\theta = \frac{\omega + \omega_0}{2} \times t$$

$$\Delta\theta = \frac{20 \frac{\text{rev}}{\text{s}} + 0}{2} \times 5 \text{ s}$$

$$\Delta\theta = 50 \text{ rev o vueltas}$$

2. Una partícula inicia su M.C.U.V. con una velocidad tangencial de $6 \frac{\text{m}}{\text{s}}$. Si su aceleración tangencial es $4 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$, y su radio de giro es 9 m. Determinar su velocidad tangencial y angular luego de 12 segundos.

DATOS:

$$v_0 = 6 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$a = 4 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

$$R = 9 \text{ m}$$

$$t = 12 \text{ s}$$

SOLUCIÓN:

$$v = v_0 + a t$$

$$v = 6 \frac{\text{m}}{\text{s}} + 4 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \times 12 \text{ s}$$

$$v = \omega \cdot R$$

$$\omega = \frac{v}{R}$$

$$v = 54 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$\omega = \frac{54 \frac{\text{m}}{\text{s}}}{9 \text{ m}}$$

$$\omega = 6 \frac{\text{rad}}{\text{s}}$$

3. Al desconectar la corriente de un motor eléctrico su velocidad de 1700 rpm desciende a 1000 rpm en 2 s. Calcule su aceleración y el número de vueltas que da en ese tiempo.

DATOS.

$$\omega_0 = 1700 \text{ rpm}$$

$$\omega = 1000 \text{ rpm}$$

$$t = 2 \text{ s}$$

SOLUCIÓN

$$\omega = \omega_0 + \alpha t$$

$$\alpha = \frac{\omega - \omega_0}{t}$$

$$\alpha = \frac{1000 \text{ rpm} - 1700 \text{ rpm}}{2 \text{ s}}$$

$$\alpha = \frac{-700 \text{ rpm}}{2 \text{ s}}$$

$$\alpha = -350 \frac{\text{rev}}{\text{min} \times \text{s}}$$

$$\alpha = -350 \frac{2\pi \text{ rad}}{60 \text{ s}^2}$$

$$\alpha = -11,67 \pi \frac{\text{rad}}{\text{s}^2}$$

$$\Delta\theta = \frac{\omega + \omega_0}{2} \times t$$

$$\Delta\theta = \frac{(1000 \text{ rpm} + 1700 \text{ rpm})}{2} \times 2 \text{ s}$$

$$\Delta\theta = 1350 \frac{\text{rev}}{\text{min}} \times \frac{1 \text{ min}}{60 \text{ s}} \times 2 \text{ s}$$

$$\Delta\theta = 45 \text{ rev o vueltas}$$

4. Cuál es el número de revoluciones que da la rueda de un auto que aumenta su velocidad de $4 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ a $28 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ en 8 s, la rueda tiene un radio de 25 cm.

DATOS

$$v_0 = 4 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$v = 28 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$t = 8 \text{ s}$$

$$R = 25 \text{ cm}$$

SOLUCIÓN

$$\omega_0 = \frac{v_0}{R}$$

$$\omega_0 = \frac{4 \frac{\text{m}}{\text{s}}}{0,25 \text{ m}}$$

$$\omega_0 = 16 \frac{\text{rad}}{\text{s}}$$

$$a_t = \frac{v - v_0}{t}$$

$$a_t = \frac{28 \frac{\text{m}}{\text{s}} - 4 \frac{\text{m}}{\text{s}}}{8 \text{ s}}$$

$$a_t = 3 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

$$a_t = \alpha \cdot R$$

$$\alpha = \frac{a_t}{R}$$

$$\alpha = \frac{3 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}}{0,25 \text{ m}}$$

$$\alpha = 12 \frac{\text{rad}}{\text{s}^2}$$

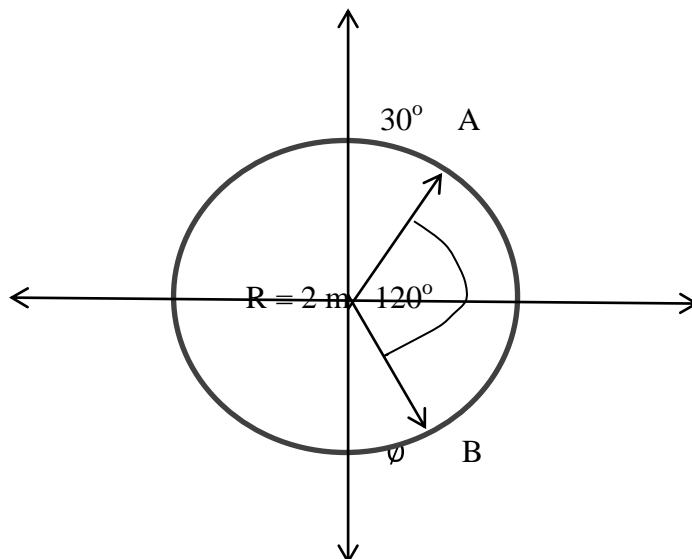
$$\text{Pero: } \Delta\theta = \omega_0 \cdot t + \frac{1}{2} \alpha t^2$$

$$\Delta\theta = 16 \frac{\text{m}}{\text{s}} \times 8 \text{ s} + \frac{1}{2} 12 \frac{\text{rad}}{\text{s}^2} (8 \text{ s})^2$$

$$\Delta\theta = 512 \text{ rad} \times \frac{1 \text{ rev}}{2 \pi \text{ rad}}$$

$$\Delta\theta = 81,45 \text{ rev}$$

5. Una partícula parte del reposo desde el punto A en sentido horario y llega al punto B, que está a 120° en 3 s. Determine:
- La posición inicial de la partícula
 - La aceleración angular producida
 - La velocidad angular en el punto B
 - La velocidad en el punto B
 - La posición final de la partícula
 - La aceleración tangencial en B
 - La aceleración centrípeta en B
 - La aceleración total en B



DATOS:

$$\omega_0 = 0$$

$$\Delta\theta = 120^\circ \times \frac{\pi \text{ rad}}{180} = 2,09 \text{ rad}$$

$$t = 3 \text{ s}$$

SOLUCIÓN

a. $r_A = (2 \text{ m}, 60^\circ)$

$$r_x = 2 \text{ m} \cos 60^\circ = 1 \text{ m}$$

$$r_y = 2 \text{ m} \sin 60^\circ = 1,73 \text{ m}$$

$$r_A = (1 + 1,73 \text{ j}) \text{ m}$$

b. $\Delta\theta = \omega_0 \cdot t + \frac{1}{2} \alpha t^2$

$$\Delta\theta = \frac{1}{2} \alpha t^2$$

$$\alpha = \frac{2\Delta\theta}{t^2}$$

$$\alpha = \frac{2(2,09 \text{ rad})}{(3 \text{ s})^2}$$

$$\alpha = 0,46 \frac{\text{rad}}{\text{s}^2}$$

c. $\omega_B = \omega_0 + \alpha \cdot t$

$$\omega_B = 0,46 \frac{\text{rad}}{\text{s}^2} \cdot (3 \text{ s})$$

$$\omega_B = 1,38 \frac{\text{rad}}{\text{s}}$$

d. $v_B = \omega_B \cdot R$

$$v_B = 1,38 \frac{\text{rad}}{\text{s}} \times 2 \text{ m}$$

$$v_B = 2,76 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$\phi = 30^\circ$$

$$v_B = (2,76 \frac{\text{m}}{\text{s}}; 180^\circ + \phi)$$

$$v_B = (2,76 \frac{\text{m}}{\text{s}}; 210^\circ)$$

$$v_B = (-2,39 \text{ i} - 1,38 \text{ j}) \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

e. $r_B = (2 \text{ m}, 300^\circ)$

$$r_B = (-1 - 1,73 \text{ j}) \text{ m}$$

f. $a_t = \alpha \cdot R$

$$a_t = 0,46 \frac{\text{rad}}{\text{s}^2} \times 2 \text{ m}$$

$$a_t = 0,92 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

$$a_t = (0,92 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}, 210^\circ)$$

$$a_t = (-0,81 - 0,46 \text{ j}) \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

g. $a_c = \omega_B v_B$

$$a_c = 1,38 \frac{\text{rad}}{\text{s}} \times 2,76 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$a_c = 3,8 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

$$a_c = (3,8 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}; 90^\circ + \phi)$$

$$a_c = (3,8 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}; 120^\circ)$$

$$a_c = (-1,91 + 3,29 \text{ j}) \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

$$a_B = a_t + a_c$$

$$a_B = (-0,81 - 0,46 \text{ j}) \frac{\text{m}}{\text{s}^2} + (-1,91$$

$$+ 3,29 \text{ j}) \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

$$a_B = (-2,71 + 2,83 \text{ j}) \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

Actividad de Trabajo Autónomo 6

1. Un ciclista corre por un velódromo de modo que al cabo de 5 s su velocidad lineal es 15 m/s. Se observa también que durante dicho tiempo el ciclista logró girar un ángulo central de 2 rad, siendo el radio de la pista igual a 25 m. Calcule la velocidad lineal que tenía al iniciar su movimiento.

Solución: 5 m/s

2. Un motor gira a 1700 rpm disminuye uniformemente su velocidad hasta 200 rpm realizando 100 revoluciones. Calcule: a. La desaceleración angular, b. El tiempo que tarda en detenerse a partir del momento que está a 200 rpm

Solución: 0,105 min

3. Un ventilador gira con velocidad correspondiente a una frecuencia de 900 rpm. Al desconectarlo, su movimiento pasa a ser uniformemente retardado, hasta que se detiene por completo después de dar 75 vueltas. ¿Cuánto tiempo transcurre desde el momento en que se desconecta el ventilador hasta que se detiene por completo?

Solución: 10s

4. Un móvil marcha a razón de $80 \frac{\text{km}}{\text{h}}$. El chofer aplica los frenos y comienza a desacelerar a razón de $5 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$. Si las ruedas tienen un diámetro de 50 cm, calcule cuántas vueltas darán las ruedas hasta detenerse.

Solución: 31,39 revoluciones

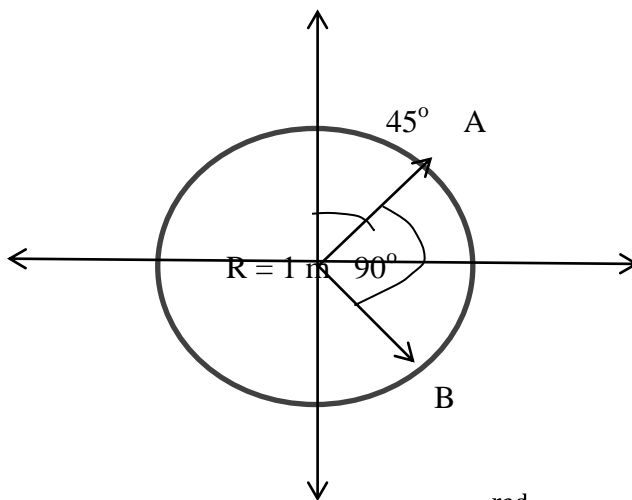
5. La velocidad de una rueda, que gira con movimiento uniformemente retardado, disminuyó al ser frenada durante 1 minuto, desde 300 rpm hasta 180 rpm. Calcule la aceleración angular de la rueda.

Solución: $-0,21 \frac{\text{rad}}{\text{s}^2}$

6. Una partícula animada de movimiento circular, parte del reposo y describe un ángulo de 525° en 6 s. Si el radio de la trayectoria es 2 m, determine:
- La aceleración angular producida
 - La velocidad angular alcanzada
 - La distancia recorrida
 - La velocidad angular media
 - La rapidez final
 - El módulo de la aceleración total inicial

Solución: a. $0,51 \frac{\text{rad}}{\text{s}^2}$, b. $3,06 \frac{\text{rad}}{\text{s}}$, c. 18,32 m, d. $1,53 \frac{\text{rad}}{\text{s}}$, e. $6,12 \frac{\text{m}}{\text{s}}$, f. $18,76 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$

7. Una partícula parte del reposo desde el punto A en sentido horario y llega al punto B, que está a 90° en 6 s. Determine:
- La posición inicial de la partícula
 - La aceleración angular producida
 - La velocidad angular en el punto B
 - La velocidad en el punto B
 - La posición final de la partícula
 - La aceleración tangencial en B
 - La aceleración centrípeta en B
 - La aceleración total en B



Solución: a. $(0,71 \mathbf{i} + 0,71 \mathbf{j}) \text{ m}$, b. $0,09 \frac{\text{rad}}{\text{s}^2}$, c. $0,54 \frac{\text{rad}}{\text{s}}$, d. $0,54 \frac{\text{m}}{\text{s}}$, e. $(0,71 \mathbf{i} - 0,71 \mathbf{j}) \text{ m}$, f. $0,09 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$, g. $0,29 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$, h. $0,3 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$

Laboratorio 5

Tema: Aceleración Centrípeta

Objetivo:

Determinar experimentalmente la fuerza centrípeta en el movimiento circular

Materiales:

- Cuerda de 1,5 m
- Corcho
- Caucho
- Caja de masas
- Tubo de radio pequeño
- Cronómetro

Procedimiento:

Primera Parte

- Utilizando una balanza mida las masas del corcho y del caucho
- Ate el corcho en el extremo de la cuerda
- Tome la cuerda a una distancia de 0,60 m del objeto y haga girar con velocidad uniforme, en el plano horizontal.
- Cuente el número de vueltas que da en un minuto
- Cambie el corcho por el caucho y repita el proceso anterior
- Registre las medidas en la tabla de valores

Segunda Parte

- Pase la cuerda a través del tubo y ate el caucho en un extremo de la cuerda y en el otro una masa de 10 g
- Haga rotar el cuerpo a una distancia de 0,60 m del tubo, con velocidad uniforme, de tal manera que la masa no cambie de altura
- Cuente el número de vueltas que da en un minuto
- Repita el procedimiento anterior cambiando los radios de giro a 0,80 m; 1 m y 1,20 m
- Registre las medidas en la tabla de valores

Tabulación.

Primera Parte

Sustancia	m (kg)	n (vueltas)	t (s)	f (s ⁻¹)	r (m)	a _c ($\frac{m}{s^2}$)
Corcho			60		0,60	
caucho			60		0,60	

Segunda Parte

No.	r (m)	t (s)	n (vueltas)	f (s ⁻¹)	a _c ($\frac{m}{s^2}$)
1	0,60	60			
2	0,80	60			
3	1	60			
4	1,20	60			

Cálculos

Primera Parte

- Calcule la aceleración centrípeta para cada sustancia

Segunda Parte

- Calcule la aceleración centrípeta para los diferentes radios

Conclusiones

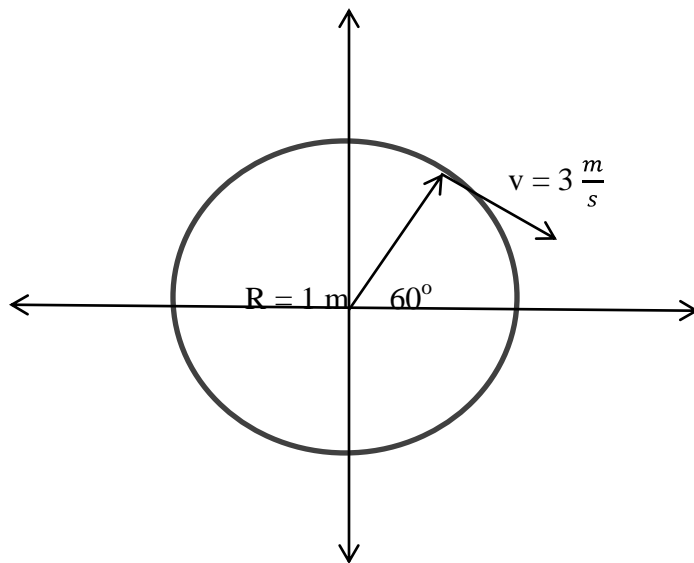
Autoevaluación 3

Encierre en un círculo una sola letra que corresponda a la respuesta correcta:

1. En el movimiento circular uniforme se mantiene constante:
 - a. El vector aceleración centrípeta
 - b. La velocidad angular
 - c. La posición angular
 - d. El vector posición
2. En un circuito circular de automovilismo, un piloto da 63 vueltas en 1 hora 49 minutos y 59 segundos con un promedio de velocidad de $172,88 \frac{\text{km}}{\text{h}}$. La longitud del circuito mide:
 - a. 6,3 km
 - b. 630 m
 - c. 5031 m
 - d. 50 km
3. En la ecuación $\Delta\theta = \frac{1}{2}\alpha t^2$, la relación entre el desplazamiento angular realizado y el tiempo transcurrido es:
 - a. Directamente proporcional
 - b. Inversamente proporcional
 - c. Directamente proporcional al cuadrado
 - d. Inversamente proporcional al cuadrado
4. Una motocicleta parte del reposo con movimiento circular y cierta aceleración angular, la que mantiene durante cierto tiempo. Si hubiera partido con la mitad de la aceleración angular, en el mismo tiempo, habría alcanzado al final:
 - a. Doble de la velocidad angular
 - I. Solo a

- b. La mitad de la velocidad angular II. Solo b
- c. El mismo desplazamiento angular III. Solo c
- IV. Las tres

6. Una partícula animada con MCU, se encuentre en la posición que indica la figura en $t = 2$ s. Si se mueve en sentido horario hasta $t = 9$ s, calcule:
- a. La velocidad angular
 - b. El desplazamiento angular
 - c. La posición angular final
 - d. La posición final



Solución: a. $3 \frac{\text{rad}}{\text{s}}$, b. 21 rad, c. $-19,75$ rad, d. $(0,45 \text{ i} - 0,89 \text{ j})$ m

8. Un punto se mueve por una circunferencia cuyo radio es 20 cm con una aceleración tangencial constante de $5 \frac{\text{cm}}{\text{s}^2}$. Cuánto tiempo a partir que empieza a moverse el punto deberá transcurrir para que la aceleración normal o centrípeta sea igual a la aceleración tangencial.

Solución: 2 s

UNIDAD 2: DINÁMICA

RESULTADOS DEL APRENDIZAJE:

- Identificar las causas del movimiento de los cuerpos para poderlo aplicar en todos los aspectos de la vida.
- Aplicar las leyes de Newton que rigen el movimiento de los cuerpos en problemas de aplicación de fenómenos físicos y en la vida cotidiana.
- Evaluar la importancia del estudio de las causas del movimiento de los cuerpos usando experimentos prácticos.

2.1. Definiciones Generales

2.1.1. Dinámica. La dinámica es la rama de la Física que estudia las causas del movimiento de las partículas. Estas causas se refiere a las interacciones que realizan los cuerpos que rodean la partícula.

2.1.2. Inercia. Es la tendencia que tiene un cuerpo o partícula a oponerse a un cambio en su movimiento, la cual depende de la cantidad de materia del cuerpo.

2.1.3. Naturaleza de las fuerzas. La fuerza mide la interacción entre dos cuerpos, ya sea a distancia, por contacto, nuclear o de otras formas. Estas interacciones originan cuatro tipos de fuerzas: gravitacionales, electromagnéticas, nucleares fuertes y nucleares débiles.

2.1.3.1. Fuerza gravitacional. Es la fuerza de atracción que ejercen entre sí dos cuerpos a causa de sus masas.

2.1.3.2.Fuerza electromagnética. Es la fuerza producida por un cuerpo en reposo o movimiento cargado eléctricamente. Si el cuerpo está en reposo, se genera una fuerza eléctrica, si el cuerpo está en movimiento se genera una fuerza eléctrica y una fuerza magnética.

2.1.3.3.Fuerza nuclear fuerte. Es la fuerza que mantiene unidos los protones y los neutrones en el núcleo del átomo.

2.1.3.4.Fuerza nuclear débil. Esta fuerza es de naturaleza y características diferentes a la fuerza nuclear fuerte, y también se origina a nivel del núcleo del átomo. Esta fuerza ocasiona el fenómeno conocido como radiación.

2.1.4. Masa. Es la cantidad de materia que tiene un cuerpo, la cual está directamente relacionada con su inercia, es decir a mayor masa, mayor inercia; por lo cual se considera que la masa es la medida de la inercia de un cuerpo.

La unidad SI de masa es el kg.

En otros sistemas la masa se mide en: utm (unidad técnica de masa), slug, libra.

Cuyas equivalencias son:

$$1 \text{ utm} = 9,8 \text{ kg}$$

$$1 \text{ slug} = 14,59 \text{ kg} = 32,17 \text{ lb}$$

$$1 \text{ lb} = 4536 \text{ kg}$$

2.1.5. Peso. El peso es la fuerza de atracción que ejerce la Tierra sobre todos los cuerpos, depende de la posición del cuerpo, aumenta cuando va de la línea Ecuatorial hacia los polos y disminuye cuando aumenta la altura sobre la superficie de la Tierra.

El peso es una magnitud vectorial que está dirigida hacia el centro de la Tierra.

Matemáticamente, el peso es igual al producto de la masa por la aceleración de la gravedad terrestre; lo cual se expresa:

$$w = m \cdot g$$

$$w = - (m \cdot g) \text{ j}$$

2.1.6. Normal. Es la fuerza que se genera cuando un cuerpo descansa sobre una superficie plana. El peso y la normal son diferentes porque se aplican sobre cuerpos diferentes.

2.2.Leyes de Newton. Son leyes que rigen el movimiento de un cuerpo. Fueron enunciadas por Sir Isaac Newton en el año de 1687; son tres: ley de inercia, ley de fuerza y ley de acción y reacción.

2.2.1. Ley de Inercia. Conocida como la primera ley de Newton cuyo enunciado dice: Todo cuerpo permanece en reposo o se mueve con movimiento rectilíneo uniforme a menos que actúe una fuerza que sea capaz de modificar dicho estado de reposo o de movimiento.

Matemáticamente implica que la sumatoria de fuerzas que actúan sobre el cuerpo es igual a cero, es decir:

$$\Sigma F = 0, \text{ entonces: } \Sigma F_x = 0 \text{ y } \Sigma F_y = 0$$

2.2.2. Ley de Fuerza. Es la segunda ley de Newton, y dice: La aceleración que experimenta un cuerpo es directamente proporcional a la fuerza e inversamente proporcional a la masa; lo cual se expresa:

$a \propto \frac{F}{m}$, es decir:

$$F = m \cdot a$$

La unidad SI de fuerza es:

$$F = \text{kg} \cdot \frac{\text{m}}{\text{s}^2} = \text{Newton (N)}$$

$$\text{En el Sistema CGS: } F = \text{g} \cdot \frac{\text{cm}}{\text{s}^2} = \text{dina}$$

$$\text{En el Sistema Técnico: } F = \text{utm} \cdot \frac{\text{m}}{\text{s}^2} = \text{kgf o kilipondio (kp)}$$

Equivalencia entre algunas unidades de fuerza:

$$1 \text{ N} = 10^5 \text{ dinas}$$

$$1 \text{ kgf} = 9,8 \text{ N}$$

$$1 \text{ lbf} = 4,45 \text{ N}$$

$$1 \text{ poundal} = 1 \text{ lb} \cdot \frac{\text{pies}}{\text{s}^2}$$

1 poundal = 0,138 N

2.2.3. Ley de acción y reacción. Si un cuerpo ejerce una fuerza llamada de acción sobre otro, el segundo ejerce una fuerza de reacción sobre el primero, de igual intensidad pero de sentido contrario. Lo cual se expresa

$$F_1 = - F_2$$

2.3.Fuerza de rozamiento. Esta fuerza se presenta cuando la superficie de un cuerpo se pone en contacto con la superficie del otro, actúa paralelamente a la superficie de contacto y se opone al movimiento de los cuerpos.

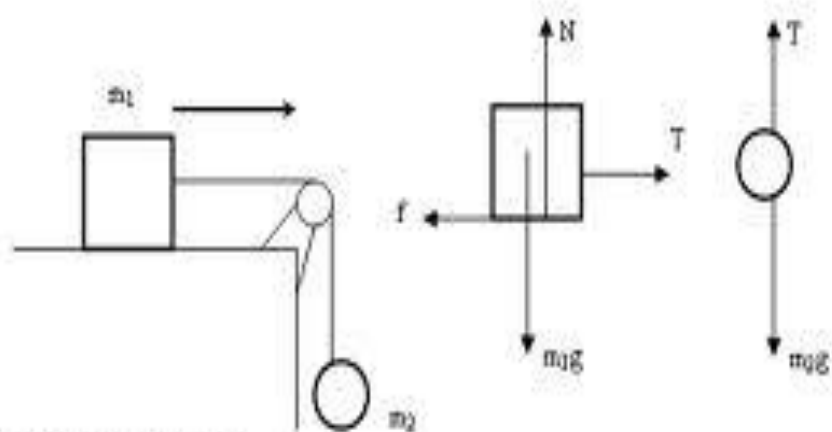
La fuerza de rozamiento depende las asperezas o deformaciones de las superficies de contacto.

Esta fuerza puede ser fuerza de rozamiento estático, cuando es anulada por otra igual y de sentido contrario, por lo tanto el cuerpo no se mueve; y fuerza de rozamiento cinético cuando se presenta entre superficies que se encuentran en movimiento, una con respecto a la otra.

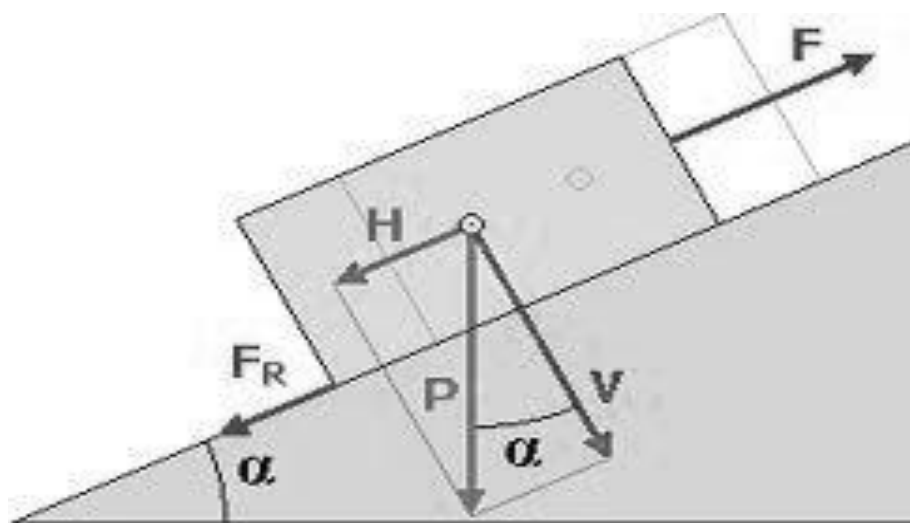
En cualquiera de los dos casos la fuerza de rozamiento se calcula por la ecuación:

$$f = u \cdot N$$

2.4.Diagrama de cuerpo libre. Este diagrama consiste en representar gráficamente todas las fuerzas que actúan sobre un cuerpo en reposo o en movimiento. Pueden presentarse varios casos, pero los más importantes son:

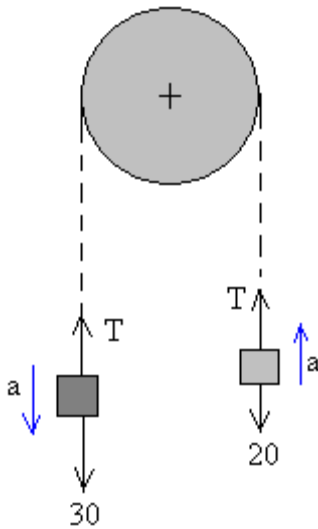


Dos masas conectadas por una cuerda.
 La superficie es rugosa y la polea no presenta
 fricción.



Problemas resueltos

1. Dos pesas de 3 y 2 kg están unidas por una cuerda que pasa a través de una polea (ambas de masa despreciable). Tómesese $g = 10 \frac{m}{s^2}$. Calcule:
- La aceleración de los pesos
 - La tensión de la cuerda.



DATOS:

$$m = 3 \text{ kg}$$

$$m = 2 \text{ kg}$$

$$g = 10 \frac{m}{s^2}$$

2. Halle, en el problema de la figura:
- La aceleración del sistema
 - La tensión de la cuerda.

Tómesese $g = 10 \text{ m/s}^2$. Suponer que los cuerpos deslizan sin fricción. La polea tiene masa despreciable.

SOLUCIÓN.

$$w - T = m \cdot a$$

$$m \cdot g - T = m \cdot a$$

$$3 \text{ kg} \times 10 \frac{m}{s^2} - T = 3 \text{ kg} \times a$$

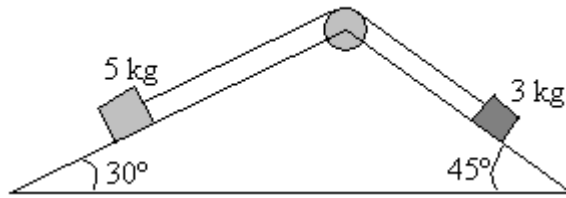
$$30 \text{ N} - T = 3 \text{ kg} \times a \quad \text{ec. (1)}$$

$$T - 2 \text{ kg} \times 10 \frac{m}{s^2} = 2 \text{ kg} \times a$$

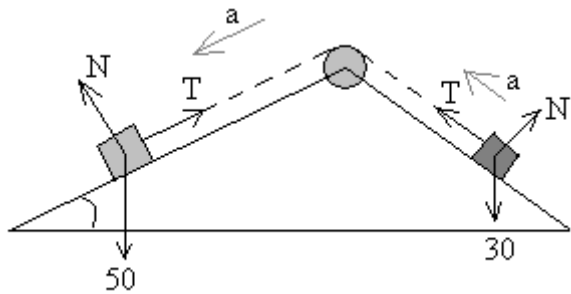
$$T - 20 \text{ N} = 2 \text{ kg} \times a \quad \text{ec. (2)}$$

Resolviendo el sistema de ecuaciones se obtiene:

$$a = 2 \frac{m}{s^2}, T = 24 \text{ N}$$



SOLUCIÓN:



$$5 \text{ kg} \cdot 10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot \text{sen } 30^\circ - T = 5 \text{ kg} \cdot a$$

$$25 \text{ N} - T = 5 \text{ kg} \cdot a \quad \text{ec. (1)}$$

$$T - 5 \text{ kg} \cdot 10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot \text{sen } 45^\circ = 3 \text{ kg} \cdot a$$

$$T - 35,4 \text{ N} = 3 \text{ kg} \cdot a \quad \text{ec. (2)}$$

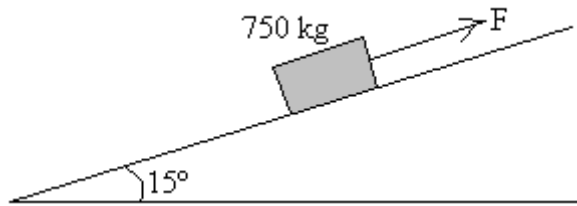
Resolviendo el sistema de ecuaciones se obtiene:

$$a = 0,47 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}, T = 22,6 \text{ N}$$

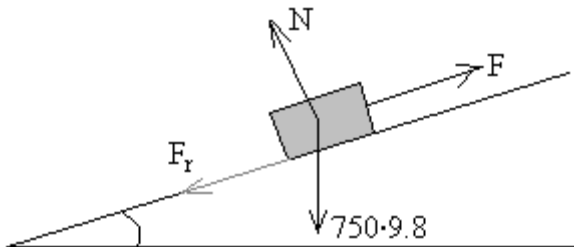
3. Un bloque de 750 kg es empujado hacia arriba por una pista inclinada 15° respecto de la horizontal. Los coeficientes de rozamiento estático y dinámico son 0,4 y 0,3 respectivamente. Determine la fuerza necesaria,

- para iniciar la subida del bloque por la pista.

- para mantener el bloque en movimiento con velocidad constante, una vez que este se ha iniciado. (Tómese $g = 9,8 \text{ m/s}^2$)



SOLUCIÓN



Se descompone la fuerza peso, en la dirección del plano y perpendicularmente al mismo.

Situación de equilibrio, o se mueve con velocidad constante $a = 0$.

$$\Sigma F_x = 0$$

$$F - F_r - 750 \text{ kg} \cdot 9,8 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot \text{sen } 15^\circ = 0$$

$$F - \mu \cdot N - 750 \text{ kg} \cdot 9,8 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot \text{sen } 15^\circ = 0$$

$$F - 0,4 \cdot N - 1902,3\text{N} = 0 \quad (\text{ec. 1})$$

$$\Sigma F_y = 0$$

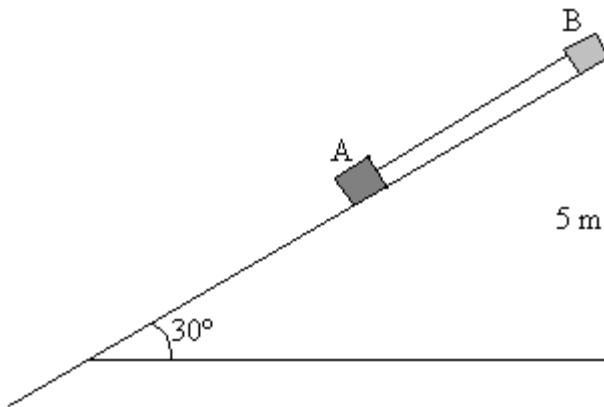
$$N - 750 \text{ kg} \cdot 9,8 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot \text{cos } 15^\circ$$

$$N = 750 \text{ kg} \cdot 9.8 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot \cos 15^\circ$$

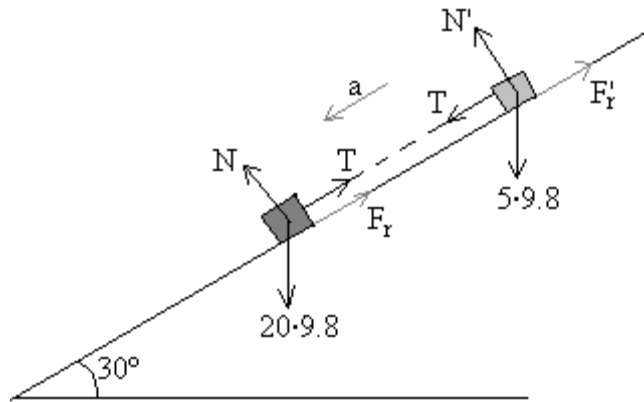
$$N = 7099,55 \text{ N}$$

- Cuando va a iniciar el movimiento, $\mu = 0,4$, $F = 4742,12 \text{ N}$
- Cuando se mueve con velocidad constante, $\mu = 0.3$, $F = 4032 \text{ N}$

4. Dos cuerpos A y B de masas 20 y 5 kg respectivamente, que están unidos mediante una cuerda de 1 m de longitud, deslizan a lo largo de un plano inclinado 30° respecto de la horizontal. Ambos cuerpos parten inicialmente del reposo, encontrándose el cuerpo B 5m por encima de la horizontal. Sabiendo que los coeficientes de rozamiento dinámico entre los cuerpos A y B y el plano son 0.2 y 0.4 respectivamente, calcule: a. La aceleración de ambos cuerpos. b. La tensión de la cuerda. c. La velocidad con que cada cuerpo llega a la base del plano inclinado. Tómese $g = 9.8 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$.



SOLUCIÓN



Se descompone la fuerza peso en la dirección del plano y perpendicularmente al mismo.

$$20 \text{ kg} \cdot 9,8 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot \text{sen}30^\circ - T - F_r = 20 \text{ kg} \cdot a$$

$$N = 20 \text{ kg} \cdot 9,8 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot \text{cos}30^\circ$$

$$F_r = 0,2 \cdot N$$

$$5 \text{ kg} \cdot 9,8 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot \text{sen}30^\circ + T - F_r = 5 \text{ kg} \cdot a$$

$$N = 5 \text{ kg} \cdot 9,8 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot \text{cos} 30^\circ$$

$$F_r = 0,4 \cdot N$$

$$a = 2,86 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \quad T = 6,79 \text{ N}$$

$$9 = \frac{1}{2} a t^2$$

$$t = \sqrt{\frac{2 \times 9}{a}}$$

$$t = \sqrt{\frac{2 \times 9 \text{ m}}{2,86 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}}}$$

$$t = 2,51 \text{ s}$$

$$v_A = a \cdot t$$

$$v_A = 2,86 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \times 2,51 \text{ s}$$

$$v_A = 7,18 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$10 = \frac{1}{2} a t^2$$

$$t = \frac{\sqrt{2 \times 10}}{a}$$

$$t = \frac{\sqrt{2 \times 10 \text{ m}}}{2,86 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}}$$

$$t = 2,64 \text{ s}$$

$$v_B = a \cdot t$$

$$v_B = 2,86 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \times 2,64 \text{ s}$$

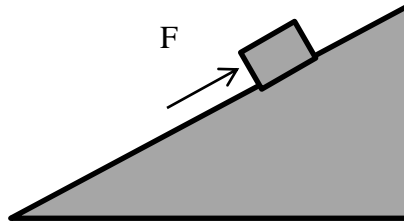
$$v_B = 7,55 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

Actividad de Trabajo Autónomo 7

1. Un cuerpo de 10 kg se mueve por una trayectoria horizontal por la acción de una fuerza constante de 50 N. Calcule. a. La fuerza normal ejercida por la superficie sobre el cuerpo, b. La aceleración del cuerpo, c. La velocidad del cuerpo a los 8 segundos, si parte del reposo.

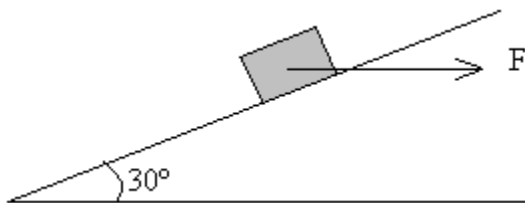
Solución: a. 98 N, b. $40 \frac{\text{m}}{\text{s}}$, c. $5 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$

2. En la figura, el ángulo que forma el plano inclinado con el piso es 35° , si el bloque es de 20 kg y $\mu = 0,1$, determine:
 - a. El valor de F para que el bloque suba con rapidez constante
 - b. El valor de F para que el bloque suba con una aceleración de $2 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$
 - c. El valor de F para que el bloque baje con rapidez constante
 - d. El valor de F para que el bloque baje con una aceleración de $1 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$



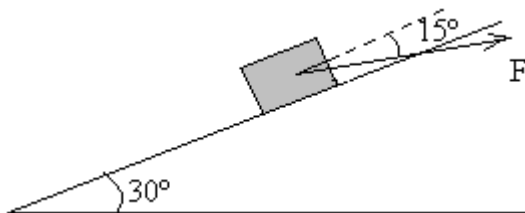
Solución: a. 128,48 N, b. 168,48 N, c. 96,37 N, d. 76,36 N

3. Un bloque de 4 kg asciende a lo largo de un plano inclinado 30° , al serle aplicada una fuerza F horizontal, tal como se indica en la figura. Sabiendo que el bloque, parte del reposo, en la base del plano inclinado, y alcanza una velocidad de 6 m/s después de recorrer 10 m a lo largo del plano. Determine el valor de la fuerza F . ($\mu = 0,2$)



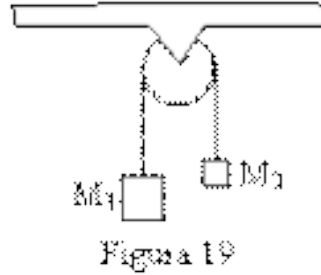
Solución: $F = 43,85 \text{ N}$

4. Un bloque de 4 kg asciende a lo largo de un plano inclinado 30° , al serle aplicada una fuerza F que hace 15° , tal como se indica en la figura. Sabiendo que el bloque, parte del reposo, en la base del plano inclinado, y alcanza una velocidad de 6 m/s después de recorrer 10 m a lo largo del plano. Determine el valor de la fuerza F . El coeficiente de rozamiento entre el cuerpo y el plano inclinado es 0.2



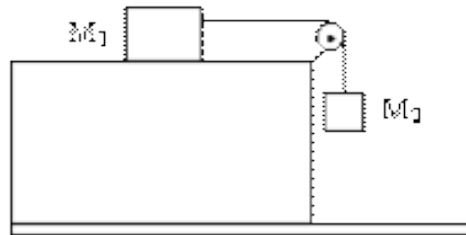
Solución: $F = 36,74 \text{ N}$

5. En la figura 19 se muestran dos masas $M_1 = 3 \text{ kg}$ y $M_2 = 5 \text{ kg}$ colgando de los extremos de un hilo que pasa por la garganta de una polea. A. Hacer un diagrama de las fuerzas que actúan, b. Calcular la tensión del hilo y la aceleración con que se mueve el sistema.



Solución: $a = 2,45 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$ y $T = 36,4 \text{ N}$

6. En la figura 21 se muestran dos bloques de masa $M_2 = 2 \text{ Kg}$. que arrastra sobre el plano horizontal al cuerpo de masa $M_1 = 7 \text{ Kg}$. Calcular la aceleración del sistema y tensión de la cuerda.

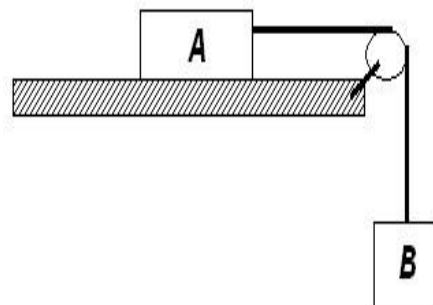


Solución: $2,17 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$, $T = 4,34 \text{ N}$

7. Un lanzador tira horizontalmente hacia el frente una pelota de béisbol de $1,4 \text{ N}$ de peso a una velocidad de 32 m/s . Al acelerar uniformemente su brazo durante $0,09 \text{ s}$. Si la bola parte del reposo. a) Que distancia se desplaza antes de acelerarse? b) Que fuerza ejerce el lanzador sobre la pelota.

Solución: $1,44 \text{ m}$; $50,79 \text{ N}$

8. Considere el sistema que muestra la siguiente figura. El bloque A de 64 kg en reposo sobre una masa sin fricción y está atado en su otro extremo a un peso W , calcule: a. ¿Cuál debe ser el valor de W para impartir al sistema una



aceleración de $16 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$?, b. ¿Cuál es la tensión en la cuerda?

Laboratorio 6

Tema: Segunda Ley de Newton

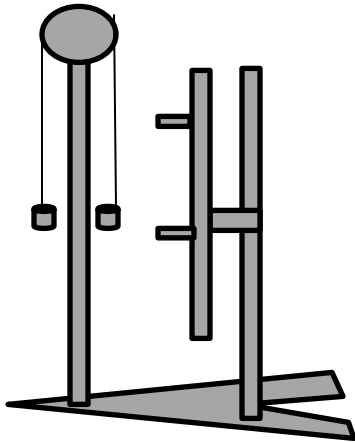
Objetivos:

- Determinar la ley que relaciona la fuerza con la aceleración, cuando la masa permanece constante
- Determinar la ley que relaciona la aceleración con la masa acelerada cuando la fuerza desequilibrante permanece constante

Equipo

- Máquina de Atwood
 - Base triangular
 - Barra de soporte de 1,5 m
 - Soporte de polea
 - Polea de 500 mm de diámetro
 - Cuerda de 1,5 m
 - Regla graduada
 - Soporte de regla
 - Indicadores
- Juego de masas
- Cronómetro

Esquema



Procedimiento

Primera Parte

- Arme el equipo como indica el esquema
- Coloque, en la polea, la cuerda y en los extremos de ésta, masas iguales de 50 g. Observe que la máquina esté nivelada.
- Ubique la sobrecarga de 4 g en el lado izquierdo
- Mida cinco veces el tiempo para un desplazamiento x de 0,2 m señalando con los indicadores. Registre el tiempo promedio.
- Sin variar la masa repita el paso anterior para desplazamientos de 0,3 m; 0,4 m; 0,5 m y 0,6 m
- Registre los datos en la tabla de valores

Segunda Parte

- Coloque la cuerda en la garganta de la polea y masas iguales de 20 g en cada uno de los extremos de la misma. Observe que la máquina esté equilibrada
- Ubique 4 g de sobre carga en el lado izquierdo

- Mida cinco veces el tiempo para un desplazamiento de 0,5 m y registre el tiempo promedio.
- Agregue a cada uno de los extremos de la cuerda masas iguales de 10 g y repita el paso anterior.
- Disponga otro conjunto de masas agregando 10 g más a cada lado y mida el tiempo promedio para igual desplazamiento
- Registre los datos en la tabla de valores

Tabulación

Primera Parte

Mr (kg)	x (m)	t (s)	$t^2 (s^2)$	2x (m)	$a = \frac{2x}{t^2}$ $(\frac{m}{s^2})$	F(N)	$K = \frac{F}{a}$ (kg)
0,104	0,20						
0,104	0,30						
0,104	0,40						
0,104	0,50						
0,104	0,60						

Segunda Parte

m (kg)	x (m)	F = m. a	t (s)	$t^2 (s^2)$	2x (m)	$a = \frac{2x}{t^2}$ $(\frac{m}{s^2})$	$\frac{1}{m} (kg^{-1})$	F = m. a (kg)
0,044	0,5							
0,064	0,5							
0,084	0,5							

Cálculos

Primera Parte

- Calcule la aceleración del móvil
- Calcule la fuerza
- Calcule la constante k
- Grafique $F = f(a)$

Segunda Parte

- Determine la fuerza desequilibrante F (sobre carga por aceleración de la gravedad): $F = m \cdot g$
- Calcule la aceleración del móvil
- Calcule la fuerza desequilibrante $F = m \cdot a$
- Grafique $a = f(m)$ y $a = f\left(\frac{1}{m}\right)$

Conclusiones

2.5.Fuerzas que actúan en el movimiento circular. El movimiento circular es un movimiento contenido en un plano.

Para analizar dinámicamente el movimiento de un cuerpo se utiliza el sistema de referencia formado por los ejes en dirección tangencial y normal, para que las componentes de la aceleración de la partícula coincidan con estas direcciones.

2.5.1. Fuerza tangencial. Es la componente de la fuerza neta en la dirección tangencial que comunica en la partícula una aceleración tangencial y determina que la velocidad cambie de módulo.

$$F_T = m \cdot a$$

$$F_T = m \cdot \frac{v}{t}$$

$$F_T = m \cdot \alpha \cdot R$$

La fuerza tangencial es nula cuando la velocidad angular es constante. En cambio la fuerza tangencial es diferente de cero cuando el movimiento circular es variado.

2.5.2. Fuerza centrípeta. Es la componente de la fuerza neta en la dirección central que comunica a la partícula una aceleración centrípeta (aceleración normal) y determina que la velocidad cambie de dirección.

$$F_C = m \cdot a_c$$

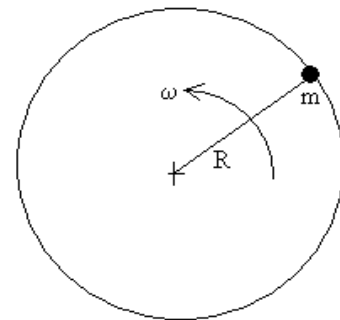
$$F_C = m \cdot \frac{v^2}{R} = m \cdot \omega^2 \cdot R$$

La fuerza centrípeta es nula cuando el movimiento es rectilíneo, y es diferente de cero cuando el movimiento es circular.

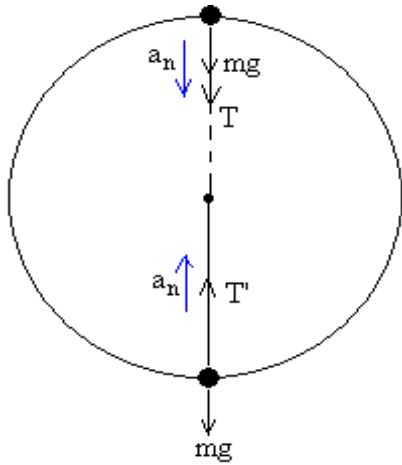
2.5.3. Fuerza axial. Es la fuerza perpendicular al plano del movimiento. Como el movimiento circular es coplanar la fuerza neta es nula.

Problemas resueltos

1. Un pequeño bloque de 1 kg de masa está atado a una cuerda de 0.6 m, y gira a 60 r.p.m. describiendo una circunferencia vertical. Calcular la tensión de la cuerda cuando el bloque se encuentra: a. En el punto más alto de su trayectoria. b. En el más bajo de su trayectoria.



SOLUCIÓN



$$\omega = 60 \text{ rpm} = 60 \cdot 2\pi / 60 = 2\pi \frac{\text{rad}}{\text{s}}$$

- En el punto más alto de su trayectoria.

$$T + m g = m \cdot a_c$$

$$T = m \omega^2 R - m g$$

- En el más bajo de su trayectoria.

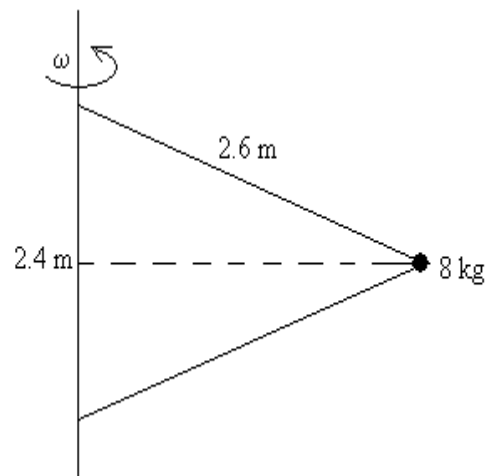
$$T' - m g = m a_c$$

$$T' = m \omega^2 R + m g$$

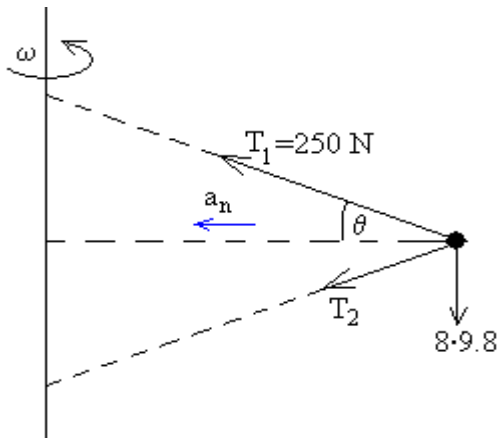
Con los datos del problema

$$T = 13,9 \text{ N}, T' = 33,5 \text{ N}$$

2. Un bloque de 8 kg está sujeto a una barra vertical mediante dos cuerdas. Cuando el sistema gira alrededor del eje de la barra las cuerdas están tensadas, según se muestra en la figura. a. ¿Cuántas revoluciones por minuto ha de dar el sistema para que la tensión de la cuerda superior sea de 250 N?, b. ¿Cuál es entonces la tensión de la cuerda inferior?



SOLUCIÓN



Se sustituye las tensiones de las cuerdas T_1 y T_2 por sus componentes rectangulares

- Equilibrio en la dirección vertical

$$T_1 \cdot \sin\theta = 8 \text{ kg} \cdot 9,8 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} + T_2 \cdot \sin\theta$$

- Aplicando la segunda ley de Newton en la dirección horizontal

$$T_1 \cdot \cos\theta + T_2 \cdot \cos\theta = 8 \text{ kg} \cdot a_c$$

$$T_1 \cdot \cos\theta + T_2 \cdot \cos\theta = 8 \text{ kg} \cdot \omega^2 \cdot 2,6 \text{ m} \cdot \cos\theta$$

DATOS:

$$T_1 = 250 \text{ N}$$

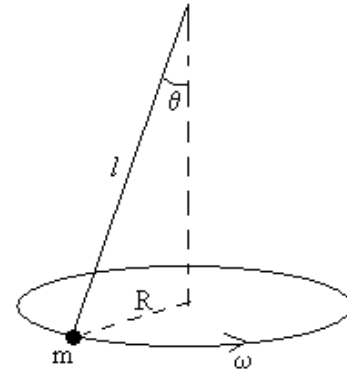
$$\text{Sen}\theta = \frac{1,2}{2,6}$$

$$T_1 + T_2 = 20,8 \text{ kgm} \cdot \omega^2$$

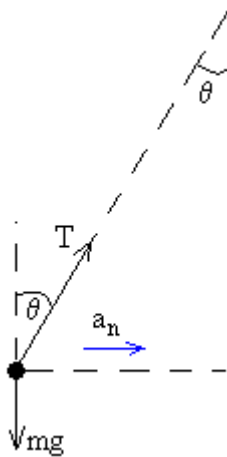
Se despeja, $\omega = 3,98 \frac{\text{rad}}{\text{s}} = 38 \text{ rpm}$,

$$T_2 = 80,1 \text{ N}$$

3. Una partícula atada a una cuerda de 50 cm de longitud gira como un péndulo cónico, como muestra la figura. Calcule la velocidad angular de rotación de la masa puntual para que el ángulo que forma la cuerda con la vertical sea de 60°



SOLUCIÓN



Se sustituye la tensión T de la cuerda por sus componentes rectangulares

- Equilibrio en la dirección vertical

$$T \cdot \cos\theta = m \cdot g$$

- Aplicamos la segunda ley de Newton en la dirección horizontal

$$T \cdot \text{sen}\theta = m a_n$$

$$T \cdot \text{sen}\theta = m \omega^2 \cdot l \cdot \text{sen}\theta$$

$$T = m \omega^2 l$$

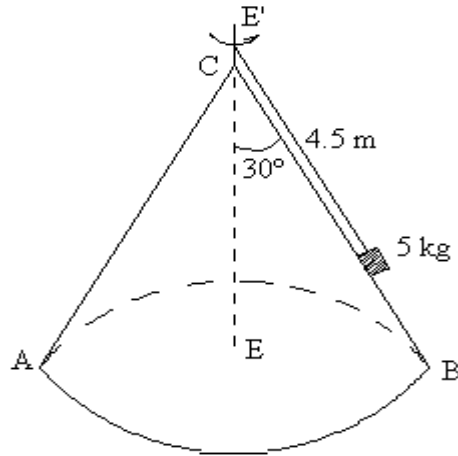
Despejamos la velocidad angular de rotación ω

$$\omega = \frac{g}{l \cdot \cos\theta}$$

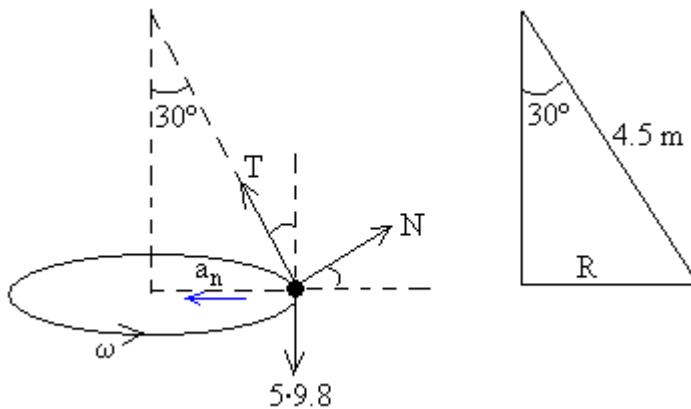
$$\omega = \frac{9,8 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}}{0,5 \text{ m} \cdot \cos 60^\circ}$$

$$\omega = 6,26 \frac{\text{rad}}{\text{s}}$$

4. Un cuerpo de 5 kg de masa se encuentra sobre una superficie cónica lisa ABC, y está girando alrededor del eje EE' con una velocidad angular de 10 r.p.m. Calcule: La reacción de la superficie cónica, la tensión de la cuerda, la velocidad angular a la que ha de girar el cuerpo para anular la reacción de la superficie cónica



SOLUCIÓN



a. $\omega = 10 \text{ rpm} = \frac{\pi}{3} \frac{\text{rad}}{\text{s}}$

Sustituimos la tensión T de la cuerda y la reacción N de la superficie cónica por sus componentes rectangulares

- Equilibrio en la dirección vertical

$$T \cdot \cos 30^\circ + N \cdot \sin 30^\circ = 5 \text{ kg} \cdot 9,8 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

- Aplicamos la segunda ley de Newton en la dirección horizontal

$$T \cdot \sin 30^\circ - N \cos 30^\circ = 5 \text{ kg} \cdot a_c$$

$$T \cdot \sin 30^\circ - N \cos 30^\circ = 5 \left(\frac{\pi}{3} \frac{\text{rad}}{\text{s}} \right)^2 \cdot 4,5 \text{ m} \cdot \sin 30^\circ$$

Despejando se obtiene $T = 48,60 \text{ N}$, y $N = 13,82 \text{ N}$

- b. Con $N = 0$ y la velocidad angular de rotación ω como incógnita, las ecuaciones se escriben

$$T \cdot \cos 30^\circ = 5 \text{ kg} \cdot 9,8 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$
$$T \cdot \sin 30^\circ = 5 \text{ kg} \cdot \omega^2 \cdot 4,5 \text{ m} \cdot \sin 30^\circ$$

Despejando se tiene $\omega = 1,58 \frac{\text{rad}}{\text{s}}$

Actividad de Trabajo Autónomo 8

1. Un cuerpo de 2 kg atado a un extremo de una cuerda de 1,5 m de longitud, gira sobre un plano horizontal lizo con una aceleración angular de $10 \frac{\text{rad}}{\text{s}^2}$. Determine: a. La aceleración tangencial del cuerpo, b. La fuerza tangencial a la que está sometido el cuerpo, c. Qué fuerza neta actúa sobre el cuerpo, cuando su rapidez es $3 \frac{\text{m}}{\text{s}}$.

Solución: a. $15 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$, b. 30 N, c. 32,31 N.

2. Un cuerpo de 500 g atado al extremo de una cuerda de 1 m de longitud gira sobre un plano horizontal lizo con una velocidad angular de $40 \frac{\text{rad}}{\text{s}}$. Determine: a. La aceleración centrípeta del cuerpo, b. La tensión de la cuerda, c. La máxima rapidez con la que puede girar, si la tensión de rotura es 1000N.

Solución: a. $1600 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$, b. 800 N, c. $44,72 \frac{\text{m}}{\text{s}}$

3. Una masa de 0,30 kg está fija a una cuerda de 20 cm de longitud cuyo extremo adicional está fijo a su vez al centro de una mesa horizontal en la que no hay fricción. Si la tensión de la cuerda es 3 N, ¿cuál es la velocidad angular de la mesa y la cuerda?

Solución: $7,07 \frac{\text{rad}}{\text{s}}$.

4. Se lanza un proyectil de 5 kg con una velocidad de $(26 \mathbf{i} + 36 \mathbf{j}) \frac{\text{m}}{\text{s}}$. Determine a los 2 s de vuelo. a. El valor de la fuerza tangencial que actúa sobre el proyectil, b. El valor de

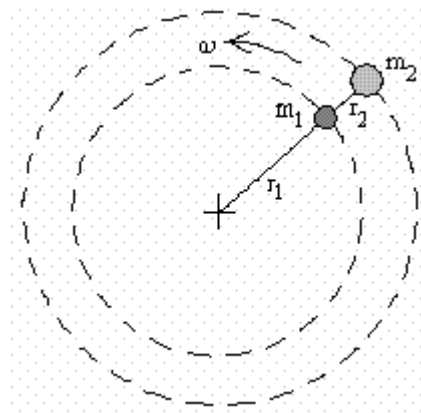
la fuerza centrípeta que actúa sobre el proyectil, c. El valor de la fuerza neta que actúa sobre el proyectil.

Solución: a. $(-19,05 \hat{i} - 9,08 \hat{j})$ N, b. $(19,05 \hat{i} - 39,92 \hat{j})$ N, c. $-49 \hat{j})$ N

5. Miguel da vueltas a una piedra de 0,2 kg en el extremo de un cordón de 30 cm en un plano horizontal sobre su cabeza, 2,05 m sobre el piso. En cierto momento la cuerda se rompe y la piedra cae al piso a 18,5 m del joven. Determine. A. La velocidad angular de la piedra justo antes de romperse la cuerda, b. La tensión en la cuerda justo antes de romperse.

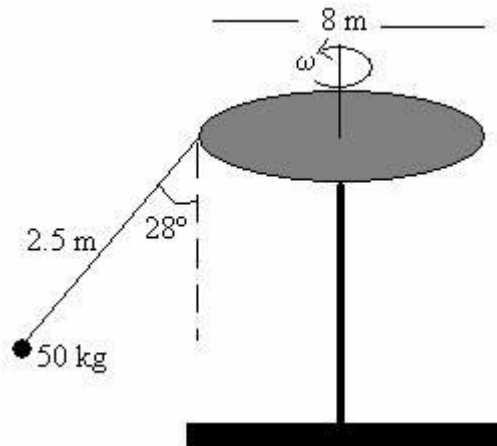
Solución: a. $95,3 \frac{\text{rad}}{\text{s}}$, b. 545 N.

6. Dos bloques de masas $m_1=2$ kg y $m_2=3$ kg unidos por una cuerda inextensible giran con la misma velocidad angular ω , describiendo dos trayectorias circulares situadas en el plano horizontal de radios $r_1=30$ cm y $r_2=50$ cm, respectivamente. Sabiendo que la tensión de la cuerda que une el centro de las trayectorias con el bloque de masa m_1 es de 40 N. Calcule: a. La tensión de la cuerda que une ambas masas, b. La velocidad angular de giro ω .



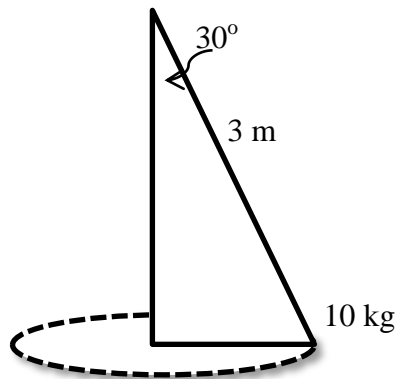
Solución: a. $T = 28,6$ N, b. $\omega = 4,36 \frac{\text{rad}}{\text{s}}$

7. Un juego de un parque de atracciones consta de una plataforma circular de 8 m de diámetro que gira. De la plataforma cuelgan “sillas voladoras” suspendidas de unas cadenas de 2.5 m de longitud. Cuando la plataforma gira las cadenas que sostienen los asientos forman un ángulo de 28° con la vertical.
- a. ¿Cuál es la velocidad angular de rotación?, b. Si la masa del asiento y del niño es de 50 kg. ¿Cuál es la tensión de la cadena?.



Solución: a. $T = 555 \text{ N}$, b. $\omega = 1 \frac{\text{rad}}{\text{s}}$

8. Un cuerpo de 10 kg se hace girar en una circunferencia horizontal, como se indica en la figura, sujeto a una cuerda de 3 m de longitud y con una rapidez constante. Si la cuerda forma un ángulo de 30° con la vertical, determine: a. La tensión en la cuerda, b. El valor de la velocidad del cuerpo.



Solución: a. $113,16 \text{ N}$ b. $2,91 \frac{\text{m}}{\text{s}}$

Laboratorio 7

Tema: Fuerza Centrípeta

Objetivo:

Determinar experimentalmente la existencia de la fuerza centrípeta en el movimiento circular

Materiales:

- Cuerda de 1,5 m
- Corcho
- Caucho
- Caja de masas
- Tubo de radio pequeño
- Cronómetro

Procedimiento:

Primera Parte

- Utilizando una balanza mida las masas del corcho y del caucho
- Ate el corcho en el extremo de la cuerda
- Tome la cuerda a una distancia de 0,60 m del objeto y haga girar con velocidad uniforme, en el plano horizontal.
- Cuente el número de vueltas que da en un minuto
- Cambie el corcho por el caucho y repita el proceso anterior
- Registre las medidas en la tabla de valores

Segunda Parte

- Pase la cuerda a través del tubo y ate el caucho en un extremo de la cuerda y en el otro una masa de 10 g
- Haga rotar el cuerpo a una distancia de 0,60 m del tubo, con velocidad uniforme, de tal manera que la masa no cambie de altura
- Cuente el número de vueltas que da en un minuto
- Repita el procedimiento anterior cambiando los radios de giro a 0,80 m; 1 m y 1,20 m
- Registre las medidas en la tabla de valores

Tabulación.

Primera Parte

Sustancia	m (kg)	n (vueltas)	t (s)	f (s ⁻¹)	r (m)	a _c ($\frac{m}{s^2}$)	F _c (N)
Corcho			60		0,60		
Caucho			60		0,60		

Segunda Parte

No.	r (m)	t (s)	n (vueltas)	f (s ⁻¹)	a _c ($\frac{m}{s^2}$)	F _c (N)
1	0,60	60				
2	0,80	60				
3	1	60				
4	1,20	60				

Cálculos

Primera Parte

- Calcule la aceleración centrípeta y la fuerza centrípeta para cada sustancia

Segunda Parte

- Calcule la aceleración centrípeta y la fuerza centrípeta para los diferentes radios

Conclusiones

2.6. Equilibrio de un sólido. Para que un cuerpo esté en equilibrio es necesario que la sumatoria de fuerzas aplicadas sobre el mismo sea igual a cero. Si las fuerzas son aplicadas sobre un cuerpo sólido rígido los efectos con relación al movimiento pueden ser de rotación y traslación. Hay que aclarar que un sólido rígido, es un conjunto de partículas que están siempre a la misma distancia entre ellas, razón por la cual el cuerpo no sufre ninguna deformación.

2.6.1. Momento de una fuerza (torque). Cuando se aplica una fuerza en algún punto de un cuerpo rígido, el cuerpo tiende a realizar un movimiento de rotación en torno a algún eje. La propiedad de la fuerza para hacer girar al cuerpo se mide con una magnitud física que se denomina torque o momento de una fuerza. El momento de una fuerza mide la tendencia de un sólido a rotar alrededor de un punto o eje, bajo la acción de una fuerza.

Matemáticamente se define como el producto de la fuerza por la distancia perpendicular desde el eje hasta la línea de acción de la fuerza.

$$\tau = F \cdot d$$

El torque es una magnitud vectorial, si α es el ángulo entre r y F , su valor numérico, por definición del producto vectorial, es:

$$\tau = d \cdot F \cdot \sin \alpha$$

2.6.2. Condiciones de equilibrio de un sólido rígido. Un sólido rígido está en equilibrio cuando no tiene movimiento de rotación y traslación. Para esto se requieren las siguientes condiciones:

- La fuerza neta aplicada sobre el cuerpo debe ser nula, es decir:

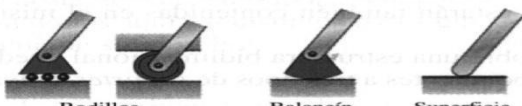

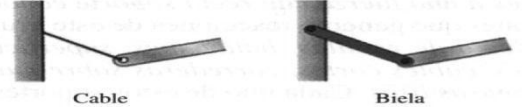

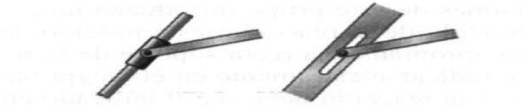
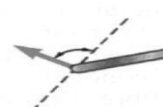

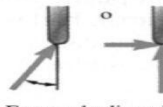
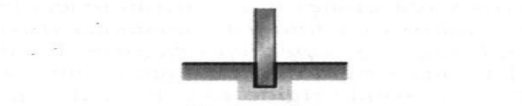

$\Sigma F = 0$, lo cual implica que $\Sigma F_x = 0$ y $\Sigma F_y = 0$. Por lo tanto el cuerpo no tiene movimiento de traslación.

- El torque neto en cualquier punto debe ser nulo, es decir

$\Sigma \tau = 0$; por lo tanto el movimiento no tiene movimiento de rotación.

2.6.3. Reacciones en los apoyos. Los apoyos más comunes son los siguientes.

- **Contacto.** En el contacto se generan dos reacciones, la normal y la fuerza de rozamiento (estática).
- **Rodillo.** El rodillo solo transmite una fuerza en dirección perpendicular a las superficies de contacto.
- **Pasador.** Aquí se genera únicamente una fuerza en el mismo plano de las fuerzas aplicadas, es decir R_x y R_y . No impide la rotación del cuerpo.
- **Empotramiento.** En este apoyo, a más de la fuerza de reacción en el mismo plano de las fuerzas aplicadas, impide la rotación del cuerpo.

Apoyo o enlace	Reacción	Número de incógnitas
 <p>Rodillos Balancín Superficie lisa</p>	 <p>Fuerza con recta soporte conocida</p>	1
 <p>Cable Biela</p>	 <p>Fuerza con recta soporte conocida</p>	1
 <p>Corredera o cursor Pasador en ranura lisa</p>	 <p>Fuerza con recta soporte conocida</p>	1
 <p>Articulación Superficie rugosa</p>	 <p>Fuerza de dirección desconocida</p>	2
 <p>Empotramiento</p>	 <p>Fuerza y par</p>	3

Reacciones en soportes y uniones.

Método general para resolver problemas de equilibrio de la estática

1. Representar gráficamente el diagrama de sólido libre.
2. Plantear las ecuaciones de la estática.
3. Resolver las ecuaciones de la estática

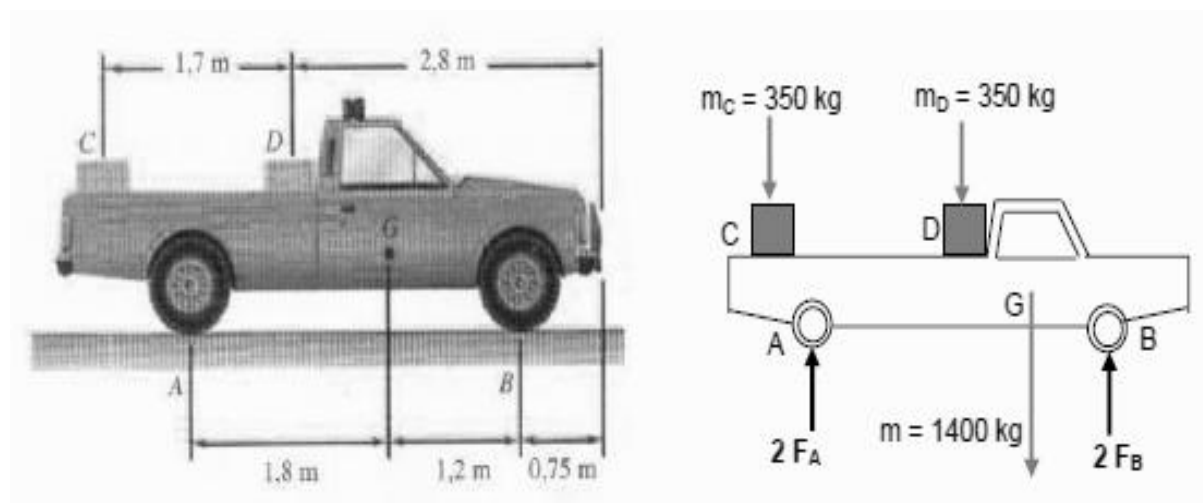
En el diagrama de cuerpo libre se aconseja en dibujar sobre el contorno del sólido el conjunto de las fuerzas y pares que actúan sobre él. Es conveniente proceder con orden, representando gráficamente:

- a. El peso
- b. Las fuerzas y pares directamente aplicados
- c. Las fuerzas y pares de reacción

En el diagrama de sólido libre no deben dibujarse los otros sistemas que constituyen las ligaduras indicadas. Su efecto sobre el sólido queda representado por las reacciones

Problemas Resueltos

1. Dos cajones de embalaje, de 350 kg de masa cada uno, están colocados como se muestra en la plataforma de una camioneta de 1400 kg. Hallar las reacciones en cada una de las dos ruedas a. traseras A. b. delanteras B.



DATOS

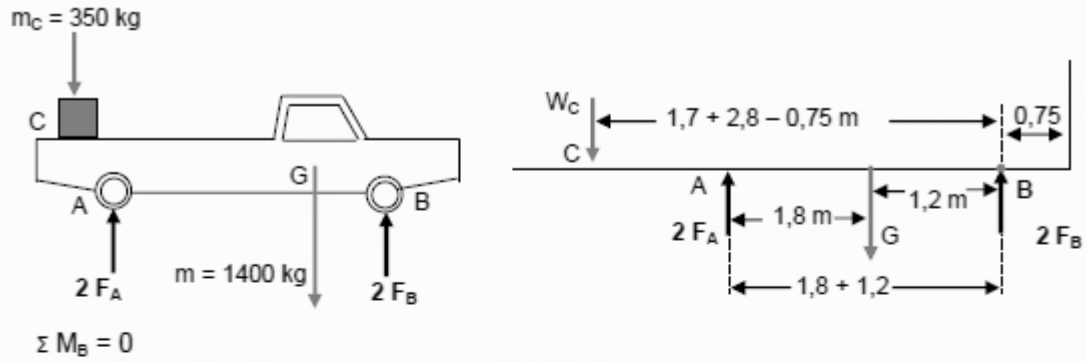
$2 F_A$ son las dos fuerzas que ejercen las dos llantas traseras

$2 F_B$ son las dos fuerzas que ejercen las dos llantas delanteras

w_C es el peso de la carga = $350 \text{ kg} \times 9,8 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$

$$w_C = 3433,5 \text{ N}$$

w_D es el peso de la carga = $350 \text{ kg} \times 9,8 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$



$$\downarrow + \quad G(1,2) - 2F_A(1,8 + 1,2) + W_C(1,7 + 2,8 - 0,75) = 0$$

$$13734(1,2) - 2F_A(3) + 3433,5(3,75) = 0$$

$$16480,8 - 6F_A + 12875,62 = 0$$

$$29356,42 - 6F_A = 0$$

$$6F_A = 29356,42$$

$$F_A = \frac{29356,42}{6} = 4892,73 \text{ N}$$

$$F_A = 4,89 \text{ kN}$$

$$\Sigma F_Y = 0$$

$$-W_C - G + 2F_A + 2F_B = 0$$

$$-3433,5 - 13734 + 2(4892,73) + 2F_B = 0$$

$$-17167,5 + 9785,46 + 2F_B = 0$$

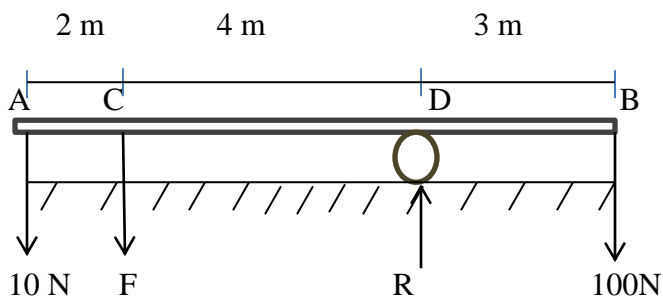
$$-7382,04 + 2F_B = 0$$

$$2F_B = 7382,04$$

$$F_B = \frac{7382,04}{2} = 3691,021 \text{ N}$$

$$F_B = 3,69 \text{ kN}$$

2. El sistema de la figura está en equilibrio. Si el peso de la varilla AB es despreciable, determine: a. El valor de la fuerza aplicada en el punto C, b. El valor de la fuerza que realiza el rodillo sobre la varilla en el punto D.



SOLUCIÓN.

a. $\Sigma F_y = 0$

$$- 10 \text{ N} - F - 100 \text{ N} + R = 0$$

$$R - F = 110 \text{ N} \quad (1)$$

$$\Sigma \tau_D = 0$$

$$- 100 \text{ N} \cdot 3 \text{ m} + F \cdot 4 \text{ m} + 10 \text{ N} \cdot 6 \text{ m} = 0$$

$$- 300 \text{ Nm} + F \cdot 4 \text{ m} + 60 \text{ Nm} = 0$$

$$F \cdot 4 \text{ m} = 240 \text{ Nm}$$

$$F = 60 \text{ N}$$

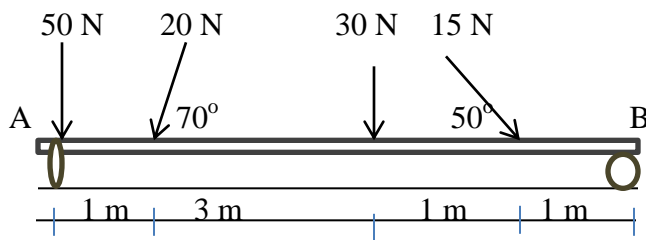
b. Reemplazando F en (1)

$$R - F = 110 \text{ N}$$

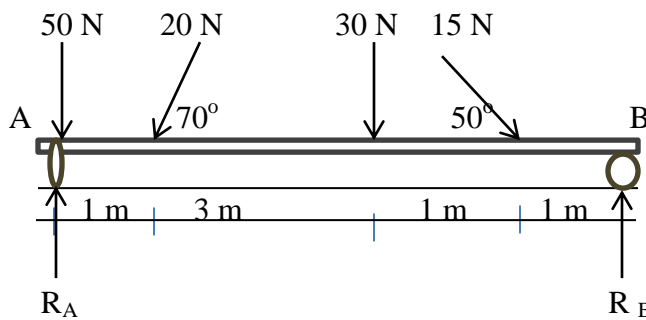
$$R - 60 \text{ N} = 110 \text{ N}$$

$$R = 170 \text{ N}$$

3. La viga cargada de la figura, está apoyada en un pasador liso en A y en un rodillo en B. Si su peso es despreciable, calcule las reacciones en A y B.



SOLUCIÓN.



$$\Sigma F_x = 0$$

$$R_{AX} - 20 \text{ N} \cos 70^\circ + 15 \text{ N} \cos 50^\circ = 0$$

$R_{AX} = -2,8 \text{ N}$ El signo negativo indica que R_{AX} actúa hacia la izquierda en lugar de sentido opuesto.

$$\Sigma \tau_B = 0$$

$$-20 \text{ N} \sin 70^\circ (1 \text{ m}) - 30 \text{ N} (4 \text{ m}) - 15 \text{ N} \sin 50^\circ (7 \text{ m}) + R_B (9 \text{ m}) = 0$$

$$R_B (9 \text{ m}) = 219,22 \text{ Nm}$$

$$R_B = 24,36 \text{ N}$$

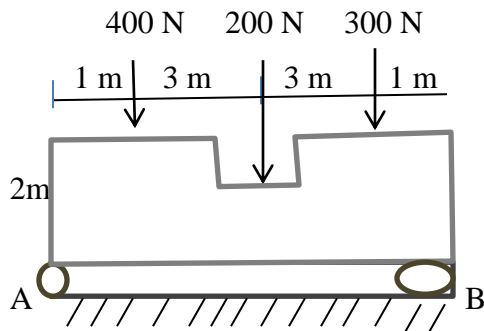
$$\Sigma \tau_B = 0$$

$$-R_{AY} (9 \text{ m}) + 50 \text{ N} (9 \text{ m}) + 20 \text{ N} \sin 70^\circ (8 \text{ m}) + 30 \text{ N} (5 \text{ m}) + 15 \text{ N} \sin 50^\circ (2 \text{ m}) = 0$$

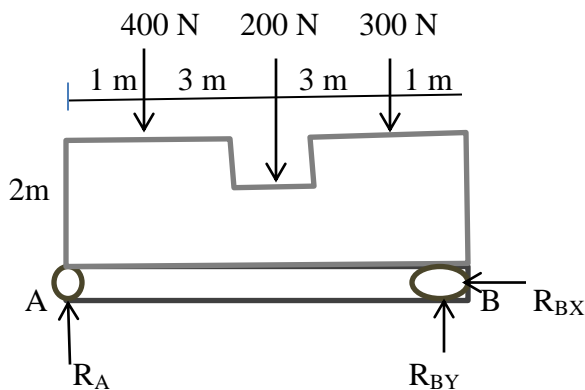
$$R_{AY} (9 \text{ m}) = 773,33 \text{ Nm}$$

$$R_{AY} = 85,92 \text{ N}$$

4. La placa de la figura está apoyada en un rodillo en A y en un pasador liso en B. Cuando se aplica a la placa las tres cargas de la figura, determine las reacciones en A y B.



SOLUCIÓN



$$\Sigma F_x = 0$$

$$R_{Bx} = 0$$

$$\Sigma \tau_A = 0$$

$$- 400\text{N} (1\text{m}) - 200\text{ N} (4\text{ m}) - 300\text{ N} (7\text{ m}) + R_{By}(8\text{ m}) = 0$$

$$R_{By} = 412,5\text{ m}$$

$$(R_B)^2 = (R_{Bx})^2 + (R_{By})^2$$

$$(R_B)^2 = (R_{Bx})^2$$

$$R_B = 412,5\text{ N}$$

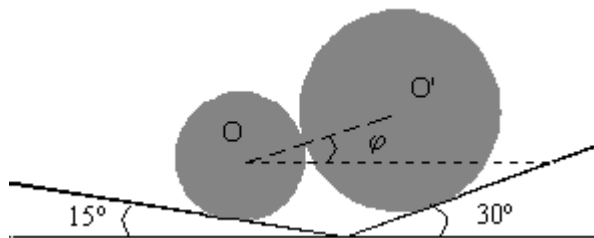
$$\Sigma \tau_B = 0$$

$$- R_A (8\text{ m}) + 400\text{ N}(7\text{ m}) + 200\text{ N} (4\text{ m}) + 300\text{ N}(1\text{ m}) = 0$$

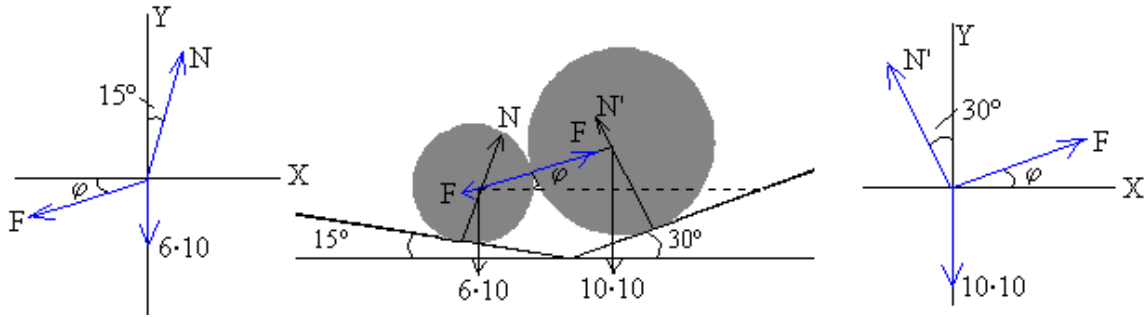
$$R_A = 487,5\text{ N}$$

5. Dos cilindros macizos y homogéneos de pesos 6 y 10 kg respectivamente, se apoyan sin rozamiento sobre los planos inclinados de la figura.

Calcule el ángulo φ que forma con la horizontal la recta OO' que une los centros de los dos cilindros en la posición de equilibrio y la reacción de los planos inclinados



SOLUCIÓN



- Equilibrio del cilindro izquierdo

$$N \cos 15^\circ = F \sin \varphi - 60$$

$$F \cos \varphi = N \sin 15^\circ$$

- Equilibrio del cilindro de la derecha

$$N' \sin 30^\circ = F \cos \varphi$$

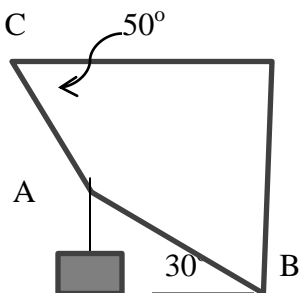
$$N' \cos 30^\circ + F \sin \varphi = 100$$

Solución

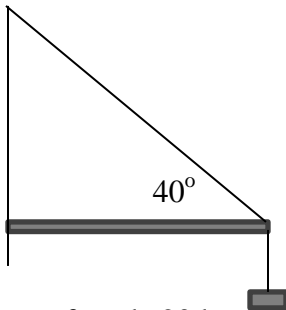
$$F = 57,3 \text{ N}, \varphi = 59,3^\circ, N' = 58,6 \text{ N}, N = 113,1 \text{ N}$$

Actividad de Trabajo Autónomo 9

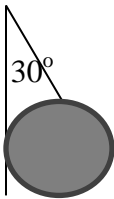
1. En la figura un bloque de 18 kg está suspendido en dos cables AB y AC. Determine la tensión en cada cable.



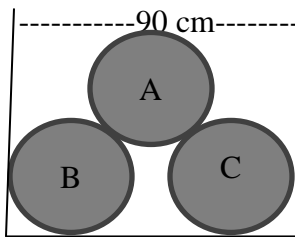
2. En la figura el cuerpo suspendido es de 70 kg, calcule: a. La tensión de la cuerda, b. La fuerza ejercida por la viga de masa despreciable.



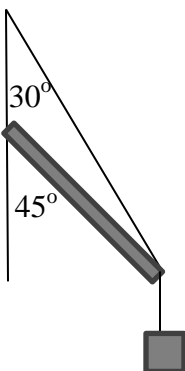
3. Una esfera de 20 kg, se sostiene con una cuerda como indica la figura. Determine: a. La tensión de la cuerda, b. La reacción de la pared sobre la esfera.



4. En la figura, las tres esferas completamente lisas de 20 cm de radio y 40 kg, se encuentran en el interior de una caja de 90 cm de ancho. Calcule: a. La reacción de B sobre A, b. La reacción de la pared sobre B, c. La reacción del suelo sobre C.

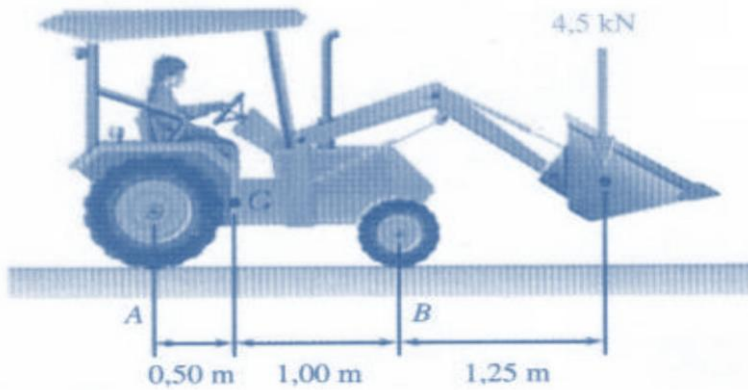


5. En la figura si el cuerpo suspendido es de 30 kg, calcule: a. La tensión en la cuerda, b. La fuerza ejercida por la viga de masa despreciable.

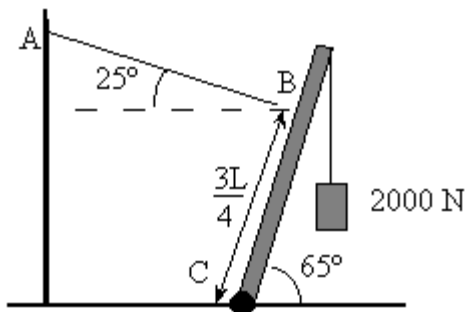


6. Un tractor de 10,5 k N se emplea para elevar 4,5 kN de grava. Calcule las reacciones en cada una de las dos ruedas a. traseras A, b. delanteras B.

Solución: a. 1625 N, b. 5875 N



7. Un brazo de grúa de 1200 N de peso se sostiene por el cable AB de la figura. Este brazo está sujeto al suelo mediante la articulación C, y en la parte superior se cuelga un cuerpo de 2000 N de peso. Encuentre la tensión del cable y las componentes de reacción en la articulación.



Solución. $T = 1465 \text{ N}$, $F_x = 1328 \text{ N}$, $F_y = 2581 \text{ N}$

Laboratorio 8

Tema: Equilibrio de Fuerzas Paralelas

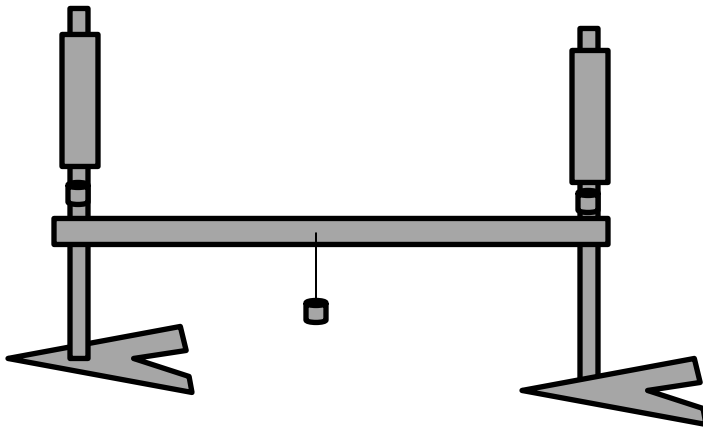
Objetivo:

Determinar que la intensidad de la resultante de dos fuerzas paralelas en equilibrio y en el mismo sentido es igual a la suma de las intensidades de ellas, e igual al peso del cuerpo utilizado.

Equipo

- Regla de 50 cm
- Dos dinamómetros
- Dos masas (50 g y 100 g)
- Tres ganchos
- Dos varillas de 500 mm
- Dos bases triangulares
- Dos mangos en cruz
- Dos espigas de eje

Esquema



Procedimiento

- Registre el peso de la regla
- Arme el equipo de acuerdo al esquema
- Coloque la masa de 50 g en la división 25 de la regla y registre las tensiones leídas en los dos dinamómetros
- Reste a las tensiones el peso de la regla y registre sus diferencias (tensiones corregidas)
- Registre anotaciones similares cambiando la masa de 50 g en las divisiones 20 y 15 de la regla
- Sume las tensiones corregidas para cada una de las divisiones anotadas anteriormente
- Repita y registre operaciones similares con la masa de 100 g.

Tabulación

Masa de la regla =kg

Peso de la regla..... N

Datos observados con la masa de 50 g ($F_R = 0,49$ N)

División (m)	Tensiones leídas		Tensiones corregidas		Σ tensiones corregidas
	F1 (N)	F2 (N)	F1 (N)	F2 (N)	
0,25					
0,20					
0,15					

Datos observados con la masa de 100 g ($F_R = 0,98$ N)

División (m)	Tensiones leídas		Tensiones corregidas		Σ tensiones corregidas
	F1 (N)	F2 (N)	F1 (N)	F2 (N)	
0,25					
0,20					
0,15					

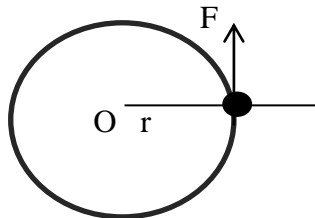
Cálculos

- Calcule el peso de la regla
- Calcule las tensiones leídas en los dinamómetros para las masas de 50 g y 100 g, en las distintas divisiones.
- Calcule las tensiones corregidas para las masas de prueba en las distintas divisiones
- Calcule la suma de las tensiones corregidas en todas las divisiones (F_R)

Conclusiones

2.7. Dinámica Rotacional. Los efectos que ocasiona la aplicación de una fuerza sobre un cuerpo puede ser: deformación, traslación o rotación. En esta parte se analiza el movimiento de rotación.

En la siguiente gráfica se observa que la aplicación de una fuerza F sobre una masa puntual m ocasiona que ésta gire alrededor de un punto O .



El torque producido por F con respecto al punto O es.

$\tau = r \cdot F$, y su módulo es: }

$\tau = r \cdot F \cdot \sin \theta$, siendo $F \cdot \sin \theta$ es la componente tangencial de la fuerza.

$$\tau = r \cdot F_T \quad (1)$$

La fuerza en dirección tangencial es

$$F_T = m \cdot a_T, \text{ donde } a_T = \alpha \cdot r$$

$$F_T = m \cdot \alpha \cdot r \quad (2)$$

De donde reemplazando 2 en 1

$$\tau = (m \cdot r^2) \cdot \alpha$$

La componente normal (centrípeta) de la fuerza no produce rotación de la partícula.

2.7.1. Momento de inercia. En la ecuación $\tau = (m \cdot r^2) \cdot \alpha$, el producto $m \cdot r^2$ se denomina momento de inercia, se le representa por:

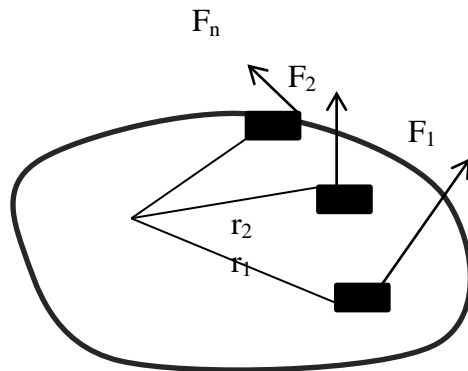
$$I = m \cdot r^2$$

El momento de inercia depende de la masa y de la forma geométrica del cuerpo.

2.7.2. Radio de giro. El radio de giro es la distancia L de la partícula al eje de giro. Se calcula con la ecuación:

$$R_G = \sqrt{\frac{I}{M}}$$

2.7.3. Rotación de un cuerpo rígido. Puede considerarse que un cuerpo sólido está constituido por un conjunto de partículas, las cuales están sujetas a una fuerza externa.



El torque producido por cada fuerza alrededor del eje es:

$$\tau_1 = (m_1 \cdot r_1^2) \cdot \alpha_1$$

$$\tau_2 = (m_2 \cdot r_2^2) \cdot \alpha_2$$

$$\tau_3 = (m_3 \cdot r_3^2) \cdot \alpha_3$$


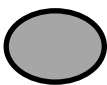

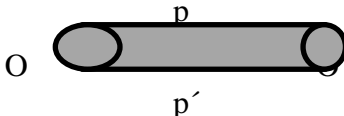
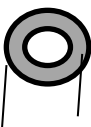
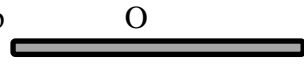
Como el cuerpo es rígido todos los puntos tienen la misma aceleración angular, entonces sumando las ecuaciones anteriores se tiene.

$$\tau_1 + \tau_2 + \tau_3 + \dots + \tau_n = \alpha[(m_1 \cdot r_1^2) + (m_2 \cdot r_2^2) + (m_3 \cdot r_3^2) + \dots + (m_n \cdot r_n^2)]$$

$$\Sigma \tau = \alpha \Sigma m_n \cdot r_n^2$$

$$\tau_{\text{TOTAL}} = \alpha \cdot I_{\text{TOTAL}}$$

2.7.3.1. Momento de inercia de algunos cuerpos respecto a los ejes más comunes.

OBJETO	MOMENTO DE INERCIA
Aro 	$I = m \cdot r^2$
Disco 	$I = \frac{1}{2} m \cdot r^2$
Esfera sólida 	$I = \frac{2}{5} m \cdot r^2$
Cilindro sólido 	$I_{oo'} = \frac{1}{2} m \cdot r^2$ $I_{pp'} = \frac{1}{4} m \cdot (r^2 + \frac{L^2}{3})$
Cilindro hueco 	$I_{pp'} = \frac{1}{2} m \cdot (r_1^2 + r_2^2)$
Varilla delgada 	$I_{oo'} = \frac{1}{12} m \cdot L^2$ $I_{pp'} = \frac{1}{3} M \cdot L^2$

2.7.4. Segunda ley de Newton para la rotación. La ecuación $\Sigma \tau = I \cdot \alpha$ se denomina Segunda Ley de Newton para la rotación.

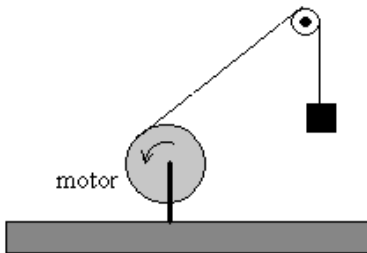
La correlación entre traslación y rotación se representa en el siguiente cuadro:

TRASLACIÓN	ROTACIÓN
Fuerza (F)	Torque (τ)
Masa (m)	Momento de inercia (I)

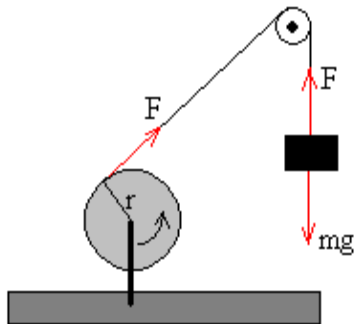
Aceleración (a) $\Sigma F = m \cdot a$	Aceleración angular (α) $\Sigma \tau = I \cdot \alpha$
---	--

Problemas resueltos

1. Un bloque de 2000 kg está suspendido en el aire por un cable de acero que pasa por una polea y acaba en un torno motorizado. El bloque asciende con velocidad constante de 8 cm/s. El radio del tambor del torno es de 30 cm y la masa de la polea es despreciable. a. ¿Cuánto vale el momento que ejerce el cable sobre el tambor del torno?, b. ¿Cuánto vale la velocidad angular del tambor del torno?



SOLUCIÓN

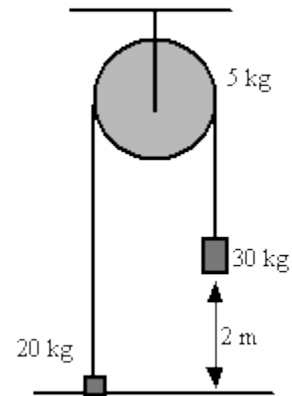


Tensión de la cuerda, es el peso del bloque, $F = 2000 \text{ kg} \cdot 9,8 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} = 19600 \text{ N}$

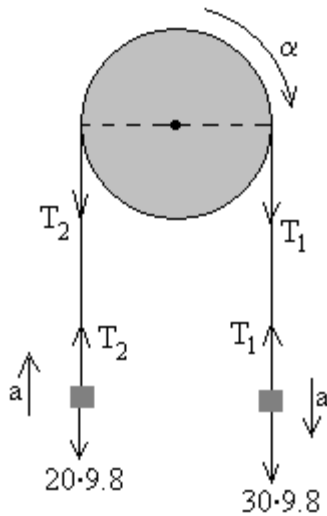
a. Momento, $\tau = F \cdot r = 19600 \text{ N} \cdot 0,3 \text{ m}$
 $\tau = 5880 \text{ N} \cdot \text{m}$

b. Velocidad angular, $\omega = \frac{v}{r} = \frac{0,08 \frac{\text{m}}{\text{s}}}{0,3 \text{ m}}$
 $\omega = 0,27 \frac{\text{rad}}{\text{s}}$

2. El sistema de la figura está inicialmente en reposo. El bloque de 30 kg está a 2 m del suelo. La polea es un disco uniforme de 20 cm de diámetro y 5 kg de masa. Se supone que la cuerda no resbala sobre la polea. Encontrar: a. La velocidad del bloque de 30 kg justo antes de tocar el suelo, b. La velocidad angular de la polea en ese instante, c. Las tensiones de la cuerda, d. El tiempo que tarda el bloque de 30 kg en tocar el suelo.



SOLUCIÓN.



Escribimos las ecuaciones del movimiento

- Del movimiento cada uno de los bloques
- Del movimiento de rotación del disco

$$30 \text{ kg} \cdot 9,8 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} - T_1 = 30 \text{ kg} \cdot a$$

$$T_2 - 20 \text{ kg} \cdot 9,8 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} = 20 \text{ kg} \cdot a$$

$$T_1 \cdot 0,1 \text{ m} - T_2 \cdot 0,1 \text{ m} = \frac{1}{2} \cdot (5 \text{ kg} \cdot (0,1 \text{ m})^2) \alpha$$

La relación entre la aceleración de los bloques a y la aceleración angular α del disco es

$$a = \alpha \cdot 0,1$$

Resolviendo el sistema de ecuaciones, $a = 1,87 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$

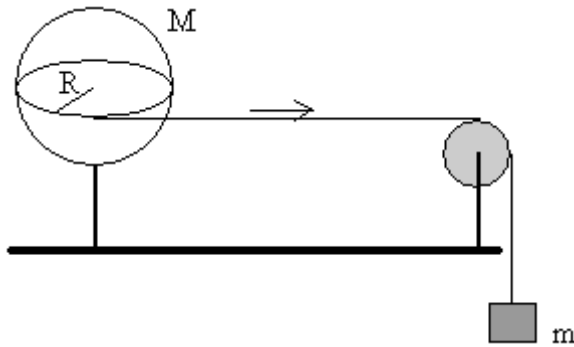
Si el bloque de 30 kg cae 2 m partiendo del reposo.

$$2 = \frac{1}{2} \cdot a t^2$$

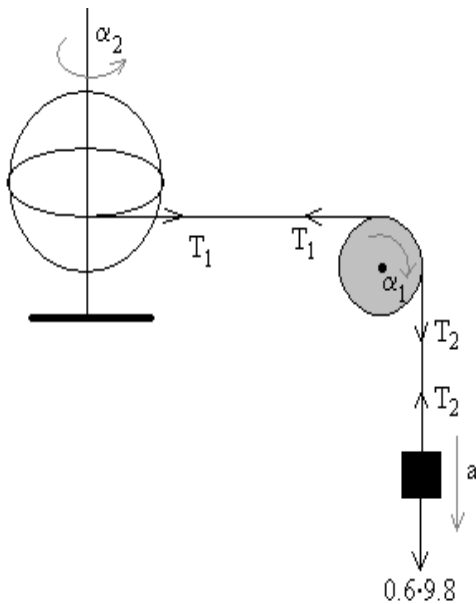
$$v = a \cdot t$$

De donde se obtiene $v = 2,73 \frac{m}{s}$

3. Una esfera hueca de masa $M = 6 \text{ kg}$ y radio $R = 8 \text{ cm}$ puede rotar alrededor de un eje vertical. Una cuerda sin masa está enrollada alrededor del plano ecuatorial de la esfera, pasa por una polea de momento de inercia $I = 3 \cdot 10^{-3} \text{ kg} \cdot \text{m}^2$ y radio $r = 5 \text{ cm}$ y está atada al final a un bloque de masa $m = 0.6 \text{ kg}$. No hay fricción en el eje de la polea y la cuerda no resbala. ¿Cuál es la velocidad del bloque cuando ha descendido 80 cm ?. I (esfera hueca) $= \frac{2}{3} MR^2$



SOLUCIÓN:



Ecuaciones del movimiento de cada uno de los cuerpos

$$T_1 \cdot 0,08 = \left(\frac{2}{3} \cdot 6 \cdot 0,08^2\right) \alpha_2$$

$$T_2 \cdot 0,05 - T_1 \cdot 0,05 = 3 \cdot 10^{-3} \alpha_1$$

$$0,6 \cdot 9,8 - T_2 = 0,6 \cdot a$$

Relación entre la aceleración a del bloque y las aceleraciones angulares de la esfera y de la polea

$$a = \alpha_1 \cdot 0,05 = \alpha_2 \cdot 0,08$$

Resolviendo el sistema de ecuaciones,

$$a = 1,013 \frac{m}{s^2}$$

Si el cuerpo de 0,6 kg desciende 0,8 m partiendo del reposo

$$0,8 = \frac{1}{2} \cdot a \cdot t^2$$

$$v = a \cdot t$$

De donde se obtiene $v = 1,273 \frac{\text{m}}{\text{s}}$

Actividad de Trabajo Autónomo 10

1. Una rueda de 6 kg de masa y radio de giro 40 cm posee un movimiento de rotación con una velocidad de 300 rpm. Calcule su momento de inercia.

Solución: $0,96 \text{ kg m}^2$

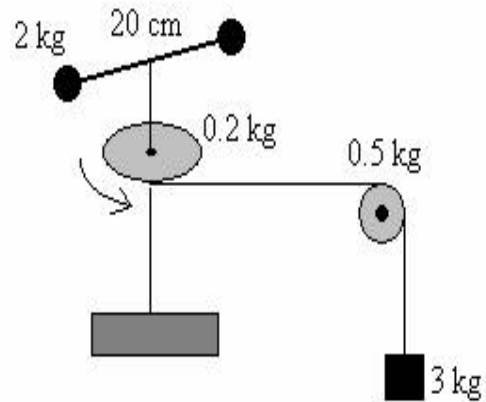
2. Una hélice de avión pesa 70 N y tiene un radio de giro de 0,5 m. Calcule el momento de inercia y el momento del par que le comunica una aceleración angular de $25 \frac{\text{rad}}{\text{s}^2}$.

Solución: $1,78 \text{ kg m}^2$, $44,5 \text{ kgm}$.

3. Una polea de 50 cm de diámetro y 10 kg de masa está montada sobre un eje horizontal sin fricción. Mediante una cuerda enrollada en el borde se suspende una masa de 0,2 kg. Si al soltar la masa ésta desciende 2 m en 4 s, determine cuál es el radio de giro de la rueda.

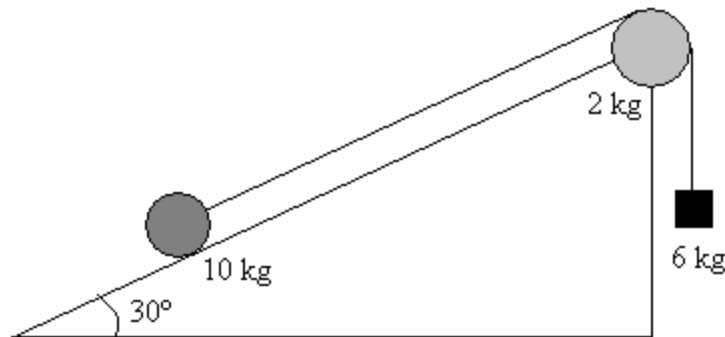
Solución: $0,22 \text{ m}$

4. Un disco de 0,2 kg y de 10 cm de radio se hace girar mediante una cuerda que pasa a través de una polea de 0,5 kg y de 7 cm de radio. De la cuerda cuelga un bloque de 3 kg, tal como se muestra en la figura. El disco gira alrededor de un eje vertical en cuyo extremo hay una varilla de 0,75 kg masa y de 20 cm de longitud perpendicular al eje y en cuyos extremos se han fijado dos esferas iguales de 2 kg de masa y 5 cm de radio. Se suelta el bloque y el dispositivo comienza a girar. Calcule: a. El momento de inercia del dispositivo, b. La aceleración del bloque, c. La velocidad del bloque cuando ha descendido 2 m partiendo del reposo.



Solución: a. $0,0475 \text{ kg m}^2$, b. $3,675 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$, c. $3,83 \frac{\text{m}}{\text{s}}$

5. Un bloque de 6 kg y una esfera de 10 kg están unidos por un hilo inextensible y sin peso que pasa a través de una polea en forma de disco de 2 kg de masa. La esfera rueda sin deslizar a lo largo de un plano inclinado 30° . Calcule: a. La(s) tensión(es) de la cuerda, b. La aceleración del sistema, c. La velocidad de la esfera y del bloque cuando se han desplazado 1.5 m partiendo del reposo. Dato, el momento de inercia de la esfera es $\frac{2}{5} mr^2$.



UNIDAD 3

TRABAJO, POTENCIA Y ENERGÍA

RESULTADOS DEL APRENDIZAJE

- Aplicar los conocimientos teórico-prácticos adquiridos sobre trabajo mecánico en la solución de problemas físicos, de su especialidad y de la vida cotidiana.
- Identificar las aplicaciones más importantes de potencia mecánica en la ciencia y la tecnología, como un mecanismo adecuado para la solución de problemas prácticos.
- Utilizar los principios y leyes de los diversos tipos de energía en la solución de situaciones cotidianas y en problemas de su especialidad.

3.1.Trabajo. El trabajo efectuado por un cuerpo es una magnitud escalar que se define como el producto de la fuerza aplicada por la distancia recorrida por el mismo. Es decir.

$$W = F \cdot d$$

Las unidades SI de trabajo son:

$$W = N \cdot m = \text{Joules (J)}$$

En el Sistema CGS el trabajo se mide en: $W = \text{dina} \cdot \text{cm} = \text{ergio}$

En el Sistema Técnico el trabajo se mide en: $W = \text{kgf} \cdot \text{m} = \text{kfm (kilográmetro)}$

EQUIVALENCIAS:

$$1 \text{ J} = 10^7 \text{ ergios}$$

$$1 \text{ kgm (kp)} = 9,8 \text{ J}$$

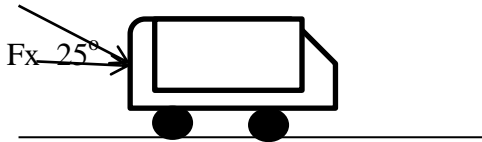
Por definición el trabajo es el producto escalar del vector fuerza por el vector desplazamiento:

$$W = F \cdot \Delta r$$

$$W = F \cdot \Delta r \cdot \cos \theta$$

Problemas Resueltos

1. Fátima en un supermercado empuja un carrito con una fuerza de 35 Newton dirigida a un ángulo de 25° hacia abajo desde la horizontal. Encuentre el trabajo que realiza Fátima conforme se mueve por un pasillo de 50 m. de longitud.



SOLUCIÓN:

$$F_x = F \cos 25^\circ$$

$$F_x = 35 \text{ N} \cdot \cos 25^\circ$$

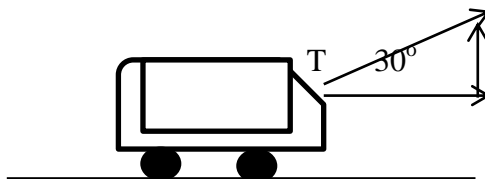
$$F_x = 31,72 \text{ N}$$

$$W = F_x \cdot d$$

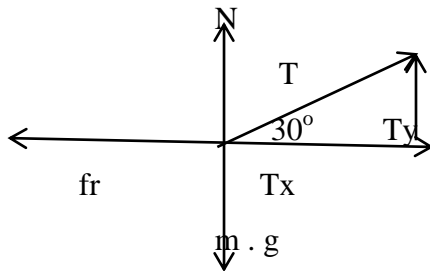
$$W = 31,72 \text{ N} \cdot 50 \text{ m}$$

$$W = 1586,03 \text{ J}$$

2. Un hombre jala a su niña en un trineo por una calle cubierta de nieve a una velocidad constante. La masa de la niña es 40 kg y la del trineo es 5kg. El coeficiente de fricción cinética entre los patines y la nieve es 0,1, y el ángulo que hace la cuerda tirante con la horizontal es de 30° . ¿Cuánto trabajo hace el hombre para jalar a su hija 100m?



SOLUCIÓN



$$\Sigma F_x = 0$$

$$T \cos 30^\circ - fr = 0$$

$$0,866 T - 0,1 \cdot N = 0 \quad (1)$$

$$\Sigma F_y = 0$$

$$T \sin 30^\circ + N - m \cdot g = 0$$

$$0,5 T + N - 441N = 0 \quad (2)$$

Resolviendo las ecuaciones (1) y (2) se obtiene

$$T = 48,1 \text{ N}$$

Entonces el trabajo efectuado por esta fuerza es.

$$W = T \cdot d \cdot \cos \theta$$

$$W = 48,1 \text{ N} \cdot 100 \text{ m} \cdot \cos 30^\circ$$

$$W = 4170 \text{ J}$$

3. Un bloque de 2,5 kg de masa es empujado 2,2 metros a lo largo de una mesa horizontal sin fricción por una fuerza constante de 16 Newton dirigida a 25° debajo de la horizontal. Encuentre el trabajo efectuado por: a) La fuerza aplicada b) La fuerza normal ejercida por la mesa c) La fuerza de la gravedad d) La fuerza neta sobre el bloque.

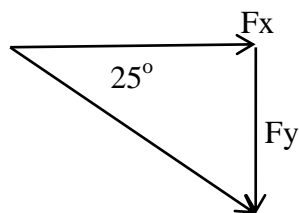
SOLUCIÓN

- a. Trabajo efectuado por la fuerza aplicada

$$F_x = F \cos 25^\circ$$

$$F_x = 16 \text{ N} \cdot \cos 25^\circ$$

$$F_x = 14,5 \text{ N}$$



$$W = F_x \cos \theta \cdot d$$

$$W = 14,5 \text{ N} \cdot 2,2 \text{ m}$$

$$W = 31,9 \text{ J}$$

- b. Trabajo efectuado por la fuerza normal ejercida por la mesa La fuerza normal N está a 90° respecto al desplazamiento F_x . Cuando la fuerza es perpendicular al desplazamiento se dice que no existe TRABAJO.

$$\Sigma F_y = 0$$

$$N - mg = 0$$

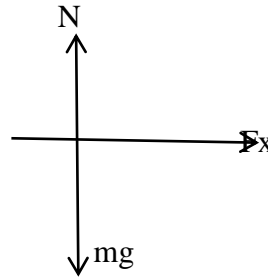
$$N = mg = 2,5 \text{ kg} \cdot 9,8 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

$$N = 24,5 \text{ N}$$

$$W = N \cdot d \cdot (\cos 90^\circ)$$

$$W = 24,5 \text{ N} \cdot 2,2 \text{ m} \cdot (0)$$

$$W = 0$$



- c. Trabajo efectuado por la fuerza de la gravedad

El peso mg está a 90° respecto al desplazamiento F_x . Cuando la fuerza es perpendicular al desplazamiento se dice que no existe trabajo.

$$W = m \cdot g \cdot d \cdot \cos -90^\circ$$

$$W = 24,5 \text{ N} \cdot 2,2 \text{ m} \cdot (0)$$

$$W = 0$$

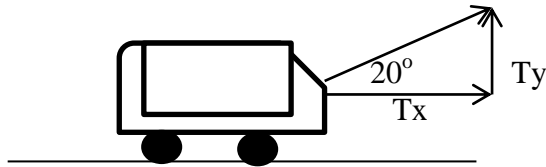
- d. El trabajo efectuado por la fuerza neta sobre el bloque

$$\Sigma(F_x + N + mg)$$

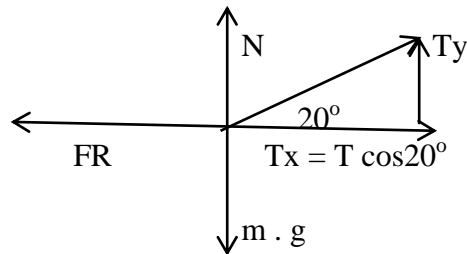
$$\Sigma(31,9 \text{ J} + 0 + 0) = 31,9 \text{ J}$$

4. Una carretilla cargada con ladrillos tiene una masa total de 18 kg y se jala con rapidez constante por medio de una cuerda. La cuerda esta inclinada a 20° sobre la horizontal y la carretilla se mueve 20 m sobre una superficie horizontal. El coeficiente de fricción cinética entre el suelo y la carretilla es de 0,5. a. Cuál es la

tensión en la cuerda?, b. Cuanto trabajo efectúa la cuerda sobre la carretilla? , c. Cuál es la energía perdida debido a la fricción.



SOLUCIÓN



a. $\Sigma F_x = 0$ por que se desplaza a velocidad constante.

$$T_x = -FR = 0 \text{ Pero: } FR = \mu N$$

$$T_x = FR$$

$$T \cos 20 - \mu N = 0$$

$$T \cos 20 = \mu N$$

$$0,94 T - 0,5 \cdot N = 0$$

$$N = \frac{0,94 \cdot T}{0,5} ; N = 1,88 T \quad (1)$$

$$\Sigma F_y = 0$$

$$N + T \cdot \text{sen } 20^\circ - mg = 0$$

$$N + T \text{ sen } 20^\circ - 18 \text{ kg} \cdot 9,8 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} = 0$$

$$N + 0,34 T - 176,4 \text{ N} = 0 \quad (2)$$

Resolviendo las ecuaciones (1) y (2).

$$1,88 T + 0,34 T - 176,4 \text{ N} = 0 \quad (2)$$

$$2,22 T = 176,4 \text{ N}$$

$$T = 79,46 \text{ N}$$

b. Cuanto trabajo efectúa la cuerda sobre la carretilla?

$$T_x = T \cos 20 = 79,46 \text{ N} \cdot \cos 20 = 74,67 \text{ N}$$

$$T_x = 74,67 \text{ N}$$

$$W = T_x (\cos 0) \cdot d$$

$$W = 74,67 \text{ N} \cdot 1 \cdot 20 \text{ m}$$

$$W = 1493,4 \text{ J}$$

c. Cuál es la energía perdida debido a la fricción.

$$T_x = FR$$

$$T_x = T \cos 20^\circ = FR$$

$$FR = T \cos 20^\circ$$

$$T_x = 74,67 \text{ N}$$

$$FR = 74,67 \text{ N}$$

Observamos que la fuerza de rozamiento FR está 180° respecto del desplazamiento de la carretilla.

$$W = FR (\cos 180) \cdot d$$

$$W = 74,67 \text{ N} (-1) \cdot 20 \text{ m}$$

$$W = - 1493,4 \text{ J}$$

Actividad de Trabajo Autónomo 11

1. Una losa de mármol de 2 m de longitud y 250 kp de peso está apoyada sobre una superficie horizontal. Calcule el trabajo que hay que realizar para ponerla en posición vertical.

Solución 250 kpm.

2. Un bulto de 400 kp de peso se eleva hasta una plataforma de 1 m por medio de un plano inclinado de 6 m de longitud. Calcule la fuerza paralela al plano, que es necesario aplicar y el trabajo realizado, suponiendo que no existe rozamiento.

Solución: 100 kp, 600 kpm

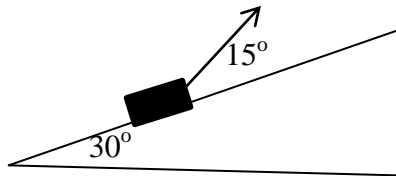
3. Un tren de 50 Tm es arrastrado para ascender por un tramo de vía de 800 m de longitud con una velocidad constante de 20 km/h. Sabiendo que la pendiente del tramo es del 1,2% y que la fuerza de rozamiento es 4 kp/Tm, calcule: a. El trabajo realizado por la fuerza de arrastre contra la gravedad, b. El trabajo total realizado.

Solución: a. $4,8 \times 10^5$ kpm, b. $6,4 \times 10^5$ kpm

4. Un hombre sube con una velocidad constante un cuerpo de 42 kg hasta una altura de 5,8 m. Determine el trabajo realizado si utiliza una rampa de 10 m y no hay rozamiento.

Solución: 2387,3 J

5. Un cuerpo de 10 kg es arrastrado 20 m hacia arriba de un plano inclinado por una fuerza de 160 N como indica la figura. Si $u = 0,2$, determine: a. El trabajo realizado por F, b. El trabajo realizado por la normal, c. El trabajo realizado por el peso, d. El trabajo realizado por la fuerza de rozamiento, e. El trabajo neto.



3.2.Potencia. La potencia de un mecanismo se define como el cociente entre el trabajo efectuado y el intervalo de tiempo en que fue realizado, es decir.

$$P = \frac{W}{t}$$

Desde el punto de vista tecnológico, la potencia es la rapidez con la que una máquina puede efectuar un trabajo.

Si en la ecuación anterior se reemplaza $W = F \cdot d$, se obtiene:

$$P = \frac{F \cdot d}{t}$$

$$P = F \cdot v$$

$$P = F \cdot v \cdot \cos \theta$$

La unidad SI de potencia es: $P = \frac{J}{s} = \text{vatio (watt)}(w)$

En el Sistema CGS la potencia se mide en: $P = \frac{\text{ergio}}{s}$

En el Sistema Técnico, $P = \frac{\text{kg m}}{s}$

También se utilizan otras unidades para medir la potencia, éstas son:

Caballo de vapor (CV) = $75 \frac{\text{kg m}}{s} = 736 \text{ w}$

Caballo de fuerza (HP) = $76 \frac{\text{kg m}}{s} = 746 \text{ w}$

Equivalencias entre unidades de potencia más utilizadas:

1 kw = 1000 w

1 w = $10^7 \frac{\text{ergio}}{s}$

Problemas Resueltos

1. Calcule la potencia de una grúa que es capaz de levantar 30 bultos de cemento hasta una altura de 10 metros en 2 segundos, si cada bulto tiene una masa de 50 kg.

DATOS:

$$m = 50 \text{ kg} \cdot 30 = 1500 \text{ kg}$$

$$t = 2 \text{ s}$$

$$d = 10 \text{ m}$$

SOLUCIÓN.

$$w = m \cdot g$$

$$w = 1500 \text{ kg} \cdot 9,8 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

$$w = 14\,700 \text{ N}$$

$$W = F \cdot d$$

$$W = 14\,700 \text{ N} \cdot 10 \text{ m}$$

$$W = 147\,000 \text{ J}$$

$$P = \frac{W}{t}$$

$$P = \frac{14\,700\text{J}}{2\text{ s}}$$

$$P = 7350\text{ w}$$

2. ¿A qué altura se puede elevar una masa de 100 kg en 3 segundos con un motor de 400 w?

DATOS:

$$m = 100\text{ kg}$$

$$t = 3\text{ s}$$

$$P = 400\text{ w}$$

SOLUCIÓN:

$$w = m \cdot g$$

$$w = 100\text{ kg} \cdot 9,8 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

$$w = 980\text{ J}$$

$$P = \frac{F \cdot d}{t}$$

$$d = h = \frac{P \cdot t}{F}$$

$$h = \frac{400\text{ w} \cdot 3\text{ s}}{980\text{ J}}$$

$$h = 1,22\text{ m}$$

3. Calcule la potencia del motor de un automóvil de 1000 kp de peso que marcha a una velocidad de 70 km/h ascendiendo por una pendiente del 3%. Exprese el resultado en caballos de vapor, suponiendo que no existe rozamiento.

DATOS:

$$w = F = 1000\text{ kp}$$

$$v = 70 \frac{\text{km}}{\text{h}} = 19,444 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$\text{Pendiente} = 3\% = 0,03$$

SOLUCIÓN:

$$P = F \cdot v$$

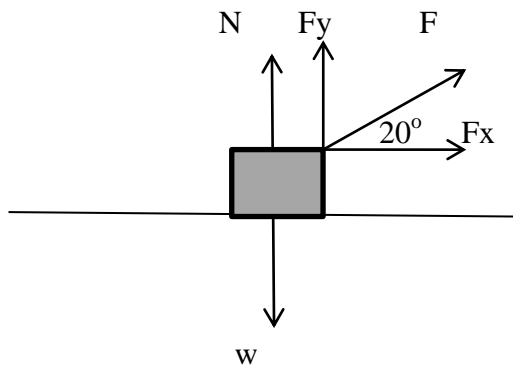
$$P = 1000 \text{ kp} \cdot 19,444 \frac{\text{m}}{\text{s}} \cdot 0,03$$

$$P = 583,32 \frac{\text{kp} \cdot \text{m}}{\text{s}} \cdot \frac{1 \text{ CV}}{75 \text{ kpm/s}}$$

$$P = 7,78 \text{ CV}$$

4. Calcule la potencia desarrollada por un hombre que arrastra un peso de 100 kp a una velocidad de $1 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ ejerciendo una fuerza que forma un ángulo de 20° con la horizontal y sabiendo que el coeficiente de rozamiento es 0,9.

SOLUCIÓN.



$$\Sigma F_x = 0$$

$$F \cdot \cos \theta - fr = 0$$

$$F \cdot \cos \theta = u \cdot N \quad (1)$$

$$\Sigma F_y = 0$$

$$F \cdot \sin \theta + N - w = 0$$

$$N = w - F \cdot \sin \theta \quad (2)$$

Sustituyendo (1) en (2) y despejando F se obtiene:

$$F = \frac{u \cdot W}{\cos \theta + u \sin \theta}$$

$$F = \frac{0,9 \times 100 \text{ kp}}{\cos 20 + 0,9 \sin 20}$$

$$F = 72,14 \text{ kp} \cdot \frac{9,8 \text{ N}}{1 \text{ kp}}$$

$$F = 706,97 \text{ N}$$

$$P = F \cdot v$$

$$P = 706,97 \text{ N} \times 1 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$P = 706,97 \text{ w}$$

5. Calcule la potencia de un motor, que para adquirir una velocidad de $(-32,4 \text{ i} + 43,2 \text{ j}) \frac{\text{km}}{\text{h}}$ ejerce una fuerza de tracción en las ruedas de $(-2664 \text{ i} + 3552 \text{ j}) \text{ N}$ usando a. el método vectorial, b. método escalar.

SSOLUCIÓN

Método vectorial

$$v = (-32,4 \text{ i} + 43,2 \text{ j}) \frac{\text{km}}{\text{h}} = (-9 \text{ i} + 12 \text{ j}) \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$F = (-2664 \text{ i} + 3552 \text{ j}) \text{ N}$$

$$P = F \cdot v$$

$$P = F_x v_x + F_y v_y$$

$$P = [(-9)(-2664) + (12)(3552)] \text{ w}$$

$$P = (23\,976 + 42\,624) \text{ w}$$

$$P = 66\,600 \text{ w}$$

a. Método escalar

$$v = (-9 \text{ i} + 12 \text{ j}) \frac{\text{m}}{\text{s}} = (15 \frac{\text{m}}{\text{s}}, 126,87^\circ)$$

$$F = (-2664 \text{ i} + 3552 \text{ j}) \text{ N} = (4440 \text{ N}, 126,87^\circ)$$

$$P = F \cdot v \cdot \cos \theta$$

$$P = (4440 \text{ N} \cdot 15 \frac{\text{m}}{\text{s}}) \cdot \cos 126,87^\circ$$

$$P = 66\,600 \text{ w}$$

Actividad de Trabajo Autónomo 12

1. Calcule la potencia media necesaria para elevar por medio de un sistema de poleas cuyo rendimiento es del 75%, un peso de 300 kp a una altura de 6 m en 30 segundos. Exprese el resultado en caballos de vapor.

Solución: 5 CV

2. Calcule el peso de un automóvil de 40 CV de potencia que marcha por una carretera horizontal a una velocidad de 50 km/h, sabiendo que el coeficiente de rozamiento entre el vehículo y la carretera es igual a 0,15.

Solución. 1440 kp

3. Un hombre de 65 kg lleva un cuerpo de 20 kg desde una altura de 6,5 m hasta otra de 12 m. El hombre utiliza 5 minutos para recorrer la distancia entre los dos sitios que es de 14,4 m. Calcule la potencia media desarrollada por el hombre.

4. Calcular la potencia de una máquina que eleva 20 ladrillos de 500 g cada uno a una altura de 2 m desde el suelo en 1 minuto. Se considera que no hay cambio de velocidad al levantar los ladrillos.

Solución: 3,33 w

5. Un tren de 210 toneladas sube por una rampa del 3%. Si $\mu = 0,05$ calcule la potencia que debe tener la locomotora en HP para que partiendo del reposo alcance la velocidad de 57,6 km/h en 1,5 minutos.

6. Un elevador ha subido 10 pasajeros, cada uno de ellos pesa 80 N, una altura de 300 m en 3 minutos. Si el peso del elevador es 1000 N, cuál es la potencia del motor que lo mueve.

Solución: 3000 w

7. Sobre un cuerpo cuya masa es 10 kg actúa una fuerza de 60 N durante 12 s. Si la velocidad inicial del cuerpo era de 60 m/s, calcule a. el trabajo efectuado por la fuerza, b. la potencia desarrollada.

Solución: a. 69 120 J, b. 5760 w

3.3. Máquinas Simples. Una máquina simple es un dispositivo en el que tanto la energía que se suministra como la que se produce se encuentran en forma de trabajo mecánico y todas sus partes son sólidos rígidos. Las máquinas son mecanismos usados para transmitir fuerzas, cuyas direcciones y magnitudes pueden cambiar, pero no aumentan el trabajo producido. Se usan para vencer resistencias mediante fuerzas llamadas potencias.

Dentro de las máquinas simples se encuentra: palancas, poleas, planos inclinados, tornos y cuñas.

Las máquinas simples se caracterizan por su ventaja mecánica (VM), que es la razón entre la fuerza resistente (R) ejercida por la máquina y la fuerza aplicada a la misma (P)

$$VM = \frac{R}{P}$$

Si $P < R$, entonces $VM > 1$, máquina ventajosa

Si $P = R$, entonces $VM = 1$, máquina indiferente

Si $P > R$, entonces $VM < 1$, máquina desventajosa

3.3.1. Palanca. Es una barra rígida que puede girar alrededor de un punto fijo llamado apoyo. La distancia entre el punto de apoyo y el punto de aplicación de la potencia y resistencia se denomina brazo de potencia y brazo de resistencia.

Cuando la palanca está en equilibrio, la suma de los momentos de todas las fuerzas con relación a un punto cualquiera es igual a cero, es decir:

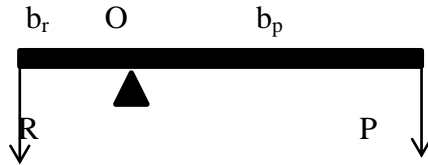
$$\Sigma \tau_o = 0$$

$$P \cdot b_p = R \cdot b_R$$

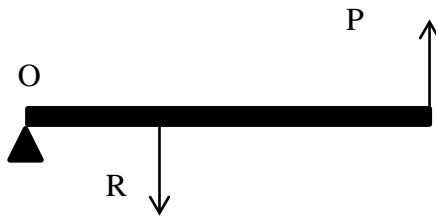
Según la posición del punto de apoyo se conoce tres tipos de palancas.

3.3.1.1. Primer Género. El punto de apoyo está entre la potencia y la resistencia.

Dos aplicaciones de estas palancas son la tijera y el martillo para sacar clavos.

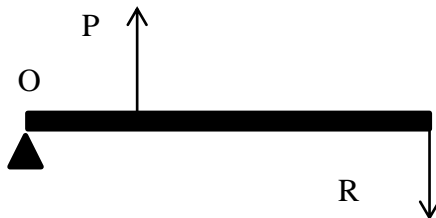


3.3.1.2. Segundo Género. El punto de apoyo está en el extremo y la fuerza R está entre el apoyo y la fuerza P.



Aplicaciones de estas palancas es la carretilla y el uso de remos de un bote

3.3.1.3. Tercer Género. El punto de apoyo está en el extremo y la potencia P está entre el apoyo y la fuerza R.



Algunas aplicaciones de palancas de tercer género son: el hasta que lleva el abanderado y el uso de la caña de pescar.

En las máquinas simples ideales, el trabajo producido por la potencia es igual al trabajo consumido por la resistencia.

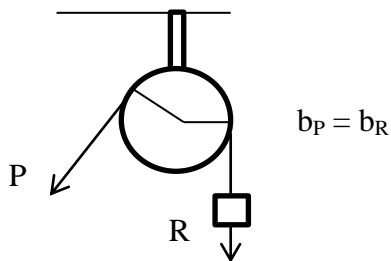
$$W_p = W_R$$

$$P \cdot b_p = R \cdot b_R$$

$\frac{P}{R} = \frac{b_R}{b_p}$, es decir las fuerzas son inversamente proporcionales a los desplazamientos.

3.3.2. Polea. La polea es una rueda que puede girar libremente alrededor de su eje, por cuyo borde acanalado pasa una cuerda. Pueden ser fijas o móviles.

3.3.2.1. Polea fija. Es una palanca de primer género cuyo eje es fijo. La potencia se aplica a un extremo de la cuerda y la resistencia al otro extremo.



Como los brazos de la potencia y resistencia son iguales y los desplazamientos son iguales, esta polea solamente cambia la dirección de la potencia.

La condición de equilibrio es:

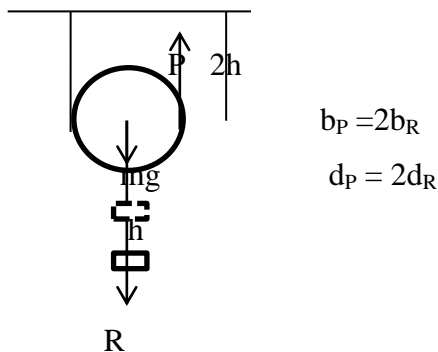
$$\Sigma \tau_o = 0$$

$$P \cdot b_p - R \cdot b_R = 0$$

$$P = R$$

Por lo tanto: $VM = 1$

3.3.2.2. Polea móvil. Es una palanca de segundo género cuyo extremo es móvil. La potencia se aplica en un extremo de la cuerda, mientras el otro extremo es fijo.



Como el brazo de la potencia es el doble que el brazo de la resistencia y el desplazamiento realizado por la potencia es el doble del desplazamiento de la resistencia, la polea móvil cambia la dirección y el módulo de la potencia a la mitad de la resistencia.

La condición de equilibrio es:

$$\Sigma \tau_o = 0$$

$$P \cdot b_p - (R + m \cdot g) \cdot b_R = 0$$

$$P \cdot 2 b_R = (R + m \cdot g) \cdot b_R$$

$$P = \frac{1}{2} (R + m \cdot g)$$

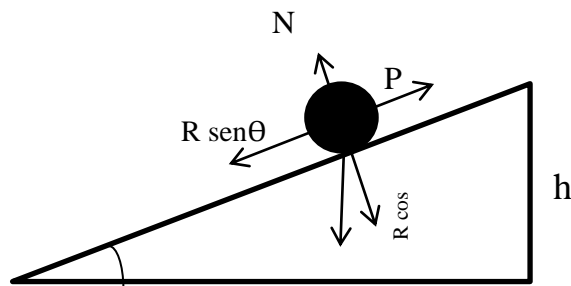
La ventaja mecánica es:

$$VM = \frac{R}{P}$$

$$VM = \frac{R}{\frac{R}{2}}$$

$$VM = 2$$

3.3.3. Plano inclinado (cuña). Se utiliza para reducir la magnitud de la potencia necesaria para mover un cuerpo a lo largo del plano inclinado, donde la resistencia opuesta por el cuerpo es el peso del mismo.



En el plano inclinado, la potencia necesaria es menor que si se levantara el cuerpo verticalmente, pero el desplazamiento es mayor.

La condición de equilibrio es:

$$\Sigma F = 0$$

$$P = R \cdot \text{sen } \theta$$

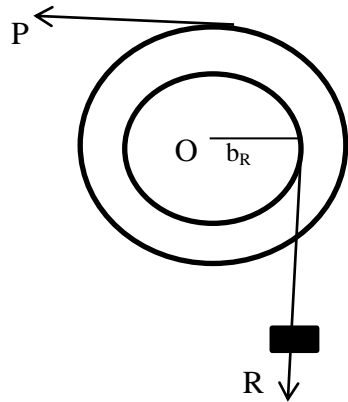
$$P = \frac{R \cdot h}{d}$$

La ventaja mecánica es:

$$VM = \frac{R}{P}$$

$$VM = \frac{d}{h}$$

- 3.3.4. Torno.** Es un cilindro horizontal unido a una manivela que gira alrededor de su eje. Contorno al cilindro se enrolla una cuerda que levanta la carga R y sobre la manivela se aplica la fuerza motriz P .



El torno es una palanca de primer género de brazos desiguales donde $b_p > b_R$, razón por la cual la potencia es menor que la resistencia.

La condición de equilibrio es igual que de la palanca.

$$\Sigma \tau_o = 0$$

$$P \cdot b_p = R \cdot b_R$$

$$P = \frac{R b_R}{b_p}$$

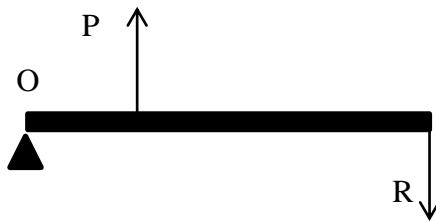
La ventaja mecánica es:

$$VM = \frac{R}{P}$$

$$VM = \frac{b_p}{b_R}$$

Problemas Resueltos

1. Un abanderado hace con las manos una fuerza de 15 kgf a 40 cm de un extremo del asta de 2,2 m de longitud para mantenerla horizontal. Cuál es el peso de la bandera colocada en el otro extremo cuando a. El peso del asta es despreciable, b. El peso del asta es de 8 kgf, c. La ventaja mecánica en cada caso.



a. $\Sigma\tau_o = 0$

$$15 \text{ kgf} \cdot 0,4 \text{ m} - R \cdot 2,2 \text{ m} = 0$$

$$R = 2,73 \text{ kgf}$$

$$VM = \frac{R}{P}$$

$$VM = \frac{2,73 \text{ kgf}}{15 \text{ kgf}}$$

$$VM = 0,18$$

b. $\Sigma\tau_o = 0$

$$15 \text{ kgf} \cdot 0,4 \text{ m} - 8 \text{ kgf} \cdot 1,1 \text{ m} - R \cdot 2,2 \text{ m} = 0$$

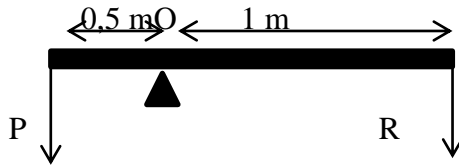
$$R = 1,27 \text{ kgf}$$

$$VM = \frac{R}{P}$$

$$VM = \frac{1,27 \text{ kgf}}{15 \text{ kgf}}$$

$$VM = 0,08$$

2. Calcule el valor de la fuerza P que será necesario aplicar para vencer la resistencia de 2000 N. Cuál es la ventaja mecánica



$$\Sigma \tau_o = 0$$

$$P \cdot 0,5 \text{ m} - 2000 \text{ N} \cdot 1 \text{ m} = 0$$

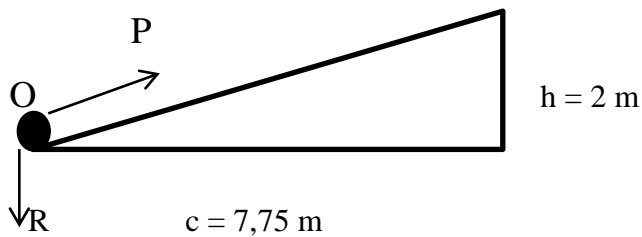
$$P = 4000 \text{ N}$$

$$VM = \frac{R}{P}$$

$$VM = \frac{2000 \text{ N}}{4000 \text{ N}}$$

$$VM = 0,5$$

3. Se desea elevar una carga $R = 200 \text{ N}$ hasta una altura de 2 m , haciendo uso de un plano. Calcule el valor de la fuerza necesaria.



SOLUCIÓN

$$d = \sqrt{(7,75 \text{ m})^2 + (2 \text{ m})^2}$$

$$d = 8 \text{ m}$$

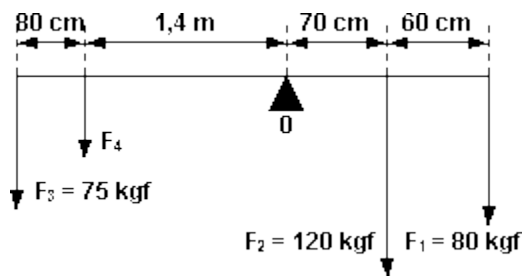
$$\Sigma F = 0$$

$$P = \frac{R \cdot h}{d}$$

$$P = \frac{200 \text{ N} \cdot 2 \text{ m}}{8 \text{ m}}$$

$$P = 50 \text{ N}$$

4. Determinar la intensidad de la fuerza F_4 según los datos del gráfico.



$$F_3 \cdot d_3 + F_4 \cdot d_4 = F_1 \cdot d_1 + F_2 \cdot d_2$$

$$75 \text{ kgf} \cdot 2,20 \text{ m} + F_4 \cdot 1,40 \text{ m} = 80 \text{ kgf} \cdot 1,30 \text{ m} + 120 \text{ kgf} \cdot 0,70 \text{ m}$$

$$165 \text{ kgm} + F_4 \cdot 1,40 \text{ m} = 104 \text{ kgm} + 84 \text{ kgm}$$

$$F_4 \cdot 1,40 \text{ m} = 104 \text{ kgm} + 84 \text{ kgm} - 165 \text{ kgm}$$

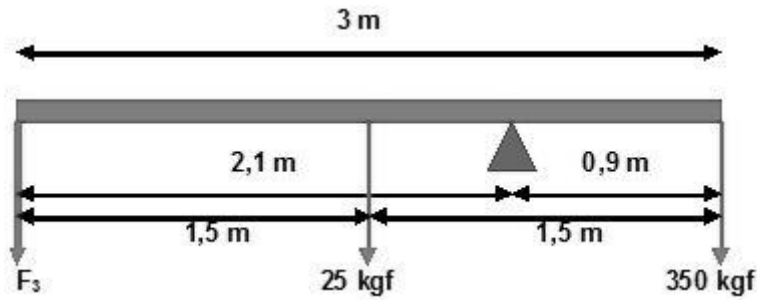
$$F_4 \cdot 1,40 \text{ m} = 23 \text{ kgm}$$

$$F_4 = 23 \text{ kgm} / 1,40 \text{ m}$$

$$F_4 = 16,43 \text{ kgf}$$

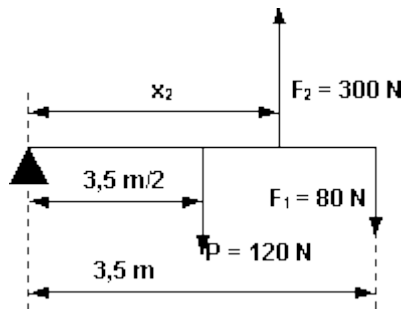
Actividad de Trabajo Autónomo 13

1. ¿Cuál es la potencia que equilibra una palanca cilíndrica, pesada, homogénea de 3 m de longitud y 25 kgf de peso, si está apoyada en un punto que dista 90 cm del extremo donde se ha aplicado una resistencia de 350 kgf?



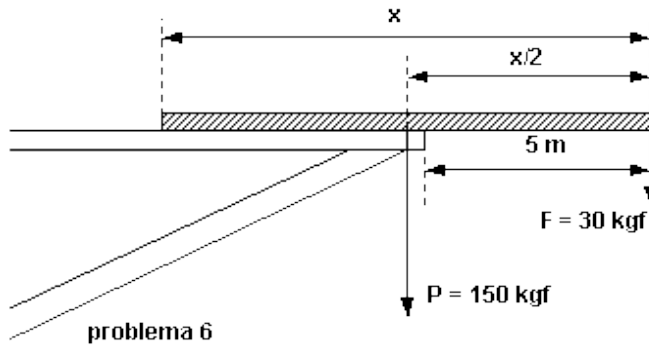
Solución: $F_3 = 142,86 \text{ kgf}$

2. Con los datos del croquis, indique a que distancia estará la fuerza F_2



Solución: 1,63 m

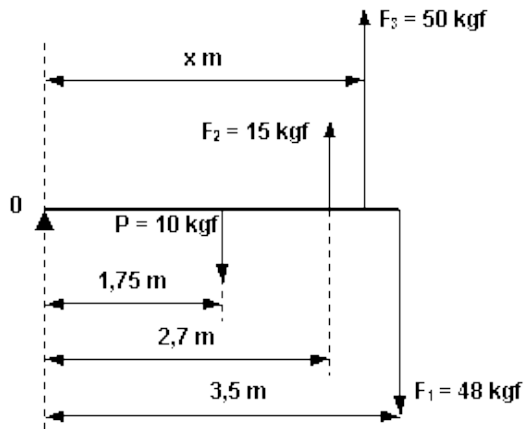
3. Calcule cuál es la longitud de la barra, para que se mantenga en equilibrio, al aplicársele las fuerzas indicadas en la figura.



Solución: 12 m

4. En la figura, se esquematiza una barra cilíndrica de 3,5 m de largo y 10 kgf de peso (aplicada en un punto medio), está apoyada en uno de sus extremos. Se le aplica la fuerza $F_1 = 48 \text{ kgf}$ en el otro extremo y la fuerza $F_2 = 15 \text{ kgf}$ a 2,7 m del apoyo. ¿A qué

distancia debe aplicarse la fuerza $F_3 = 50 \text{ kgf}$ (con sentido igual a F_2), para que la barra esté en equilibrio?



Solución: 2,9 m

Laboratorio 9

Tema: Ventajas mecánicas de las palancas y torno

Objetivo:

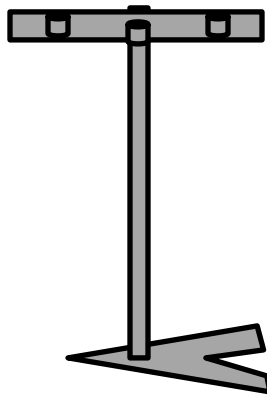
Determinar las ventajas mecánicas prácticas (VMP) y ventaja mecánica teórica (VMT) de las palancas y del torno

Equipo:

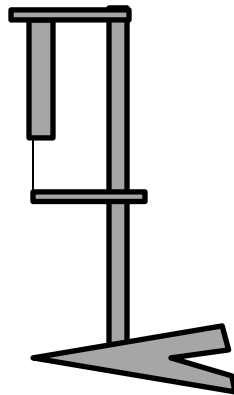
- Base en forma de V
- Varillas de soporte de 500 mm
- Mangos en cruz
- Espiga de eje de 80 mm
- Brazo de balanza con dos correderas
- Caja de masas

- Ganchos en forma de S
- Regla graduada
- Dinamómetros
- Disco de rotación
- Gancho de plástico
- Hilos

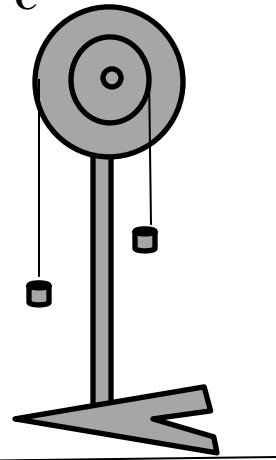
Esquema A



B



C



Procedimiento

Palanca de Primer Género

- Arme el equipo como indica el esquema A
- Suspenda una carga F_1 en un lado de la palanca y mida el brazo de la palanca b_a
- Enganche masas F_2 en el otro brazo de la palanca de longitud b_r estableciendo equilibrio
- Registre los datos en la tabla de valores

Palanca de Segundo Género

- Arme el equipo como indica el esquema B

- Ponga el dinamómetro verticalmente de manera que indique O y la longitud L deberá señalar 25 cm
- Enganche en la misma palanca en uno de sus orificios una masa de 100 g
- Determine la longitud L del brazo de la palanca y F_R
- Registre los datos en la tabla de valores

Palanca de Tercer Género

- Utilice el esquema de la parte B
- Disponga el dinamómetro a una distancia de 5 cm del punto de apoyo
- Coloque el brazo de la fuerza resistente a 25 cm del punto de apoyo y determine F_A
- Registre los datos en la tabla de valores

Torno

- Arme el equipo como indica el esquema C
- Coloque dos clavijas en los orificios de 40 y 120, señalados en el disco que será r y R, respectivamente.
- Suspnda una masa de 80 g (F_R) en b_r y coloque masas en b_a hasta conseguir equilibrio.
- Repita los dos pasos anteriores para valores de b_r y b_a de 40 mm – 80 mm y 80 mm – 120 mm, repectivamente y para valores de F_r de 50 g y 61 g.

Tabulación

Palancas

Género	b_a (m)	b_r (m)	F_a (N)	F_r (N)	VMT = $\frac{b_a}{b_r}$	VMP = $\frac{F_r}{F_a}$	E = $\frac{VMP}{VMT} \%$
Primero	0,25						
Segundo	0,25						
Tercero	0,15						

Torno

No.	b_a (m)	b_r (m)	F_a (N)	F_r (N)	$VMT = \frac{R}{r}$	$VMP = \frac{F_r}{F_a}$	$E = \frac{VMP}{VMT} \%$
1	0,12						
2	0,08						
3	0,12						

Cálculos

- Calcule la ventaja mecánica práctica y la ventaja mecánica teórica en cada caso
- Calcule la eficiencia en cada caso

Conclusiones:

3.4. Conservación de la energía. La energía es la capacidad que tiene un cuerpo para realizar un trabajo. Las principales formas de energía son: Cinética, potencial gravitacional, potencial elástica, química, eólica, geotermal, hidráulica y nuclear.

3.4.1. Energía cinética. La energía cinética es la capacidad que tiene un cuerpo para realizar un trabajo en función de su velocidad.

La energía cinética de un cuerpo se obtiene de la siguiente manera:

$$W = F \cdot d$$

$$W = m \cdot a \cdot d \quad (1)$$

La velocidad del cuerpo es:

$$v^2 = v_0^2 + 2ad$$

$$ad = \frac{v^2}{2} \quad (2)$$

Reemplazando (2) en (1)

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

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

El trabajo efectuado entre dos puntos A y B, es igual a la variación de la energía cinética, es decir:

$$W_{A-B} = \Delta E_c$$

Las unidades de energía cinética son las mismas que de trabajo, es decir en el SI la unidad es el Joule (J).

Problemas Resueltos

1. Un cuerpo de 350 g se lanza con una velocidad inicial de $25 \frac{m}{s}$. Calcule la energía cinética adquirida a los 5 s.

DATOS:

$$m = 350 \text{ g}$$

$$v_o = 25 \frac{m}{s}$$

SOLUCIÓN:

$$v = v_o - g \cdot t$$

$$v = 25 \frac{m}{s} - 9,8 \frac{m}{s^2} \cdot 5 \text{ s}$$

$$v = 24 \frac{m}{s}$$

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

$$E_c = \frac{1}{2} \cdot 0,35 \text{ kg} \cdot \left(24 \frac{m}{s}\right)^2$$

$$E_c = 100,8 \text{ J}$$

2. Una maceta cae a una velocidad de $9,81 \frac{m}{s}$ adquiriendo una energía cinética de 324 J.

Calcule su masa.

DATOS:

$$v = 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$E_c = 324 \text{ J}$$

SOLUCIÓN

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

$$m = \frac{2 E_c}{v^2}$$

$$m = \frac{2 \times 324 \text{ J}}{(9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}})^2}$$

$$m = 6,73 \text{ kg}$$

3. En una curva peligrosa, cuyo límite de velocidad es $40 \frac{\text{km}}{\text{h}}$, circula un coche a una velocidad de $36 \frac{\text{km}}{\text{h}}$. Otro auto de la misma masa, 2000 kg, no respeta la señal y marcha a $72 \frac{\text{km}}{\text{h}}$. a. Qué energía cinética posee cada uno, b. Qué consecuencia se deduce de los resultados obtenidos?.

DATOS:

$$v_A = 36 \frac{\text{km}}{\text{h}} = 10 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$v_B = 72 \frac{\text{km}}{\text{h}} = 20 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$m = 2000 \text{ kg}$$

SOLUCIÓN:

a. $E_{cA} = \frac{1}{2} \cdot m \cdot v^2$

$$E_{cA} = \frac{1}{2} \cdot 2000 \text{ kg} \cdot (10 \frac{\text{m}}{\text{s}})^2$$

$$E_{cA} = 100\,000 \text{ J}$$

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

$$E_{cB} = \frac{1}{2} \cdot 2000 \text{ kg} \cdot (20 \frac{\text{m}}{\text{s}})^2$$

$$E_{cB} = 400\,000 \text{ J}$$

- b. Si se duplica la velocidad de los autos, la energía cinética se hace cuatro veces mayor, debido a que la energía cinética es directamente proporcional al cuadrado de la velocidad.
4. Un cuerpo de 2 kp de peso cae desde una altura de 10 m. Calcule la energía cinética del cuerpo al llegar al suelo.

DATOS:

$$w = 2 \text{ kp}$$

$$h = 10 \text{ m}$$

SOLUCIÓN

$$v = \sqrt{2gh}$$

$$v = \sqrt{2 \cdot 9,8 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot 10 \text{ m}}$$

$$v = 14 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$E_c = \frac{1}{2} \cdot \frac{w}{g} \cdot v^2$$

$$E_c = \frac{1}{2} \cdot \frac{2 \text{ kp}}{9,8 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}} \cdot \left(14 \frac{\text{m}}{\text{s}}\right)^2$$

$$E_c = 20 \text{ kpm}$$

3.4.2. Energía Potencial Gravitacional. Es la capacidad que tiene un cuerpo para realizar un trabajo en función de su posición.

Las unidades de energía potencial gravitacional son las mismas que de trabajo, es decir la unidad SI es el Joule (J).

Si un cuerpo se mueve desde un punto A hasta un punto B por acción de su peso, el trabajo efectuado por el peso sobre el cuerpo es igual a la variación de la energía potencial gravitatoria con signo negativo, es decir.

$$W_{A-B} = - \Delta E_{p_g}$$

Problemas Resueltos

1. A qué altura debe estar colocado un costal de 840 kg para que su energía potencial sea 34 354 J

DATOS:

$$m = 840 \text{ kg}$$

$$E_p = 34\,354 \text{ J}$$

SOLUCIÓN:

$$E_p = m \cdot g \cdot h$$

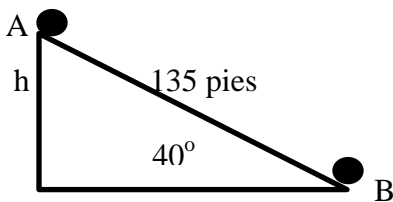
$$h = \frac{E_p}{m \cdot g}$$

$$h = \frac{34\,354 \text{ J}}{840 \text{ kg} \cdot 9,8 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}}$$

$$h = 4,17 \text{ m}$$

2. Un carro de la montaña rusa de 1000 kg está inicialmente en la parte alta de una pendiente, en el punto A. Luego se mueve 135 pies a un ángulo de 40° bajo la horizontal a un punto más bajo B. a. Escoja el punto B como el punto el nivel cero de la energía potencial gravitacional. Encuentre la energía potencial el sistema carro-tierra en los puntos A y B y el cambio de energía potencial conforme el carro se mueve. B. Repita el literal a situando el nivel de referencia cero en el punto A.

DATOS:



$$d = 135 \text{ pies} \cdot \frac{0,3048 \text{ m}}{1 \text{ pie}} = 41,14 \text{ m}$$

SOLUCIÓN

a. $\text{Sen } 40^\circ = \frac{h}{d}$

$$\text{Sen } 40^\circ = \frac{h}{41,14 \text{ m}}$$

$$h = 26,44 \text{ m}$$

Punto A

$$E_p = m \cdot g \cdot h$$

$$E_p = 1000 \text{ kg} \cdot 9,8 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot 26,44 \text{ m}$$

$$E_p = 259112 \text{ J}$$

En el punto B, $E_p = 0$

Cambio de energía potencial desde el punto A al punto B

$$E_{p_A} - E_{p_b} = 259112 \text{ J} - 0 = 259112 \text{ J}$$

b. Punto A

$$E_{p_A} = 0$$

En el punto B

$$E_p = m \cdot g \cdot h$$

$$E_p = 1000 \text{ kg} \cdot 9,8 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot -26,44 \text{ m}$$

$$E_p = -259112 \text{ J}$$

Cambio de energía potencial desde el punto B al punto A

$$E_{p_B} - E_{p_A} = -259112 \text{ J} - 0 = -259112 \text{ J}$$

3. Se lanza un cuerpo de 0,2 kg hasta una altura de 12 m. Calcule: a. La energía potencial gravitacional que tiene el cuerpo a esa altura, b. Con qué rapidez fue lanzado el cuerpo para que llegue a esa altura.

DATOS:

$$m = 0,2 \text{ kg}$$

$$h = 12 \text{ m}$$

SOLUCIÓN

a. $E_p = m \cdot g \cdot h$.

$$E_p = 0,2 \text{ kg} \cdot 9,8 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot 12 \text{ m}$$

$$E_p = 23,52 \text{ J}$$

b. $v^2 = v_0^2 - 2 g h$

$$v_o = \sqrt{2gh}$$

$$v_o = \sqrt{2 \cdot 9,8 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot 12 \text{ m}}$$

$$v_o = 15,34 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

4. En una central hidroeléctrica de 120 m de altura, cada segundo cae un volumen de agua de 2875 m³. Determine: a. La energía potencial gravitacional que se genera por segundo, b. La energía potencial gravitacional que tiene el agua al llegar a las turbinas, c. El trabajo que efectúa el agua al llegar a las turbinas, c. La potencia desarrollada por la central hidroeléctrica, d. Cuántos focos de 100 w se pueden encender, si toda esa energía se convierte en electricidad.

DATOS:

$$h = 120 \text{ m}$$

$$V = 2875 \text{ m}^3$$

SOLUCIÓN:

$$d = \frac{m}{V}$$

$$m = d \cdot V$$

$$m = 1000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \cdot 2875 \text{ m}^3$$

$$m = 2,87 \times 10^6 \text{ kg}$$

a. $E_{p_o} = m \cdot g \cdot h$

$$E_{p_o} = 2,87 \times 10^6 \text{ kg} \cdot 9,8 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot 120 \text{ m}$$

$$E_{p_o} = 3,38 \cdot 10^9 \text{ J}$$

b. $E_p = 0$

c. $W = - (E_p - E_{p_o})$

$$W = - (0 - 3,38 \cdot 10^9 \text{ J})$$

$$W = 3,38 \cdot 10^9 \text{ J}$$

d. $P = \frac{W}{t}$

$$P = \frac{3,38 \cdot 10^9 \text{ J}}{1 \text{ s}}$$

$$P = 3,38 \cdot 10^9 \text{ w}$$

$$e. \quad n = \frac{3,38 \cdot 10^9 \text{ w}}{100 \text{ w}}$$

$$n = 3,381 \cdot 10^7 \text{ focos}$$

Actividad de Trabajo Autónomo 14

1. Calcule la energía potencial de un martillo de 1,5 kg de masa cuando se halla situado a una altura de 2 m sobre el suelo.

Solución: 29,4 J

2. Se sitúan dos bolas de igual tamaño pero una de madera y la otra de acero, a la misma altura sobre el suelo. ¿Cuál de las dos tendrá mayor energía potencial?

3. Se sube en un ascensor una carga de 2 T (1 T = 1000 kg) hasta el 6º piso de un edificio. La altura de cada piso es de 2,5 metros.

Solución: $2,94 \cdot 10^5 \text{ J}$

4. Un avión vuela con una velocidad de 720 km/h a una altura de 3 km sobre el suelo. Si la masa del avión es de 2500 kg, ¿cuánto vale su energía mecánica total?

Solución: $1,235 \cdot 10^8 \text{ J}$.

5. Un automóvil de 2000 kg arranca desde el reposo con aceleración constante de $3 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$. Determine el cambio de energía cinética del auto durante el primer segundo en el segundo siguiente.

Solución: 27 000 J

6. Una locomotora de 95 ton de masa que desarrolla una velocidad de 40 m/s, aplica los frenos y recorre 6,4 km antes de detenerse. a. ¿Cuál es el trabajo ejercido por los frenos?, b. ¿Cuál es la fuerza ejercida por los frenos?, c. ¿Cuánto demora el vagón en frenar?, d. ¿Qué potencia se requirió para frenar?, e. ¿Qué potencia se requiere para

hacerla andar de nuevo a la misma velocidad de antes con el mismo tiempo que se requiere para frenarla?

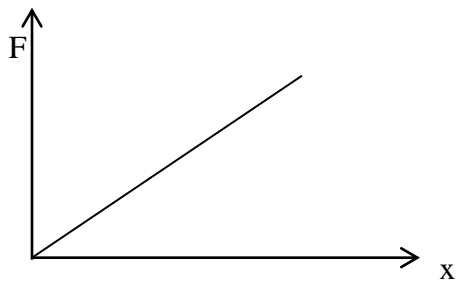
Solución: a. $-7,6 \cdot 10^7$ J, b. $-11\ 875$ N, c. $-237\ 500$ w, d. 320 s, e. 237 500 w

7. El forzado Igor levanta una pesa de 200 kg por encima de su cabeza, desde el suelo hasta una altura de 2 m. a. Calcule el trabajo que realiza la fuerza peso de la misma, en el ascenso, b. ¿La fuerza que ejerce Igor es constante? Determine el trabajo que realiza esta fuerza. (Sugerencia: tener en cuenta que las velocidades inicial y final de la pesa son nulas), c. Calcule el trabajo que realiza Igor al mantener la pesa en posición durante 10 s.

Solución. a. $W_{P,AB} = -4000$ J, b. $W_{P,AB} = 4\ 000$ J c. $W_{F(10s)} = 0$ J

3.4.3. Energía Potencial Elástica. Es la capacidad que tiene un resorte para producir trabajo en virtud de su deformación.

Cuando un resorte está comprimido o estirado, existe una fuerza elástica que tiende a restablecer las dimensiones iniciales del mismo, siendo directamente proporcional a la deformación y de sentido contrario al desplazamiento.



$$F \propto x$$

$$F = -kx$$

Donde k es una constante de deformación elástica positiva que depende de las características del resorte, x es la diferencia entre la longitud deformada y la longitud original del resorte.

En el gráfico fuerza – deformación, el trabajo realizado por la fuerza se obtiene calculando el área bajo la curva, es decir.

$$W = \frac{1}{2} \text{ base} \cdot \text{ altura}$$

$$W = \frac{1}{2} x \cdot F$$

$$W = \frac{1}{2} x \cdot kx$$

$$W = \frac{1}{2} kx^2$$

Energía potencial elástica adquirida por un resorte al deformarse.

$$E_{pe} = \frac{1}{2} kx^2$$

Las unidades de energía potencial elástica son las mismas que de trabajo, es decir la unidad SI es el Joule (J).

Cuando se deforma un resorte de un punto A hasta un punto B, por acción de una fuerza variable, el trabajo realizado por la fuerza elástica es igual a la variación de la energía potencial elástica del resorte con signo negativo.

$$W_{A-B} = - \Delta E_{pe}$$

Problemas Resueltos

1. A un resorte de constante elástica de $100 \frac{N}{m}$ que tiene 80 cm de longitud natural se le comprime 50 cm y se suelta. Determine: a. La energía potencial elástica cuando $x_1 = 40$ cm, b. La energía potencial elástica cuando $x_2 = 10$ cm, c. El trabajo efectuado por la fuerza elástica para llevar el cuerpo desde x_1 hasta x_2 .

DATOS:

$$k = 100 \frac{\text{N}}{\text{m}}$$

$$x_1 = 0,4 \text{ m}$$

$$x_2 = 0,1 \text{ m}$$

SOLUCIÓN.

a. $E_{p_{e1}} = \frac{1}{2} kx^2$

$$E_{p_{e1}} = \frac{1}{2} 100 \frac{\text{N}}{\text{m}} \cdot (0,4 \text{ m})^2$$

$$E_{p_{e1}} = 8 \text{ J}$$

b. $E_{p_{e2}} = \frac{1}{2} kx^2$

$$E_{p_{e2}} = \frac{1}{2} 100 \frac{\text{N}}{\text{m}} \cdot (0,1 \text{ m})^2$$

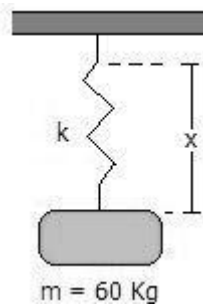
$$E_{p_{e2}} = 0,5 \text{ J}$$

c. $W_{1-2} = - (E_{p_{e2}} - E_{p_{e1}})$

$$W_{1-2} = - (0,5 \text{ J} - 8 \text{ J})$$

$$W_{1-2} = 7,5 \text{ J}$$

2. Una fuerza de 540 N estira cierto resorte una distancia de 0,150 m ¿Qué energía potencial tiene el resorte cuando una masa de 60 Kg cuelga verticalmente de él?



$$k = \frac{F}{x}$$

$$k = \frac{540 \text{ N}}{0,150 \text{ m}}$$

$$k = 3600 \frac{\text{N}}{\text{m}}$$

Luego, la deformación x del resorte causada por el peso del bloque es:

$$x = \frac{mg}{k}$$

$$x = \frac{60 \text{ kg} \cdot 9,8 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}}{3600 \frac{\text{N}}{\text{m}}}$$

$$x = 0,163 \text{ m}$$

$$E_{p_e} = \frac{1}{2} kx^2$$

$$E_{p_e} = \frac{1}{2} 3600 \frac{\text{N}}{\text{m}} \cdot (0,163 \text{ m})^2$$

$$E_{p_{e2}} = 47,82 \text{ J}$$

3.5. Conservación de la Energía

3.5.1. Energía mecánica. La energía mecánica de un cuerpo en un punto dado es la suma de la energía cinética y la energía potencial.

$$E_m = E_c + E_p$$

3.5.2. Energía Total. La energía total de un cuerpo en un punto dado es la suma de todas las formas de energía que tiene un cuerpo.

$$E_t = E_{\text{mecánica}} + E_{\text{eléctrica}} + \dots$$

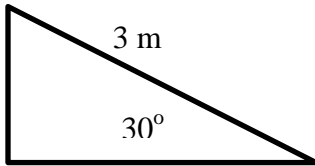
Esta energía total de un sistema permanece constante durante cualquier proceso. De donde se llega a concluir el principio de conservación de la energía que dice: “la energía no se crea, no se destruye, únicamente se transforma”.

3.5.3. Fuerzas conservativas. Son las fuerzas cuyo trabajo no depende de la trayectoria de la partícula, sino de la posición inicial y final de la misma. Un sistema es conservativo cuando actúa solamente fuerzas conservativas.

Problemas Resueltos

1. Una masa de 2 kg resbala hacia abajo de un plano inclinado sin fricción, que forma un ángulo de 30° con la horizontal. La masa parte del reposo. Cuál es su velocidad después de haber resbalado una distancia de 3 m.

DATOS



SOLUCIÓN

$$h = 3 \text{ m} \cdot \text{sen}30^\circ$$

$$h = 1,5 \text{ m}$$

$$\Delta E_p = - m \cdot g \cdot h$$

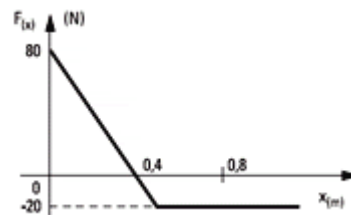
$$\Delta E_p = - (1,5 \text{ m}) \cdot m \cdot g$$

$$\frac{1}{2} \cdot m \cdot v^2 = - (1,5 \text{ m}) \cdot m \cdot g$$

$$v^2 = 2(1,5 \text{ m}) \cdot 9,8 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

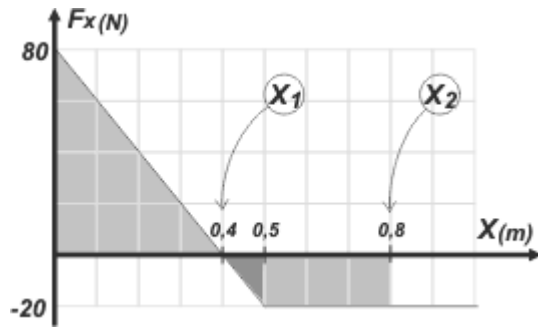
$$v = 5,42 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

2. Un carrito de 8 kg se desliza partiendo del reposo por un riel horizontal, con rozamiento despreciable, cuando se le aplica una fuerza resultante cuya componente horizontal varía como lo muestra el gráfico adjunto, donde la posición $x = 0$ corresponde al estado de partida.



Determine qué velocidad tendrá el móvil en las posiciones $x_1 = 0,4 \text{ m}$, y $x_2 = 0,8 \text{ m}$.

SOLUCIÓN



$$W_{\text{Res}} = \Delta E_c$$

$$W_{0-1} = \Delta E_{c0-1}$$

$$W_{0-1} = \text{Area}_{0-1} = \frac{1}{2} 80 \text{ N} \cdot 0,4 \text{ m} = 16 \text{ J}$$

$$16 \text{ J} = E_{c1} - E_{c0}$$

Como parte del reposo, la energía cinética inicial vale cero.

$$16 \text{ J} = E_{c1}$$

$$16 \text{ J} = \frac{1}{2} \cdot m \cdot v_1^2$$

$$16 \text{ J} = \frac{1}{2} \cdot 8 \text{ kg} \cdot v_1^2$$

$$v_1 = 2 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$W_{0-2} = \text{Area}_{0-2} = 16 \text{ J} - 1 \text{ J} - 6 \text{ J} = 9 \text{ J}$$

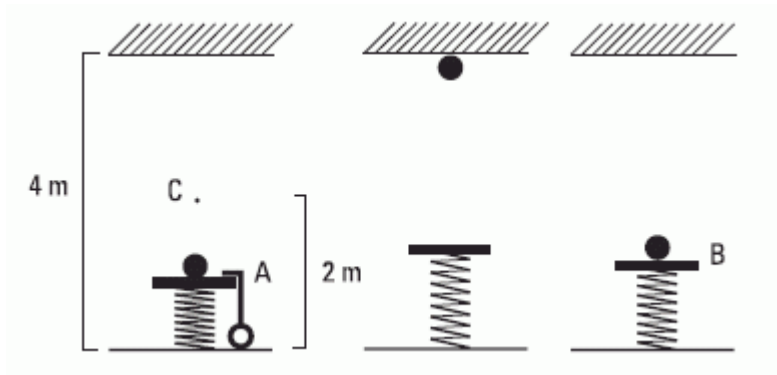
$$9 \text{ J} = E_{c2}$$

$$9 \text{ J} = \frac{1}{2} \cdot m \cdot v_2^2$$

$$9 \text{ J} = \frac{1}{2} \cdot 8 \text{ kg} \cdot v_2^2$$

$$v_2 = 1,5 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

3. En la figura se ve una pelota que se mantiene sobre un resorte comprimido 0,5 m. Se libera el resorte y la pelota sale disparada verticalmente, pega en el techo y vuelve sobre el resorte, comprimiéndolo ahora 0,3 m. (tómese $g = 10 \frac{m}{s^2}$)



¿Cuál es la energía disipada a causa del impacto en el techo?

DATOS:

$$m = 0,1 \text{ kg}$$

$$k = 100 \text{ N/m}$$

$$l_0 = 1 \text{ m}$$

SOLUCIÓN

$$\Delta E = E_B - E_A$$

Como hay una pequeña diferencia de altura entre la partida y la llegada, vamos a tomar el nivel cero en A y la altura de B, h_B , será 0,2 m, o sea la diferencia entre las compresiones del resorte.

$$\Delta E = m g h_B + \frac{1}{2} k \Delta x_B^2 - \frac{1}{2} k \Delta x_A^2$$

$$\Delta E = 0,1 \text{ kg} \cdot 10 \frac{m}{s^2} (0,2 \text{ m}) + \frac{1}{2} 100 \text{ N/m} (0,3 \text{ m})^2 - \frac{1}{2} 100 \text{ N/m} (0,5 \text{ m})^2$$

$$\Delta E = - 7,8 \text{ J}$$

Actividad de Trabajo Autónomo 15

1. Una piedra se lanza horizontalmente con una velocidad de $30 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ desde un punto a 20 m sobre la superficie del agua. Calcule la velocidad de la piedra al momento del impacto con el agua.

Solución: $35,9 \frac{\text{m}}{\text{s}}$

2. Un cuerpo de 3 kg cae desde una altura de 2,2 m sobre un resorte cuya constante elástica es $2 \frac{\text{kg}}{\text{cm}}$. Calcule la rapidez del cuerpo cuando el resorte se ha deformado 3 cm.

Solución: $6,57 \frac{\text{m}}{\text{s}}$

3. Un cañón de juguete, equipado con un resorte cuya constante es $800 \frac{\text{N}}{\text{m}}$, dispara una bola de hule de 25 g. El cañón se carga comprimiendo el resorte 4 cm. El tubo del cañón es de 15 cm de longitud. Si la bala se dispara verticalmente, calcule la velocidad de salida y la altura alcanzada por la bola.

Solución: $6,95 \frac{\text{m}}{\text{s}}$, 2,61 m.

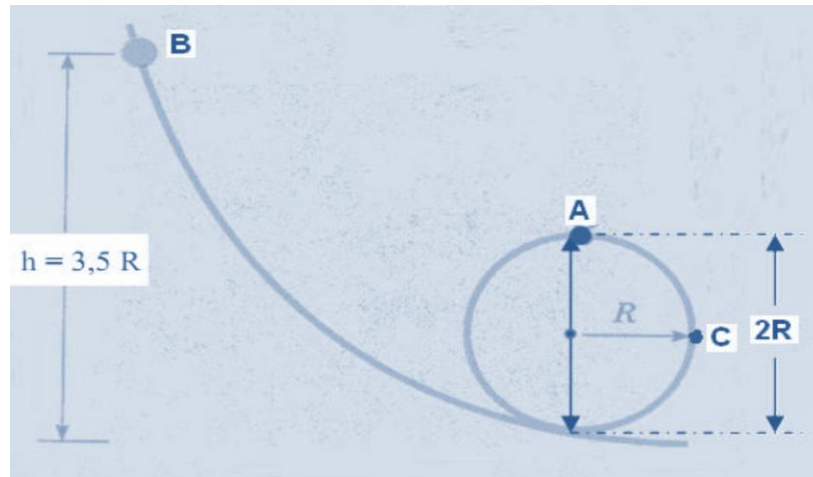
4. Una masa de 3 kg parte del reposo en un plano inclinado de 2 m que forma un ángulo de 30° con la horizontal. En la parte inferior del plano hay un resorte cuya constante k es $1 \cdot 10^4 \frac{\text{N}}{\text{m}}$. El coeficiente de fricción cinética entre el plano y la masa es de 0,3; entre los puntos del resorte no hay fricción. Calcule: a. La velocidad de la masa exactamente antes de hacer contacto con el resorte, b. La compresión máxima del resorte, c. La altura a la cual sube la masa después de rebotar con el resorte.

Solución: a. $3,07 \frac{\text{m}}{\text{s}}$, b. 5,46 cm, c. 63,3 cm.

5. Se aplica una fuerza de 800 N sobre un bloque apoyado sobre un plano horizontal de 1.600 kg que se encuentra inicialmente en reposo y vinculado a un resorte no deformado de constante elástica $k = 16.000 \text{ N/m}$. Calcule la máxima compresión del resorte y la aceleración en dicho punto.

Solución: $0,1 \text{ m}$; $-0,5 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$

6. Una bola perforada se desliza sin fricción por un alambre curvo. La bola se suelta desde una altura $h = 3,5R$. a. ¿Cuál es la rapidez en el punto A?, b. ¿Cuál es la rapidez en el punto C?



Solución: a. $6 \frac{\text{m}}{\text{s}}$, b. $7,74 \frac{\text{m}}{\text{s}}$

Laboratorio 10

Tema: Conservación de la energía

Objetivo:

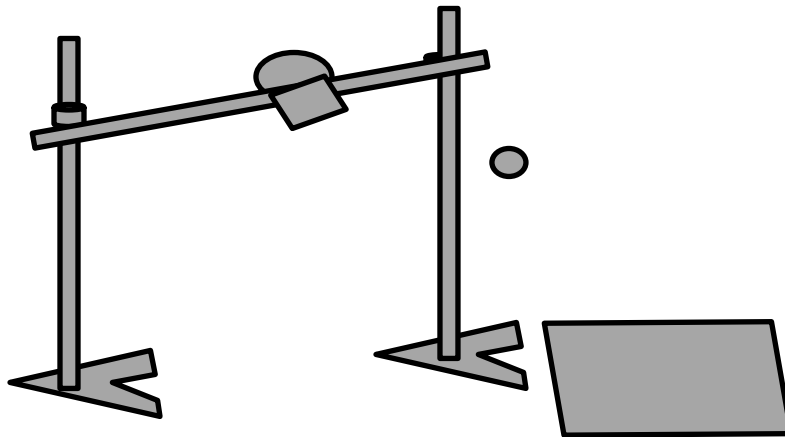
Comprobar experimentalmente el principio de conservación de la energía

Equipo

- Dos bases triangulares

- Dos barras de soporte de 500 mm
- Una barra de soporte de 250 mm
- Dos mangos en cruz
- Un tornillo de banco
- Máquina lanzadora
- Dos hojas de papel bond
- Una hoja de papel carbón

Esquema



Procedimiento

- Arme el equipo de acuerdo al esquema
- Determine la masa del cuerpo de prueba
- Mida la altura h desde el centro de masa de la esfera hasta el borde del piso
- Efectúe cinco disparos por cada una de las tres posiciones del resorte
- Mida con la regla los alcances promedios
- Registre en la tabla de valores las medidas obtenidas

Tabulación

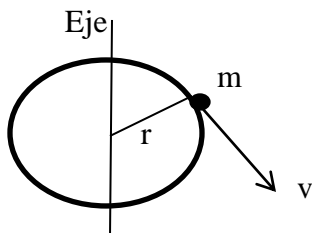
No.	m (kg)	h (m)	x (m)	v_{xA} $(\frac{m}{s})$	v_{xB} $(\frac{m}{s})$	v_{yA} $(\frac{m}{s})$	v_{yB} $(\frac{m}{s})$	E_{pgA} (J)	E_{cA} (J)	E_{cB} (J)
1										
2										
3										

Cálculos

Para las tres posiciones diferentes calcule: v_{xB} , v_{yB} , v_B , E_{pgA} , E_{cA} , E_{cB}

Conclusiones:

2.7.5. Energía Cinética Rotacional. Una partícula de masa m realiza un giro de radio r , alrededor de su eje, como se ve en la figura.



Si la velocidad tangencial es v , la energía cinética de la partícula es:

$$E_c = \frac{1}{2} m \cdot v^2, \text{ pero } v = \omega \cdot r$$

$$E_c = \frac{1}{2} m \cdot (\omega \cdot r)^2, \text{ entonces:}$$

$$E_c = \frac{1}{2} I \cdot \omega^2$$

El movimiento de un sólido rígido se considera como una combinación de movimientos de rotación y traslación; por lo tanto la energía cinética del cuerpo es:

$$E_c = \frac{1}{2} m \cdot v^2 + \frac{1}{2} I \cdot \omega^2$$

Si las fuerzas aplicadas sobre el cuerpo son conservativas, la energía mecánica del cuerpo es:

$$E_m = E_c + E_p = \text{constante}$$

$$E_m = E_{c_{\text{rotación}}} + E_{c_{\text{traslación}}} + E_{p_{\text{gravitatoria}}} = \text{constante}$$

$$E_m = \frac{1}{2} m \cdot v^2 + \frac{1}{2} I \cdot \omega^2 + mgh = \text{constante}$$

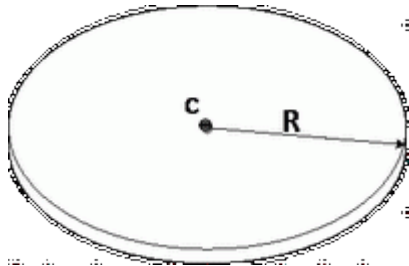
2.7.6. Trabajo. El trabajo realizado por un par constante L sobre un sólido en rotación es igual al producto del momento del par por el desplazamiento angular, es decir:

$$W = L \cdot \theta$$

La unidad SI de trabajo es: $W = N \cdot m \cdot \text{rad} = \text{Joules (J)}$

Problemas Resueltos

1. Determine la velocidad angular de un disco de 1kg de masa y radio 20cm que rota con eje en su centro de masa con una energía cinética de 800J



SOLUCIÓN

$$I = \frac{1}{2} m \cdot r^2$$

$$I = \frac{1}{2} (1 \text{ kg}) \cdot (0,2\text{m})^2$$

$$I = 0,02 \text{ kg m}^2$$

$$E_c = \frac{1}{2} I \cdot \omega^2$$

$$800 \text{ J} = \frac{1}{2} (0,02 \text{ kg m}^2) \cdot \omega^2$$

$$\omega = 283 \frac{\text{rad}}{\text{s}}$$

2. Una esfera hueca de masa $M = 6 \text{ kg}$ y radio $R = 8 \text{ cm}$ puede rotar alrededor de un eje vertical. Una cuerda sin masa está enrollada alrededor del plano ecuatorial de la esfera, pasa por una polea de momento de inercia $I = 3 \cdot 10^{-3} \text{ kg} \cdot \text{m}^2$ y radio $r = 5 \text{ cm}$ y está atada al final a un bloque de masa $m = 0.6 \text{ kg}$. No hay fricción en el eje de la polea y la cuerda no resbala. ¿Cuál es la velocidad del bloque cuando ha descendido 80 cm ? I (esfera hueca) $= \frac{2}{3} MR^2$

Principio de conservación de la energía

$$0,6 \text{ kg} \cdot 9,8 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot 0,8 \text{ m} = \frac{1}{2} \cdot 6 \text{ kg} \cdot v^2 + \frac{1}{2} \cdot 3 \cdot 10^{-3} \text{ kg} \cdot \text{m}^2 \cdot \omega_1^2 + \frac{1}{2} \cdot \left(\frac{1}{2} \cdot 6 \text{ kg} \cdot (0,08 \frac{\text{m}}{\text{s}})^2\right) \omega_2^2$$

Relación entre la velocidad v del bloque y las velocidades angulares de la esfera y de la polea

$$v = \omega_1 \cdot 0,05 \text{ m} = \omega_2 \cdot 0,08 \text{ m}$$

El resultado es $v = 1,273 \frac{\text{m}}{\text{s}}$

3. Un cuerpo rueda horizontalmente sin deslizamiento con una velocidad v . Luego rueda hacia arriba en un montículo hasta una altura máxima h . Si $h = 3v^2/4g$, ¿qué cuerpo puede ser?

SOLUCIÓN:

a) Hay que igualar las energías totales en la base y en la alto del pano.

$$mgh = \frac{1}{2} I \omega^2 + \frac{1}{2} mv^2 \Rightarrow I = \frac{2mgh - mv^2}{v^2 / r^2} \dots\dots\dots (1)$$

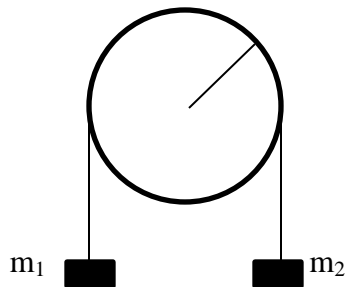
sustituimo $h = \frac{3v^2}{4g}$ en la ecuación (1) \Rightarrow

$$I = \frac{2mg\left(\frac{3v^2}{4g}\right) - mv^2}{v^2 / r^2} = \frac{mg\left(\frac{3v^2}{2g}\right) - mv^2}{v^2 / r^2} = \frac{\frac{mv^2}{2}}{\frac{v^2}{r^2}} = \frac{mv^2 r^2}{2v^2} = \frac{1}{2} mr^2$$

Al buscar que $I = \frac{1}{2} mr^2$ nos percatamos que se trata de un cilindro sólido (o disco) en torno al eje del cilindro.

Actividad de Trabajo Autónomo 16

1. Una rueda de 6 kg de masa y radio de giro 40 cm posee un movimiento de rotación con una velocidad de 300 rpm. Calcule su momento de inercia y la energía cinética.
Solución: $0,96 \text{ kg m}^2$; $57,9 \text{ J}$.
2. Un volante de 30 kg y 20 cm de radio, gira a razón de 192 rpm. Suponiendo que todo el material está localizado en su aro, determine: a. Su velocidad angular, b. El momento de inercia de la rueda, c. Su energía cinética de rotación.
3. Un cilindro macizo y homogéneo de 100 kg y 0,5 m de radio que puede girar sin rozamiento alrededor de un eje horizontal, lleva enrollada una cuerda de cuyos extremos están sujetos dos cuerpos de 20 kg y 15 kg, respectivamente. Si el sistema se deja en libertad, calcule a los 8 s de haberse iniciado el movimiento: a. la rapidez lineal, b. La velocidad angular.



Solución: a. $4,61 \frac{\text{m}}{\text{s}}$, b. $9,22 \frac{\text{rad}}{\text{s}}$

4. Un cilindro macizo y homogéneo de 20 kg y 10 cm de radio tiene enrollado una cuerda de cuyo extremo está sujeto un cuerpo de 1,8 kg. Al dejar el sistema en libertad, el cuerpo desciende haciendo girar el cilindro. Calcule a los 6 s de haberse iniciado el movimiento: a. La velocidad lineal del cuerpo, b. La aceleración lineal del cuerpo, c. La velocidad angular del cuerpo.

Procedimiento

- Arme el equipo como indica el esquema
- Con el objeto de eliminar el rozamiento, coloque un peso pequeño que al dar un impulso inicial, baje a velocidad constante
- Sobre este peso agregue una masa de 10 g
- Mida el tiempo que demora en bajar 5 cm
- Repetir el paso anterior para alturas variables de 10 cm y 15 cm
- Registre los valores en la tabla respectiva

Tabulación

h (m)	t (s)	t^2 (s ²)	$a = \frac{2h}{t^2}$	$v = a \cdot t$	$w = v \cdot r$	$E_c = \frac{1}{2} mv^2$	$m \cdot r^2$
0,05							
0,10							
0,15							
Σ							

Cálculos

- Calcule la aceleración en cada uno de los casos
- Calcule la energía cinética rotacional
- Calcule el momento de inercia

Conclusiones

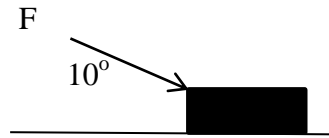
Autoevaluación 4

1. Un camión asciende por una pendiente con velocidad constante. ¿Cuál opción es la verdadera?
 - a. La energía mecánica del camión permanece constante.
 - b. La variación de energía cinética del camión es negativa.
 - c. El peso del camión no realiza trabajo.
 - d. El trabajo realizado por la fuerza de rozamiento es nulo.
 - e. El trabajo realizado por la resultante de fuerzas sobre el cuerpo es nulo.
 - f. La energía potencial del cuerpo permanece constante.

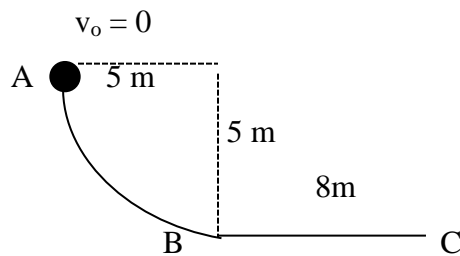
2. Responda con Verdadero o Falso según corresponda.
 - a. Siempre que aumenta la energía cinética de un cuerpo, disminuye su energía potencial.
 - b. El trabajo de las fuerzas no conservativas es siempre negativo.
 - c. A veces el trabajo de la fuerza de rozamiento es positivo.
 - a. En la oscilación de un péndulo, la tensión del hilo no trabaja.
 - b. Las fuerzas normales a las superficies de apoyo (alias normal) son fuerzas conservativas.
 - c. El valor (módulo y signo) de la energía potencial de un cuerpo depende del sistema de referencia elegido para evaluarla.
 - d. El valor de la energía cinética de un cuerpo depende del sistema de referencia elegido para evaluarla.
 - e. El valor (módulo y signo) de la variación de energía mecánica de un cuerpo depende del sistema de referencia elegido para evaluarla.
 - f. Es posible ejercer una fuerza y al mismo tiempo no transferir energía

3. Una fuerza de 130 N es aplicada sobre un bloque de 25 kg como indica la figura. Si el bloque se mueve 6 m a la derecha y $\mu = 0,3$, determine: a. El trabajo realizado por F, b.

El trabajo realizado por la normal, c. El trabajo realizado por el peso, d. El trabajo realizado por la fuerza de rozamiento, e. El trabajo neto.



4. Un cuerpo de 2 kg se desliza por la pista de la figura. Si la rapidez en el punto B es $9 \frac{\text{m}}{\text{s}}$. Calcule: a. La energía cinética y potencial gravitacional en el punto A, b. La energía cinética y potencial gravitacional en el punto B, c. El trabajo realizado por la fuerza de rozamiento.



Solución: a. 0 J, 98 J, b. 81 J, 0 J, c. -17 J

5. Una partícula de 150 g posee una energía potencial gravitacional respecto al piso de $1,25 \times 10^7$ ergios. Determine: a. A qué altura sobre el piso se encuentra la partícula, b. El tiempo que tarda la partícula en caer al suelo, c. Con qué rapidez choca contra el suelo?

Solución: a. 85,03 cm, b. 0,42 s, c. $408,24 \frac{\text{cm}}{\text{s}}$

6. La molécula de oxígeno tiene una masa total de $5,30 \cdot 10^{-26}$ kg y una inercia de rotación de $1,94 \cdot 10^{-26}$ kg m^2 en torno a un eje que pasa por el centro perpendicular a la línea que une a los átomos. Supóngase que tal molécula en el seno de un gas tiene una velocidad media de $500 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ y que su energía cinética de rotación es de dos tercios de la energía cinética de traslación. Halle su velocidad angular promedio.

Solución: $6,75 \cdot 10^{12} \frac{\text{rad}}{\text{s}}$

BIBLIOGRAFÍA

- Aispur, F. (2012). *Técnicas Activas de Aprendizaje*. Quito, Ecuador: CIDMA
- Alvarenga, B. y Máximo, A. (1983). *Física General*. México: Harla.
- Barrera S. y Pilar C. (2005). *Física I*. Bogotá, Colombia: Editorial Norma.
- Blatt, F. (1991). *Fundamentos de Física*. México: Prentice-Hall.
- Bueche, F y Hetch, E. (2001). *Física Ganeral*, décima edición, México: Mc-Graw-Hill
- Galarza J. (sin año), *Física General*. Editorial Ingeniería.
- Leiva, H. (1995). *Física*. Lima, Perú: Moshera.
- Reinoso, E. (1994). *Guías – Informes de Laboratorio de Física 1*. Quito Ecuador: EditHar.
- Reinoso, E. (1994). *Guías – Informes de Laboratorio de Física 2*. Quito Ecuador: EditHar.
- Serway, R. y Jewett, J. (2004). *Física para Ciencias e Ingeniería, sexta edición*. México: Mc-Graw-Hill.
- Serway, R. y Jewett, J. (2007). *Física para Ciencias e Ingeniería, séptima edición*. México: Mc-Graw-Hill.
- Vallejo, P. y Zambrano, J. (2009). *Física Vectorial 1*. Quito, Ecuador: Ediciones Rodin
- Vallejo, P. y Zambrano, J. (2009). *Física Vectorial 2*. Quito, Ecuador: Ediciones Rodin
- Zambrano, J. (2010). *Física Vectorial 1*. Quito, Ecuador: Maya Ediciones

- Apaza F. *energía potencial y cinética*. Disponible en <http://www.slideshare.net/FedericoApazaMartinez/ejercicios-resueltosdeenergiapotencialycinetical>
- Cabrera R. (2010). *Problemas de Física*. Disponible en [http://neuro.qi.fcen.uba.ar/ricuti/No me salen/ENERGIA/index_energia.html](http://neuro.qi.fcen.uba.ar/ricuti/No_me_salén/ENERGIA/index_energia.html)

- Escalona Iván. *Problemas de Física*. Disponible en <http://www.monografias.com/trabajos12/resni/resni.shtml#cite#ixzz2yto0YQLF>
- Monografías.com. SA. <http://www.monografias.com/trabajos-pdf4/movimiento-dos-dimensiones-serway.pdf>
- Netto, R. Trabajo y energía. Disponible en http://www.fisicanet.com.ar/fisica/trabajo_energia/resueltos/tp03_trabajo_energia_problema07.php
- Quintero, E. (2010) *Problemas de Serway*. Disponible en <http://www.monografias.com/trabajos-pdf4/problemas-resueltos-caida-libre/problemas-resueltos-caida-libre.pdf> y http://www.sc.ehu.es/sbweb/fisica_/problemas/dinamica/rozamiento/problemas/rozamiento_problemas.htm