

**Universidad de San Carlos de Guatemala
Escuela de Formación de Profesores de Enseñanza Media**



**APLICACIÓN DE LOS PRINCIPIOS DE FÍSICA EN LA ECONOMÍA INFORMAL.
CASO DE LA BICIMÁQUINA.**

Fredy Augusto Sandoval de León

Asesor:

Msc. Rubén Rodolfo Pérez Oliva.

Guatemala, noviembre de 2007

**Universidad de San Carlos de Guatemala
Escuela de Formación de Profesores de Enseñanza Media**



**APLICACIÓN DE LOS PRINCIPIOS DE FÍSICA EN LA ECONOMÍA INFORMAL.
CASO DE LA BICIMÁQUINA.**

**Tesis presentada al Consejo Directivo de la Escuela de
Formación de Profesores de Enseñanza Media de la
Universidad de San Carlos de Guatemala.**

Por

Fredy Augusto Sandoval de León

Previo a conferírsele el grado académico de
Licenciado en la Enseñanza de Física y Matemática

Guatemala, noviembre de 2007

Autoridades:

Lic. Carlos Estuardo Gálvez Barrios	Rector.
Dr. Carlos Guillermo Alvarado Cerezo	Secretario General
Dr. Oscar Hugo López Rivas	Director
Licda. Dora Isabel Aguila de Estrada	Secretaria Académica

Consejo Directivo:

Lic. Saúl Duarte Beza	Representante de Profesores
Dr. Miguel Ángel Chacón Arroyo	Representante de Profesores
Lic. Atilano Franco Chacón	Representante de Profesionales Graduados
PEM. Walter Rodolfo Paniagua Cuellar	Representante de Estudiantes
PEM. Miguel Eduardo Cano	Representante de Estudiantes

Tribunal Examinador:

Msc. Rubén Rodolfo Pérez Oliva
Lic. Ovidio Alfonso Pivaral
Ing. Juan Alberto Martínez Escobar
Lic. Saúl Duarte Beza
Lic. Hasler Uriel Calderón Castañeda

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA



ESCUELA DE FORMACIÓN DE
PROFESORES DE ENSEÑANZA MEDIA

Guatemala, 03 de septiembre 2007

Licda. Dora Isabel de Estrada
Secretaria Académica
EFPEM

Estimada Licenciada: El Comité de Tesis conformado por el Lic. Ovidio Alfonso Pivaral, Ing. Juan Alberto Martínez e Ing. Rubén Pérez Oliva. Nombrado por esa Secretaría para revisar la tesis de graduación del estudiante Fredy Augusto Sandoval de León, Carné No. 8914106, Titulada "Aplicación de los Principios de Física en la Economía Informal. Caso de la Bicimáquina". Se permite comunicarle lo siguiente:

Que el estudiante Sandoval de León ha completado a satisfacción de este comité todos los requisitos solicitados en su oportunidad por el mismo, y en cumplimiento de lo solicitado por su persona en fecha 19 de julio del año en curso, este comité emite el dictamen favorable respectivo, aprobándolo para continuar con el procedimiento administrativo correspondiente.

Atentamente:

Lic. Ovidio Alfonso Pivaral
Revisor de Estilo

Ing. Juan Alberto Martínez
Revisor Metodológico

Ing. Rubén Pérez Oliva
Asesor y Revisor de Contenido

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
Escuela de Formación de Profesores de Enseñanza Media

RECIBIDO
03 SEP 2007

Cudo. 14. 25



ESCUELA DE FORMACION DE
PROFESORES DE ENSEÑANZA MEDIA

"Id y Enseñad a Todos"

La infrascrita **Secretaría Académica** de la **Escuela de Formación de Profesores de enseñanza Media** de la **Universidad de San Carlos de Guatemala**

CONSIDERANDO

Que el **Comité de Tesis** conformado por los profesionales **Lic. Ovidio Alfonso Pivaral**, **Ing. Juan Alberto Martínez Escobar** e **Ing. Rubén Rodolfo Pérez Oliva**, nombrados para revisar la tesis de graduación del estudiante **Fredy Augusto Sandoval de León**, Titulada: "**Aplicación de los Principios de Física en la Economía Informal. Caso de la Bicimáquina**".

Ha dictaminado favorablemente sobre el mismo, por este medio

AUTORIZA

La impresión de la tesis indicada, debiendo para ello proceder conforme el normativo correspondiente.

Dado en la ciudad de Guatemala a los seis días del mes de noviembre del año dos mil siete.

"ID Y ENSEÑAD A TODOS"

D. I. de Estrada
Licda. Dora Isabel de Estrada
Secretaria Académica EFPEM



c.c. Archivo

ACTO QUE DEDICO :

A DIOS:	EL DIOS DE ABRAHAM, ISAAC Y JACOB, CREADOR DE LOS PRINCIPIOS DE FÍSICA.
A mi esposa:	Ingrid Elizabeth Gámez Reyes.
A mis hijas:	Evely Fabiola y Melany Alejandra.
A mis padres:	Oscar Rogelio Sandoval Cifuentes. (Q.E.P.D.) Felipa Venecia de León Solís.
A mis hermanos:	Oralia, Lucy, Beto, Julio, Maco, Vilma, Ervin, Lety, Aroldo y Claudia.
A La Universidad de San Carlos De Guatemala:	Especialmente a EFPEM y la Cátedra de Física.
A las Autoridades de EFPEM:	Dr. Oscar Hugo López Rivas y al Consejo Directivo.
A mi asesores:	Msc. Rubén Rodolfo Pérez Oliva. Lic. Ovidio Alfonso Pivaral. Ing. Juan Alberto Martínez Escobar.
Al Departamento de Investigación:	Dra. Geraldina Grajeda Bradna Dr. Miguel Ángel Chacón Arroyo.
Al Primer Egresado De la Especialidad:	Lic. Hasler Uriel Calderón Castañeda.
Al personal de EFPEM:	Por su amabilidad, atención y colaboración.
A mis amigos:	Gracias por todo el apoyo.
Al municipio de San Andrés Itzapa:	Especialmente a Jorge Morales, Don Oswaldo Huertas y Claudia Matzir Por su valiosa colaboración.
A las Organizaciones No Gubernamentales que trabajan en San Andrés Itzapa:	Porque su trabajo me motivo a elaborar la presente tesis.

INDICE

CONTENIDO No. De Página

INTRODUCCIÓN 1

CAPÍTULO I MARCO CONCEPTUAL DEL PROBLEMA

A.	ANTECEDENTES	3
B.	JUSTIFICACIÓN	5
C.	IMPORTANCIA DEL ESTUDIO	5
D.	DETERMINACIÓN DEL PROBLEMA	5
1.	Definición del problema	5
2.	Alcances y límites del problema.....	7
a.	Ámbito Espacial.....	7
b.	Ámbito Institucional	7
c.	Ámbito Personal	7
d.	Ámbito Temporal	7

CAPÍTULO II MARCO TEÓRICO

A.	PRINCIPIOS DE FÍSICA.....	8
1.	Definición de Física	8
2.	Definición de Principios de Física.....	8
3.	Mediciones	8
4.	Masa y Peso.....	10
5.	Notación Científica	10
6.	Vectores	11
a.	Vectores y escalares.....	11
b.	Propiedades de los vectores	12
c.	Producto escalar entre vectores	16
7.	Movimiento Unidimensional	18
a.	Desplazamiento	18
b.	Velocidad Promedio.....	18
c.	Aceleración	18
d.	Objetos que caen libremente	18
e.	Análisis gráfico de un movimiento unidimensional. 19	
f.	Representación gráfica de un movimiento.....	
	acelerado.	20
8	Movimiento Circular Uniforme	21

9. Leyes de Newton.....	23
a. Clasificación de las fuerzas	24
b. Primera Ley de Newton	24
c. Segunda Ley de Newton.....	25
d. Tercera Ley de Newton.....	26
e. Fuerza de Fricción	26
10. TRABAJO Y ENERGÍA	27
a. Introducción	27
b. Trabajo.....	27
c. Potencia.....	29
d. Teorema Trabajo-Energía.....	30
e. Conservación de la Energía.....	32
B. MÁQUINAS	35
1. Definición.....	35
2. Máquinas Simples	35
3. Máquinas Compuestas.....	40
C. LA BICICLETA	41
1. Definición	41
2. Historia.....	41
3. Diversos modelos	47
4. Partes de una bicicleta.....	50
5. La bicicleta como base de inventos	51
6. La bicicleta en Guatemala	52
D. MÁQUINAS CONSTRUIDAS CON PARTES DE BICICLETAS (BICIMÁQUINAS)	56
1. ¿Qué son las bicimáquinas?.....	56
2. Diferentes Modelos	56
3. Utilización de la bicimáquina en actividades de economía informal	61
4. Capacidad de bombeo de la bomba de mecate	63
5. Futuro de la bicimáquina.....	63

CAPÍTULO III MARCO CONTEXTUAL

A. DATOS DEL MUNICIPIO DE SAN ANDRÉS ITZAPA.....	64
1. Antecedentes	64
2. Características Geográficas	68

B.	ASPECTOS HIDROGRÁFICOS.....	68
C.	TOPOGRAFÍA.....	69
D.	FLORA Y FAUNA.....	69
E.	DIVISIÓN POLITICA.....	70
F.	IDIOMA.....	71
G.	FIESTA TITULAR.....	71

CAPÍTULO IV MARCO METODOLÓGICO

A.	OBJETIVOS.....	72
	1. General.....	72
	2. Específicos.....	72
B.	POBLACIÓN Y MUESTRA.....	72
	1. Población.....	72
	2. Muestra.....	73
	3. Selección de la Muestra.....	73
C.	ENFOQUE Y TIPO DE INVESTIGACIÓN.....	73
D.	MÉTODO.....	74
E.	TÉCNICA.....	74
F.	INSTRUMENTOS.....	74
G.	ESTUDIO PILOTO.....	74
H.	CUADRO DE VARIABLES.....	75

CAPÍTULO V DESCRIPCIÓN, INTERPRETACIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS

A.	DESCRIPCIÓN DE RESULTADOS.....	76
	1. Encuesta a estudiantes.....	76
	2. Entrevistas.....	82
	3. Observación y lista de cotejo.....	83
B.	INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS.....	84
	1. Principios de física en la Cinemática y Dinámica.....	84
	2. Principios de física en los que se relaciona el momento de torsión y la velocidad angular.....	90
	3. Principios de Termodinámica en la bicimáquina.....	92
C.	DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	93

CAPÍTULO VI CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

A.	CONCLUSIONES.....	95
B.	RECOMENDACIONES.....	96
	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	98
	ANEXOS.....	99

INTRODUCCIÓN

En los últimos años la enseñanza de la ciencia ha adquirido carácter relevante y prioritario. Los contenidos y los métodos de enseñanza en que los cursos de ciencias se basan están siendo revisados seriamente y casi paralelamente, el tema de la necesidad de fomentar la investigación se señala como urgente.¹

Las investigaciones recientes proponen métodos más activos de enseñanza; la integración de contenidos teóricos con aspectos objetivos; hechos reales y tangibles donde el estudiante visualice que lo que aprende en el aula tiene aplicación en la vida, es un consenso generalizado en la comunidad docente. Uniendo esta situación al hecho de que en nuestra realidad educativa el estudiante se mantiene como espectador, con una actitud pasiva ante lo que aprende, y muchas veces sin voluntad para asumir un rol protagónico, de participación y cuestionamiento. Vemos que realmente es un reto pedagógico y una tarea que debe unir a la docencia y a la investigación para proponer y diseñar metodologías, estrategias y actividades que colaboren en el proceso de enseñanza aprendizaje.

La enseñanza de la Física como ciencia, tiene la ventaja que sus principios o leyes son susceptibles de demostración y constituyen eventos que pueden reproducirse a nivel de laboratorio. Siendo este un elemento de primordial importancia en cualquier curso de física, ya que después de los contenidos teóricos, el estudiante debe realizar como complemento y reforzamiento de los conocimientos, un laboratorio experimental.

¹ Más Presupuesto Para la Ciencia. C. Vásquez/Periodismo Comunitario. Prensa Libre. Sábado 29 de Julio de 2006.

Los contenidos que se imparten en el curso de Ciencias Naturales III, del nivel básico constituyen un acercamiento del estudiante a los principios básicos de la física, en él los jóvenes tienen la oportunidad de aprender sobre Isaac Newton y la física clásica, la cinemática como ciencia del movimiento, la dinámica que describe las fuerzas que actúan sobre los objetos, La energía, la potencia, las máquinas, etc.

En Guatemala, la mitad de la población vive con carencias básicas. La mitad de los 13 millones de habitantes viven debajo de la línea de pobreza y 1.5 de cada 10 guatemaltecos sobreviven con Q 8.77 al día².

Las máquinas que se construyen con partes de bicicletas en el Municipio de San Andrés Itzapa del Departamento de Chimaltenango, son un recurso económico que permite a los usuarios mejorar sus condiciones de vida y garantizar un nivel mínimo de ingresos monetarios. Estas máquinas son un elemento de la realidad socio-económica del área rural. El resultado de una coyuntura entre la necesidad y la creatividad, y pueden fácilmente ser un elemento integrador entre el medio social en el cual el estudiante se desenvuelve y los contenidos teóricos que aprende en el aula.

A continuación se presenta la investigación realizada con respecto a la posibilidad de incorporar la bicimáquina en el aula para realizar prácticas de laboratorio y los principios de física en el funcionamiento de las bicimáquinas.

² Pobreza: Dardón Byron. Análisis Económico. Prensa Libre. Encuesta INE. Página 21. Miércoles 22 de agosto de 2,007.

CAPÍTULO I

MARCO CONCEPTUAL DEL PROBLEMA

A. ANTECEDENTES:

El Municipio de San Andrés Itzapa se encuentra a 5 kilómetros de la Cabecera departamental de Chimaltenango y a 59 kilómetros de la Ciudad Capital; en él se localiza la Asociación Maya-Pedal, que consiste en un Centro de Bicitecnología, lugar donde unos inventores guatemaltecos utilizan máquinas que aprovechan las funciones mecánicas y físicas de la bicicleta para realizar actividades de la vida cotidiana, sin necesidad de utilizar energía eléctrica. Estas máquinas construidas con partes de bicicleta en su mayoría recicladas reciben el nombre de “**bicimáquinas**”.

Desde el año 1997 un grupo de personas canadienses de la Organización no gubernamental “Maya Pedal” desarrolló un proyecto de bicimáquinas en el municipio y como resultado de este esfuerzo surgió La Asociación Maya Pedal, la cual se ha dedicado a difundir información, asesoría y capacitación para utilizar este tipo de bicimáquinas, haciendo énfasis en las ventajas para la comunidad ya que facilitan el trabajo.

Las bicimáquinas funcionan sin utilizar llantas, ya que se mantienen en forma estacionaria utilizando únicamente la estructura de la bicicleta, la cadena y los engranajes que mueven aparatos giratorios que transmiten movimiento a los diferentes accesorios de acuerdo al tipo de máquinas que se esté utilizando.

La creatividad y el ingenio de estos guatemaltecos los ha llevado a elaborar diferentes diseños y tipos de máquinas por ejemplo: “bicimoladora de café”, “bicimoladora de maíz”, “bicilicuada, etc.”. También cuentan con algunos prototipos como la “bicilavadora”, “bici sierra”, “bicigenerador”. En la actualidad la utilización de estas bicimáquinas se está generalizando al punto que

encontramos a personas particulares y grupos familiares que están utilizándolas en los diferentes cantones del municipios de San Andrés Itzapa del departamento de Chimaltenango, por ejemplo el Grupo de Mujeres de Desarrollo en Acción, San Andrés Itzapa, son un grupo local que produce shampoo orgánico de sábila utilizando la bicimáquina denominada: bicilicuada. La producción de este shampoo les genera beneficios económicos con los cuales están ayudando a reforestar el municipio. En general, estas bicimáquinas estan ayudando al desarrollo de algunas comunidades de nuestro país, ya que la asociación las entrega a precios subvencionados a personas individuales y grupales. También se está apoyando toda clase de proyectos auto-sostenibles, por ejemplo para producir concentrado con bicimoladora. Estos proyectos contribuyen a mejorar el entorno, disminuyen la contaminación, mejoran la salud y elevan el nivel de vida de la comunidad ya que aumentan el ingreso familiar.

Los estudiantes del municipio no son ajenos al desarrollo de estas actividades utilizando las bicimáquinas. Ellos conviven con las personas del lugar y de una u otra manera tienen contacto, ya sea directo o indirecto, con quienes utilizan las bicimáquinas, esto les permite tener un criterio del funcionamiento de las bicimáquinas; y pueden hacer aportes a la presente investigación sobre la posibilidad de utilizar la bicimáquina como un recurso didáctico en la enseñanza de la física, y los principios de física que se encuentran presentes en su funcionamiento.

B. JUSTIFICACIÓN:

La bicicleta es conocida como un vehículo de transporte y entretenimiento, se utiliza extensamente en actividades deportivas. Desde su aparición ha sido utilizada para crear diferentes inventos tales como el triciclo, bicicleta para nieve, motocicleta, etc., ³ estos inventos producto de la creatividad y del ingenio humano han aportado en su momento beneficios incalculables para el desarrollo humano.

En Guatemala, a partir del año 1997 se elaboran las bicimáquinas utilizadas para diversos propósitos por los pobladores del municipio de San Andrés Itzapa. Estos inventos han beneficiado a la comunidad, mejorando la economía familiar, elevando la producción y evitando la contaminación ambiental ⁴. Por ser un proyecto que se realiza en la comunidad y que involucra a todos los habitantes el estudio investiga el funcionamiento de estas máquinas a partir de los conocimientos adquiridos en el curso de Física Fundamental.

C. IMPORTANCIA DEL ESTUDIO:

El proceso de formación de los estudiantes busca por excelencia que utilicen los conocimientos científicos y tecnológicos para ponerlos al servicio de la sociedad. En este sentido el estudiante debe adquirir conocimientos y habilidades que le permitan interactuar con otros estudiantes y con el medio social, dando respuesta a la problemática social y laboral, proporcionando un marco de competencias que le permitan al futuro egresado aplicar su conocimiento a situaciones de aprendizaje que encuentre en el desempeño de sus actividades laborales.

En este sentido las bicimáquinas proporcionan al estudiante una perspectiva de la aplicación que tienen los principios de física en el medio social y laboral, lo

³ Microsoft Encarta 2006. 1993-2005.

⁴ La Bicitecnología acelera el desarrollo de San Andrés Itzapa. Lorena Álvarez. El Periódico. Viernes 17 de junio de 2005.

que le permitirá en un futuro reconocer otras actividades de su entorno en las que los conocimientos adquiridos en el aula tengan una aplicación práctica.

D. DETERMINACIÓN DEL PROBLEMA:

1. Definición del problema:

La enseñanza de la Física Fundamental busca vincular la teoría con la práctica, la práctica en el sentido de que al comprender un tema, el estudiante reproduzca a nivel de laboratorio, cierta experiencia y en cada una de ellas llegue a los mismos resultados. Sin embargo esa enseñanza debe trascender las paredes del aula y proporcionar al estudiante los criterios que le permitan observar en el medio las diversas formas de aplicación de sus conocimientos teóricos en experiencias que le rodean.

Las máquinas construidas con partes de bicicleta, que se utilizan en el municipio de San Andrés Itzapa para actividades de la vida cotidiana, independientemente de los beneficios que proporcionan a la población, son un ejemplo vivo de aplicación de los principios de Física. Los estudiantes de la región conviven con un recurso didáctico que vincula precisamente la teoría con la práctica. Este valioso recurso puede utilizarse dentro y fuera del aula para realizar laboratorios donde el estudiante observe las lecciones teóricas de su curso aplicadas en forma útil en su comunidad. De esa manera podrá describir de acuerdo al funcionamiento de las máquinas, los diferentes movimientos, fuerzas y conceptos físicos haciendo uso de los conocimientos aprendidos en clase, de tal forma que a manera de cuestionamiento se plantee la siguiente interrogante:

¿ Qué principios de Física se aplican en el funcionamiento de las bicimáquinas utilizadas en el Municipio de San Andrés Itzapa?.

2. Alcances y Límites:

- a. **Ámbito Espacial:** El estudio se realizó en el Municipio de San Andrés Itzapa, del Departamento de Chimaltenango.
- b. **Ámbito Institucional:** Las instituciones educativas del lugar que cuentan con el tercer grado del ciclo básico, ya sea públicas o privadas.
- c. **Ámbito Personal:** Los estudiantes del tercer grado del nivel básico, de los centros educativos que se ubiquen en el Municipio de San Andrés Itzapa.
- d. **Ámbito Temporal:** La investigación se realizó del mes de enero al mes de mayo del 2007.
- e. **Ámbito Temático:** El estudio describe los principios de física aplicados en el funcionamiento de las bicimáquinas, su utilización , así como una propuesta de laboratorios de acuerdo al funcionamiento de las máquinas.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

A. PRINCIPIOS DE FÍSICA:

1. DEFINICIÓN DE FÍSICA:

Es una ciencia fundamental relacionada con la comprensión de los fenómenos naturales que ocurren en nuestro Universo, parte de observaciones experimentales y mediciones cuantitativas.

2. DEFINICIÓN DE PRINCIPIOS DE FÍSICA:

“Se definen como las leyes que gobiernan los fenómenos naturales para desarrollar teorías que puedan predecir los resultados de futuros experimentos. Estas leyes se expresan en lenguaje de la matemática, que se convierte en una herramienta que se utiliza como unión entre la teoría y los experimentos.”⁵

3. MEDICIONES:

Existen diferentes instrumentos que sirven para medir las propiedades de una sustancia: para medir la masa se utiliza una balanza, para la temperatura un termómetro, para medir volúmenes, se utilizan pipetas, buretas probetas, matraces, etc.

En toda medición se deben de especificar las unidades de medida ya que únicamente los números no tienen ningún significado.

Los dos sistemas de medidas más importantes en el mundo occidental (Hernández, 2,005) son el Sistema Internacional y el Sistema Inglés.

⁵ Ing. Mischael Hernández. Material de Apoyo. Curso Física II. 2 005- 2006. USAC-EFPEM.

Las unidades básicas para el sistema internacional (SI), son:

Longitud	metro	m
Tiempo	segundo	s
Masa	kilogramo	kg
Temperatura	Kelvin	K
Corriente eléctrica	amperio	A
Cantidad de Sustancia	Mol	mol
Intensidad luminosa	candela	cd

El Sistema Internacional utiliza prefijos que modifican las unidades, para indicar cantidades muy grandes o muy pequeñas.

Prefijo	abreviatura	factor
Tera	T	10^{12}
Giga	G	10^9
Mega	M	10^6
Kilo	k	10^3
Hecto	h	10^2
Deka	da	10^1
Deci	d	10^{-1}
Centi	c	10^{-2}
Mili	m	10^{-3}
Micro	μ	10^{-6}
Nano	n	10^{-9}
Pico	p	10^{-12}
Femto	f	10^{-15}
Atto	a	10^{-18}

Y por la combinación de éstas se pueden obtener unidades derivadas

Las unidades básicas para el sistema inglés son:

Longitud	pies	ft
Masa	libra	lb ó pd
Tiempo	segundo	s

Y derivadas: pies/s, lb/pie³, pies², pie³, etc.

4. MASA Y PESO:

La masa es una medida de la cantidad de materia en un objeto, mientras que el **peso** es la fuerza que ejerce la gravedad sobre el objeto. La masa de un objeto es constante y no depende del campo gravitacional dentro del que se encuentre mientras que el peso sí. A pesar de esto a la medición de la masa de un cuerpo en una balanza se le llama pesar.

5. NOTACION CIENTÍFICA:

La llamada notación científica se utiliza para manejar cantidades muy grandes o muy pequeñas. Sin importar su magnitud, todos los números se pueden expresar en la forma:

$$N \times 10^n$$

Donde N es un número entre 1 y 10 y n, el exponente, puede ser un número entero positivo o negativo.

Suponiendo que se debe expresar un determinado número en notación científica básicamente la tarea es hallar el valor de n. Se cuenta el número de lugares que se debe mover el punto decimal para tener el número N. Si el punto decimal se mueve hacia la izquierda, entonces n es un entero positivo, si se mueve hacia la derecha entonces es negativo.

Análisis dimensional o método del factor unitario para resolución de problemas:

Ejemplo:

$$1 \text{ Quetzal} = 100 \text{ centavos} \longrightarrow 1 (1 \text{ Quetzal}) = 1 (100 \text{ centavos})$$

$$1 = 1 (100 \text{ centavos}) / 1 \text{ Quetzal} \quad \text{o} \quad 1 = 1 \text{ Quetzal} / 100 \text{ centavos}$$

Esta relación se puede leer como 1 quetzal por cada 100 centavos. La fracción se denomina factor unitario porque el numerador y el denominador describen la misma cantidad de dinero. Los factores unitarios se pueden elevar al cuadrado o al cubo, puesto que 1 al cuadrado = 1 al cubo, etc.

6. VECTORES

a. VECTORES Y ESCALARES

En Física existen *magnitudes* (todo aquello susceptible de ser *medido* -medir, es comparar magnitudes de la misma especie una de las cuales se ha tomado como unidad-) que quedan perfectamente determinadas dándoles un valor a la magnitud expresada en una unidad conveniente. Estas son las magnitudes *escalares*, así tenemos la *presión* ejercida por un gas en el interior de un recipiente; la *temperatura* en un lugar del espacio el *trabajo* que se realiza al arrastrar un bulto desde un lugar a otro, luego; la presión, la temperatura, el trabajo, etc., son magnitudes escalares. Sin embargo, existen otras magnitudes que necesitan, además del valor asignado, una dirección y un sentido para quedar perfectamente determinadas. Nos referimos a las magnitudes *vectoriales*. Si queremos situar (saber su *posición*) a un alumno/a en el interior de una clase respecto de la puerta, no nos bastaría con medir la distancia que existe entre el alumno/a y la puerta sino que además habría que especificar la dirección. La *posición* de un objeto respecto de otro es una magnitud vectorial, también lo son la *velocidad*, la *aceleración*. Se ha desarrollado un modelo matemático para representar a dichas magnitudes, los VECTORES. Vector es un segmento

orientado en el espacio. Se puede caracterizar por: *Origen* a considerar cuando interese conocer el punto de aplicación del vector. *Dirección* o línea de acción coincidente con la de la recta que la contiene o cualquier otra recta paralela. *Sentido* viene determinado por la punta de flecha localizada en el extremo del vector. *Módulo* es la distancia entre el origen y el extremo del vector. El vector puede venir representado mediante una letra en negrita o bien, situando encima de la letra una flecha y su módulo se representa en cursiva o bien, colocando entre barras a la letra con la flecha (VER IMAGEN No.1).

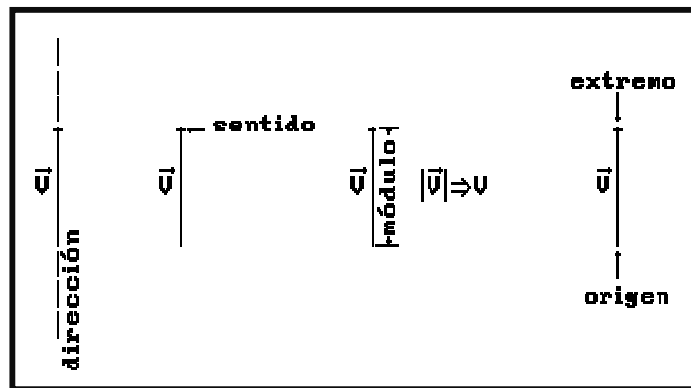


IMAGEN No. 1
Vectores: Dirección, Módulo y Sentido.

b. Propiedades de los vectores:

Igualdad de dos vectores, Dos vectores \vec{A} y \vec{B} son iguales si tienen la misma magnitud y apuntan en la misma dirección. (o sea que actúan a lo largo de direcciones paralelas).

Adición:

Cuando dos o mas vectores se suman todos deben tener las mismas unidades.

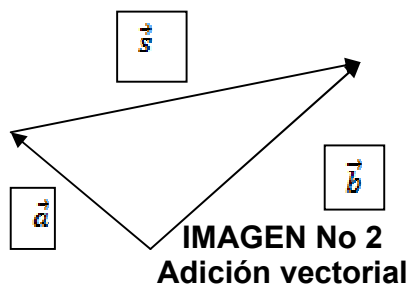
Método gráfico:

Para representar un vector en un diagrama trazamos una flecha. Elegimos que la longitud de la flecha sea proporcional a la magnitud del vector, y la

dirección de la flecha sea la dirección del vector, con la punta indicando el sentido de la dirección.

Las reglas a seguir al ejecutar una adición vectorial gráficamente son:

1. En un diagrama dibujado a escala trazar el vector \vec{a} con su dirección propia en el sistema de coordenadas.
2. Dibujar a la misma escala con la cola en la punta de \vec{a} , asegurándose que \vec{b} tenga su misma dirección.
3. Dibujar una línea desde la cola de \vec{a} hasta la punta de \vec{b} para construir el vector suma \vec{s} .



Las propiedades de la suma vectorial son:

Ley conmutativa

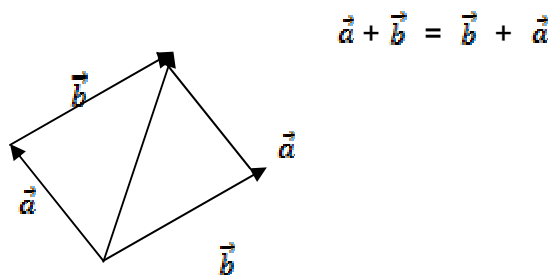


IMAGEN No 3
Ley conmutativa

Ley asociativa

$$\vec{d} + (\vec{e} + \vec{f}) = (\vec{d} + \vec{e}) + \vec{f}$$

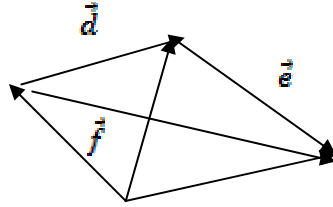


IMAGEN No 4
Ley asociativa

Para la operación de **sustracción** se define el negativo de un vector como otro vector de igual magnitud pero de dirección opuesta:

$$\vec{a} - \vec{b} = \vec{a} + (-\vec{b})$$

$$\text{O sea que } \vec{a} - \vec{a} = \vec{a} + (-\vec{a})$$

Componentes de vectores (aplicación del teorema de Pitágoras y funciones trigonométricas en triángulos rectángulos):

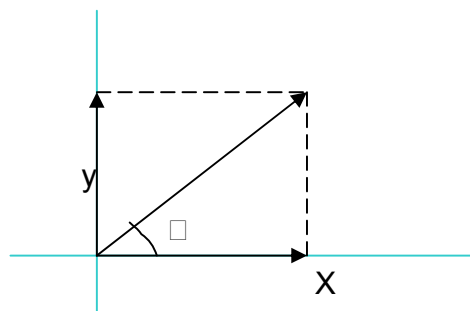


IMAGEN No. 5
Componentes de un vector.

Si dibujamos líneas perpendiculares desde la punta de \vec{a} a los ejes, las cantidades a_x y a_y se llaman componentes del vector \vec{a} .

Las componentes de un vector pueden ser positivas, negativas, o cero y se pueden hallar fácilmente por:

$$a_x = a \cos \theta \quad \text{y} \quad a_y = a \sin \theta$$

Cuando se descompone un vector en sus componentes conviene introducir un vector de longitud unitaria en una dirección determinada.

En el sistema de coordenadas rectangulares se emplean por lo general los símbolos \vec{i} , \vec{j} y \vec{k} como vectores unitarios en las direcciones positivas de x, y y z.

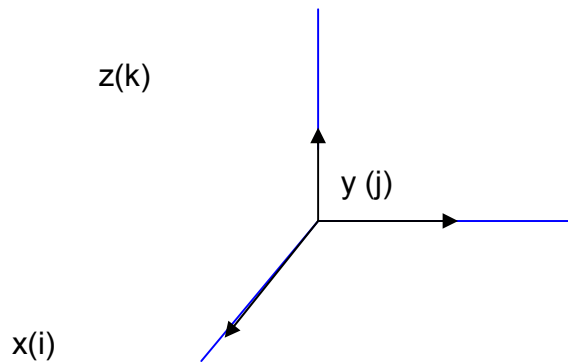


IMAGEN No 6.
Sistema de Coordenadas Tridimensional

En general un vector \vec{a} en un sistema de coordenadas tridimensional puede escribirse en términos de sus componentes y los vectores unitarios como:

$$\vec{a} = a_x \vec{i} + a_y \vec{j} + a_z \vec{k},$$

o en dos dimensiones como:

$$\vec{a} = a_x \vec{i} + a_y \vec{j}$$

método analítico o de las componentes:

Sea \vec{s} la suma de los vectores \vec{a} y \vec{b} , o

$$\vec{s} = \vec{a} + \vec{b}$$

Y se puede escribir:

$$s_x \mathbf{i} + s_y \mathbf{j} = a_x \mathbf{i} + a_y \mathbf{j} + b_x \mathbf{i} + b_y \mathbf{j} = (a_x + b_x) \mathbf{i} + (a_y + b_y) \mathbf{j}$$

Entonces agrupando tenemos:

$$s_x = a_x + b_x$$

$$s_y = a_y + b_y$$

Entonces el vector resultante es:

$$S = (s_x^2 + s_y^2)^{1/2} = ((a_x + b_x)^2 + (a_y + b_y)^2)^{1/2}$$

$$Y \quad \tan \theta = s_y / s_x = (a_y + b_y) / (a_x + b_x)$$

c. Producto escalar entre dos vectores:

También llamado producto punto.

En general, el producto escalar de cualesquiera dos vectores A y B es una cantidad escalar igual al producto de las magnitudes de los dos vectores y el coseno del ángulo θ entre ellos

$$\vec{A} \cdot \vec{B} = AB \cos \theta$$

Donde A es la magnitud de A, B es la magnitud de B y θ es el ángulo más pequeño entre A y B. El producto escalar o punto es conmutativo y también distributivo así:

$$\vec{A} \cdot \vec{B} = \vec{B} \cdot \vec{A} \quad \text{y} \quad \vec{A} \cdot (\vec{B} + \vec{C}) = \vec{A} \cdot \vec{B} + \vec{A} \cdot \vec{C}$$

Si A es perpendicular a B ($\theta = 90^\circ$), entonces $A \cdot B = 0$. Si A y B apuntan en la misma dirección ($\theta = 0$) entonces $A \cdot B = AB$. Si A y B apuntan en direcciones opuestas ($\theta = 180$), entonces $A \cdot B = -AB$. El producto escalar es negativo cuando $90^\circ < \theta < 180^\circ$.

Dados los vectores unitarios i, j y k, que están en las direcciones positivas x, y y z, respectivamente, de un sistema de coordenadas cartesianas y de la definición de producto punto se deduce que los productos escalares entre vectores unitarios son:

$$i \cdot i = j \cdot j = k \cdot k = 1 \quad i \cdot j = i \cdot k = j \cdot k = 0 \quad -i \cdot i = -j \cdot j = -k \cdot k = -1$$

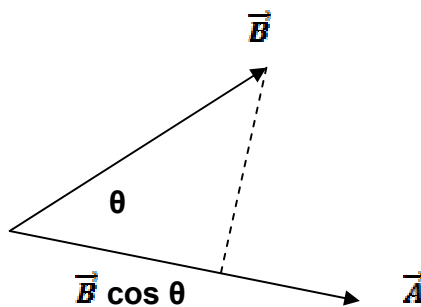


IMAGEN No. 7
Producto escalar entre dos vectores

El producto escalar $\vec{A} \cdot \vec{B}$ es igual a la magnitud A multiplicada por la proyección de B sobre A.

7. MOVIMIENTOS EN UNA DIMENSIÓN

a. Desplazamiento: se le llama así al cambio de posición de una partícula y se define así:

$$\Delta x = x_f - x_i$$

donde la letra griega delta representa un cambio (que para este caso es de posición).

b. Velocidad promedio V de una partícula se define como la razón de la **Rapidez promedio** de una partícula se define como el cociente entre la distancia total recorrida y el tiempo total que lleva viajar esa distancia: Rapidez promedio = distancia total / tiempo total. A diferencia de la velocidad promedio la rapidez no tiene dirección y por lo tanto no lleva signo algebraico.

c. Aceleración: Se le llama así al cambio de velocidad respecto del tiempo.

$$\vec{a} = \Delta \vec{v} / \Delta t = v_f - v_i / t_f - t_i$$

Movimiento unidimensional con aceleración constante (horizontal):

Las expresiones matemáticas que describen y relacionan velocidad, tiempo, espacio y aceleración constante son:

$$V = V_o + at$$

$$X - X_o = \frac{1}{2} (V + V_o) t$$

$$X - X_o = V_o t + \frac{1}{2} a t^2$$

$$V^2 = V_o^2 + 2 a (X - X_o)$$

d. Objetos que caen libremente

Un objeto lanzado hacia arriba y uno lanzado hacia abajo experimentarán la misma aceleración que un objeto que se deja caer desde el reposo. UNA VEZ QUE ESTÁN EN CAÍDA LIBRE, TODOS LOS OBJETOS TIENEN UNA

ACELERACIÓN HACIA ABAJO, IGUAL A LA ACELERACIÓN EN CAÍDA LIBRE. Si se desprecia la resistencia del aire y se supone que la aceleración en caída libre no varía con la altitud entonces el movimiento vertical de un objeto que cae libremente es equivalente al movimiento en una dimensión. Cambiando la aceleración por la gravedad las ecuaciones unidimensionales se transforman en:

$$V = V_o - g t$$

$$Y - Y_o = \frac{1}{2} (V + V_o) t$$

$$Y - Y_o = V_o t - 0.5 g t^2$$

$$V^2 = V_o^2 - 2 g (Y - Y_o)$$

e. Análisis gráfico en un movimiento unidimensional

Un movimiento unidimensional puede ser descrito por medio de ecuaciones y por medio de gráficas.

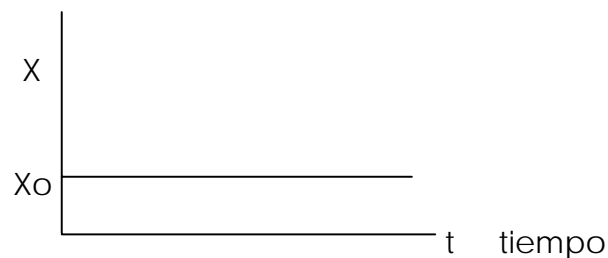


IMAGEN No. 8
Representación gráfica de una partícula en reposo

La pendiente de esta gráfica es 0 debido a que la partícula ocupa la misma posición en cualquier momento.

Representación gráfica de un movimiento unidimensional con velocidad constante:

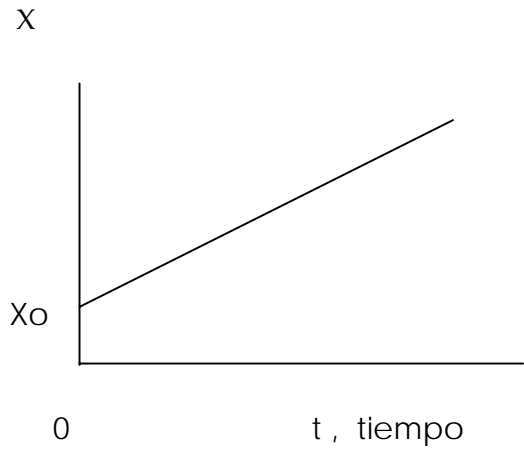


IMAGEN No. 9
Caso Posición contra tiempo

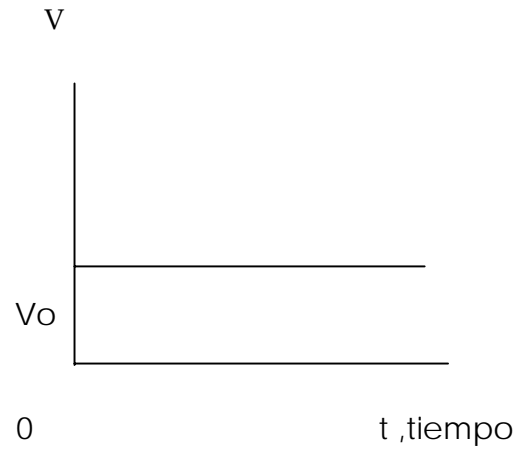


IMAGEN No. 10.
Caso velocidad contra tiempo.

f. Representación gráfica de un movimiento acelerado:

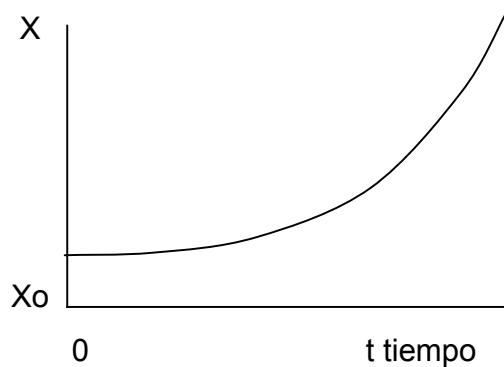


IMAGEN No. 11.
Caso posición contra tiempo

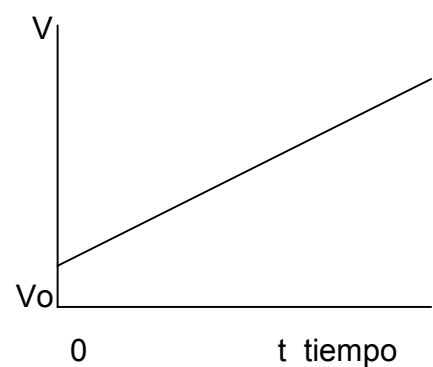


IMAGEN No. 12.
Caso velocidad contra tiempo

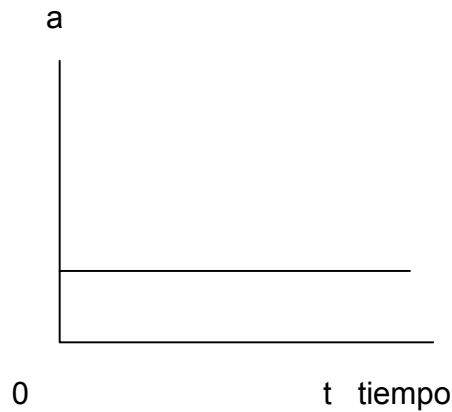


IMAGEN No. 13
Caso aceleración contra tiempo

En el caso posición contra tiempo en un movimiento acelerado podemos observar que se desarrolla una parábola, la pendiente en este caso (que es la velocidad) está cambiando constantemente.

En el caso de la gráfica de velocidad contra tiempo arroja una recta inclinada símbolo del cambio de la velocidad respecto del tiempo, en este caso la pendiente es la aceleración. En el último caso cuando graficamos aceleración contra tiempo nos encontramos con una recta horizontal donde la pendiente es cero debido a que la aceleración es constante.

8. MOVIMIENTO CIRCULAR UNIFORME

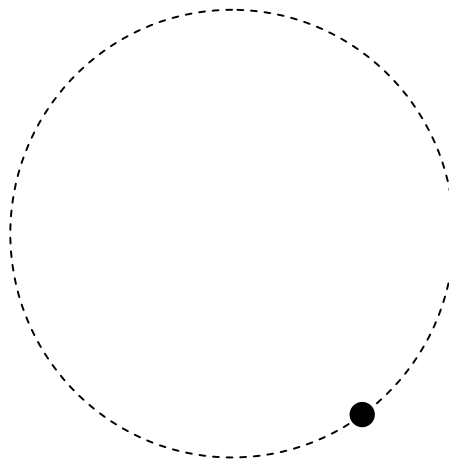


IMAGEN No. 14
Movimiento Circular Uniforme

El vector velocidad siempre es tangente a la trayectoria del objeto y perpendicular al radio r de la trayectoria circular. Sin embargo el vector aceleración está a cierto ángulo respecto de la trayectoria circular, Este vector total puede descomponerse en dos vectores componentes, un vector componente radial, a_r , y un vector componente tangencial, a_t . Y por lo tanto el vector aceleración total puede escribirse como la suma vectorial de ambos componentes:

$$a_T = (a_r^2 + a_t^2)^{1/2}$$

El vector aceleración radial en un movimiento circular siempre es perpendicular a la trayectoria y siempre apunta hacia el centro del círculo, a ésta también se le denomina aceleración centrípeta, y su magnitud es

$$a_r = v^2/r$$

Donde r es el radio del círculo.

La aceleración radial se debe al cambio en la dirección del vector velocidad. La aceleración tangencial proviene del cambio en la velocidad lineal de la partícula sobre la trayectoria circular, y la proyección de la aceleración \vec{a} lo largo de la dirección de la velocidad es:

$$\vec{a}_t = \vec{a} \cdot \vec{v} / dt$$

La relación que existe entre velocidad lineal V (o tangencial) y la velocidad angular ω es:

$$\vec{V} = \vec{\omega} r \quad \text{ó} \quad \vec{\omega} = \vec{V} / r$$

La velocidad lineal en un punto es igual al producto de la velocidad angular por el radio de la circunferencia descrita en el movimiento pero cuando ω está dado en radianes / segundo. También ω puede expresarse en número de vueltas por unidad de tiempo, entonces:

$$\omega = 2\pi f$$

donde f es la frecuencia de rotación, que es el número de vueltas por unidad de tiempo. La frecuencia tiene unidades s^{-1} y recibe el nombre de hertz. La cantidad inversa a la frecuencia determina el tiempo durante el cual se realiza una vuelta completa y se denomina período de la rotación T .

$$T = 1 / f$$

Y sustituyendo T en $\omega = 2\pi f$ se tiene $\omega = 2\pi / T$

La aceleración centrípeta guarda una relación entre las velocidades angular y tangencial:

$$a_c = \omega V \text{ y como } \omega = V / r \text{ entonces } a_c = V V / r = V^2 / r$$

9. LEYES DE NEWTON DEL MOVIMIENTO

Anteriormente se describió el movimiento de partículas por medio de definiciones de desplazamiento, velocidad y aceleración, ahora explicaremos acerca de las causas del movimiento.

La mecánica clásica es la parte de la física que describe la relación entre el movimiento de un cuerpo y las fuerzas que actúan sobre él, *pero restringiéndose a cuerpos que son grandes comparados con las dimensiones de los átomos y que se mueven a velocidades menores que la velocidad de la luz.*

Una fuerza es todo lo que ocasiona que un cuerpo se acelere, o sea que un cuerpo se acelera debido a una fuerza externa. Si la fuerza neta es cero, la aceleración es cero y la velocidad permanece constante.

Un cuerpo se encuentra en equilibrio cuando su velocidad permanece constante o cuando se encuentra en reposo.

a. Las fuerzas pueden clasificarse en dos grandes grupos:

De contacto, se dan por el contacto físico entre dos objetos. halar un resorte, empujar un cuerpo, golpear una pared, el impacto de las bolas de billar, la fuerza ejercida por nuestros pies al caminar, etc.

De campo: son las que no implican contacto físico entre dos objetos pero que actúan a través del espacio vacío, como la atracción gravitacional entre dos cuerpos , la atracción entre los polos de un imán y un trozo de hierro, la atracción o repulsión entre dos cargas eléctricas, por ejemplo un protón y un electrón.

Debido a que las fuerzas son vectores, se deben utilizar las reglas de la adición vectorial para obtener la fuerza resultante sobre un cuerpo.

$$\text{Ejemplo: } F_1 = 10 i \qquad F_2 = -8j$$

$$F = (10^2 + (-8)^2)^{1/2} = 12.8 \text{ unidades}$$

$$\alpha = \text{tg}^{-1} (j / i)$$

b. Primera Ley de Newton: Un objeto en reposo permanece en reposo y un objeto en movimiento continuará en movimiento con una velocidad constante a menos que experimente una fuerza externa neta o resultante.

O sea que cuando una fuerza neta sobre un cuerpo es cero su aceleración es cero.

O sea $\Sigma F = 0$ entonces la aceleración = 0

La Inercia: es una medida de la respuesta de un objeto a una fuerza externa. La masa se usa para medir la inercia, y la unidad de masa del Si es el kilogramo y la del sistema inglés es el slug donde 1 slug = 14.59 kg. Cuanto mayor es la masa de un cuerpo, menor es la aceleración del cuerpo bajo la acción de la misma fuerza.

Si la fuerza aplicada sobre un cuerpo con masa m_1 produce una aceleración a_1 y la misma fuerza es aplicada sobre otro cuerpo con m_2 y produce otra aceleración a_2 entonces la relación entre ellas es

$$m_1/m_2 = a_2/a_1$$

La masa es una propiedad inherente de un cuerpo y es independiente de los alrededores del mismo y del método utilizado para medirla, obedece a las reglas del álgebra común ya que es un escalar.

La masa y el peso son cantidades diferentes.

c. Segunda ley de Newton:

Ésta responde a la pregunta de lo que sucede a un objeto que tiene una fuerza resultante diferente de cero actuando sobre él.

Ejemplo del empuje de un bloque de hielo, cuando se ejerce alguna fuerza \vec{F} horizontal sobre el bloque se mueve con una aceleración \vec{a} , si se ejerce una fuerza de $2\vec{F}$ la aceleración se duplica y así sucesivamente, pero mientras más grande es la masa la aceleración será menor bajo una misma fuerza.

La aceleración de un objeto es directamente proporcional a la fuerza neta que actúa sobre él e inversamente proporcional a su masa.

$\Sigma \mathbf{F} = m\mathbf{a}$ y como es una expresión vectorial entonces

$$\Sigma f_x = ma_x, \Sigma F_y = ma_y \text{ y } \Sigma F_z = ma_z$$

Las unidades de fuerza para el Si es el newton que se define como la fuerza que al actuar sobre una masa de 1 kg produce una aceleración de $1 \text{ m} / \text{s}^2$ o sea que $1\text{N} = 1 \text{ kg} * \text{m}/\text{s}^2$, la unidad para el sistema cgs recibe el nombre de dina: $1 \text{ dina} = 1\text{g} * \text{cm} / \text{s}^2$ y para el sistema inglés es la libra: $1 \text{ lb} = 1 \text{ sulg} * \text{pie} / \text{s}^2$

Peso:

La fuerza ejercida por la tierra sobre un objeto se denomina peso (w). Y se define como $w = mg$

Donde g corresponde a la aceleración de la gravedad.

d. Tercera ley de Newton: (ley de acción reacción)

Establece que si dos cuerpos interactúan, la fuerza ejercida sobre el cuerpo 1 por el cuerpo 2 es igual y opuesta a la fuerza ejercida sobre el cuerpo 2 por el cuerpo 1.

O sea que las fuerzas ocurren siempre en pares ***La fuerza de acción es igual en magnitud a la fuerza de reacción y opuesta en dirección.***

e. Fuerzas de fricción:

La resistencia al movimiento debido a la interacción con sus alrededores se denomina **fuerza de fricción**. La **fuerza de fricción estática** se define como la fuerza necesaria para sacar del reposo a un cuerpo y que empiece a desplazarse, mientras que la fuerza de **fricción cinética** es la necesaria para mantenerlo en movimiento con aceleración constante.

Generalmente **la fuerza de fricción cinética es menor que la fuerza de fricción estática** Las fuerzas de fricción estáticas y cinéticas son proporcionales a la fuerza normal que actúa sobre el cuerpo. Y se define matemáticamente como:

$$F_r = \mu N$$

y siempre va opuesta al movimiento.

Asumimos que los cuerpos se comportan como partículas, ignoramos también los efectos de fricción en problemas que implican movimiento (o sea superficies sin fricción.) e ignoramos la masa de las cuerdas implicadas en los problemas. Cuando aplicamos las leyes de Newton a un cuerpo, sólo estamos interesados en aquellas fuerzas externas que actúan sobre el cuerpo.

Si se jala un objeto por medio de una cuerda unida a él, esta ejerce una fuerza sobre el objeto. La tensión es un escalar y se define como la magnitud de la fuerza que la cuerda ejerce sobre cualquier cosa unida a ella.

10. TRABAJO Y ENERGÍA

a. Introducción: generalmente asociamos la energía en función del combustible para el transporte, electricidad para iluminación y aparatos domésticos y los alimentos que consumimos. Sin embargo, éstas ideas no definen realmente a la energía. Sólo nos dicen que esos combustibles son necesarios para hacer un trabajo y que nos proporcionan algo que llamamos energía. La energía está presente en el universo en varias formas, incluida la energía mecánica, la electromagnética, la química, la térmica y la nuclear. Además una forma de energía puede convertirse en otra. Cuando la energía cambia de una forma a otra, su cantidad total permanece igual. La conservación de la energía señala que aunque la forma de la energía puede cambiar, si un objeto o sistema pierde energía, la misma cantidad de energía aparece en otro objeto o en los alrededores.

b. Trabajo: En la vida diaria, la palabra trabajo se aplica a cualquier tipo de actividad que requiere efectuar un esfuerzo muscular o intelectual. Sin embargo, en Física se dice que únicamente se realiza trabajo cuando se ejerce una fuerza sobre un cuerpo y al mismo tiempo este se mueve de tal modo que la fuerza posee una componente sobre la trayectoria de su punto de aplicación. Si esta componente tiene la misma dirección que el desplazamiento, el trabajo es

positivo y si es opuesta el trabajo es negativo, si la fuerza es perpendicular al desplazamiento, no tendrá componente en la dirección del mismo y el trabajo es nulo.

El trabajo W es igual al producto escalar de la fuerza aplicada y el desplazamiento resultante sobre un cuerpo.

$$\mathbf{W = F \Delta s}$$

La unidad de trabajo en el sistema Internacional es el joule (J), que es el trabajo que realiza una fuerza de 1N al desplazar 1 m en la dirección de la fuerza:

$$\mathbf{1J = 1 N m}$$

Si existe un ángulo entre la fuerza aplicada y la dirección del movimiento entonces el trabajo es igual a:

$$\mathbf{W = F \Delta s \cos \theta}$$

Si el ángulo es 90 el trabajo neto es igual a 0, si el ángulo es 0 entonces quiere decir que coinciden las direcciones de ambas cantidades y por lo tanto es igual a

$$\mathbf{W = F \Delta s}$$

En el caso que el ángulo sea igual a 180° el trabajo es negativo por ejemplo el que realiza la fuerza de fricción la cual está en sentido opuesto al movimiento de un cuerpo.

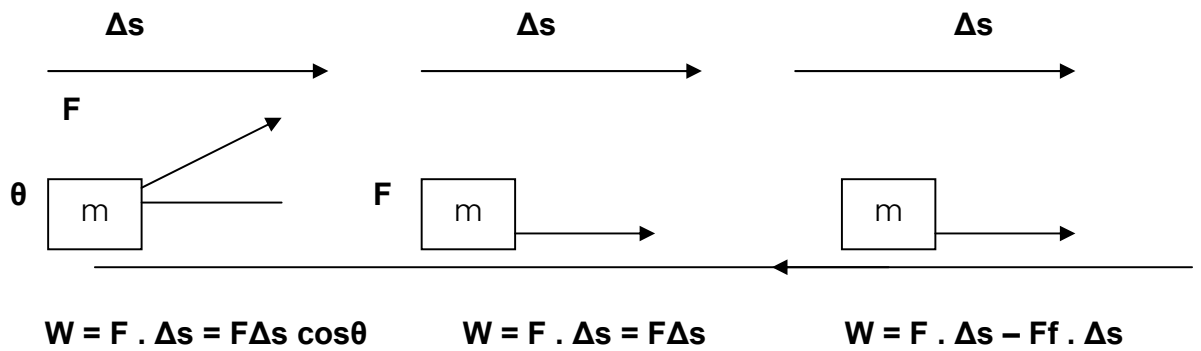


IMAGEN No. 15
Situaciones en las que se realiza trabajo.

c. Potencia: La rapidez con que se realiza un trabajo mecánico se caracteriza por una cantidad escalar denominada potencia, la cual es igual al trabajo que se realiza por unidad de tiempo. Si una fuerza **F** realiza un trabajo **W**, en un intervalo de tiempo Δt , la potencia media desarrollada en el proceso queda definida por:

$$P = W / \Delta t$$

En el SI el trabajo se mide en J y el tiempo en segundos , y entonces la unidad de potencia será igual a J/s y recibe el nombre específico de watt (W)

$$1W = 1J / s$$

La unidad de trabajo también se puede expresar como $1J = 1W/s$. Como joule es una unidad pequeña generalmente se mide en kWh = $1000 W \times 3600 s = 3.6 \times 10^6 J$.

d. RELACIÓN TRABAJO - ENERGÍA : Energía cinética.

TEOREMA TRABAJO ENERGÍA

Consideremos un cuerpo sobre el que actúa una fuerza constante F la cual puede ser también la resultante de varias fuerzas. La fuerza le comunica al cuerpo una aceleración, debido a lo cual varía su velocidad, y, además en este caso realiza trabajo mecánico. La relación que existe es:



IMAGEN No. 16.
Un objeto al cual se le aplica una fuerza F .

$W = F_x \Delta s_x$, pero F_x de acuerdo con la segunda ley de Newton:

$F = m a$, entonces

$W = m a \Delta s_x$ pero en un movimiento rectilíneo uniformemente acelerado se cumple que :

$$V^2 = V_0^2 + 2 a \Delta x$$

$$\Delta s_x = \frac{V_x^2 - V_{0x}^2}{2 a_x}$$

si sustituimos este valor en la ecuación de trabajo obtenemos

$$W = m a_x \left(\frac{V_x^2 - V_{0x}^2}{2 a_x} \right)$$

Cancelando las aceleraciones del numerador y denominador, entonces

$$W = 0.5 m (V^2 - V_o^2)$$

Esta expresión se puede escribir en forma general de la manera siguiente:

$$W = 0.5 m V^2 - 0.5 m V_o^2$$

El segundo miembro de la igualdad es la variación de la cantidad $0.5 m V^2$. Esta cantidad se denomina energía cinética de traslación y se designa por la letra K.

$$K = \frac{1}{2} m V^2$$

Entonces $W = K - K_o$ es decir:

$$W = \Delta K \text{ (teorema trabajo-energía)}$$

O sea que **“El trabajo de la fuerza resultante constante aplicada a un cuerpo es igual a la variación de la energía cinética del cuerpo”**.

Si el cuerpo parte del reposo $K_o = 0$ por lo que $W = K$

Cuando la fuerza que actúa está dirigida en el mismo sentido del movimiento, realiza trabajo positivo $W > 0$ y la energía cinética del cuerpo aumenta:

$$\frac{1}{2} m V^2 > \frac{1}{2} m V_o^2$$

si la fuerza está dirigida en dirección contraria al movimiento, realiza trabajo negativo $W < 0$ la energía cinética disminuye:

$$\frac{1}{2} m V^2 < \frac{1}{2} m V_0^2$$

La realización de un trabajo mecánico es un proceso que da la medida de la energía que se transforma o transfiere.

e. CONSERVACIÓN DE LA ENERGÍA

Fuerzas conservativas y no conservativas

Si un cuerpo se mueve bajo la acción de una fuerza que no efectúe un trabajo total durante un recorrido completo, entonces la fuerza es conservativa, de lo contrario es no conservativa. O sea que si $W_{\text{neto}} = 0$ entonces la fuerza es conservativa. La fuerza de un resorte, La fuerza de la gravedad, la fuerza de la fricción son conservativas.

Energía Potencial

La energía potencial, representada por el símbolo U , es la energía de configuración de un sistema. Es la energía almacenada en un sistema a causa de la posición relativa u orientación de las partes de un sistema (por ejemplo, la compresión en el sistema bloque – resorte o la separación del sistema pelota – Tierra) ésta existe únicamente para fuerzas conservativas.

El cambio en la energía potencial durante el proceso es el negativo del trabajo efectuado por la fuerza conservativa.

$$\Delta U = - W$$

Si se analiza el sistema bloque resorte el trabajo efectuado por la fuerza del resorte sobre el bloque es:

$$\mathbf{W = - \frac{1}{2} kd^2.}$$

El cambio de la energía potencial del sistema es por lo tanto

$$\mathbf{\Delta U = - W = + \frac{1}{2} kd^2}$$

De acuerdo con el teorema trabajo – energía, el cambio en la energía cinética del bloque es:

$$\mathbf{\Delta K = W = - \frac{1}{2} kd^2}$$

Entonces para el sistema bloque resorte tenemos:

$$\mathbf{\Delta U + \Delta K = 0}$$

En estos procesos el cambio en la U + K total es de cero. si no existe un cambio en la suma U + K, entonces el valor de la suma debe ser una constante durante el movimiento. Llamamos E a esta constante, la energía mecánica del sistema conservativo:

$$\mathbf{U + K = E}$$

Ésta es la representación matemática de la ley de la conservación de la energía mecánica. En cualquier sistema aislado de objetos que interactúan sólo por fuerzas conservativas, la energía puede ser transferida una y otra vez de cinética a potencial, pero el cambio total es de cero; la suma de las energía cinética y potencial permanece constante.

Cambios en la energía mecánica cuando se presentan fuerzas no conservativas:

En situaciones reales las fuerzas conservativas extraen energía mecánica de los sistemas provocando que la energía mecánica total no sea una constante. En general no se puede calcular el trabajo realizado por fuerzas no conservativas, pero es posible determinar el cambio en la energía cinética del sistema, afectado por una fuerza neta. Puesto que el cambio en la energía cinética puede ser resultado de muchos tipos de fuerza, es conveniente separar ΔK en tres partes:

1. El cambio en la energía cinética debido a fuerzas conservativas internas, $\Delta K_{\text{int-c}}$
2. El cambio en la energía cinética debido a fuerzas no conservativas internas, $\Delta K_{\text{int-nc}}$
3. El cambio en la energía cinética debido a fuerzas externas (conservativas y no conservativas), ΔK_{ext}

La primera de éstas es $\Delta K_{\text{int-c}} = -\Delta U$. Este es un simple intercambio entre la energía potencial y la energía cinética dentro del sistema. El segundo término, $\Delta K_{\text{int-nc}}$ puede ser positivo o negativo: si representa la fricción interna será negativo, sin embargo, puede ser positivo (como en el caso de un músculo que opera a partir de energía bioquímica). El último término, ΔK_{ext} , es el cambio en la energía cinética del sistema debido a fuerzas externas.

$$\Delta K = \Delta K_{\text{int-c}} + \Delta K_{\text{int-nc}} + \Delta K_{\text{ext}}$$

$$\Delta K + \Delta U = \Delta K_{\text{int-nc}} + \Delta K_{\text{ext}}$$

B. MÁQUINAS:

1. Definición:

¿Qué se imagina el lector, cuando escucha la palabra **Máquina**?

Probablemente piense en algo grande, sofisticado, con engranajes y un sonido estruendoso que a pesar de estar lejos, se siente como si estuviera a la par, sin embargo, las máquinas forman parte de nuestra vida, nos rodean y en muchas ocasiones pasan desapercibidas porque son muy pequeñas o tal vez porque nos hemos habituado a ellas y forman parte de nuestra rutina diaria de la vida. La perilla de la puerta al levantarnos, o al girar la llave para abrir la regadera, un desarmador, un martillo, el sacapuntas o la cuña que utilizamos para nivelar el escritorio etc., todos estos mecanismos que nos parecen simples y sencillos son las máquinas, más formalmente podemos decir que máquinas son: **“mecanismos que utilizamos a diario, que hacen el trabajo más fácil al cambiar la velocidad, dirección o cantidad de la fuerza aplicada.”**⁶

2. Máquinas Simples:

a. La palanca:

Es una máquina simple que cambia el sentido de la fuerza, ya que si empujamos hacia abajo, la carga se mueve hacia arriba.(ver Imagen No. 17). Al observar detenidamente se puede ver que el punto de giro, punto de apoyo o fulcro de la palanca puede estar relativamente cerca de la carga. Entonces, ejerciendo una fuerza de entrada a través de una gran distancia obtendremos una gran fuerza de salida sobre una distancia consecuentemente pequeña. La palanca puede de esta manera multiplicar fuerzas.⁷

⁶ Las fuerzas y las máquinas:Atwater Mary y otros. McGraw-Hill. Página 72. New York. 1993.

⁷ Física Conceptual. Hewitt G. Paúl. Segunda edición.Editorial Prentice Hall. Página 121. México. 1998.

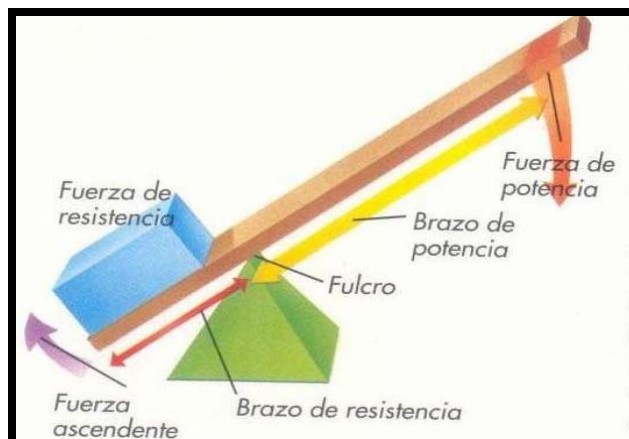


IMAGEN No. 17.

Al empujar hacia abajo con una fuerza llamada potencia la carga se mueve hacia arriba con una fuerza ascendente.

Hay tres formas comunes de palanca:

Tipo 1

El punto de apoyo esta entre la fuerza y la carga (entre la entrada y la salida). Por lo regular la utilizan los niños para divertirse, colocándose en los extremos, se conoce comúnmente como: sube y baja. Los sentidos de la entrada y la salida son opuestos.



IMAGEN No. 18

El popular sube y baja es una palanca de tipo 1.

Tipo 2

La carga está entre el punto de apoyo y el extremo sobre el que se ejerce la fuerza de entrada. Para levantar una carga es necesario levantar el extremo de la palanca. Por ejemplo cuando levantamos una carretilla para vaciar o transportar una carga, el destapador que utilizamos para quitar la tapita de una gaseosa.



IMAGEN No. 19
La carreta de mano es una palanca tipo 2.

Tipo 3

Aquí encontramos que el punto de apoyo está en un extremo y la carga en el otro. (ver imagen No. 20). La fuerza de entrada se aplica en un punto intermedio. El antebrazo es un ejemplo de este tipo de palanca, el punto de apoyo es el codo; la carga es la mano. Otro ejemplo es la pala que utilizamos para remover arena, tierra etc., se coloca la hoja metálica en la arena o lo que se quiera levantar y se jala hacia arriba. El punto de apoyo se encuentra en la mano que se encuentra en el lado opuesto de la carga. La otra mano levanta el mango de la pala entre el punto de apoyo y la carga.



IMAGEN No. 20
La pala es un ejemplo de palanca tipo 3.

b. La polea:

Es una especie de palanca que se utiliza para cambiar la dirección de una fuerza. El eje de la polea hace las veces de un punto de apoyo y el radio se asemeja a los brazos de la palanca. En la imagen No. 21 el esfuerzo se ejerce hacia abajo y la carga se mueve hacia arriba.

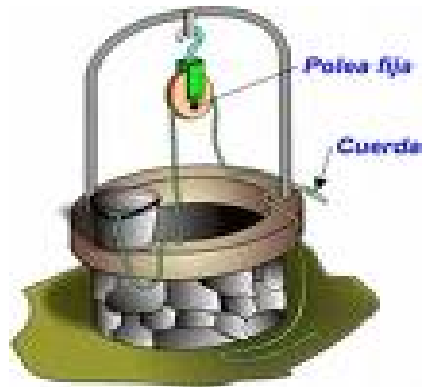


IMAGEN No. 21
En la polea se cambia la dirección de la fuerza

En la imagen No. 22 la polea funciona como una máquina del tipo 2, en este caso el punto de apoyo está en el extremo izquierdo de la palanca donde la cuerda entra en contacto con la polea. La carga se encuentra suspendida a la mitad del camino entre el punto de apoyo y el extremo de entrada de la palanca.

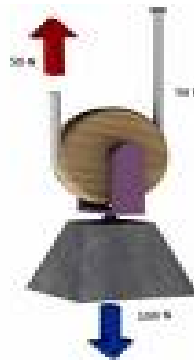


IMAGEN No. 22
Esta polea funciona levantando el extremo donde esta la carga.

c. El plano inclinado:

Es otra máquina simple que consiste en una superficie con cierto declive o inclinación permite utilizar menos fuerza para elevar una carga empujándola sobre él que levantarla verticalmente.



IMAGEN No. 23

El plano inclinado permite utilizar menos fuerza para elevar la carga.

3. Máquinas Compuestas:

Son todas aquellas que utilizan en su funcionamiento diversos dispositivos considerados como máquinas simples. Por ejemplo el taladro, el ventilador, la sierra eléctrica, la grúa, la bicicleta, etc.



IMAGEN No. 24

La bicicleta es una máquina compuesta ya que esta formada por diversos dispositivos que se consideran máquinas simples.

C. LA BICICLETA:

1. DEFINICIÓN:

La bicicleta es una máquina compuesta, formada por dispositivos mecánicos bastante sencillos que hemos denominado “máquinas simples”. (ver imagen No. 25). Estas máquinas simples son dispositivos mecánicos que cambian la magnitud o la dirección de la fuerza aplicada. La rueda dentada que conforma los platos y piñones de la bicicleta es esencialmente una polea. De forma análoga el pedal es una palanca.



IMAGEN No. 25

La rueda dentada conformada por platos y piñones es esencialmente una polea, la cadena transmite el movimiento y los pedales constituyen una palanca.

2. Historia:

En uno de los diseños que se han logrado recuperar de la obra de Leonardo da Vinci se encuentra el de una bicicleta:⁸

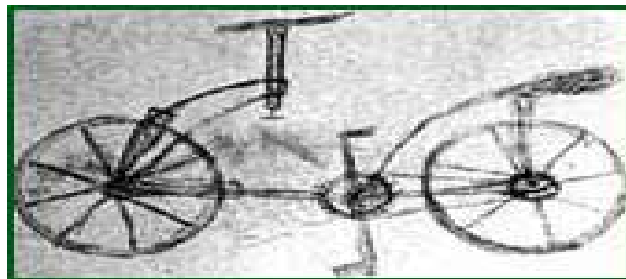


IMAGEN No. 26

Boceto de Leonardo da Vinci sobre la bicicleta.

⁸ Orígenes de la Bicicleta. Semanario de Prensa Libre. Revista Domingo. No. 113. 3 de Septiembre de 2006.

En él se observa que Leonardo da Vinci ya incluía la transmisión de cadena como en las bicicletas que se utilizan en este tiempo. “Durante muchos años se construyeron vehículos de dos ruedas que resultaron rudimentarios y sin mayor movilidad. En 1817, un alemán el barón Kart Von Drais inventó una máquina que ayudaba a recorrer terreno más rápidamente y con menos esfuerzo, impulsando las dos ruedas con sus propios pasos. (ver imagen No. 27). El aparato, conocido como el primer vehículo de dos ruedas con dispositivo de dirección llamado draisiana (en honor a su inventor), o caballo de pasatiempo (hobby horse) por su forma de uso, estaba hecho de madera y heredaba la idea del celerífero, un aparato similar construido en 1791 por el conde francés J. H. de Sivrac. La diferencia era que la draissiene poseía un timón para el manillar que pivotaba sobre el cuadro, permitiendo el giro de la rueda delantera, aunque entonces carecía de algo que resulta muy normal en la actualidad: los pedales, ya que la persona se impulsaba caminando y levantando los pies. Después, inventores franceses, alemanes y británicos introdujeron mejoras. En Inglaterra, estos primeros modelos se conocieron como balancines; el nombre de dandy horse quedó para el vehículo inventado en 1818. El balancín era más ligero que la draisiana y tenía un asiento ajustable y un apoyo para el codo.

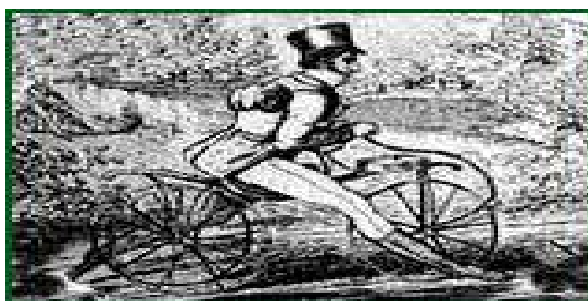


IMAGEN No. 27

En 1816, un noble alemán diseñó el primer vehículo de dos ruedas con dispositivo de dirección

La incorporación de los pedales a estas máquinas se produce en 1839, cuando el escocés Kirkpatrick Macmillan, añadió las palancas de conducción y los pedales a una máquina del tipo de la draisiana que en ese momento dejó de ser un andador. (ver imagen No. 28). Estas innovaciones permitieron al ciclista impulsar la máquina con los pies sin tocar el suelo. El mecanismo de impulsión

consistía en pedales cortos fijados al cubo de la rueda de atrás y conectados por barras de palancas largas, que se encajaban al cuadro en la parte superior de la máquina. Las barras de conexión se unían a las palancas a casi un tercio de su longitud desde los pedales. La máquina era impulsada por el empuje de los pies hacia abajo y hacia adelante

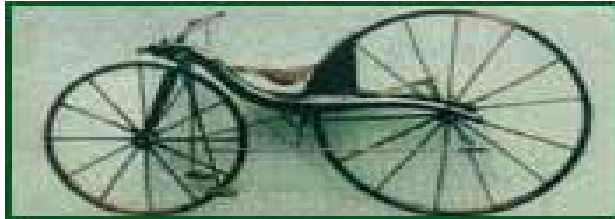


IMAGEN No. 28.
Primera bicicleta a pedales
Macmillan, 1839

En 1846, un modelo mejorado de esta máquina, diseñado por un escocés, tomó el nombre de dazell, muy utilizado en Gran Bretaña.

En 1861, Ernest Michaux decidió dotar de unos pedales a la rueda delantera de una vieja draisiana. (ver imagen No. 29). Aunque el descubrimiento fue de suma importancia, tropezó con un grave problema que durante cierto tiempo resultó infranqueable; no había forma de mantener el equilibrio con el movimiento a pedales. Ernest se dio cuenta de que la máquina de dos ruedas sería estable siempre que fuera a una velocidad suficiente; el lento aprendizaje resulto efectivo.



IMAGEN No. 29
Velocípedo de Michaux, 1866

Se reconoce a Michaux como el precursor directo de la bicicleta aunque se deben citar nombres como Philip Moritx o Galloux que construyeron bicicletas a pedales para uso particular . El invento de Michaux , la "Michaulina" se empezó a

producir en serie atrayendo la atención de las clases populares. Este modelo se hizo muy popular en Francia. El cuadro y las ruedas se fabricaban en madera. Los neumáticos eran de hierro y los pedales estaban colocados en el cubo de la rueda delantera o del conductor, que era un poco más alta que la rueda de atrás. En Gran Bretaña esta máquina se conoció como el 'quebrantahuesos', a causa de sus vibraciones cuando circulaba sobre carreteras pedregosas o en calles adoquinadas. En 1869, en Gran Bretaña se introdujeron neumáticos de goma maciza montados en el acero, y el vehículo fue el primero en ser patentado con el nombre moderno de bicicleta. En 1873, James Starley, un inventor inglés, produjo la primera máquina con casi todas las características de la famosa bicicleta común o de rueda alta. La rueda delantera de la máquina de Starley era tres veces más grande que la de atrás.⁹

El 31 de mayo de 1889 nació oficialmente el ciclismo de competición; los hermanos Olivier, asociados de la fábrica de Michaux, organizaron una carrera en el parque de Saint Cloud de París con 1200 m de recorrido en la que tomaron parte 7 ciclistas. A partir de entonces comenzó la fiebre del ciclismo. En el aspecto técnico se investigaba a marchas forzadas para encontrar nuevas soluciones. La velocidad se convirtió en una obsesión. Las michaulinas eran demasiado lentas ya que en cada vuelta completa de los pedales recorrían 3.14 metros. Con lógica, los fabricantes aumentaron los diámetros de las ruedas delanteras llegándose a construir ruedas motrices de 3 m de diámetro. Todo ello fue en detrimento de la seguridad, del equilibrio y del peso llegando algunos modelos a pesar 40 Kg. Los fabricantes tendieron a homogeneizar sus máquinas. Las descomunales ruedas delanteras se redujeron a un diámetro de 1,2 metros y las traseras a 40 centímetros. Las modificaciones y mejoras en los años siguientes incluyeron el cojinete de bolas y el neumático. Estos inventos, junto con el uso de tubos de acero soldados y los asientos de muelles, llevaron a la bicicleta a la cumbre de su desarrollo. Sin embargo, la vibración excesiva y la inestabilidad de la bicicleta de rueda alta obligó a los inventores a esforzarse por

⁹ Orígenes de la Bicicleta. Semanario de Prensa Libre. Revista Domingo. No. 113. 3 de Septiembre de 2006.

reducir la altura de la bicicleta. Hacia 1880 apareció la conocida máquina segura o baja. Las ruedas eran casi del mismo tamaño y los pedales, unidos a una rueda dentada a través de engranajes y una cadena de transmisión, movían la rueda de atrás. En 1885, John Kemp Starley crea “la bicicleta de seguridad”, donde la rueda delantera es mas pequeña y gracias al uso de los rodamientos, es propulsada por una cadena, se le acopló frenos, para una mayor seguridad. Añadiéndose poco después, 1888, los neumáticos desarrollados por John Boyd Dunlop, donde en su tubo interior se rellenan de aire, amortiguando parte del golpeteo contra los caminos. La bicicleta de seguridad se extendió rápidamente por todo el mundo industrializado. En 1896, una bicicleta podía costar el salario de 3 meses de un trabajador medio, pero ya en 1909 se había reducido a menos de un mes de trabajo. Esta bicicleta tiene una gran semejanza con la bicicleta que todos conocemos hoy en día. En Francia, los hermanos Michelin crearon un neumático desmontable y en Italia, Giovanni Battista Pirelli hizo lo propio. Con el neumático y unas cuantas cámaras de recambio se podía ir a todas partes. Las bicicletas pesaban entre 18 y 20 kilos. En 1903 se disputó el primer Tour de Francia con 2428 Kilómetros de recorrido ideado por Henri Desgranges. El Tour, que ha ido mejorándose con el paso de los años y se ha convertido hoy en día en banco de pruebas de sofisticadas máquinas que no superan su aprobación si no salen triunfantes de la ronda francesa, ha sido campo de experiencias y ha hecho nacer muchos prototipos. El primer Giro de Italia (creado por Costamagna, Cougnet y Morgagni) se celebró en mayo de 1909 y, más adelante, la Primera Vuelta Ciclista a España en 1935, ideada por Juan Pujol. La principal prueba en ruta por etapas sudamericana, la Vuelta Ciclista a Colombia, no se celebró hasta 1951.¹⁰ En las décadas de 1960 y 1970, la contaminación atmosférica por los gases de los automóviles incrementó el interés hacia la bicicleta, a lo que se unió la grave crisis mundial del petróleo durante varios años. En parte, a causa de estos estímulos, la popularidad de la bicicleta se incrementó enormemente. En algunas ciudades se establecieron carriles para bicicleta y rutas de ciclistas propias. La importancia dada a la forma física en las décadas de 1970 y 1980

¹⁰ Orígenes de la Bicicleta. Semanario de Prensa Libre. Revista Domingo. No. 113. 3 de Septiembre de 2006.

aumentaron su popularidad. Se generalizó la bicicleta de carreras ligera de diez velocidades, con frenos de mano y neumáticos estrechos de alta presión. A principios de la década de los 70's se inició la moda de utilizar la bicicleta en caminos de tierra. Surgieron entonces varios grupos de ciclistas que practicaban esta nueva modalidad entre ellos los llamados "The Canyon Gang", representados por John York, Tom Slifka, Robert y Kim Kraft, que se dedicaban a realizar carreras en la montaña "Tamalpais" en el estado de California, pero las bicicletas que utilizaban eran de bici cross (con llanta muy delgada) que era muy común encontrarlas en Europa en aquella época. Fue entonces que a Joe Breeze, Charlie Kelly, Gary Fisher y Tom Ritchey se les ocurrió colocarle llantas anchas a sus viejas bicis de marca Schwinn Excelsiors que pesaban unos 18 Kg y así obtuvieron más control y fueron los más veloces de la montaña. En 1976 los mismos Breeze, Kelly, Fisher y Ritchey organizaron una carrera de 3 millas en "Cascade Fire" cerca de la región denominada "Fairfax" en California. Llegando el año de 1977 el todavía adolescente "Breeze" montó diez cuadros de Cromoly utilizando los mismos principios de la geometría de sus bicis Schwinn Excelsior y utilizó una de estas bicis en una carrera y ganó. Este nuevo tipo de cuadros de bicicleta inspiró a Fisher a conseguir uno igual y le pidió a Ritchey que le construyera uno para él. De ahí que estas nuevas bicicletas se les llamó Mountain Bike o Bicicleta de Montaña. En 1974 Russ Mahon, Carter Cox y Bernie Mahon fueron los primeros ciclomontañistas en participar en una carrera con un desviador trasero (derailleurs) que fue inventado en 1958 por el francés Campagnolo para las bicicletas de ruta. Esto llamó mucho la atención al resto de los corredores y para 1975 todos los participantes de carreras ya contaban con uno. Esta bicicleta con los nuevos componentes pesaba poco más de 20 kilogramos.

En 1987 se introdujo comercialmente la primera suspensión delantera por la compañía Trek y con la guerra de tecnología y comercialización Trek también presentó en 1990 la primera bicicleta con doble suspensión con un peso similar a aquella de 1974, unos 20Kg. El ciclista más veloz es considerado John Howard, de Estados Unidos, quien alcanzó en 1985, los 245.8 kilómetros por hora en una

bicicleta diseñada especialmente. En la actualidad hay en el mundo unos 800 millones de bicicletas cantidad que duplica el número de coches. “¹¹

3. DIVERSOS MODELOS:

Existen diversas modalidades deportivas, englobadas dentro del ciclismo, que se practican con este vehículo. Introducida en el siglo XIX en Europa, ha tenido un impacto considerable en la historia, tanto en la cultura como en la industria. La principal clasificación de las bicicletas toma en cuenta la función para la que están diseñadas, así los principales tipos de bicicletas son:

a. Bicicleta Todo Terreno (BTT) o de montaña:

Es una bicicleta destinada a terrenos agrestes por lo que la resistencia de sus partes es un punto principal, también lo es la protección de sus partes al lodo y la tierra, también cuenta con diversas velocidades para adaptar el pedaleado a las diversas variaciones del terreno.(ver imagen No. 30).



**IMAGEN No. 30.
Bicicleta Todo Terreno (BTT)**

¹¹ Orígenes de la Bicicleta. Semanario de Prensa Libre. Revista Domingo. No. 113. 3 de Septiembre de 2006.

b. Cross o BMX:

Es una bicicleta de cuadro y ruedas de diámetro pequeño, el tamaño de sus ruedas más común es de 20 pulgadas y esta destinada principalmente a acrobacias y competencias de velocidad en saltos, normalmente no cuenta con cambio de velocidades, sino con una relación fija.



IMAGEN No. 31
Bicicleta destina a acrobacias y competencias.

c. Estática o para ejercicios:

Es una bicicleta estática con una sola rueda con un sistema de fricción gradual que simula pendientes, un componente básico es un medidor de velocidad y uno de kilometraje. (ver imagen No. 32).



IMAGEN No. 32
Bicicleta estacionaria para ejercicio.

d. Ruta o de carreras:

Es una bicicleta de cuadro y ruedas relativamente grandes en donde la ligereza es importante, así mismo el manubrio tiene diseños particulares para que el ciclista adopte posiciones aerodinámicas. (ver imagen No. 33).



IMAGEN No. 33.

Bicicleta de carreras con diseño especial para posiciones aerodinámicas.

e. Urbana o de Turismo:

Es una bicicleta destinada a la ciudad o a caminos en buen estado. Destaca su énfasis en la comodidad a costa del peso como lo son asiento y manubrio cómodos, además de contar generalmente con una o más canastillas para el transporte de objetos así como también es común que tengan accesorios urbanos como corneta, espejos y luces.



IMAGEN No. 34

Bicicleta urbana o de turismo

4. PARTES DE LA BICICLETA:¹²

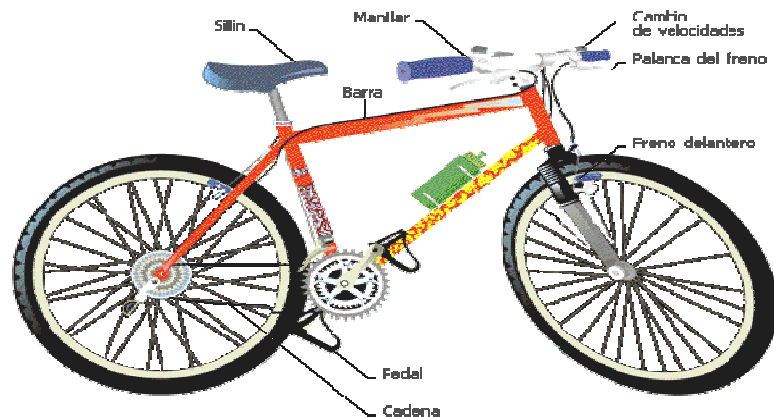


IMAGEN No. 35
Las Partes de la bicicleta .

En general las partes de una bicicleta son:

Chasis, bastidor o cuadro. El más común es en forma de rombo, también llamado de diamante o de doble triángulo. Los clásicos eran de hierro o acero, hoy en día cuando el acero es al cromo-molibdeno se denomina cromoli.

horquilla es la pieza de la dirección que sujeta la rueda delantera, puede ser fija o con suspensión.

Ruedas. La delantera y la trasera son diferentes,

Grupo: Conjunto de elementos (cadena (transmisión), cambios, piñones, platos, bielas, ejes y pedales) que aprovechan la fuerza motriz convirtiéndola en desplazamiento.

Frenos.

Dirección.

Manillar o manubrio.

Asiento o Sillín.

Guardabarros.

Luces, (por dinamo o batería).

¹² www.microsoft.Encarta 2006.

5. LA BICICLETA COMO BASE DE INVENTOS:

La bicicleta ha sido objeto de una serie de adaptaciones y cambios que forman parte de la creatividad y del ingenio de los seres humanos, se le han agregado accesorios y piezas, se le han hecho modificaciones a su estructura y ha sido diseñada y rediseñada con propósitos diversos, de esta cuenta encontramos una infinidad de modelos, de formas y adaptaciones que son un tributo al genio creativo de la humanidad.

La [bicicleta plegable](#) (ver imagen No. 36), permite doblarla para que ocupe la mitad de espacio. Es una **bicicleta** que se puede hacer más pequeña doblándola en dos o más partes. Este tipo de bicicleta está diseñado para que cuando no está siendo utilizada pueda adquirir una forma que ocupe menos espacio, ya sea para almacenarla o para transportarla. El hecho de poder plegarla hace que sea más fácil de transportar y guardar. Gracias a ello se puede guardar en casa o en el trabajo, se puede combinar su uso con el [transporte público](#) o se puede llevar en [autocaravana](#) o en [barco](#) con más facilidad que una bicicleta tradicional.

La idea de una bicicleta plegable o desmontable es casi tan vieja como la bicicleta misma. Se dice que cada novedad en el mundo de tecnología de bicis ya ha sido probado hace al menos cien años, y como prueba, incluso el [velocípedo](#) existía en esa forma en el año 1,880 se podía desmontar la [rueda](#) grande y plegar el [cuadro](#) para que cupiera en una bolsa específica. Recientemente, la popularidad de este tipo de bicicleta ha ido creciendo. Durante el [año 1960](#), hubo una explosión de bicicletas plegables con ruedas pequeñas. Actualmente, la mayoría de bicicletas plegables o desmontables tiene ruedas pequeñas, pero para casi cada tipo de bici, de bici de compras, de montaña, de [carreras](#), o incluso [reclinada](#), se puede encontrar un diseño plegable. En los años 70 fueron comunes las bicicletas infantiles o de paseo plegables, se trataba de bicicletas sencillas, generalmente sin marchas. En tiempos más recientes se ha desarrollado una industria de bicicletas plegables, con todo tipo de comodidades: cambios, suspensión, etc.



IMAGEN No. 36 Bicicleta plegable

En la bicicleta reclinada el ciclista va tumbado en un confortable asiento similar a un sofá, pedaleando con el cuerpo casi en posición horizontal respecto al suelo. La rueda delantera suele ser mucho más pequeña que la trasera. Su costo es muy elevado porque se suelen hacer por encargo a medida del ciclista. El tándem es un tipo de bicicleta en la que puede pedalear más de una persona. El ciclista que va delante es quien controla la dirección y las marchas. El o los otros ciclistas se limitan a pedalear conjuntamente. Las hay para distinto número de personas. La más común es para dos personas.



**IMAGEN No. 37
Bicicleta para cicloturismo cargada de equipaje6.**

6. La bicicleta en Guatemala:¹³

El ciclismo es uno de los deportes más antiguos de Guatemala, en la actualidad es uno de los más practicados. De manera breve y cronológica escribiremos los hechos más trascendentales, en los más de 107 años de emoción y pasión por el pedal.

¹³ www.vecesa.com

- a. Sus inicios:** El ciclismo en Guatemala hizo su introducción a finales de La afición ciclística fue importada por los ingleses y norteamericanos, siendo adoptada por algunos jóvenes entusiastas, extendiéndose en 1896 a hombres de toda clase de ocupaciones y de posición social. Es importante resaltar que en 1896 el gobierno de la república presidido por el general José María Reyna Barrios, exoneró de impuestos a las personas que importaran bicicletas, lo que acrecentó la afición pues su valor estaba al alcance de personas de diferentes estratos sociales. Este mismo año en el mes de junio se emitió el primer reglamento de circulación de bicicletas en el país. Al verse ese auge surgió gran cantidad de anuncios publicitarios inclusive, anunciando venta de bicicletas y ropa apropiada para su práctica, así como accesorios. A partir de ese momento Guatemala empezó a participar en varias competencias internacionales, algunas con gratas satisfacciones, como las participaciones en Vueltas a México, a Colombia, en donde se ganó etapas. Y que mencionar de los triunfos obtenidos en la Vuelta a Costa Rica o la destacada participación de un equipo guatemalteco en la Vuelta al Táchira, Venezuela. También se ha participado en Juegos Olímpicos.
- b. Empresas:** VECESA fue fundada en noviembre de 1957 y empezó como una tienda de venta de bicicletas y repuestos italianos localizada en la esquina de la 7ma. Avenida y vía uno de la zona 4. En el año de 1968 con la apertura del Mercado Común Centroamericano, VECESA se trasladó a la esquina de la 6ta avenida y vía uno de la zona 4, fundando la primera fábrica de bicicletas en Guatemala. La calidad y diseño de sus bicicletas permitió el crecimiento sostenido de VECESA a través de los años. En 1991 debido al crecimiento del mercado, VECESA inauguró sus nuevas instalaciones ubicadas en la Calzada Aguilar Batres 57-71 zona 12, en las cuales cuenta con la maquinaria más moderna fabricando las mejores bicicletas del mercado.



IMAGEN No. 38.

La bicicleta: dos ruedas alineadas fijas a un cuadro, se dirige mediante un manillar y es impulsada por una combinación de pedales y engranajes movidos por los pies.

BMX:

BCX de Guatemala S.A. es parte de BCX GROUP LATIN AMERICA, empresa distribuidora de bicicletas BCX para el mercado latinoamericano. BCX de Guatemala, S.A. Inició operaciones en Guatemala el mes de Septiembre de 2003 y es responsable directa de la comercialización en toda el área centroamericana convirtiendo a Guatemala en el centro de distribución regional. Se estableció con la visión de llevar al mercado una línea completa de bicicletas que brinden el mayor valor con la mejor calidad a un precio competitivo y accesible para todas aquellas personas que gustan del sano entretenimiento.

En su primer año de operación BCX de Guatemala, S.A. con sus nuevos modelos ha logrado innovar y mejorar los productos que se ofrecen al público. Además se ha planteado como la mejor opción del mercado contando con los mejores modelos y el mejor servicio a un excelente precio.

Historia de BMX: El BMX (Bicycle Moto Cross) surge a principios de los 70 en California (Estados Unidos) , al tratar de imitar los jóvenes a sus ídolos del MotoCross, dando así a sus bicicletas una utilidad diferente a lo que proporcionan los fabricantes. Esta bicicleta aprovecha las irregularidades del terreno en descampados, zonas en construcción, etc. a evolucionado hacia una

nueva modalidad. Saltos, derrapes, maniobras violentas suponen un reto para los fabricantes que han de diseñar una maquina acorde a este deporte que va cogiendo auge día a día. Pronto se estructuró como deporte de competición y surgieron federaciones. En los 80 cruza el Atlántico para expandirse por toda Europa.

Inglaterra, Holanda y Francia fueron los primeros en acogerlo y desarrollarlo (aún siguen siendo las primeras potencias en Europa). España no queda ajena a esta revolución deportiva, y consigue albergar los Campeonatos del Mundo de 1990 en Aranda de Duero (Burgos). Como cualquier otro deporte consolidado, existen pruebas a distintos niveles que van desde campeonatos locales hasta el Campeonato del Mundo. En la actualidad el BMX se practica en 42 países de los cinco continentes, siendo un deporte reconocido y englobado como una disciplina más de la Unión Ciclista Internacional (UCI), dependiendo en nuestro país de la Real Federación Española de Ciclismo.¹⁴

¹⁴ www.vecesa.com

D. MÁQUINAS CONSTRUIDAS CON PARTES DE BICICLETAS (BICIMÁQUINAS)

1. ¿Qué son las bicimáquinas?

Son máquinas impulsadas con fuerza de pedales, siendo una tecnología intermedia y sirve para apoyar la economía familiar, obteniendo una capacidad más alta que la manual. Cada bicimáquina está construida artesanalmente en el taller utilizando bicicletas usadas, concreto, madera, y metal.¹⁵

2. Diversos modelos de bicimáquinas¹⁶

a. Bicimolino/Desgranadora de Maiz

La Desgranadora se utiliza en post-cosecha, facilitando el desgrane de maíz, economizando tiempo y dinero. Desgrana diariamente de 20 a 26 quintales de maíz sin limpiar y 12 a 15 quintales limpio, necesitando sólo una persona para operarla.



IMAGEN No. 39.
Bicidesgranadora. Se observa la adaptación para desgranar maíz.

¹⁵ www.mayapelal.org

¹⁶ Idem.



IMAGEN No. 40.

Bicimolino: Se utiliza para elaborar concentrado.

b. Bicilicuada: Es una herramienta que desarrolla 6400 revoluciones por minuto que procesa alimentos como frutas, verduras, frijoles etc, facilitando la labor domestica sin el consumo de energía eléctrica.



IMAGEN No. 41.
BICILICUADORA

La rueda delantera mueve el rotor que hacer girar la cuchilla de la bicilicuada. Un joven de la comunidad opera de manera sencilla la bicilicuada.

c. Bicibomba :

La bomba de mecate impulsada a pedal es "manejada" como una bicicleta, con la ventaja que el esfuerzo de bombeo puede sostenerse durante un tiempo más largo. Su rendimiento es 50% más alto que el modelo de bomba manual, Pueden montarse ya sea al nivel del suelo o encima del brocal (muro) de un pozo excavado. Puede usarse como fuente de agua potable o un sistema de miniriego.



IMAGEN No. 42.

BICIBOMBA: Es una bomba de sogá para la extracción de agua.



IMAGEN No. 43.

**Bicibomba combinado con manivela, usada para riego.
Capacidad de bombeo 60 litros/minuto. (pozo de 10 m.)**

La bomba de mecate puede ser combinada con sistema de irrigación que no requieran grandes caudales, con lo que se contribuye al desarrollo económico de las comunidades, ya que proporciona una forma de riego a bajo costo. Esta tecnología es promovida por IDE (Interantional Development Enterprises). Ver el sitio: www.ideorg.org.



IMAGEN No. 44.
Sistema de Irrigación utilizando bicibomba.

d. Vibradora (Tejas de Microcreto): Es una máquina que mezcla masas de cemento y arena de río, esparciendo las burbujas de aire, compactando la mezcla. Sirve para hacer tejas de concreto con un molde. Las tejas duran más que la lamina galvanizada, son térmicas, y son más bonitas. Su producción es barata, haciendo un buen negocio a pequeña escala.



IMAGEN No. 45.
Esta vibradora mezcla la arena y cemento accionada por la fuerza que se aplica en los pedales, permitiendo mayor producción con menos esfuerzo.

e. Bicidespulpadora:



IMAGEN No. 46.

En esta bicidespulpadora de café se observa como se han hecho adaptaciones de fábrica constituyendo un paso importante hacia la industrialización de las bicimáquinas.

f. Bicilavadora de Ropa:

Prototipo que tiene un gran potencial en las regiones rurales dónde cuesta tanto lavar la ropa a mano.



IMAGEN No. 47.

Este es un prototipo de lavadora en su interior hay un tonel plástico que gira con el movimiento de los pedales y es auxiliado por una serie de rodos.

**3. Utilización de la bicimáquina en actividades de economía informal:¹⁷
(Ver Anexo: Aspectos económicos relacionados con la bicimáquina)**

a. Grupo Lirio de los Valles, Chimaltenango:

Es un grupo familiar que trabaja usando el bicimolino y desgranadora para realizar sus propios concentrados para su granja de pollos, chompipes, patos, y cerdos. Muelen 3 quintales diarios.



IMAGEN No. 48.

En esta imagen se observa como la economía familiar está siendo beneficiada al utilizar la bicimáquina como un recurso económico y producir concentrado para alimentar a los animales en pequeñas granjas.

¹⁷ www.mayapedal.com

b. Grupo Mujeres de Desarrollo en Acción, San Andrés Itzapa:

Un grupo de mujeres locales que producen shampoo orgánico de sábila usando unas bicilicadoras. Con la venta de los shampoos siembran arbolitos en un vivero para la reforestación del municipio y apoyan a sus familias.



IMAGEN No. 49

Grupo de mujeres que utilizan la bicilicadora para la producción de shampoo de sábila.

c. Asociación Campesina, San Andrés Itzapa

Este grupo local, compuesta de mujeres y hombres, trabaja mejorando métodos para la producción orgánica. Producen concentrados con el bicimolino/degranadora, cultivan plantas medicinales, y producen shampoos usando la bicilicadora.



IMAGEN No. 50.

Este grupo de personas mejoran la producción orgánica.

4. CAPACIDAD DE BOMBEO DE LA BOMBA DE MECATE SEGÚN LA PROFUNDIDAD.

La bomba de mecate tiene un alto rendimiento dado que suministra de 2 a 1 litros por segundo a una profundidad de 5 m y hasta 0.2 litros por segundo a una profundidad de 40 m.

Profundidad		Adulto		Niño		Tiempo de llenado para un barril de 55 gal. (min).	
Varas	mts	Gal/min	litros/seg.	Gal/min	litros/seg.	Adulto	niño
5	4	22.0	1.38	12.0	0.76	2.5	4.60
10	8	11.0	0.69	6.0	0.38	5.0	9.17
15	12	7.0	0.44	4.0	0.25	7.8	13.75
20	16	5.0	0.32	3.1	0.20	11.0	17.74
25	20	4.0	0.25	2.5	0.16	14.0	22.00
30	24	3.5	0.22	2.1	0.13	16.0	26.19
40	32	2.7	0.17	1.5	0.09	21.0	36.67
50	40	2.2	0.14	1.2	0.08	25.0	45.83

Tabla 1. Capacidad de bombeo de la bicibomba.

5. Futuro de la bicimáquina:

La bicimáquina, como toda máquina mecánica, no es del todo eficiente y aunque en la actualidad se fabrica con piezas recicladas en un corto plazo se puede mejorar la técnica en el diseño y construcción para hacerla no solo lo más eficiente posible, sino también para construirla con mejores estándares y diseños más accesibles para presentarla como una solución real en las áreas donde la electricidad no es accesible o se desea economizar.

CAPÍTULO III

MARCO CONTEXTUAL

A. DATOS DEL MUNICIPIO DE SAN ANDRES ITZAPA.

1. ANTECEDENTES

a. Origen del Nombre.

San Andrés Itzapa es un poblado Antiguo. En “Los Anales de los Cakchiqueles” o “Memorial de Tecpán Atitlan” en la versión de Adrián Recinos se describe que cuando los españoles llegaron a este lugar lo denominaron Valle del Durazno, debido a la presencia de esta planta en la planicie que se conocía como los cerritos y las tunas. La fundación de este municipio se debe al señor Pascual Noj, el 27 de Agosto en honor a San Andrés Apóstol. (1624)



IMAGEN No. 51.
Municipio de San Andrés Itzapa.

b. **Datos Históricos**¹⁸

En el Siglo XVII el capitán don Francisco Antonio de Fuentes y Guzmán escribió en su Recordación Florida sobre el Poblado. “Yace este lugar de San Andrés Itzapa hacia la parte del septentrión, respecto de la situación de Goathemala en tierra alta de despejada llanura, con claros horizontes, y saludables vientos, que haciendo grata y acomodando su vivienda, su tierra fértil, y sus pastos feraces, y en mucho modo ofrece a su habitantes mucha comodidad para vivir la vida humana, haciéndola feliz y sin dolencias a todo el implemento dichosos, que así este lugar uno de aquellos que se numeran como grandes entre los del corregimiento del valle de Guatemala, consta de mil cuatrocientos feligreses indios, vecinos tributarios y treinta y dos españoles, los indios son de la nación e idioma Cakchiquel dados en la propensión a los cultivos de sus campos en donde se produce maíz, Chile guaque, frijoles y garbanzo.”

El arzobispo, doctor don Pedro Cortés y Larraz, realizó visita pastoral a su Diócesis de 1768 a 1770 y mencionó: “El pueblo de San Andrés Itzapa es buen camino para México aunque con una barranca, cuya bajada y subida no son muy violentas, respecto a las que suelen encontrarse, se cruzan dos arroyos de poco caudal y todo el camino es campo bueno para la siembra de Maíz y Fríjol”

El 27 de agosto de 1,836 el pueblo se adscribió al círculo de Chimaltenango. El 17 de diciembre de 1828 se aprobó el contrato de suministro de luz y fuerza eléctrica. El 10 de Julio de 1926 se acordó que de los fondos de ornato se invirtieran una suma en empedrado de las calles de la cabecera municipal.

El 4 de junio de 1949 se abrió al servicio público la oficina de correos y telecomunicaciones. El 18 de febrero de 1958 se procedió con un acuerdo gubernamental el deslinde y alojamiento de los terrenos con Zaragoza con el propósito de solucionar en forma justa, conveniente y definitiva las diferencias que habían existido en estos dos municipios. El 12 de julio de 1968 se concedió

¹⁸ Fuente: Instituto de Sismología y Vulcanología, Meteorología e Hidrografía INSIVUMEH

autorización al parcelamiento denominado San José Calderas, para que funcionara el cementerio.

c. Ubicación y Localización:

Según la división regional vigente en Guatemala, este municipio corresponde a la Región V o Región Central, localizado en la posición sureste del departamento de Chimaltenango.

Se Ubica a 5 Km. De la cabecera departamental de Chimaltenango, y a 59 Kilómetros de la Ciudad Capital, sobre la Sierra Madre a una altura de 1,990 metros, sobre el nivel del mar, latitud Norte 14°37,28 y longitud Oeste de 90°50,38.



IMAGEN No. 52.
Municipio de San Andrés Itzapa.

d. Extensión Territorial

El municipio de San Andrés Itzapa Cuenta con una Extensión territorial de 83 Km².

e. Colindancias: ¹⁹

Al Norte: Zaragoza y Chimaltenango (Chimaltenango)

Al Sur: San Antonio Aguas Calientes (Sacatepequez)
y Acatenango (Chimaltenango)

Al Este: San Antonio Aguas Calientes (Sacatepéquez)
Parramos (Chimaltenango)

Al Oeste: Acatenango y Patzicia (Chimaltenango)



IMAGEN No. 53.
Limites Municipales de donde se observa resaltado en color gris el municipio de San Andrés Itzapa que fue el área de estudio.

¹⁹ Fuente: Dirección General de Estadística. Depto. de mapas y planos.

f. Clima:

Debido a que se encuentra a una altura de 1850 metros sobre el nivel del mar posee generalmente clima templado a frío.²⁰

2. Características Geográficas

a. Temperatura:

La temperatura media oscila entre 17°C y 23°C, la temperatura máxima media anual es de 22.6° C, la temperatura mínima absoluta es de -9°C. El municipio presenta una temperatura anual de 17 grados centígrados en la parte alta (Chimachoy, San José Calderas, y Chicazanga) y una temperatura media de 23 grados centígrados en Xipacay y San Andrés Itzapa (Municipio).

b. Vientos:

El promedio es de 25 km/hora entre los meses de enero a junio, y un promedio de 14 km /hora entre junio y diciembre.

c. Radiación Solar

El promedio de exposición solar es de 6.6 horas diarias, el promedio entre los meses de Enero a Marzo 7.5 horas y en época lluviosa el promedio es de 4 horas diarias.

B. Aspectos Hidrográficos:

La principal cuenca hidrográfica de este municipio está constituida por el río Guacalate, que abarca la mayor parte del territorio, sus principales afluentes son varios ríos de bajo caudal dentro de los que se puede mencionar el río de la virgen, parramos, Xipacay, Chirijuyú, Cajagualten, Itzapa, Negro, Panaj, San Antonio, entre otros.

²⁰ Fuente: Instituto de Sismología y Vulcanología, Meteorología e Hidrografía INSIVUMEH

C. Topografía:

El tipo de suelo se caracteriza por pendientes mayores de 10% con presencia de barrancos profundos, con paredes perpendiculares, erosionadas (desarrolladas sobre ceniza volcánica), la génesis de los suelos se ha conformado a partir de tres clases de materiales que son:

Cenizas Volcánicas de grano grueso en la parte más alta.

Cenizas Volcánicas endurecidas con talpetate, en la parte media

Cenizas Volcánicas transportadas por el agua y depositadas en la parte baja.

D. Flora y Fauna:

El municipio de San Andrés Itzapa cuenta con varias zonas de Bosque mixto, donde sobresale el pino, el encino, el roble, ciprés, y otros de su especie en general coníferas y latí foliadas.

Dentro de la flora del municipio de San Andrés Itzapa se encuentran las siguientes especies: Álamo (*Alanus Acuminata*), Encino (*Quercus*), roble (*Quercus*), ciprés común (*cupresus lusitánica*), pino (*Ceudoustrous*), eucalipto, canaque, casuarina, conacaste, (*enterobium syclorarpum*), hormigo (*platy-misium*), grabilea, palo blanco.

Dentro de su fauna se encuentran las siguientes especies: Coyote, armado, gato de monte, pisote, tigrillo, goyoy, micoleón, puercoespín, ardilla, taltuza, coche de monte, paloma, cayayes, pajuil, faisán.

E. División Política: ²¹

El municipio de San Andrés Itzapa cuenta con el pueblo de San Andrés Itzapa que es su cabecera Municipal, y se encuentra dividido, en 6 cantones que son:

Cantón San Antonio
Cantón San Lorenzo Norte
Cantón Santísima Trinidad
Cantón San Pedro y San Pablo
Cantón San Cristóbal
Cantón San Lorenzo Sur

Tiene 6 Colonias que son:

Colonia El Edén
Colonia la Primavera
Colonia Las Viudas
Colonia Las Conchas
Colonia San Andrés
Colonia Canadá

Cuenta con 8 aldeas que son:

Aldea Xeparquiy
Aldea Panimaquim
Aldea San José Cajagualten
Aldea Chicazanga
Aldea San José Calderas
Aldea Los Corrales
Aldea Chimachoy
Aldea Hierba Buena

²¹ Fuente: Instituto Nacional de Estadística.

F. Idioma:

El predominante en este pueblo, es el idioma indígena Cakchiquel, aparte de que sus habitantes también hablan el Idioma Español.

G. Fiesta Titular:

La fiesta titular de San Andrés Itzapa, se celebra del 25 al 30 de Noviembre, en honor al Apóstol San Andrés, la iglesia católica realiza una fiesta en donde participan, la cofradía, el festejo involucra a los mayordomos y texeles (cofradía femenina). El Anda es donde los Santos Patronos recorren las calles del pueblo se adorna con plumas, espejos, piezas de tela de colores y pequeñas imágenes de madera. El ritual comienza con el baile de los moros que contiene los ornamentos, hasta la visita de la casa de la cofradía de la iglesia parroquial, también es una fiesta comercial en donde se dan transacciones de ganado. El 16 de Agosto de 1878 la feria ya no se realizó en este Municipio y pasó a manos de Jocotenango debido a la decadencia en su comercio (por acuerdo gubernativo fue enviado a dicho lugar), ese decreto fue derogado con posterioridad y la feria volvió a San Andrés Itzapa.²²

²² Fuente: Instituto Nacional de Estadística

CAPÍTULO IV

MARCO METODOLÓGICO

A. OBJETIVOS:

1. General:

Contribuir al desarrollo económico y científico de las comunidades en el área rural de nuestro país.

2. Específicos:

- a. Determinar por medio de un estudio descriptivo la viabilidad de Utilizar la bicimáquina como un recurso económico en las comunidades rurales y como un recurso didáctico en la enseñanza de Física en los establecimientos educativos.
- b. Establecer que principios de Física se aplican en el funcionamiento de la bicimáquina.

B. POBLACIÓN Y MUESTRA:

1. POBLACIÓN:

La población esta constituida por todos los estudiantes debidamente inscritos en el tercer grado básico de los establecimientos educativos del municipio de San Andrés Itzapa.

2. LA MUESTRA:

La muestra con la cual se trabaja es la siguiente:

INSTITUCIÓN	MUESTRA
IMEBI “ Prof. Flavio Elias Meza	44
Colegio Mixto San Andrés	25
Liceo Cristiano Bethel	35
Colegio Campo Alegre	18

TABLA No. 2.
Distribución de la muestra.

3. SELECCIÓN DE LA MUESTRA:

Se seleccionó la muestra de manera intencionada buscando obtener la mayor información posible de acuerdo a los objetivos de la investigación. Se seleccionó por criterio un porcentaje alto de los estudiantes que se encuentran en los establecimientos que están en el área urbana ya que allí es donde se encuentran las organizaciones no gubernamentales que trabajan en la fabricación y distribución de las bicimáquinas.

C. ENFOQUE Y TIPO DE INVESTIGACIÓN:

La investigación se realiza con un enfoque cualitativo-cuantitativo. Es un estudio de tipo descriptivo y da respuesta a los diferentes usos que le dan los habitantes a las bicimáquinas; los beneficios obtenidos en su utilización, presenta la alternativa de utilizar la bicimáquina como un recurso didáctico en la enseñanza de la Física y los principios de física aplicados en su funcionamiento.

D. EL MÉTODO:

La investigación se realizó utilizando el método deductivo ya que se tuvo como punto de partida aspectos generales de los principios de física, la aplicación a las máquinas simples y compuestas, la bicicleta como una máquina compuesta hasta llegar al caso particular de la bicimáquina.

E. LA TÉCNICA:

Se utilizaron las técnicas de la encuesta, de la observación y la entrevista personal.

F. INSTRUMENTOS:

1. Cuestionario tipo encuesta dirigido a Estudiantes. (Ver Anexo)
2. Lista de cotejo (Ver Anexo).
3. Guía de Entrevista semi-estructurada. (Ver Anexo)

G. ESTUDIO PILOTO:

Para verificar la forma en que están planteadas las preguntas en el cuestionario, se realizó el estudio piloto con un grupo de veintidos (22) estudiantes, del Colegio Mixto Privado NUFED (Núcleo Familiar Para el Desarrollo) el cual se encuentra en el Municipio de San Andrés, Cantón San Lorenzo, los cuales no participan en la muestra para evitar contaminación.

H. CUADRO DE VARIABLES:

VARIABLE	DEFINICION CONCEPTUAL	DEFINICION OPERATIVA	INDICADOR	PROCEDIMIENTOS	TECNICA	INSTRUMENTO
Principios Fundamentales de Física	Se entenderá por principios fundamentales de Física: las leyes que rigen el comportamiento y explicación de los diversos fenómenos físicos. (Blatt, 1991)	procesos mecánicos observados y su relación con la cinemática, dinámica y termodinámica.	Respuesta proporcionada por los estudiantes	Se procede a presentar la máquina a los estudiantes y a hacerles preguntas sobre los procesos mecánicos que observan en ella.	Encuesta.	Cuestionario

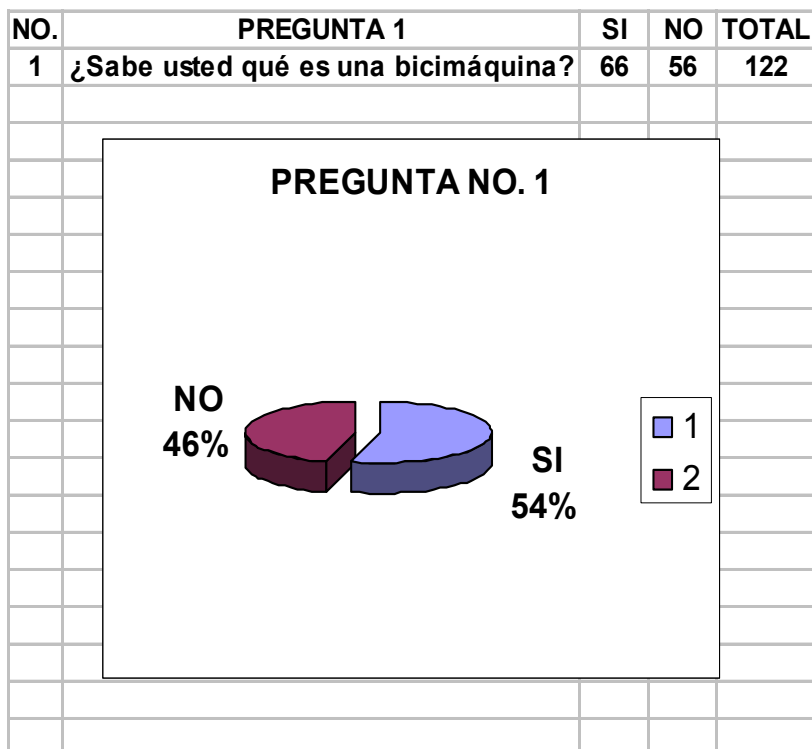
VARIABLE	DEFINICION CONCEPTUAL	DEFINICION OPERATIVA	INDICADOR	PROCEDIMIENTOS	TECNICA	INSTRUMENTO
<i>Funcionamiento de las bicimáquinas</i>	<i>Se entenderá por funcionamiento de las bicimáquinas los movimientos mecánicos y dinámicos que se realizan para operar la máquina. (Pérez, 2006)</i>	<i>Interacción de los estudiantes con las bicimáquinas para verificar su funcionamiento.</i>	<i>Reporte de laboratorio presentado por los estudiantes.</i>	<i>Los estudiantes forman grupos de trabajo para realizar un laboratorio experimental utilizando la bicilicuada.</i>	<i>Observación</i>	<i>Lista de Cotejo</i>

CAPÍTULO V

DESCRIPCIÓN, PRESENTACIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS.

A. DESCRIPCIÓN DE RESULTADOS:

1. ENCUESTA A ESTUDIANTES:



El 54 % de los estudiantes saben qué es una bicimáquina y aseguran estar enterados de ello porque en la entrada al Municipio se encuentra el rótulo que identifica a Maya-Pedal una de las Organizaciones no Gubernamentales que trabaja con esta tecnología .

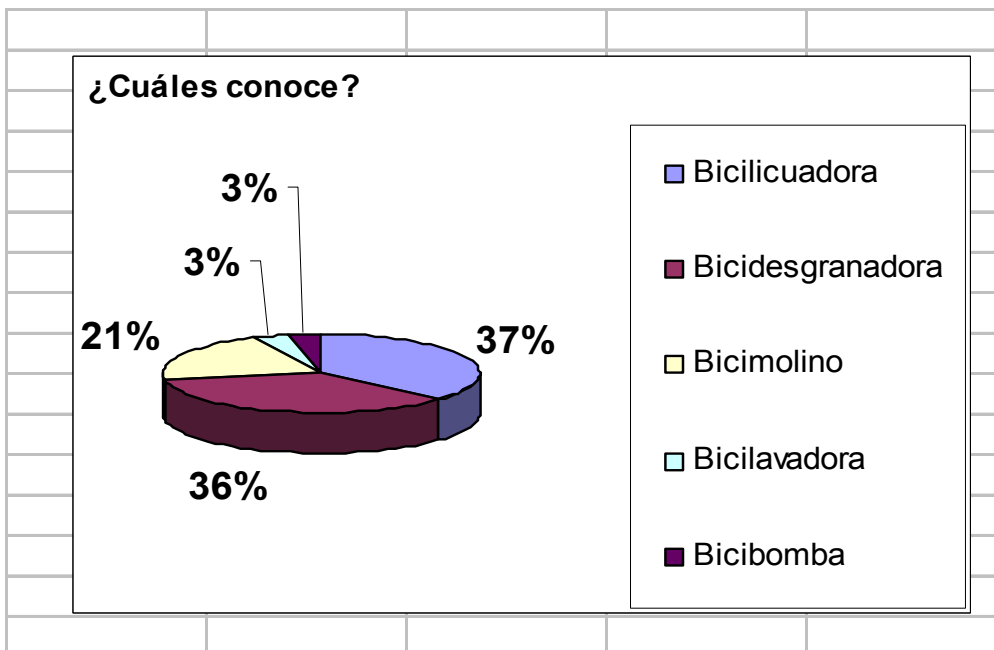
NO.	PREGUNTA NO. 2	SI	NO	TOTAL
2	¿Conoce usted las bicimáquinas?	65	57	122

PREGUNTA No. 2

NO; 47%

SI; 53%

El 53% de los estudiantes conocen las bicimáquinas y describen algunas de ellas utilizando sus propias palabras. Sin embargo no todas las bicimáquinas son conocidas por los estudiantes y las que más conocen son la bicilicuada y la bicidesgranadora.



NO.	PREGUNTA NO. 3	SI	NO	TOTAL
3	¿Alguna vez ha utilizado una de las bicimáquinas?	25	97	122

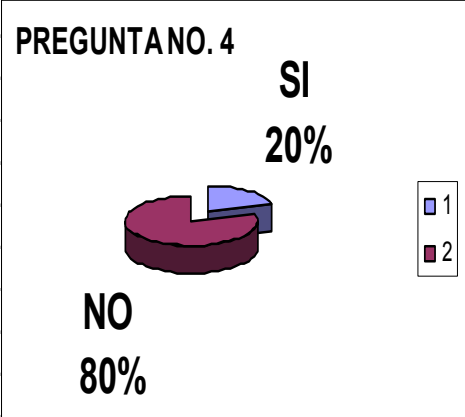
PREGUNTA NO. 3

SI
20%

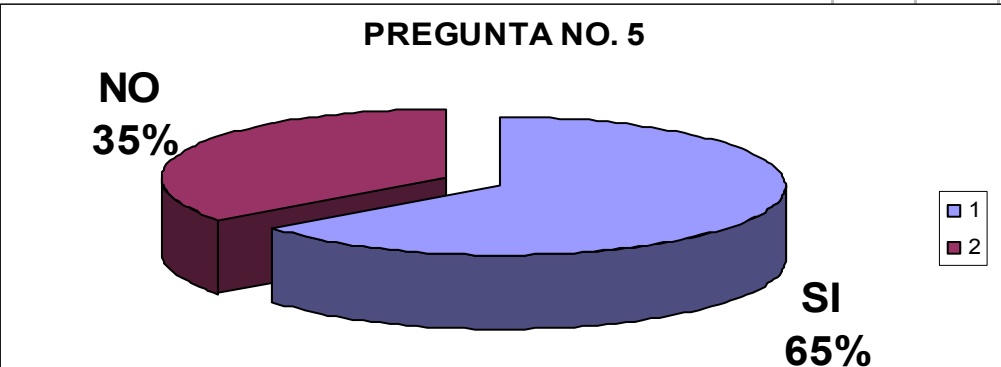
NO
80%

■ 1
■ 2

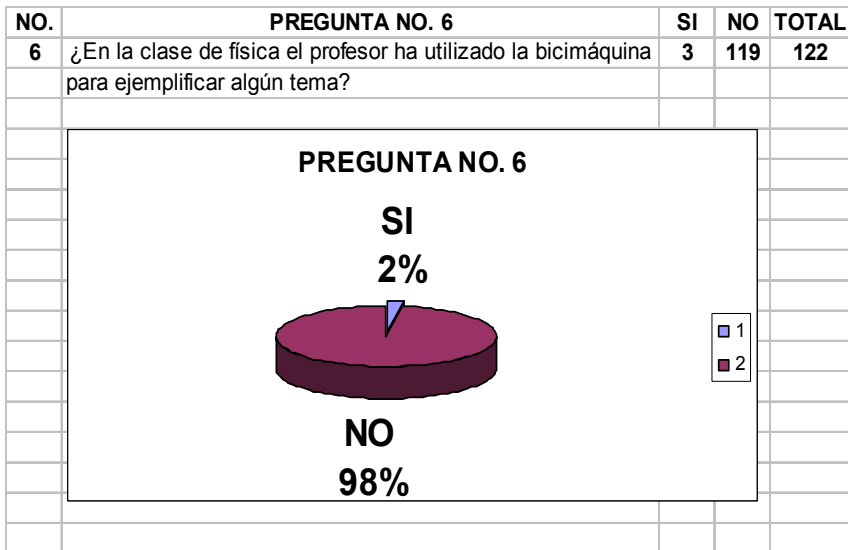
El 20% de los estudiantes ha utilizado por los menos una de las bicimáquinas. El 80% nunca ha utilizado una bicimáquina lo cuál es explicado por ellos mismos reconociendo que son para las personas con recursos más limitados que sus propias familias y para trabajar en lugares donde la energía eléctrica no llega o se pretende economizar.

NO.	PREGUNTA NO. 4	SI	NO	TOTAL
4	¿Conoce a alguna persona que utilice una o varias bicimáquinas?	25	97	122
 <p>PREGUNTA NO. 4</p> <p>SI 20%</p> <p>NO 80%</p> <p>Legend: 1 (blue), 2 (red)</p>				

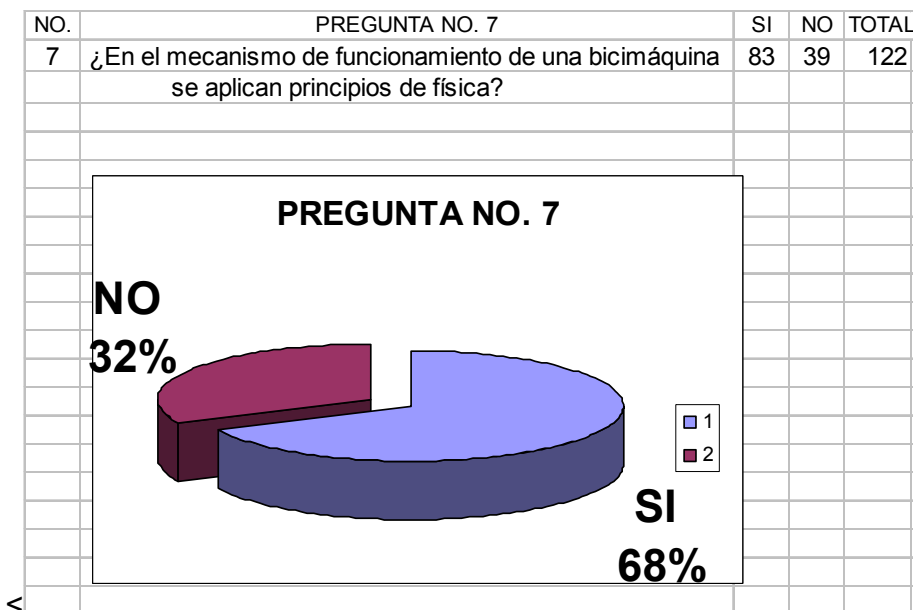
El 20% de los estudiantes conocen por lo menos una persona que utiliza la bicimáquina. El 80% no conoce a nadie ya que la mayoría indica vivir en el área urbana del municipio.

PREGUNTA NO. 5		SI	NO	TOTAL
¿Considera que se puede utilizar la bicimáquina para dar alguna clase?		79	43	122
 <p>PREGUNTA NO. 5</p> <p>SI 65%</p> <p>NO 35%</p> <p>Legend: 1 (blue), 2 (red)</p>				

Más de la mitad de los estudiantes manifiestan que si se puede utilizar la bicimáquina para dar alguna clase. Es de señalar que los estudiantes generalizan diciendo que cualquier máquina puede utilizarse para dar clases.



El 98 % de los estudiantes manifiestan que no se ha utilizado la bicimáquina para ejemplificar algún tema del curso de física.



El 68% de los estudiantes afirman que debe de haber principios de física en el funcionamiento de una bicimáquina, es notar que aunque la mayoría no la conocen generalizan en su concepto de máquina ya que desde la más simple a la más complicada debe funcionar en base a leyes físicas.

2. ENTREVISTAS:

Los docentes de los establecimientos visitados expresaron conocer las bicimáquinas y están de acuerdo en que la bicimáquina se puede utilizar como un recurso didáctico. Manifiesta el profesor Oswaldo Huertas que el aprendizaje de la física utilizando una bicilicuada se volvería más divertido ya que a la vez que el alumno aprovecha para preparar su licuado experimenta con la máquina y reconoce que la energía aplicada a los pedales que es de tipo Mecánico se convierte en cinética por la transmisión del movimiento y las fuerzas a las cuchillas de la licuadora.

El catedrático Jorge Morales al escuchar sobre el objetivo número 1 de la investigación sobre la viabilidad de utilizar la bicimáquina como un recurso didáctico aplaude la idea y expresa que también se debe dar capacitación a los docentes del lugar para aprovechar al máximo el recurso, considera que se puede llevar a diferentes comunidades, ya que no es una actividad exclusiva de San Andrés Itzapa.

Al preguntar sobre los Principios de Física que se aplican en el funcionamiento de la bicimáquina expresaron que sí hay, que de hecho todas las máquinas están basadas en la aplicación de leyes físicas, lo que hace falta dice el profesor Castellanos del Colegio Mixto Bethel , es descubrirlos y la forma de evidenciarlos no es con un libro sino precisamente demostrándolo con una máquina, no importa cual sea, lo que interesa es que el docente pueda trasladar ese conocimiento y que el alumno experimente. En este sentido aclara el profesor Castellanos la Bicimáquina es un buen recurso, ya que les da la oportunidad de unir la teoría con la práctica y tornar el aprendizaje ameno. El profesor Herberth Meza del Liceo Flavio Meza agradece a la Universidad de San Carlos por su proyección social y considera que este tipo de investigaciones son las que necesita el país para dar a conocer que en Guatemala hay personas con talento que lamentablemente no tiene la posibilidad de una buena educación pero que sí contribuyen al desarrollo económico.

3. Observación y Lista de Cotejo:



IMAGEN No. 54.
Carretera de ingreso a San Andrés Itzapa.

Se procedió a dar un recorrido general por los diversos lugares del municipio y establecer el uso y beneficios obtenidos por los habitantes con la utilización de la bicimáquina.



IMAGEN No. 55
Rótulo de Maya-Pedal, una de las Organizaciones que impulsa la utilización de bicimáquinas.

Luego se procedió a dar una explicación general a los estudiantes sobre las máquinas simples y compuestas, como se relaciona con el funcionamiento específico de una bicimáquina, se escucharón los diversos criterios y opiniones de los docentes y estudiantes sobre las bicimáquinas y se dio respuesta a las diferentes interrogantes planteadas luego se procedió a formar grupos de alumnos para elaborar uno de los laboratorios que aparecen como propuesta en el anexo.

B. INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS:

Como resultado de la encuesta, entrevistas personales, observación y las visitas al centro de Bicitecnología, se establece que en una bicimáquina como en cualquier máquina existen principios de física que se pueden resumir de la siguiente manera:

1. Principios de física en la Cinemática y Dinámica:

La física de la bicimáquina por ser de tipo estacionario se concentra en el movimiento de los pedales y los diversos engranajes que son adaptaciones especiales para hacer funcionar la máquina de acuerdo a la actividad requerida y el tipo de bicimáquina



IMAGEN No.56.

Bicibomba: El movimiento de los pedales describe trayectorias de tipo circular.

Este aspecto de la física recibe el nombre de Cinemática y Dinámica y se refiere a la geometría del movimiento plano ya que al hacer girar los pedales estos describen trayectorias de tipo circular, de tal manera que es posible en esta geometría, aplicar ecuaciones de movimiento que relacionen las fuerzas aplicadas sobre los pedales.

Encontramos con los estudiantes, cómo se relaciona el pedaleo con el concepto de movimiento circular. Al estar trabajando en una bicimaquina y pedaleando con el mismo ritmo, las ruedas, describen un **MOVIMIENTO CIRCULAR UNIFORME** respecto a su propio centro. De esta manera, el **movimiento circular uniforme** es el que describe cualquier objeto que se mueva en círculo sin cambiar de velocidad.

“ Cuando la rueda gira a alrededor de su centro, que en este caso es el eje donde se encuentran los pedales, (ver imagen No. 57) todas las partículas del cuerpo, excepto las que quedan sobre el eje de rotación, se mueven a lo largo de trayectorias circulares.”²³

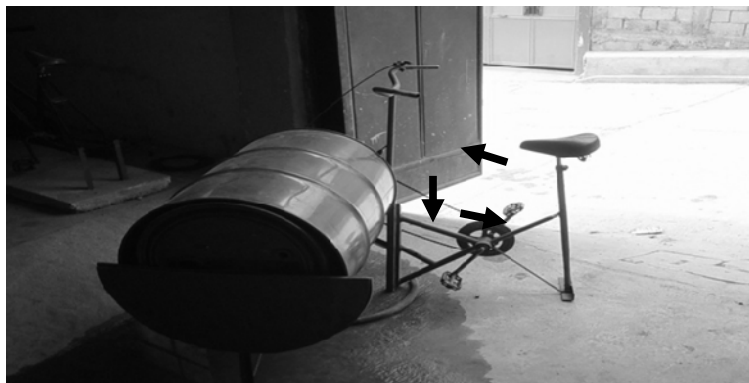


IMAGEN No. 57.

El movimiento de los pedales describe una trayectoria circular.

²³ Hibbeler, R.C. Mecánica para Ingenieros. 2da. Edición. Editorial Continental. México. P. 236.

El movimiento de cualquier punto localizado en un cuerpo que esta girando alrededor de un eje fijo depende del movimiento angular del cuerpo alrededor del eje. Consideremos el movimiento indicado en la siguiente figura:

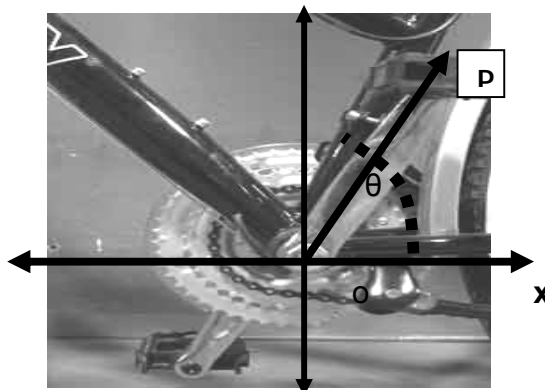


IMAGEN No. 58.

Representa el movimiento de los pedales que se mueven alrededor de un eje fijo que pasa por el punto O y es perpendicular al plano del dibujo. La recta OP es fija respecto a la rueda dentada y gira con él. La posición queda determinada mediante el ángulo θ , que la recta OP forma con alguna recta fija de referencia en el espacio, tal como Ox. En la siguiente figura, una recta de referencia OP, perteneciente a la rueda dentada forma, en el instante t_1 , un ángulo θ_1 con la recta fija Ox. Se define la velocidad angular media : $\omega = \frac{\theta_2 - \theta_1}{t_2 - t_1}$

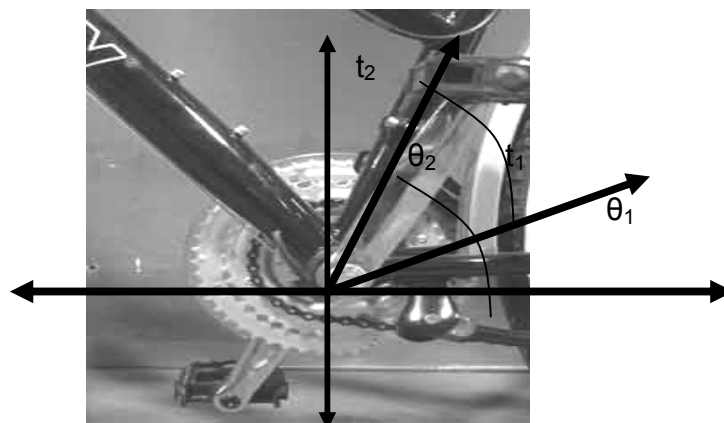


IMAGEN No. 59.

Si se define la velocidad angular instantánea ω como el límite a que tiende este cociente cuando Δt tiende a cero:

$$\omega = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta \theta}{\Delta t} = \frac{d\theta}{dt}$$

Si la velocidad angular de la rueda varía, se dice que tiene aceleración angular. La cual se define como:

$$\alpha = \frac{\omega_2 - \omega_1}{t_2 - t_1} = \frac{\Delta \omega}{\Delta t}$$

Y la aceleración angular instantánea α , como el límite de este cociente cuando Δt tiende a cero:

$$\alpha = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta \omega}{\Delta t} = \frac{d\omega}{dt}$$

Si se multiplica y divide por el segundo miembro de la ecuación por $d\theta$ y reagrupando factores:

$$\alpha = \frac{d\omega}{dt} \frac{d\theta}{d\theta} = \frac{d\theta}{dt} \frac{d\omega}{d\theta} = \omega \frac{d\omega}{d\theta}$$

Sin embargo cuando el movimiento de los pedales es constante se dice que la aceleración angular es constante y es más sencillo obtener ecuaciones de velocidad y aceleración angular de la siguiente manera:

$$\alpha = \frac{d\omega}{dt} = \text{constante.}$$

$$\int d\omega = \int \alpha dt$$

$$\omega = \alpha t + C_1$$

Si ω_0 es la velocidad angular para $t = 0$, la constante de integración es $C_1 = \omega_0$, entonces la ecuación de la velocidad angular es:

$$\omega = \omega_0 + \alpha t$$

Entonces, puesto que

$$\omega = \frac{d\theta}{dt};$$

$$\int d\theta = \int \omega_0 dt + \int \alpha t dt$$

$$\theta = \omega_0 t + \frac{1}{2} \alpha t^2 + C_2$$

En general, la constante de integración C_2 , es el valor de θ para $t = 0$, o sea $\theta_0 = 0$, se tiene:

$$\theta = \omega_0 t + \frac{1}{2} \alpha t^2,$$

Escribiendo la aceleración angular de la forma:

$$\alpha = \omega \frac{d\omega}{d\theta}$$

$$\int \alpha d\theta = \int \omega d\omega + C_3;$$

$$\alpha\theta = \frac{1}{2} \omega^2 + C_3$$

Si el ángulo θ es cero para $t = 0$, y si la velocidad angular inicial es ω_0 , se tiene $C_3 = -\frac{1}{2} \omega_0^2$, entonces la ecuación de la velocidad angular queda determinada de la siguiente forma:

$$\omega^2 = \omega_0^2 + 2\alpha\theta$$

2. Principios de física en los que se relaciona el momento de torsión y la velocidad angular:

“En una bicicleta con un sistema de cambios de cinco velocidades, la cadena motriz se puede acoplar a cualquiera de los cinco engranajes unidos a la rueda trasera. Los engranajes son concéntricos con el cubo de la rueda y de diferente radio. Cuando el ciclista parte del reposo, la cadena está acoplada al engranaje más grande. Debido a que tiene el radio más grande, esta rueda dentada proporciona el momento de torsión máximo a la rueda motriz. Se requiere de momento de torsión grande para arrancar, porque la bicicleta debe cambiar su movimiento del reposo a cierta rapidez. A medida que la bicicleta rueda más aprisa, la velocidad tangencial de la cadena aumenta y se hace demasiado grande para que el ciclista pueda mantenerla empujando los pedales. En ese momento, la cadena se cambia al engranaje siguiente con un radio algo más pequeño, con lo que ahora la cadena tiene una velocidad tangencial menor, que el ciclista puede mantener empujando los pedales. Este engranaje no proporciona un momento de torsión tan grande como el primero, pero el ciclista cambia sucesivamente a cada uno de los cinco engranajes. La quinta velocidad proporciona el momento de torsión más pequeño, pero ahora la función principal del momento de torsión que se suministra es compensar el momento de torsión de fricción de los neumáticos que ruedan, que tiende a retardar el movimiento de la bicicleta. El pequeño radio de este engranaje permite al ciclista seguir el paso del movimiento de la cadena empujando los pedales, pese al rápido movimiento de la bicicleta.

Una bicicleta de diez velocidades tiene la misma estructura de engranajes en la rueda motriz, pero tiene dos engranajes en la corona dentada conectada a los pedales. Mediante la combinación de diferentes posiciones de la cadena en los engranajes traseros y en los engranajes de la corona dentada, se dispone de diez momentos de torsión diferentes.”²⁴

²⁴ Raymond A. Serway y Jerry S. Faughn. Física. 5ta. Edición. Pearson Educación. México. Pag. 229

En el sistema de cambio de una bicimáquina la potencia que entra es igual al momento de torsión que actúa sobre la catarina motora o conductora, multiplicado por su velocidad angular:

$$P = \tau\omega$$

La potencia de salida es igual al correspondiente producto vectorial de velocidad angular por el momento de torsión que actúa sobre la otra catarina, en el caso de la bicilicuada esta otra catarina se encuentra situada en la parte delantera. El momento de torsión o torque se debe a la tensión en la cadena:

$\tau = TR$. Como la transmisión entre ruedas dentadas o catarinas se debe a la cadena y esta no se alarga, las velocidades lineales $v = \omega R$ de los bordes dentados son iguales. Es decir que la cadena engrana con la misma cantidad de dientes por segundo cada catarina. Esas condiciones permiten que las potencias de entrada y salida sean iguales. Así la relación de torque:

$$r = \frac{\tau_0}{\tau_1} = \frac{\omega_1}{\omega_0} = \frac{R_0}{R_1}$$

, lo cual nos da la relación entre los de las ruedas dentadas, o lo que es lo mismo, la relación de las cantidades de dientes en las catarinas. (ver imagen No. 60).

$$r = \frac{\text{No. de dientes en cualquier engrane}}{\text{No. de dientes en el engranaje de los pedales}}$$



IMAGEN No. 60.
Funcionamiento de una bicicleta.

2. Principios de Termodinámica en la Bicimáquina.

Como en cualquier actividad humana al realizar un trabajo utilizando una bicimáquina se realiza un esfuerzo que es producto de las diferentes transformaciones que sufre la Energía. "La energía total de un sistema aislado se conserva. La energía total puede cambiar de forma pero su suma total permanece constante".²⁵ "Dicho en otras palabras: Si una de las formas de la energía del sistema aislado considerado aumenta es a costa de que algunas otras formas disminuyan en la misma cantidad y viceversa. A nivel macroscópico, los físicos admiten diversas formas de la energía, entre ellas las denominadas cinética, potencial gravitatoria, potencial elástica, química y calorífica. Los procesos de cambio en el mundo macroscópico, y entre ellos los resultantes de la actividad física y deportiva, pueden considerarse como una transformación de unas modalidades de energía a otras."²⁶

Al trabajar utilizando una bicimáquina, como en cualquier otra actividad física, la energía química almacenada en el hígado y en las grasas puede transformarse en otras modalidades: Energía cinética, Energía calorífica. Estas transformaciones ocurren al accionar la bicimáquina mediante la aplicación del esfuerzo humano a los pedales ya que estamos pasando de energía mecánica a la energía que necesitamos para obtener el resultado del trabajo.

La energía cinética es la energía de un cuerpo en movimiento lo cual se observa claramente en la bicilicuada donde las cuchillas son accionadas para licuar y procesar los alimentos.

La energía calorífica se observa en la acción de la cadena y en proceso de calentamiento de las piezas por efecto de rozamiento con el aire o de unas piezas con otras.. "Las transformaciones energéticas están regidas no sólo por el *Principio de Conservación de la Energía o Primer Principio de la Termodinámica* sino también por el Principio de la Entropía o *segundo*

²⁵ Bueche, F. Fundamentos de Física. Mc-Graw-Hill. 1970. Página 140. México D.F.

²⁶ www.cienciaydeporte.com

Principio de la Termodinámica. Este Segundo Principio establece la imposibilidad de hacer una conversión total de energía calorífica a energía mecánica (siempre hay una parte de la energía que se desaprovecha) y establece los límites de la energía útil²⁷.

C. DISCUSION DE RESULTADOS

La utilización de partes de bicicleta como técnica de reciclaje es en la actualidad un proceso al cual se le debería de dar su merecida importancia, debido a las implicaciones económicas y los beneficios que proporciona en los aspectos de salud y cuidado del medio ambiente.

Desde la década de los 90, Guatemala se ha visto beneficiada en este sentido por la incorporación de esta tecnología primeramente en el Municipio de San Andrés Itzapa y con el paso del tiempo hacia otras comunidades, aunque la población urbana en general no conoce los beneficios de las bicimáquinas ya existen algunas comunidades en el área rural que están aprovechando su utilización como una forma de generar ingresos económicos. Específicamente de acuerdo a la investigación que se realizó en el Municipio de San Andrés existen varias organizaciones que se dedican a difundir información, asesoría y capacitación sobre las bicimáquinas, la más conocida “Maya-Pedal” cuenta con asesoría de la Universidad de Michigan y los voluntarios que en forma continua llegan a Guatemala para trabajar en la organización, estas personas junto con los guatemaltecos que trabajan en el lugar diseñan y buscan formas creativas de aprovechar la energía mecánica generada en el movimiento de los pedales de las bicicletas que adaptan de acuerdo a la necesidad y el tipo de bicimáquina que se requiera. Estas bicimáquinas son indudablemente máquinas productivas, el propósito de haber sido inventadas es para reducir el esfuerzo físico en la realización de una actividad y para hacer en consecuencia el trabajo más fácil y más eficiente.

Las personas de la comunidad reconocen la importancia y la labor que realizan las Organizaciones No Gubernamentales en su Municipio en el tema de

²⁷ www.cienciaydeporte.com/la-ciencia-de-un-paseo-en-bicicleta.

las bicimáquinas y su utilización como un recurso económico que produce beneficios es innegable, pero al plantearles la idea de utilizarla como un recurso didáctico los catedráticos se muestran sorprendidos pero aceptan la idea y están dispuestos a utilizarla al punto que solicitan capacitación y asesoría. En este aspecto al realizar la actividad de laboratorio y observar como manipulaban la bicilicuada los estudiantes, se notó el entusiasmo con el que indagaban sobre sus aplicaciones y su interés por saber ¿qué principios de física hay en una máquina que utilizan para trabajar?.

Los resultados de la encuesta como de la observación reflejan que no hay un conocimiento teórico de aspectos fundamentales de física y menos de principios de física. El conocimiento de los estudiantes es por experiencia personal. Al utilizar la observación como técnica que da libertad al alumno para manipular e interactuar con la bicimáquina se evidenció de manera clara que las respuestas de los estudiantes eran producto de un conocimiento inherente a la naturaleza humana, la física es una ciencia natural y sus leyes o principios son naturales por lo que se encuentran en el conocimiento que forma parte de las actividades del ser humano.

La falta de conocimiento teórico de los alumnos se debe a factores tales como el programa de estudios, el curso de física fundamental, en opinión del profesor Castellanos, debería de iniciarse como una unidad incorporada desde el primer grado del ciclo básico, en el curso de Ciencias Naturales, para que el alumno tenga una opinión más científica sobre el funcionamiento de las máquinas en forma general.

La bicimáquina es en opinión de maestros y estudiantes un buen recurso didáctico para ser utilizado en el laboratorio de física y más aún porque el aprendizaje se vuelve activo, despierta el interés del estudiante por explorar y descubrir los principios de física en una máquina utilizada en su medio para actividades de tipo económico.

CAPÍTULO VI

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

A. CONCLUSIONES:

1. La bicimáquina utiliza una tecnología que constituye una solución a los problemas de contaminación, de los combustibles fósiles, del calentamiento global de la tierra. Es una herramienta útil en las áreas rurales donde no hay energía eléctrica, por tal razón es una solución económica ya que genera ganancias en relación a los bajos costos de producción.
2. En la actualidad la bicimáquina es una tecnología intermedia que utiliza partes de bicicletas recicladas. En San Andrés Itzapa los vecinos le están adaptando elementos más elaborados y contruidos por ellos mismos lo cual es un indicativo de un proceso de industrialización.
3. Como en cualquier máquina simple y compuesta la bicimáquina presenta principios de física que deben darse a conocer a los estudiantes para que ellos relacionen lo que aprenden en el aula con las situaciones de la vida cotidiana.
4. La juventud de San Andrés Itzapa reconoce que el curso de Física proporciona la oportunidad de relacionar los elementos de la vida real con los conceptos teóricos que se enseñan en el aula y consideran que no sólo la bicimáquina sino que cualquier máquina por simple que sea puede utilizarse para dar una clase.
5. La bicimáquina es un elemento didáctico que puede utilizarse para demostraciones y laboratorios de física haciendo que el proceso de enseñanza- aprendizaje de la física sea interesante y lúdico por la interacción del alumno con la máquina.

B. RECOMENDACIONES:

- 1.** A las organizaciones no gubernamentales que trabajan con bicimáquinas se recomienda que den a conocer a la Juventud y población en general el proceso de elaboración de las bicimáquinas, su funcionamiento y diversas aplicaciones para que se interesen y aporten ideas para beneficio de la sociedad en General.
- 2.** A las personas que elaboran las bicimáquinas se recomienda que trabajen con accesorios más estandarizados con el propósito de evitar la elaboración artesanal y contribuir a la industrialización del proceso de producción.
- 3.** Se recomienda a las personas que utilizan las bicimáquinas pedalear de acuerdo a las sugerencias dadas en el ciclismo profesional (70 a 100 pedaleadas por minuto) con el propósito de aumentar el rendimiento, mejorar la producción y evitar lesiones en las rodillas.
- 4.** A las Instituciones gubernamentales del municipio de San Andrés Itzapa se recomienda desarrollar programas especiales para promover el uso de la bicimáquina en aquellas comunidades en las que importantes segmentos de la población no tienen acceso a la energía eléctrica.
- 5.** El Ministerio de Educación debe promover asesoría y capacitación a los docentes del Municipio de San Andrés Itzapa para que utilicen la bicimáquina en experiencias de laboratorio para el curso de Física.
- 6.** Al Ministerio de Educación y a los profesores en Servicio tanto de las instituciones Públicas como Privadas revisar los contenidos de los cursos de Ciencias Naturales para incluir desde el primer grado básico elementos de Física Fundamental que le proporcionen al estudiante una base teórica y

científica sobre el funcionamiento de las máquinas simples y compuestas, así como los principios de física que se encuentran presentes en el funcionamiento de las mismas.

7. Se recomienda a la Universidad de San Carlos dar seguimiento a la presente tesis elaborando diversos tipos de estudio de carácter científico y técnico que permitan contribuir al desarrollo de una tecnología basada en procesos mecánicos que constituyen una opción a los problemas ocasionados por el agotamiento de combustibles fósiles.
8. Se recomienda a La Escuela de Formación de profesores de Enseñanza Media incluir en la Feria Científica la presentación de las diversas Bicimáquinas para que los futuros profesores de Matemática y Física conozcan las aplicaciones que tienen y puedan hacer aportes tanto a nivel técnico como didáctico.
9. Se recomienda a los medios de comunicación escrita y televisada que den a conocer las bicimáquinas, su funcionamiento, su utilización y a las personas que trabajan en el diseño y en la fabricación de las mismas, para que sirva de estímulo a las personas que pertenecen a la comunidad y que son los verdaderos inventores de las diversas aplicaciones de las bicimáquinas.

BIBLIOGRAFIA

1. Alvarez, L. (17 de Junio de 2005). La bicitecnología acelera el desarrollo de San Andrés Itzapa. *El Periodico* .
2. Bueche, F. (1,970). *Fundamentos de Física*. México, D.F.: Mc-GraHill.
3. Hernández, M. (2,005). *Material de Apoyo, Curso de Física II, USAC-EFPEM*. Guatemala.
4. Hew, M. G. (1,993). *Las fuerzas y las máquinas*. New York: McGraw- Hill.
5. Ministerio de Educación. (1,988). *Guía Programatica de Ciencias Naturales*. Guatemala: Cenaltex.
6. Prensa Libre. (2,006). Origenes de la bicicleta. *Semanario de Prensa Libre* .
7. Serway, R. A. (1,998). *Física,*. México, D. F.: Pearson.
8. Vásquez, C. (29 de Julio de 2,006). Más presupuesto para la Ciencia. *Prensa Libre* .
9. *www.ciencia y deporte. com*(5 de Noviembre de 2,006). Obtenido de La ciencia de un paseo en bicicleta.
10. *www/mayapedal.org*. (23 de Octubre de 2,006).

ANEXOS

GLOSARIO

A

acero. Material utilizado en la construcción de cuadros y componentes de bicicleta. Puede ser cromoly u otro tipo de aleación.

acoples. (~cuernos, prolongadores) Extensión que se instala en el manillar para mejorar el rendimiento o para pedalear en posturas más cómodas.

aire-aceite. Combinación empleada en algunas horquillas de suspensión donde al aire actúa como elemento amortiguante y el aceite como elemento de retención.

aleta de tiburón. Pieza de plástico que se coloca esobre la vaina derecha para protegerla del roce con la cadena y prevenir los chupados de la misma.

aluminio. Material utilizado en la construcción de cuadros y componentes de bicicleta. Puede estar formado por distintas aleaciones, que dan lugar a las series de aluminios (5000, 7000, 9000)

amortiguador, ra. adj. Que amortigua. || **2.** m. Dispositivo que sirve para compensar y disminuir el efecto de choques, sacudidas o movimientos bruscos en aparatos mecánicos.

anodizado. Coloreado de componentes metálicos mediante métodos electrolíticos.

araña. Pieza que sirve para sujetar los platos a la biela. Puede ser parte de la biela o puede ser desmontable

B

barras. Tubos de la horquilla que se insertan por dentro de las botellas. Van unidas por un puente.

betetero. Dícese de la persona que practica la bicicleta de montaña, o BTT.

biconificado. Característica de un tubo de doble espesor.

biela. Brazo que une el pedal y el eje de pedalier y que sirve para transmitir la fuerza a los platos que van montados en ella.

biopace. Sistema de platos ovalados de principios de los 90 que permite aminorar el efecto producido por el punto muerto en el pedaleo, cuando las bielas están en vertical.

botellas. Piezas de una horquilla que sujetan el buje delantero y los pivotes de freno en los que se insertan las barras.

burra. Nombre coloquial dado a la propia bicicleta.

C

cabecilla. Tuerca con una forma especial que se sitúa en el extremo roscado del radio, asentado en la llanta y que permite tensarlo.

cadena. Conjunto de piezas planas unidas con pasadores que permiten transmitir la fuerza del pedaleo desde los platos hasta los piñones.

cadencia. (c. de pedaleo) número de pedaladas que se realizan en un minuto por un pie.

calapiés. (rastral) Accesorio que se añade a los pedales y que permite sujetar el pie con una correa.

calas. Pequeñas piezas metálicas que van atornilladas a las zapatillas y que permiten engancharse a los pedales automáticos.

cámara. Tubo cerrado de goma que se sitúa dentro de las cubiertas y que posee una válvula por la que se hincha con aire.

cambio delantero. (desviador) Elemento que permite, mediante el accionamiento de las manetas de cambio a través de un cable, cambiar de platos.

cambio trasero. Elemento que permite, mediante el accionamiento de las manetas de cambio a través de un cable, cambiar de piñones y mantener la cadena siempre tensa.

carrerilla. (Coger carrerilla) Tomar velocidad en llano o bajada para acometer una pequeña subida sin esfuerzo con la inercia adquirida. Velocidad inicial que se adquiere para realizar un salto.

cartucho de aceite. Mecanismo utilizado en algunas horquillas de suspensión como elemento de retención.

casco. Accesorio protector que se sitúa en la cabeza y que puede proteger de graves daños.

cassete. Conjunto de piñones, generalmente unidos mediante tornillos o remaches.

catalina. ref. plato. Al plato pequeño se le denomina "maricona"

cierre rápido. Sistema de cierres de las ruedas y el sillín que no necesitan llave. Se accionan con la mano.

compact. Tipo de bielas y de platos con los agujeros más cerca del centro del eje. Antes eran estándar.

compresión. Proceso que permite amortiguar un impacto.

conificado. Característica de un tubo que indica que tiene varios espesores

según la zona.

cromoly. Acero utilizado en la construcción de cuadros y componentes de bicicleta compuesto de una aleación de Cromo y Molibdeno.

cross country. (X-country) (=campo a través) Modalidad de competición de mountain bike en la que se suele dar un cierto número de vueltas a un circuito. Puede definir un tipo de bicicleta .

cuadradillo. Extremo del eje de pedalier donde encaja la biela. Tiene forma de cuadrado aunque algunos modelos son en estrella.

cuadro. (~bastidor) Conjunto de tubos u otras formas sobre el que se montan el resto de componentes.

cubierta. Componente de goma circular que va montado en la llanta, que tiene tacos para agarrarse al suelo. Es única parte de la bicicleta que va en contacto con el suelo.

cuernos. ref. acoples.

D

descenso. (~ dohn-hill) Modalidad de competición de mountain bike en la que un ciclista realiza un recorrido descendente cronometrado como en el esquí. Puede

definir un tipo de bicicleta.

desmontador. Palanca de plástico o metal que ayuda a desmontar la cubierta de la llanta, para extraer la cámara.

desviador. ref. cambio delantero.

dial. en una horquilla es el elemento que permite realizar los ajustes necesarios (precarga, compresión, extensión...)

dirección a rosca. Tipo de dirección en la que el tubo de dirección va roscado y la potencia se inserta en el mismo. Se regula mediante un sistema de tuerca-contratuerca.

dirección a-head. Tipo de dirección en la que el tubo de dirección no tiene rosca y la potencia va por fuera del mismo.

down-hill. (=descenso) ref. descenso

dual-slalom. Modalidad de competición de mountain bike en la que dos o más ciclistas realizan un recorrido descendente marcado con puertas situadas en zigzag. Puede tener saltos y peraltes.

E

eje de pedalier. Eje que une la biela derecha con la izquierda y que permite que giren suavemente.

expansor de potencia. En direcciones a rosca es la pieza que va dentro de la potencia y que permite bloquearla dentro del tubo de la horquilla.

F

fibra de carbono. Material utilizado en la construcción de cuadros y componentes de bicicleta. Para mantener unidas las fibras se utilizan resinas de tipo Epoxy.

free ride. Mentalidad ciclista que consiste en disfrutar al máximo de la bicicleta buscando un sentimiento de libertad. Algunas marcas lo asocian con bicicleta de doble suspensión.

freno cantilever. Tipo de freno usado anteriormente de tiro superior.

freno de disco. Tipo de freno parecido al de las motos en el que unas zapatas presionan sobre un disco metálico, solidario al buje de la rueda.

freno V. Tipo de freno de tiro lateral. Es más potente ya que las levas son más largas.

fuelles. Elementos de goma que sirven para proteger el contacto entre barras y

botellas, garantizado por los rentenes.

G

globero. adjetivo, a veces despectivo que sirve para identificar a los aficionados ocasionales. Algunos lo llevan con orgullo.

gorila. (~king-kong) Herradura metálica que se sitúa en los frenos para ganar rigidez y evitar que los pivotes de freno flexen al apretar la maneta.

grip shift. Marca. Puño de cambio giratorio situado en el manillar.

H

Hiperglide. marca de Shimano. Sistema de coronas de piñón de Shimano.

horquilla de suspensión. Horquilla que tiene un elemento articulado y amortiguado que permite absorber los impactos y ondulaciones del terreno.

horquilla rígida. Conjunto de tubos que permiten sujetar la rueda delantera al cuadro y a la potencia. Es la que permite la dirección.

horquilla unicrown. Tipo de horquilla formada por tres tubos: el de dirección y otros dos. Hoy en día casi todas las horquillas rígidas son unicrown.

L

leva. Palanca que soporta la zapata de freno y que se ve accionada mediante un cable para ejercer fuerza sobre la llanta.

llanta. Aro metálico en el que va montada la cubierta y que va unido al buje mediante los radios.

llave allen. Llave de tipo hexagonal. Muy extendida en las bicicletas por lo poco que ocupa.

llave plana. Llave fija clásica.

M

magura. Marca. Tipo de freno en el que la transmisión no se realiza por cable sino mediante un circuito hidráulico.

maneta de cambio. Palanca o palancas situadas en el manillar que permiten realizar un cambio de piñón o de plato. Se accionan con los dedos.

maneta de freno. Palanca situada en el manillar que permite accionar las levas de freno a través de los cables.

manillar. Tubo plano o curvado que sirve para dirigir la bicicleta.

molinillo. Popularmente, utilizar el plato pequeño y el piñón más grande.

N

núcleo. Parte del buje trasero en el que se sitúan los piñones y que contiene el mecanismo de rueda libre.

O

oversize. (=sobre talla) Cuadros con tubos gordos. Tamaño de dirección más utilizado equivalente a 1 y 1/8 de pulgada.

P

patilla de cambio. Parte de un cuadro donde se sitúa el cambio trasero. En los buenos cuadros de aluminio es desmontable y se realiza en otro material que aísla las tensiones provocadas por el cambio trasero y que permite ser sustituida en caso de rotura sin tener que cambiar el cuadro entero.

pedal. Pieza que gira sobre un eje que a su vez va roscado a la biela donde se apoya el pie.

pedal automático. Tipo de pedal que incorpora un sistema de sujeción de la zapatilla. Suele desengancharse mediante una rotación del pie hacia fuera.

pedalier. Conjunto formado por bielas y platos.

piñón. Pieza dentada circular que se monta sobre el núcleo del buje trasero y que

sirve para transmitir la fuerza de la cadena al eje de la rueda.

plato. (~catalina) Pieza dentada circular que se monta en las bielas y que sirve para transmitir la fuerza de las bielas a la cadena.

potencia. Pieza que une el manillar con la horquilla.

prolongadores. ref. acoples.

punteras. Parte del cuadro que sirve para alojar el eje de la rueda trasera.

R

racor. pieza para unir los tubos de un cuadro.

radio. Varilla metálica curvada por un extremo y roscada por el otro que sirve para unir el buje y la llanta.

rastral. ref. calapiés.

rebote. Efecto que tiende a producirse después de una compresión. Puede controlarse con un sistema de retención.

retención. Proceso que permite retornar suavemente después de un impacto grande.

retenes. piezas de goma que separan las barras de las botellas de una horquilla, evitando que haya juego entre ambas.

rodamiento de bolas. Tipo de rodamientos formados por pequeñas bolas que ruedan sobre unas pistas.

roldana. Ruedecilla del cambio trasero. Hay dos.

rótula. Sistema de sujeción de las zapatas que permite orientarlas convenientemente.

rueda libre. Mecanismo de la rueda trasera que permite rodar sin pedalear.

S

sillín. Pieza en la que nos sentamos. Está formada por dos raíles que van cogidos a la tija de sillín.

slooping. característica de un cuadro en el que el tubo horizontal está muy inclinado. De este modo, el tubo vertical es más corto.

SPD. Marca. (=Shimano Pedaling Dynamics) Sistema de calas y pedales automáticos de Shimano.

STI. Marca. (=Shimano Total Integration) Siglas que indican que las manetas de cambio y de freno van juntas. Es más recomendable que vayan separadas por si queremos cambiar alguno de los dos componentes.

superoversize. (=super sobre talla) Tamaño de dirección equivalente a 1 y 1/4 de pulgada.

T

tensor de cadena. Artilugio utilizado en descenso que puede adoptar diversas formas para mantener la cadena tensa en todo momento.

tija. Tubo metálico. Se suele emplear para describir el tubo del sillín, que va insertado en el cuadro y que sujeta el sillín.

tirantes. Parte del cuadro que va desde el tubo de sillín hasta el buje trasero y que discurre en diagonal. En ellas están los pivotes de freno. Pueden tener formas curvadas para favorecer la rigidez que se denominan de tipo "spagethi".

titanio. Material utilizado en la construcción de cuadros y componentes de bicicleta. Es extremadamente ligero y caro. Puede encontrarse en estado puro o con aleaciones de vanadio y aluminio, lo que le hace más resistente y ligero.

triángulo principal. Parte del cuadro formada por el tubo horizontal, el diagonal y el vertical o tubo de sillín.

triconificado. Característica de un tubo de triple espesor.

trinquetes. parte de la rueda libre o piñón que sirve para transmitir la fuerza según pedaleamos o no.

trimoly. Denominación corriente que expresa un tipo de cuadro cuyo triángulo principal está realizado en cromoly y el resto en un acero de menor calidad.

tronchacadenas. Herramienta que permite desmontar la cadena desplazando alguno de sus pasadores.

tubeless. Tecnología de cubiertas y llantas que no necesitan cámara para funcionar, como las de los coches.

tubo de dirección. Parte de la horquilla que va por dentro del cuadro y donde se sitúa la potencia.

V

vainas. Parte del cuadro que va desde el eje de pedalier hasta el buje trasero y que discurre horizontalmente.

visera. Accesorio del casco.

Z

zapata de freno. Pieza de goma montada en las levas de freno que sirve para frenar al ejercer presión sobre las llantas.



ENCUESTA

Instrucciones: Marque con una "X" la opción que considere adecuada

1) ¿ Sabe usted que es una bicimáquina?
Si _____ No _____

2) ¿Conoce usted las bicimáquinas?
Si _____ No _____

Escriba cuáles conoce

3) Alguna vez ha utilizado una de las bicimáquinas?
Si _____ No _____

4) ¿Conoce a alguna persona que utilice una o varias bicimáquinas?
Si _____ No _____

5) ¿Considera que se puede utilizar la bicimáquina para dar alguna clase?
Si _____ No _____

6) ¿En la clase de física el profesor ha utilizado las bicimáquinas para ejemplificar algún tema?
Si _____ No _____

7) ¿En el mecanismo de funcionamiento de una bicimáquina se aplican principios de física ?
Si _____ No _____

8) ¿Con cuál de los siguientes temas se puede relacionar el funcionamiento de una bicimáquina?

Vectores	Si _____	No _____
Movimiento	Si _____	No _____
Leyes de Newton	Si _____	No _____
Trabajo y Energía:	Si _____	No _____
Movimiento Rotacional	Si _____	No _____

¡ GRACIAS POR SU COLABORACION!

VISITA A UNO DE LOS GRUPOS FAMILIARES QUE UTILIZAN LA BICIMAQUINA.

I. OBJETIVO:

Determinar la viabilidad de utilizar la bicimáquina como un recurso económico.

II. DESARROLLO:

En compañía del profesor Jorge Morales, se procedió a visitar a una de las familias que utilizan la bidesgranadora de maíz, se constató el uso y la forma en que es operada la máquina por las personas, se escucharon las opiniones con respecto a los beneficios obtenidos al utilizar la bidesgranadora, entre los cuales destacan el nivel de producción utilizando la bicimáquina comparado con el proceso manual que era muy lento y con muchas dificultades.

iii. CONCLUSIÓN:

Es viable utilizar la bicimáquina como un recurso económico que contribuye a mejorar el ingreso familiar.

IV. RECOMENDACIÓN:

Se recomienda a las Instituciones educativas del lugar programar visitas a los distintas comunidades que utilizan la bicimáquina, para que el estudiante observe que la bicimáquina es un elemento de la realidad socioeconómica en el que se encuentran aplicaciones de la física.

LISTA DE COTEJO

CONTENIDO DEL CURSO DE FÍSICA FUNDAMENTAL ²⁸	INDICADOR	SI/NO
Conversión de medidas	El estudiante conoce el sistema Internacional de medidas y efectúa conversiones	
Medición Angular	Reconoce un transportador y lo utiliza, sabe lo que es un radián	
Vectores	Define un vector e indentifica situaciones en las que puede haber un vector.	
Movimiento Circular Uniforme	Define radio y arco Define el cambio de posición angular Reconoce y calcula la velocidad angular Define y calcula la aceleración centripeta Reconoce en el Movimiento Circular Uniforme el Período y la Frecuencia	
Dinámica	Define la fuerza Reconoce leyes de Newton en el movimiento de la Bicicleta	
Energía y Potencia	Identifica los diferentes tipos de energía. Define el Watt y lo relaciona con el consumo de energía eléctrica.	

²⁸ Guía Curricular del Mineduc. Ciencias Naturales III. Cenaltex. 1,988.

GUIA DE ENTREVISTA A DOCENTES

I. IDENTIFICACION.

II. PROPOSITO DE LA INVESTIGACIÓN.

III. PREGUNTAS BASICAS.

1. ¿Sabe qué es una bicimáquina?

2. ¿Las ha utilizado?

3. ¿Considera que se pueden utilizar para impartir un laboratorio de física?

4. ¿Le parece un recurso viable para la enseñanza de la física?

5. ¿Considera que en el funcionamiento de la bicimáquina hay principios de física?

IV. OPINIONES.

V. SUGERENCIAS.

VI. AGRADECIMIENTO.

PRACTICA DE LABORATORIO NO. 1

RUEDAS Y LA CONSTANTE π (PI)

I. INTRODUCCION.

En las bicimáquinas, el movimiento es generado por el pedaleo del ciclista. Este movimiento es transmitido a la rueda delantera de la bicimáquina por la cadena que se engarza en un engranaje en los pedales y otro engranaje en la rueda delantera. El movimiento de las ruedas y engranajes describe trayectorias de tipo circular. Esta trayectoria es la circunferencia que constituye la línea que limita al círculo, además sabiendo que el diámetro es la línea que pasa por el centro y toca dos puntos de la circunferencia procederemos a encontrar la relación matemática que hay entre la circunferencia y el diámetro conocida como Número π (PI).

II. EQUIPO.

- 1 bicimáquina
- 1 cinta métrica flexible.
- papel cuadriculado.

III PROCEDIMIENTO.

1. Identifique como mínimo cinco circunferencias que utilice la bicimáquina.
2. Proceda a enumerar una por una las circunferencias.
3. Utilizando la cinta métrica flexible (metro de sastre), mida las circunferencias y el diámetro de cada circunferencia.
4. Anote sus mediciones en la tabla, calculando en cada caso la razón C/D.
5. Plotee, en la hoja de papel cuadriculado, los puntos (x,y) utilizando el eje "x" para los diámetros, y el eje "y" para las longitudes de las circunferencias.
6. Trace la curva más simple posible a través de los puntos y note que el punto (0, 0) debe ser parte de su gráfica.
7. Calcule la pendiente de la curva trazada en el inciso 5 y compare con el resultado del inciso 3.

TABLA

Circunferencia No. .	Circunferencia C	Diámetro D	Razón C/D
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			
		PROMEDIO	

8. Para una rueda cuyo diámetro es 1 m ¿Cuál es la longitud de la circunferencia? _____

9. A partir de su gráfica ¿Qué puede decir de la relación C/D? Usted ha descubierto un nuevo concepto {que se designa con el nombre de la letra griega "pi" (π)}.
Enúncielo: _____

10. Note que siempre que dos cantidades estén relacionadas de tal forma que su gráfico sea una línea recta que pase por el origen, usted podrá definir un nuevo concepto, dado por la pendiente de esa línea recta.

PRACTICA DE LABORATORIO NO. 2 **RELACION DIRECTAMENTE PROPORCIONAL**

I. INTRODUCCIÓN:

En la bicilicuada los engranajes de los pedales y de la rueda delantera no están en contacto directo sino que se encuentran conectados por la cadena, lo que hace que ambos [engranajes giren en el mismo sentido](#).

Al iniciar el pedaleo notamos que la rueda de la bicilicuada empieza a girar, a medida que aumentamos la intensidad del pedaleo, también aumenta el número de vueltas de la rueda delantera, lo que se observa en la velocidad que adquiere las cuchillas de la licuada.

II. EQUIPO:

1. Bicilicuada.
2. cinta adhesiva
3. marcador.
4. Hoja cuadriculada.
- 5.

III . PROCEDIMIENTO:

1. Coloque un pedazo de cinta adhesiva en la rueda delantera de la bicilicuada.
2. Inicie el pedaleo de la bicimáquina.
3. Con ayuda de dos compañeros cuenten el número de vueltas tanto de los pedales como de la rueda delantera. Recuerde que debe observar la marca que colocó en la rueda eligiendo un punto de referencia.

4. Anote los datos en la siguiente tabla.

No. de vueltas del pedal	No. de vueltas de la rueda delantera
1	
2	
3	
4	
5	
6	
7	
8	
9	

5. Elabore la gráfica colocando en el eje X, el número de vueltas en el pedal y en el eje Y el No. de vueltas de la rueda delantera.
6. ¿Qué tipo de gráfica obtuvo?
7. ¿Cuál es la razón por la que se obtienen estos resultados?
8. ¿Con qué máquina simple puede compararse la cadena y los engranajes?

PRACTICA DE LABORATORIO NO. 3 RELACION INVERSAMENTE PROPORCIONAL

I. INTRODUCCION:

Entre dos magnitudes se puede dar una relación inversamente proporcional la cual consiste en que si una magnitud crece o decrece, la otra decrece o crece, respectivamente, en la misma proporción.

En la siguiente experiencia encontrará experimentalmente que la gráfica característica de una relación inversa es la rama de una hipérbola. Para ello utilizaremos los engranes y ruedas de una bicimáquina y compararemos el Número de vueltas del engrane o cualquier rueda y su respectivo radio y el número de vueltas del engrane o cualquier rueda y su respectivo radio.

II EQUIPO.

- 1 bicimáquina.
- 1. Cronometro.
- 1 Cinta adhesiva.
- 1 Papel cuadriculado.

III. PROCEDIMIENTO.

1. Mida el radio del engrane en los pedales.
2. Mida el radio en el engrane de la rueda de la bicimáquina.
3. Mida el radio de cualquier otra rueda de la bicimáquina.
4. Coloque marcas en engrane de los pedales y de la rueda las cuales le servirán de referencia.
5. Pedalee con la misma velocidad de tal manera que con ayuda de sus compañeros puedan contar el número de vueltas de cada engrane, o de cada rueda que haya elegido durante un minuto.
6. Anote los datos en la siguiente tabla.

Medición	Radio	No. de vueltas
1		
2		
3		
4		
5		

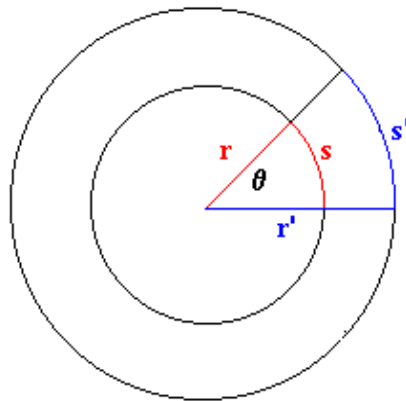
7. Con los datos obtenidos elabore una gráfica radio-No. vueltas, colocando en el eje horizontal el radio y el No. de vueltas en el eje vertical.

¿Qué tipo de gráfica resultó? _____

PRACTICA DE LABORATORIO NO. 4 MEDICION DE ANGULOS.

I. INTRODUCCIÓN:

Un ángulo se define como el conjunto de puntos determinados por dos rayos, o semirrectas, l_1 , l_2 , que tienen el mismo punto extremo O.



De la definición de radián (unidad natural de medida de ángulos) obtenemos la relación entre el arco y el radio. Como vemos en la figura, el ángulo se obtiene dividiendo la longitud del arco (s) entre su radio (r).

$$\theta = \frac{s}{r} = \frac{s'}{r'}$$

θ = ángulo generado en la rotación.

s = arco de la circunferencia interior.

r = radio de la circunferencia interior.

s' = arco de la circunferencia exterior.

r' = radio de la circunferencia exterior.

Por lo que se observa que en una vuelta de la rueda hay 360° grados lo que equivale a 2π radianes, para 180° equivale a π radianes. En la siguiente práctica Ud., medirá ángulos utilizando un transportador y los convertirá en radianes.

II. EQUIPO.

1. Bicimáquina
2. Transportador.
3. Cinta adhesiva.

III. PROCEDIMIENTO:

4. Utilizando la rueda de la bicimáquina coloque una marca con la cinta adhesiva que le permita medir el cambio de ángulo.
5. Utilizando el transportador mida el número de grados que indica un desplazamiento de la rueda.
6. Repita el procedimiento para 4 desplazamientos más y anote los resultados en la respectiva tabla.
7. Utilizando la equivalencia: $180^{\circ} = \pi$ radianes encuentre el valor de los grados medidos con el transportador en radianes.

Medida	Grados	Radianes
1		
2		
3		
4		
5		
6		
7		
8		
9		
10		

PRACTICA NO. 5 MOVIMIENTO CIRCULAR UNIFORME.

I. INTRODUCCION:

Cada vez que se realiza un trabajo utilizando una bicimáquina se reproducen varias de las leyes físicas que como estudiante estudia o estudiará en la sala de clases. Veamos entonces cómo se relaciona el pedaleo con el concepto de movimiento circular uniforme. Cuando se pedalea, las ruedas, describen un **movimiento circular uniforme** respecto a su propio centro. Si Ud., también, diera vueltas en círculo alrededor de un mismo punto, sin aumentar ni disminuir de velocidad, describiría el mismo tipo de movimiento. De esta manera, el **movimiento circular uniforme** es el que describe cualquier objeto que se mueva en círculo sin cambiar de velocidad. Suponiendo que hacemos girar una piedra amarrada a una cuerda de radio **R** (metros), cada vez que la piedra dé una vuelta completa, habrá recorrido una distancia igual a **2 Π R** metros, donde $\Pi = 3.14$ (razón entre la circunferencia y el diámetro).

La velocidad a la que se mueve cualquier cuerpo que describa una trayectoria circular se llama **velocidad angular**, y se define como el número de vueltas que da el objeto por segundo. Mientras más rápido vaya su bicimáquina, más vueltas por segundo darán las ruedas, lo que significa que tendrá una mayor velocidad angular. Lo mismo pasará con la piedra amarrada a una cuerda, mientras más rápido la haga girar, más vueltas por segundos dará.

II. EQUIPO:

1. Bicimáquina
2. Cronómetros
3. Regla graduada
4. Maskin-tape
5. Transportador.

III. DESARROLLO:

- a) Haga girar la rueda de la bicimáquina sobre el eje. Compruebe que gire libremente.
- b) Haga una marca en la periferia de la rueda y mida su radio (r).

- c) Para cada rueda debe haber dos personas, cada una con su cronómetro.
- d) Inicie la práctica haciendo coincidir la marca que hizo en la rueda con un punto de referencia específico para iniciar el conteo de las revoluciones o vueltas de la rueda.
- e) Una de las personas con cronómetro inicia el conteo del tiempo y las revoluciones simultáneamente hasta llegar a 5 revoluciones y detiene su cronómetro.
- f) En ese mismo instante la otra persona con cronómetro inicia un nuevo conteo de tiempo y vueltas de la rueda y detiene su cronómetro cuando la tornamesa queda en reposo, si hay fracción de vuelta la tiene que medir con el transportador.
- g) Haga girar la rueda cuidando que no rote muy rápido para permitir el conteo de las revoluciones y realice los incisos e y f.
- h) La primera persona supone durante su conteo de 5 revoluciones que el movimiento fue Circular Uniforme (M.C.U.) y por lo tanto puede calcular:

$$\omega = \frac{2\pi N}{t}$$

N = revoluciones; t = tiempo cronometrado; ω = velocidad angular (rad/seg)

- i) La segunda persona supone también que el movimiento es Circular Uniformemente Variado (M.C.U.V), si supone que su rapidez angular ω_0 es la que calculó la primera persona y su tiempo es el que leyó en su cronómetro y además la rapidez angular final (ω_f) es cero, (cuando llega al reposo la rueda), calcular:

j) $\omega_f = \omega_0 - \alpha t_2$

α = aceleración media, supuesta constante. (rad/ seg²)

ASPECTOS ECONOMICOS RELACIONADOS CON LA BICIMÁQUINA.

A. La Economía Informal y la Bicimáquina.

“La economía informal está integrada por el conjunto de pequeñas unidades económicas, cuyo proceso de producción, venta y/o prestación de servicios es rudimentario e intensivo en mano de obra, y se realiza con la participación directa del propietario y con un alto componente de trabajo familiar.”²⁹

En San Andrés Itzapa, diversos grupos familiares utilizan la bicimáquina como herramienta para tener acceso a la actividad económica con bajos requerimientos de capital, lo que ubica a estos grupos como parte del sector informal de trabajadores. Esto los conduce a utilizar técnicas de producción simple y mano de obra poco calificada.

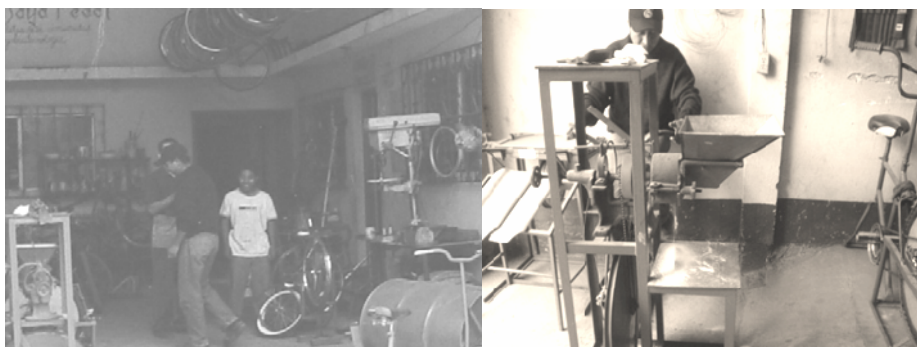


IMAGEN No. 61.
Centro de bicitecnología y utilización de un bicimólino.

Según cifras del Banco Mundial el empleo informal se sitúa del 54 al 60 por ciento en América Latina.³⁰ Guillermo Perry, economista en Jefe para América

²⁹ Realidad Socioeconómica de Guatemala. Unicef. Página 56. Editorial Piedra Santa.

³⁰ Prensa Libre. Página 28. Banco Mundial: Empleo Informal. Viernes 27 de Julio de 2,007.

Latina y el Caribe del Banco Mundial explica: “ La informalidad en un fenómeno del subdesarrollo”.

Guatemala es un país subdesarrollado y en consecuencia, lo importante no es el porcentaje, sino la dimensión del fenómeno que rebasa la capacidad del mercado laboral de emplear a la fuerza laboral de Guatemala. Probablemente existan diversas explicaciones de tipo económico para describir el fenómeno como por ejemplo que el crecimiento económico del país (variable macro) es bajo, y que el crecimiento de oportunidades (variable micro) también lo sea. Por el lado de la oferta se puede argumentar que los trabajadores no están preparados para participar en un mercado laboral con los conocimientos que los demandantes necesitan.

La realidad es que la bicimáquina en las comunidades de San Andrés Itzapa ha venido a suplir la falta de empleo y a garantizar un nivel mínimo de bienestar económico.

La presencia femenina en la economía informal es más significativa y en la utilización de la bicimáquina se observa un alto porcentaje de ellas participando en las labores de producción.

IMAGEN No. 62
Participación de la mujer en economía informal.



Una explicación simple de la presencia femenina en la operación de las bicimáquinas es porque les permite reducir el esfuerzo en las actividades cotidianas, ahorro de tiempo en la realización de estas actividades y en consecuencia el poder dedicar el tiempo restante a otros quehaceres de beneficio personal.

B. COSTO DE LA ELECTRICIDAD Y LA BICIMÁQUINA.

En San Adres Itzapa, la compañía DEOCSA, distribuye la electricidad para el sector y la vende en unidades de Kilowatt-hora (KWh) a un costo de Q 0.76. En la utilización de la bicilicuada para producir Shampoo los grupos familiares utilizan hasta 5 bicimáquinas operando durante 8 horas diarias, se sabe, que la licuadora domestica tiene un requerimiento de

150 .³¹ El consumo de energía eléctrica por día esta dado por: $P = \frac{W}{t}$

P: Potencia en Watts.

W: Trabajo.

t: Unidad de tiempo.

Por lo que el trabajo eléctrico en Unidades de Watt-segundo (Potencia por tiempo) es:

$$W = P \times t$$

$$W = (150 \times 8) / 1000 \\ = 1.2 \text{ KWh}$$

El costo durante 24 días laborales de 8 horas es:

$$\text{Costo} = 1.2 \text{ KWh} \times Q 0.76 \times 24 \text{ días} = Q 22.00.$$

El costo de la electricidad puede ser mínimo, sin embargo, es de hacer notar que los lugares donde se utiliza la bicimáquina no tienen acceso a la energía eléctrica. También se debe considerar el rendimiento de la licuadora, así como su vida útil, ya que una licuadora de tipo domestico no puede ser utilizada para un trabajo tan intenso ya que simplemente dejaría de funcionar.

³¹ Wilson, Jerry. Física. 2da. Edición. Prentice-Hall. Pag. 529.

En el caso de la bicibomba, su impacto económico es mucho mayor cuando su utilización esta ligada a procesos de riego, su rentabilidad es superior a una bomba eléctrica en el sentido del mantenimiento ya que la bicibomba es más fácil de reparar, y tiene una vida útil más prolongada que una bomba de tipo eléctrico, en el aspecto del consumo eléctrico una bomba de tipo residencial consume entre 900 y 1200 watts por lo que su costo mensual es:

$$W = PXt$$

$$W = (900 \times 1) / 1000$$

$$= 0.9 \text{ KWh}$$

$$\text{Costo} = 0.9 \text{ KWh} \times 0.76 \times 30 \text{ días} = \text{Q } 20.52.$$

Utilizandola una hora diaria todos los días. Las bombas eléctricas tienen una garantía de 6 meses.



IMAGEN No. 63
Proceso de extracción de agua.

En el caso de la bicidesgranadora no hay comparación en el sentido de la rentabilidad y producción con cualquier otra máquina del mercado ya que los beneficios en el aspecto de la producción son evidentes cuando se observa la cantidad de quintales diarios que los usuarios desgranar que es de 12 a 15 quintales de maíz limpio.