

**UNIVERSIDAD DE SANTIAGO DE CHILE
FACULTAD DE CIENCIAS
DEPARTAMENTO DE FÍSICA**



**PROPUESTA DE ACTIVIDADES Y APLICACIONES DE
ASTROFÍSICA PARA LOS EJES DE TIERRA Y UNIVERSO Y
FUERZA Y MOVIMIENTO EN EL SUBSECTOR DE FÍSICA**

VARGAS ORELLANA VALESKA DEL PILAR

Profesor Guía: Norman Cruz Marin

**Tesis para obtener el grado de licenciada
En Educación de Física y Matemáticas**

Santiago – Chile 2010

© VALESKA DEL PILAR VARGAS ORELLANA

Se autoriza la reproducción parcial o total de esta obra, con fines académicos, por cualquier forma, medio o procedimiento, siempre y cuando se incluya la cita bibliográfica del documento.

**PROPUESTA DE ACTIVIDADES Y APLICACIONES DE
ASTROFÍSICA PARA LOS EJES DE TIERRA Y UNIVERSO Y
FUERZA Y MOVIMIENTO EN EL SUBSECTOR DE FÍSICA**

VALESKA DEL PILAR VARGAS ORELLANA

Este trabajo de graduación fue elaborado bajo la supervisión del profesor guía Sr. Norman Cruz Marin del departamento de física y ha sido aprobado por los miembros de la Comisión Calificadora, Srta. Leonor Huerta Cancino y Srta. Carolina Jorquera Martínez

DIRECTOR

PROFESOR GUIA

Agradecimientos.

A toda mi familia, abuelos, tíos y primos, por su apoyo y cariño durante todos los procesos de mi vida, a mis amigas/os que me han sabido comprender en los buenos y malos momentos, pero principalmente a una persona que con su esfuerzo y perseverancia me ha enseñado que todo se puede lograr, por esto y por su incondicional amor y apoyo, quiero agradecer a Patricia Orellana Zamorano, mi madre.

Valeska Vargas Orellana

TABLA DE CONTENIDOS

RESUMEN.....	1
ABSTRACT.....	2
INTRODUCCIÓN.....	3
Problema a desarrollar.....	3
Objetivo general.....	9
Objetivo específico.....	9

MARCO TEÓRICO

1 ANTECEDENTES HISTÓRICOS DE LA ENSEÑANZA.....	11
1.1 Antecedentes generales de la enseñanza de las ciencias.....	13
2 ANTECEDENTES GENERALES DE LA ENSEÑANZA EN CHILE.....	15
2.1 Las reformas.....	15
2.1.1 La reforma del 60.....	15
2.1.2 La reforma del 90.....	22
2.1.3 Ley orgánica constitucional de la enseñanza.....	27
2.1.4 Ley general de educación.....	28
2.2 Ajuste curricular.....	31
2.2.1 Fuentes del ajuste.....	32
2.2.2 Objetivos del ajuste.....	33
2.2.3 Realización del ajuste.....	34
3 AJUSTE CURRICULAR EN CIENCIAS.....	35
3.1 Propósito formativo y enfoque curricular del sector.....	35
3.2 Ejes de aprendizaje.....	38
4 AJUSTE EN FÍSICA.....	40
4.1 Actualización de contenidos.....	40
4.2 Integración de contenidos.....	44

5 REALIZACIÓN DE LAS ACTIVIDADES Y SU VALIDACIÓN.....	47
5.1 Fundamentación de las actividades.....	47
5.2 Construcción de las actividades y aplicaciones.....	48
5.3 Validación de las actividades.....	50
6 ACTIVIDADES, APLICACIONES E INDICACIONES AL DOCENTE.....	63
Aplicación: “Midiendo la masa del Sol”	63
Indicaciones al docente: “Midiendo la masa del Sol”.....	66
Actividad: “Tercera ley de Kepler”	69
Indicaciones al docente: “Tercera ley de Kepler”	71
Actividad: “Los planetas y el Sol”	74
Actividad: Los satélites y Júpiter”	78
Indicaciones al docente: “Los planetas y el Sol”, “Los satélites y Júpiter”	82
Actividad: “Fuerza Centrípeta y Velocidad”.....	87
Indicaciones al docente: “Fuerza centrípeta y velocidad”	92
Actividad: “Velocidad de escape”	98
Indicaciones al docente: Velocidad de escape”	101
Actividad: “Radio de Schwarzschild”	104
Indicaciones al docente: “Radio de Schwarzschild”	106
Actividad: “Materia oscura”	109
Indicaciones al docente: “materia oscura”	111
Aplicación: “Enanas blancas”	116
Indicaciones al docente: “Enanas blancas”	117
Actividad: “Midiendo la masa de un agujero negro”	120
Indicaciones al docente: “Midiendo la masa de un agujero negro”	122

7 GUIAS.....	125
7.1 Leyes de Kepler.....	125
7.2 Tercera ley de Kepler.....	131
7.3 Ley de gravitación universal.....	134
7.4 Movimiento circunferencial uniforme.....	138
7.5 Galaxias.....	141
7.6 Materia oscura.....	143
7.7 Enanas blancas.....	149
7.8 Agujeros negros.....	152
7.9 Masa de agujeros negros.....	158
CONCLUSIONES.....	162
BIBLIOGRAFIA.....	
ANEXOS.....	

INDICE DE TABLAS Y CUADROS.

Figura 1. Promedio de áreas y subáreas de contenidos de ciencias.....	7
Figura 2. Puntaje en escala general de ciencias en Chile, Latinoamérica y la OCDE.....	8
Figura 3. Promedio de la PSU en ciencias, según dependencia.....	9
Figura 4. ¿Qué aprenden los/as estudiantes en ciencias?.....	11
Figura 5. Población, matrícula y cobertura del sistema nacional.....	21
Figura 6. Aumento de la cobertura educacional, 1960-1990.....	22
Figura 7. Ámbitos de la reforma educacional.....	27
Figura 8. Contenidos distribuidos por nivel. Currículum de la reforma.....	41
Figura 9. Contenidos según eje de conocimiento para el subsector de física...	42
Figura 10. Contenidos mínimos del eje La Tierra y el universo. Enseñanza básica.....	44

RESUMEN

Los insuficientes resultados obtenidos tanto en sistemas de medición nacionales como internacionales, en el área de ciencias, hace fundamental encontrar nuevas estrategias de enseñanza que logren una mejora en el proceso de aprendizaje y en los resultados.

El ajuste curricular en el sector de las ciencias naturales¹, incorpora nuevos conocimientos que estaban excluidos o ignorados en el curriculum de la reforma, como es la definición del eje La Tierra y Universo, durante la enseñanza básica y media.

Pensando especialmente en el nivel secundario se ha construido un conjunto de módulos, con contenidos, ejercicios y experiencias en el aula, que utilizando los elementos de física aprendidos en la enseñanza secundaria, permitiera al estudiante y al profesor profundizar y comprender más ampliamente los fenómenos del ámbito de la astrofísica, como, por ejemplo, agujeros negros, galaxias, materia oscura, etc. con el objetivo de integrar contenidos dentro de un mismo subsector.

Con frecuencia muchos de estos temas están asociados a conocimientos científicos muy especializados, sin embargo, es posible comprender muchas de las características mas relevantes de los fenómenos cósmicos, a través de actividades y aplicaciones las cuales pretender ser un aporte para la práctica docente en el subsector de física, por esta razón incluye sugerencias, recomendaciones, objetivos fundamentales y contenidos mínimos asociados a cada actividad.

¹ Actualizado a Junio de 2009

ABSTRACT.

The insufficient results obtained from both national and international systems of evaluation in the science area, place major importance in finding new strategies of teaching that enable an improvement in the learning process as well as the results.

The curricular adjustment in the natural science field², incorporates new knowledge which was excluded or ignored in the reform curriculum during elementary and high school education, such as the definition of The Earth's axis and the Universe.

Considering the high school level, especially, a group of sections with content, exercises and classroom experience has been developed. This group of sections use the elements of physics learned in high school education, which allows the student and the teacher to deepen their knowledge and to understand more thoroughly the phenomena of the astrophysics' scope, such as, black holes, galaxies, dark matter, and others, with the purpose of integrating content within the same subsector.

Frequently, many of these themes are associated to very specific scientific knowledge. However, it is possible to understand many of the most relevant characteristic of the cosmic phenomena through activities and applications which intend to be a contribution to the pedagogical practice in the physics subsector. This is the reason why it includes suggestions, recommendations, essential objective, and basic content associated to every activity.

² Updated June 2009

INTRODUCCION

El marco teórico de este documento, se desarrolla realizando un recorrido por los antecedentes históricos de la enseñanza de las ciencias a un contexto general y específicamente en Chile. Para ello revisaremos las reformas aplicadas al sistema educacional de nuestro país, haciendo énfasis en los ajuste curriculares que se implementan actualmente. Posteriormente, continuaremos revisando la construcción de las propuestas de actividades y aplicaciones, su validación y finalmente su presentación junto con las guías de apoyo.

Problema a desarrollar.

Chile en la actualidad, se encuentra comenzando un periodo de ajustes curriculares en la educación. Estos ajustes son principalmente consecuencia de dos factores. En primer lugar del debate público sobre el curriculum nacional y en segundo lugar del análisis de resultados de aprendizajes de los y las estudiantes del país tanto en sistemas de medición nacionales como internacionales.

El área de ciencias también participa de este ajuste curricular ya que no se ha visto ajena a resultados insuficientes cuando se ha sometido a evaluación los aprendizajes de los y las estudiantes.

Una evidencia de esto son los resultados obtenidos en la prueba internacional TIMSS (*Trends in International Mathematics and Science Study*) aplicada en el año 2003. Este sistema, aplicado a 46 países y 4 estados, pretende medir *“cuánto de los currículos prescritos para matemáticas y ciencias se puede considerar como implementado por los profesores y, de acuerdo con los*

resultados obtenidos por los estudiantes, cuánto se puede considerar como logrado” [1].

Los resultados obtenidos por los alumnos y alumnas en el área de ciencias dejan al país en el lugar 35 de 46 países y su promedio se encuentra por debajo del promedio internacional.

Por otro lado, la prueba mide el aprendizaje en 5 subsectores del área de las ciencias: biología, química, física, geociencias y medioambiente. De los 5 subsectores donde se presenta un menor puntaje corresponde al de física (ver Figura 1.)

Países comparados	Subárea de ciencias										Ciencias	
	Biología		Química		Física		Geociencias		Medioambiente			
Hong Kong SAR	551	▲	542	▲	555	▲	549	▲	555	▲	556	▲
Estados Unidos	537	▲	513	▲	515	▲	532	▲	533	▲	527	▲
Australia	532	▲	506	▲	521	▲	531	▲	536	▲	527	▲
Letonia	511	▲	514	▲	512	▲	514	▲	508	▲	512	▲
Malasia	504	▲	514	▲	519	▲	502	▲	513	▲	510	▲
Noruega	496	▲	485	▲	488	▲	517	▲	496	▲	494	▲
Chile	427		405		401		435		436		413	
Egipto	425		442	▲	414	▲	403	▼	430		421	
Indonesia	424		391	▼	430	▲	431		454	▲	420	
Filipinas	387	▼	342	▼	380	▼	377	▼	403	▼	377	▼
Sudáfrica	250	▼	285	▼	244	▼	247	▼	261	▼	244	▼

▲ : Promedio superior al de Chile.
▼ : Promedio inferior al de Chile.

Fuente: Base de datos internacional TIMSS 2003, IEA.

Figura 1. Promedios de áreas y subáreas de contenidos de ciencias³.

Otras de las pruebas internacionales aplicadas en el país es PISA (*Programme for International Student Assessment*), un programa de evaluación internacional de los alumnos de la OCDE⁴ que determina conocimientos y habilidades en el área de ciencias, matemáticas y lectura, “cuyo objetivo es

³ <http://www.oei.es/quipu/chile/pruebaTIMSS2003.pdf>

⁴ Organización para la cooperación y desarrollo económico: esta compuesta por 30 estados que coordinan políticas económicas y sociales, con el objetivo de maximizar su crecimiento económico. Se considera que los estados que participan son los más avanzados del planeta.

medir hasta qué punto los alumnos de 15 años se encuentran preparados para afrontar los retos que les planteará su vida futura” [2].

“Las competencias que evalúa son lo más amplias posible e incluyen aquellos aspectos que se relacionan con la utilidad personal, la responsabilidad social y el valor intrínseco y extrínseco del conocimiento científico.” [3].

En este proceso participaron 39 países con promedios, obtenidos en ciencias, significativamente superiores a los de Chile. Al realizar una comparación con los países latinoamericanos, los resultados de los/as estudiantes chilenos/as estuvieron por sobre la media, pero 62 puntos por debajo del promedio de la OCDE. (Ver Figura 2.)

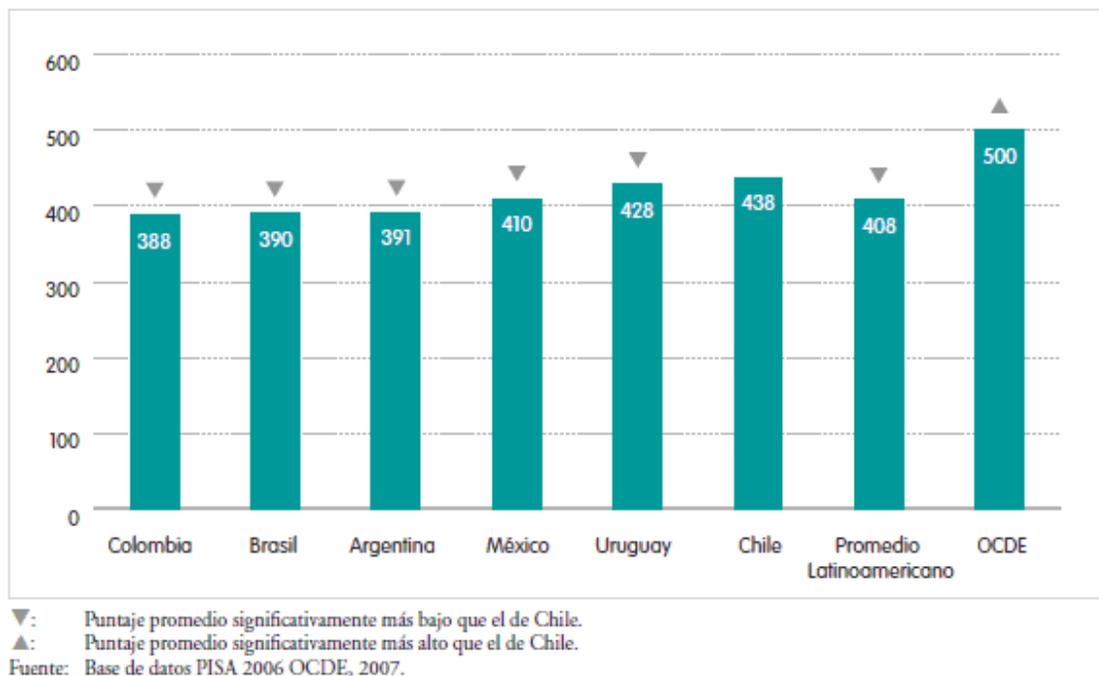


Figura 2. Puntaje en escala general de ciencias. Chile, Latinoamérica y la OCDE⁵.

⁵ <http://www.oecd.org/dataoecd/59/2/39732471.pdf>

La prueba nacional que nos permite evaluar anualmente a los estudiantes del país, es la PSU (*Prueba de Selección Universitaria*).

Este instrumento mide “*la capacidad de razonamiento de los postulantes egresados de la Enseñanza Media, teniendo como medio, los contenidos del Plan de Formación General de **Lenguaje y Comunicación**, de **Matemática**, de **Historia y Ciencias Sociales** y de **Ciencias**. Esta última incluye a Biología, Física y Química*” [4].

Los/as postulantes deben rendir de manera obligatoria las pruebas de Lenguaje y Comunicación y Matemática, y elegir entre Historia y Ciencias Sociales y Ciencias. Esta última consta de un módulo común de física, química y biología, y un módulo electivo de uno de los tres subsectores. Sin embargo, si lo estiman, pueden optar por las cuatro pruebas.

El puntaje máximo de esta prueba de selección es de 850 puntos, y el puntaje obtenido en el sector de ciencias es una evidencia nacional de los resultados insatisfactorios logrados por los/as estudiantes, quienes han promediado en el sector un puntaje inferior 500 puntos en el año 2009. Esta prueba no solo ha revelado bajos rendimientos de los postulantes, si no que también la gran brecha existente entre la educación pagada y no pagada del país. (Ver Figura 3.)

Dependencia	Ciencias	
	Rindieron	Promedio
Municipal	36.560	456,26
Subvencionado	48.129	486,06
Particular	10.779	597,38
PAIS	96.468	487,22

Figura 3. Promedio de ciencias según dependencia. Año escolar 2009⁶.

Si nos preguntamos ¿Qué aprenden, los estudiantes de enseñanza media en física?, encontramos respuesta en un estudio realizado por el MINEDUC (2006) Quien investigó ciertas habilidades y competencias de los estudiantes de física mediante pruebas confeccionadas por sus profesores. Se agruparon ítems o preguntas en diferentes tipos de evaluaciones (pruebas, guías, trabajos), realizados en cinco establecimientos educacionales de cuatro regiones del país en 2° y 4° de enseñanza media. Utilizaron la siguiente topología que identifica cuatro habilidades:

Comprender información es decir, comprensión de contenidos teóricos y de información sencilla, temática y compleja.

Usar herramientas y procedimientos científicos, referido al desarrollo de habilidades cognitivas relacionadas con la ciencia, tales como, clasificar, organizar información, representar y/o graficar datos. Y el desarrollo de destrezas tales como: manipular equipos, herramientas e instrumentos de laboratorio, registrar datos, construir informes, entre otras.

⁶ DEMRE.

Resolver problemas, se refiere a distintos procesos cognitivos y prácticos, tales como: deducción de principios científicos a partir de datos, desarrollo de explicaciones y aplicación de modelos tomando como punto de partida, principios generales, aplicación de la matemática a la ciencia y/o aplicación de soluciones prácticas con base científica a problemas cotidianos.

Investigar el mundo natural, a través de la aplicación del método científico y estrategias de investigación de las ciencias. En específico, incluyen destrezas tales como: diseño y aplicación de estrategias de recolección de datos, interpretación de datos, elaboración de conclusiones y formulación de hipótesis sobre la base de la evidencia empírica y/o teórica.

Los resultados en el sector de física fueron los siguientes:

	Enseñanza media FÍSICA			
Nivel	Comprender información	Usar herramientas y procedimientos científicos	Resolver problemas	Investigar el mundo natural
2° EM	Presencia importante 47.1 %	Ausente	Predominio 52.5%	Ausente
4° EM	Leve disminución 36.2%	Limitada presencia 5%	Predominio 58.8 %	Ausente

Fuente: unidad de Curriculum y Evaluación del Equipo de Seguimiento a la Implementación Curricular, MINEDUC, 2006.

Figura 4. ¿Qué aprenden los estudiantes de media en Física?

Los resultados dan cuenta de que los/as estudiantes no desarrollan competencias relacionadas con la habilidad de “investigar el mundo natural”, el cual corresponde a la función principal de la física, esto es, no utilizan herramientas de investigación de la ciencia, no desarrollan las destrezas de aplicar, interpretar y elaborar; las cuales son claves para una enseñanza de buena calidad en el área de ciencias.

Por otro lado, en el ámbito de “usar herramientas y procedimientos científicos”, su presencia es baja, lo que se traduce en un inexistente desarrollo profundo de las habilidades cognitivas y destrezas relacionadas con la ciencia.

Tanto a nivel nacional como internacional, se traduce en cifras lo que se está enseñando en el aula de nuestros y nuestras estudiantes. Mejorar estos resultados, pero más allá de eso, mejorar la enseñanza de las ciencias, es el objetivo de este trabajo. Contribuir en contenidos, ideas, aplicaciones y actividades, permitirá desarrollar una clase mas nutrida en conocimientos, diversa en contenidos y que desarrolle habilidades de manera transversal a lo largo del curriculum.

Objetivo general:

- ✓ Proponer actividades y aplicaciones de astrofísica que permitan mejorar la enseñanza de las ciencias, Integrando contenidos dentro de un mismo subsector del aprendizaje.

Objetivo específico:

- ✓ Proponer actividades y aplicaciones de astrofísica que puedan ser integradas en el eje de Fuerza y movimiento.
- ✓ Proponer actividades y aplicaciones de astrofísica para el eje de La Tierra y el Universo.

- ✓ Diseñar módulos de contenidos coherentes con las actividades sugeridas que puedan ser utilizadas en el aula por docentes y alumnos.

MARCO TEÓRICO.

1 ANTECEDENTES HISTÓRICOS DE LA ENSEÑANZA.

Desde el principio de los tiempos el hombre de manera inconsciente, ha participado de procesos de enseñanza, por ejemplo, el hombre primitivo recibía una educación espontánea o imitada, todo lo que aprendía era lo que observaba de su alrededor. Esta enseñanza era del tipo doméstica ya que no traspasaba los límites de la familia y el hogar.

Mucho tiempo más adelante comenzaron a surgir los primeros sistemas de educación que tenían dos principales características: enseñaban Religión y mantenían la cultura de los pueblos. En la antigua Grecia, tenían acceso a la educación solo aquellos niños de familias mas acomodadas. Los niños a partir de los 7 años se ponían bajo la tutela de un esclavo, el cual le enseñaba a tener buenos comportamientos y le evaluaba las lecciones de la escuela, la que se encontraba en la propia casa del maestro. Ahí se les enseñaba a leer, escribir y las normas básicas de la aritmética, tiempo después se les enseñaba a tocar instrumentos y a cantar. A partir de los doce años, lo principal era la educación física⁷. En el antiguo Egipto, las escuelas del templo no solo enseñaban Religión si no que también principios de la Escritura, Ciencias, Matemáticas y Arquitectura. Pasando a la edad media comenzaron a crearse escuelas tanto en Inglaterra, Irlanda, Córdoba (España), de este último entre el siglo VII y el IX los Musulmanes hicieron un centro para el estudio de la Filosofía, Cultura clásica, las Ciencias y las Matemáticas.

⁷http://www.profes.net/rep_documentos/Propuestas_Bachillerato/2%C2%BAESO_%20Cultura%20Cl%C3%A1sica_La_educacion_en_Grecia.PDF

El renacimiento, fue el período del estudio de las matemáticas, el espíritu de la educación en esta época está muy bien ejemplificado en las escuelas establecidas en Mantua⁸, donde se introducen temas como la Ciencia, Historia, Geografía, Música y Formación física.

El siglo XVII fue un período de rápido progreso de muchas ciencias y de instituciones que apoyaban el desarrollo del pensamiento científico. Esto permitía el intercambio de ideas y de información científica y cultural entre los estudiosos de los diferentes países de Europa.

En las escuelas secundarias, la enseñanza de las ciencias de manera formal se inició en Reino Unido en 1870, pero no fue difundida hasta mucho tiempo después. El desarrollo de esta se vió frenado por la falta de profesores calificados. Uno de los acontecimientos importantes fue la fundación de la primera “Junta de escuela de Londres” en 1870, la cual debatía el plan de estudios e inició cursos para formar a los profesores calificados del país.

Unos de los influyentes en la enseñanza de las ciencias fue, **Thomas Henry Huxley** (1825-1895) biólogo británico, conocido por defender la teoría de Darwin sobre la evolución. Este británico, que desde los diez años comenzó a estudiar de manera autodidacta, utiliza su influencia, capacidad para debatir y convencer, para extender la educación de las ciencias lo más posible, con el objetivo de dar a los otros los que él no tuvo. Huxley creía que era absurdo tener al conocimiento encerrado en las universidades ya que existían personas que sí les interesaba conocer en profundidad la realidad de las cosas, es por esto que comenzó a escribir artículos en revistas y periódicos.

Huxley formó también el “Club X” que era un club Pro ciencia, cuyos miembros discutían la forma de promover su manera de ver la ciencia. Pero el fin de este club no era más que avanzar en la educación científica formal y no formal.

⁸ Ciudad italiana.

En aquellas décadas, la enseñanza de las ciencias, estaba regida por la utilización del método científico, el cual corresponde a una serie de etapas establecidas que constituyen una secuencia cuyo objetivo es afirmar, rechazar o corregir una teoría.

Hoy en día las clases deben estimular a los/as estudiantes a ejercitar la razón, y los profesores/as deben intentar atraerlos para cuestiones filosóficas e históricas que se puedan plantear con respecto a un punto en específico, en vez de ofrecerles las respuestas definitivas o de imponerles sus propios puntos de vista [5].

La primera gran influencia que indujo a una redefinición de la didáctica de las ciencias experimentales provino de las teorías constructivistas que identificaron al individuo como constructor de su propio conocimiento, y descubrieron el proceso de construcción de ese propio conocimiento, llamado de atención de tanto para la continuidad como para la evolución de dicho proceso [6].

1.1 Antecedentes generales de la enseñanza de las ciencias.

La ciencia en la sociedad actual juega un rol fundamental, sin ella no podríamos comprender la complejidad de la realidad. Pero, generalmente no nos percatamos de aquello y nos despistamos preguntándonos ¿Por qué es necesario que aprendamos ciencias? ¿De qué nos sirve?.

Desde un comienzo el hombre ha presenciado fenómenos naturales y ha sentido la necesidad de interpretarlos y en cierto modo dirigirlos para facilitar su vida. La ciencia es básicamente un conocimiento que se construye en base a pruebas y evidencias, este conocimiento permite conocer e interpretar la realidad ofreciéndonos respuestas sobre la naturaleza.

Utilizar el conocimiento científico nos proporciona la capacidad de poder participar en la toma de decisiones que se presentan en la vida actual, nos permite conocer mejor el mundo moderno con el objetivo de mejorar las condiciones de vida en esta sociedad que al parecer depende cada día mas del conocimiento científico, y que se ve cada día más influenciada por productos científicos y tecnológicos que producen innegables beneficios. A un nivel global, las capacidades científicas y tecnológicas son una de las principales vías de acceso para el desarrollo de los países. Aprender ciencias es ser parte de esta sociedad de manera responsable y es una exigencia esencial y urgente tanto para el desarrollo personal y social.

La importancia de la enseñanza de ciencia en el mundo es reconocida, y la educación de esta, esta relacionada directamente con dos conceptos [7].

- a. Alfabetización científica
- b. Educación para la ciudadanía

La alfabetización científica consiste básicamente en que la población tenga un mínimo de conocimientos, pero más que esto es que pueda utilizar ese conocimiento pensando de manera científica, de modo que puedan ejercer su rol de ciudadanos de manera responsable, es decir, alfabetización científica para lograr una educación para la ciudadanía.

2. ANTECEDENTES GENERALES DE LA ENSEÑANZA EN CHILE.

2.1 Las reformas.

La educación es una herramienta que debe responder cada vez a las necesidades de los ciudadanos, adecuándose a su contexto socio cultural y manteniéndose vigente a los cambios, es por esta razón que hablar de educación es hablar de reformas ya que es necesario realizar cambios para innovar y realizar mejoras en este ámbito.

2.1.1. La reforma de 60

En el año 1962, nuestro país era gobernado por Don Jorge Alessandri Rodríguez (1896-1986). Durante este gobierno es que se crea una comisión de planeamiento integral de la educación Chilena, la cual estaba orientada en tres direcciones principales [8]:

1. El estudio de una nueva estructura del sistema escolar en todas sus ramas y niveles.
2. El estudio de una nueva estructura de la administración de los servicios escolares.
3. La preparación de un plan de extensión y mejoramiento de los servicios educacionales con metas cuantitativas y cualitativas.

La labor de esta comisión estaba organizada en 4 grandes productos:

1. Una proposición de estructura del sistema escolar y de los objetivos educacionales.
2. La creación de la Junta Nacional de Auxilio Escolar y Becas y la Oficina de Planeamiento de la Educación;
3. Reestructuración de la Administración superior de los servicios educacionales.
4. La creación de un plan anual de edificación escolar.

A fines de 1964 asume el cargo como presidente de la nación Don Eduardo Frei Montalva (1911 - 1982), quien durante su gestión a fines del año 1965 firma el decreto que da una nueva estructura al sistema escolar.

En un principio se definieron los principios o fundamentos que inspiraban la reforma y se enunciaron las cuatro grandes tareas centrales [9]:

1. **Expansión cuantitativa**, la que estuvo centrada en la expansión del sistema educacional, partir de este hecho se implementaron diversos programas de emergencia de expansión de la educación primaria. Se ejecutó un plan especial de 6000 aulas en 1535 escuelas, un curso de formación acelerada de maestros primarios alcanzado un total de 5000 nuevos maestros y un plan de equipamiento escolar, el cual incluía mobiliario, textos y asistencialidad escolar. Se planteó además el incremento de la educación de adultos en sus niveles básicos y medios y de las matrículas en la educación secundaria Científico Humanista y Técnico Profesional.

2. **Mejoramiento cualitativo**, desarrollados en proyectos de mejoramiento educativo, pedagógico y curricular, los cuales estaban programados a largo plazo. Las ideas básicas de la reforma educacional apuntaban a implementar una enseñanza centrada en el desarrollo integral de la personalidad,

diversificada y común a todos. La nueva estructura incorporaba cambios en todos los niveles incorporándose las siguientes modificaciones.

a. Educación parvularia: no será obligatoria y atenderá a todos los niños/as en edad pre-escolar.

b. Educación básica: será obligatoria, gratuita y tendrá una duración de 8 años.

c. La enseñanza media: no será obligatoria, tendrá una duración de 4 años y se establecerá en dos modalidades: Científico-Humanista, la cual continuará e intensificará la educación básica y Técnico-Profesional, la cual continuará la educación básica y capacitará a los estudiantes en diversas funciones técnicas de nivel medio que requieran el desarrollo social y económico del país.

d. La enseñanza superior: el estudiante egresado de la educación media podrá continuar sus estudios propedéuticos los que complementarían su capacitación para su ingreso a la universidad. En el año 1966, se cambia el tradicional sistema de ingreso a las universidades. El bachillerato aplicado durante más de un siglo es sustituido por la PAA (*Prueba de Actitud Académica*), la cual mide aptitudes y habilidades.

f. Educación especial: se implementan escuelas de readaptación para niños/as con conducta irregular y escuelas para niños/as con anomalías físicas o mentales.

g. Educación de adultos: deberá operar de manera integrada a la educación regular y ofrecer oportunidades a la población analfabeta y a quienes necesiten complementar su educación general común.

Esta reforma incorporó significativos avances en el área del desarrollo docente, a través del perfeccionamiento del profesorado, se crea el CPEIP (*Centro de perfeccionamiento, experimentación e investigaciones pedagógicas*). A través de este organismo se integró el perfeccionamiento con las actividades de investigación y la innovación educativa.

Este planeamiento de la reforma estimaba un cambio importante de los planes y programas de estudio, dentro del cual se consideraba la estipulación de áreas y asignaturas del plan de estudio en horas anuales, la distinción entre hora sistemática y hora integrada, la disponibilidad de horas de libre programación por parte del establecimiento y la incorporación horas de orientación y consejo de curso.

3. Diversificación y/o reestructuración del sistema de educación: El proceso de diversificación del sistema educativo fue logrado a través de la modificación del sistema regular por decreto el 7 de Diciembre de 1965 (Fecha considerada como inicio formal de la Reforma) comprendía todos los niveles detallados anteriormente en los puntos a, b, c,d,e,f.

4. Nacionalización de la Administración: para nacionalizar el sistema, se contemplaba la transformación de la estructura de la administración, con el objetivo de mejorar la eficiencia del funcionamiento del ministerio, asegurar la unidad de la dirección y permitir la descentralización de los servicios educativos para ello se planteó una distinción clara y precisa de las funciones de los distintos servicios.

Los objetivos planteados para esta reforma educativa fueron efectivamente alcanzados en lo que a cobertura del sistema se refiere, tanto en la educación prebásica, media y universitaria (ver figura 5).

Rubro	AÑOS		
	1950	1981	1990
Población de 0 a 24 años de edad	3.499.862	5.991.420	6.503.080
Matriculados en educación pre-básica, media y superior	905.504	2.988.502	3.330.740
Cobertura del sistema nacional	26.2%	49.9%	52.2 %

Figura 5. Población, matrícula y cobertura del sistema Nacional (OEI)

Claramente en un periodo de 40 años, el aumento de la cobertura no se produjo de forma lineal. Se pueden distinguir periodos de crecimiento moderados entre los años 1050 y 1964, desde un 26.2 % hasta un 35.8%, un crecimiento acelerado entre los años 1965 y 1974 de un 35.8% hasta un 54.8%, desde el 1974 hasta 1990, al término del gobierno militar, se presenta un descenso y hasta un estancamiento desde 54.8% hasta 51.2% [8].

Este aumento de la cobertura se puede apreciar en todos los niveles de educación (Ver figura 6).

CHILE: AUMENTO DE LA COBERTURA EDUCACIONAL, 1960-1990 (PORCENTAJES)						
Año	Analfabetismo (mayores de 10 años)	Educación preescolar	Educación básica	Educación media	Educación superior (20-24 años)	Numero de estudiantes (miles)
1960	17.6	2	80	14	4	2.257
1970	10.2	4	93	50	9	2.254
1982	8.3	12	95	65	11	3.162*
1990	5.4	18	95	78	20	3.269

Fuente: INE (instituto nacional de estadísticas), censos de población (* Dato de 1980)

Figura 6. Aumento de la cobertura educacional, 1960-1990

En lo que se refiere a cambios en planes, programas y prácticas pedagógicas, aunque hubo una trascendente modificación de la estructura del sistema y las importantes modernizaciones en materia de docencia, curriculum, planes y actividades de estudio, los resultados de la reforma en el ámbito micro (aula) continuaron siendo desarrollados por prácticas pedagógicas frontalistas y tradicionales y no alteraron sustantivamente las prácticas instruccionales, basadas en el aprendizaje memorístico.

En el año 1970, durante el gobierno de Salvador Allende, existió un proyecto de transformación, el cual estaba dirigido a renovar las entidades educativas ya existentes. Durante el desarrollo de este proyecto se creó la junta nacional de jardines infantiles JUNJI, entidad que estaba encargada de atender la educación inicial del país, brindando una educación de calidad a los niños menores de 4 años que viven en condiciones de vulnerabilidad.

En el año 1980 la educación superior del país se reestructura distinguiéndose en tres segmentos:

1. Centros de formación técnica
2. Institutos profesionales
3. Universidades

Los primeros ofrecen carreras técnicas de no mas de dos años, los segundos ofrecen carreras de nivel profesional con una duración de aproximadamente 4 años, y finalmente las universidades ofrecen carreras de mayor duración académica.

2.1.2 La reforma del 90.

La reforma de la década del 60 obtuvo excelentes resultados en su principal propósito, la masividad. En el año 1990 se logró una cobertura de un 97% en educación básica y de un 75% en educación media y al censo del 1992 EL analfabetismo se redujo desde un 16.4 % a un 5.2%. Aunque los avances fueron significativos, aun existían aspectos en la educación chilena que se debían mejorar, el sistema educativo existente en la época era poco equitativo y de calidad deficiente. El quintil con más recursos de la población nacional presenta una cobertura en educación media de un 96.7%, lo que indica que los quintiles inferiores presentan una menor cobertura. Por otro lado además de los problemas mencionados, la educación media tenía una seria crisis de orientación, ya que se encontraba retrasada con respecto a las exigencias de la sociedad, expresadas en el sistema productivo como en la educación superior, sus curriculum no presentan cambios ni revisiones desde la década del 70, lo que se hacía necesario ya que no presentaban proyecciones para los jóvenes.

En lo que se refiere a financiamiento, este había decaído durante la década del 80 desde un 4,07% a un 2,49, lo que se contrapone a un leve aumento en la matrícula de educación media en la década. El problema de calidad y de la equidad afecta a los estudiantes de sectores más pobres. El resultado de la prueba SIMCE del año 1990 en cuarto básico fue de un 60.1% de respuestas correctas en matemáticas y un 61.2% en lenguaje, estos resultados son bajos si se considera que esta evaluación mide objetivos básicos de lectoescritura y matemática elemental. Entonces, desde esta perspectiva podemos decir que el problema es la calidad de la educación, pero existe otro que ha sido un secreto a voces. Los resultados difieren en gran medida según el tipo de dependencia de los establecimientos.

Los resultados del SIMCE de ese mismo año de los estudiantes que viven en pueblos con una población menor a 300 habitantes obtienen un 54.6% en matemáticas y 52.2% en lenguaje, en cambio los/as estudiantes de ciudades de mas de 80.000 habitantes logran un 71.1% en matemática y un 68.6% en lenguaje. En la enseñanza media, la prueba SIMCE que comenzó a aplicarse en el año 1993, obtiene resultados que reflejan la deficiente calidad de la educación en los inicios de la escolarización. Estamos frente a un problema en la educación secundaria, no solo en la calidad si no que también en la equidad y en la eficiencia [10].

Una nueva reforma educacional comienza a nacer en Chile a principios del año 1990. De manera paralela el país se encuentra restaurando la democracia luego de 17 años de dictadura, y se realiza la conferencia mundial de la educación para todos.

Esta nueva década que comienza trae consigo múltiples y repentinos cambios. En las sociedades se hace cada vez más demandante aprender a vivir con nuevas tecnologías de la información y comunicación, se requiere de mayores destrezas culturales para lograr una sociedad productiva y competitiva económicamente, de tal manera de vivir mejor y poder construir la democracia.

Lo importante en aquellos días era el conocimiento, las habilidades, dejando a un lado la enseñanza enciclopédica, comenzando a generar habilidades cognitivas, competencias culturales, enseñanza de calidad para toda la población.

Tales requisitos, debían ser proporcionados por los sistemas educativos del país los cuales se enfrentaban a las nuevas demandas de una sociedad en cambio, y a su vez vivían insuficiencias en sí mismos.

Si bien a comienzos de la década no se habla de reforma, en su primer discurso, el presidente Patricio Alwin el día 21 de mayo de 1990 dice: *“el proceso de democratización y modernización de la sociedad chilena y el pago de la deuda social contraída con los más pobres hacen de la educación uno de los objetivos prioritarios de este gobierno”*

Las metas eran claras, se pretendía mejorar la calidad de los aprendizajes y la equidad de su distribución. Pero cuando se habla de equidad se hace en el sentido ampliar las oportunidades. El rendimiento escolar de un alumno o alumna depende de factores tales como su nutrición, el nivel cultural de su familia y el ambiente en el que se encuentre. Por lo tanto no basta con entregar un trato equitativo a todos, si no que se debe operar con un criterio de discriminación positiva, dando mayor apoyo y destinando más recursos al que tiene mayores dificultades para aprender.

Otra meta era la descentralización pedagógica, que implica transferir un conjunto de decisiones pedagógicas y curriculares desde los organismos del nivel central al aparato educativo a los establecimientos y profesores, buscando una autonomía a las escuelas; lograr una responsabilidad estatal de la educación. Si en el pasado el propósito fue construir un sistema educativo y asegurar que los niños/as asistan a la escuela, hacia delante la responsabilidad estatal estará puesta en garantizar que los niños/as aprendan en las escuelas las competencias intelectuales y morales que requieren para vivir en sociedad.

A continuación se presentan los propósitos de esta reforma según los niveles:

Prebásica: ampliar la cobertura y mejorar la calidad de la educación en los niños/as menores de 6 años.

Básica: mejorar la calidad y la equidad a través de aprendizajes relevantes y reales, y evitar la deserción.

Media: mejorar calidad y equidad, introduciendo una reforma curricular, en donde se redefinan contenidos y reformulen el sentido y la estructura.

Desarrollo de la reforma.

Durante el primer gobierno de la concertación (Aylwin 90-94) el principal propósito fue “una educación de calidad para todos”. Para lograrlo se trabajó con programas de mejoramiento diferenciados que respondían a las necesidades que variaban por niveles y tipos de sistemas educativos, fortaleciendo las instituciones escolares.

En los primeros dos años se implementaron programas como: 900 escuelas, que apoyaba al 10% de escuelas con menor rendimiento prestando ayuda en recursos; programa de educación básica rural; se crea el estatuto docente en julio del 1991, los años siguientes, se crean programas de mejoramiento en básica, enriqueciendo el funcionamiento de escuelas; existe una renovación pedagógica, y proyectos de mejoramiento educativo (PME).

En el segundo gobierno (Frei 1994-2000) la prioridad nacional es la educación. Se crea el MECE media, el cual se relaciona con la expansión del proyecto enlaces. A comienzos del año 1996 el gobierno decreta el nuevo marco curricular de la enseñanza básica, el cual fue planteado en términos de los objetivos fundamentales y contenidos mínimos obligatorios, y con una teoría de enseñanza, el “aprendizaje significativo”, en 1997 se crea el nuevo marco para la educación media. El 21 de mayo de 1996 en el discurso se comunica sobre el inicio de un nuevo proyecto, JEC (jornada escolar completa), el cual debe culminar su implementación en el año 2002. Durante este periodo hasta 1998 se crean programas especiales de educación, profesionalización docente y el proyecto Montegrande.

Esta nueva reforma se sustenta en cuatro grandes ámbitos de acción.

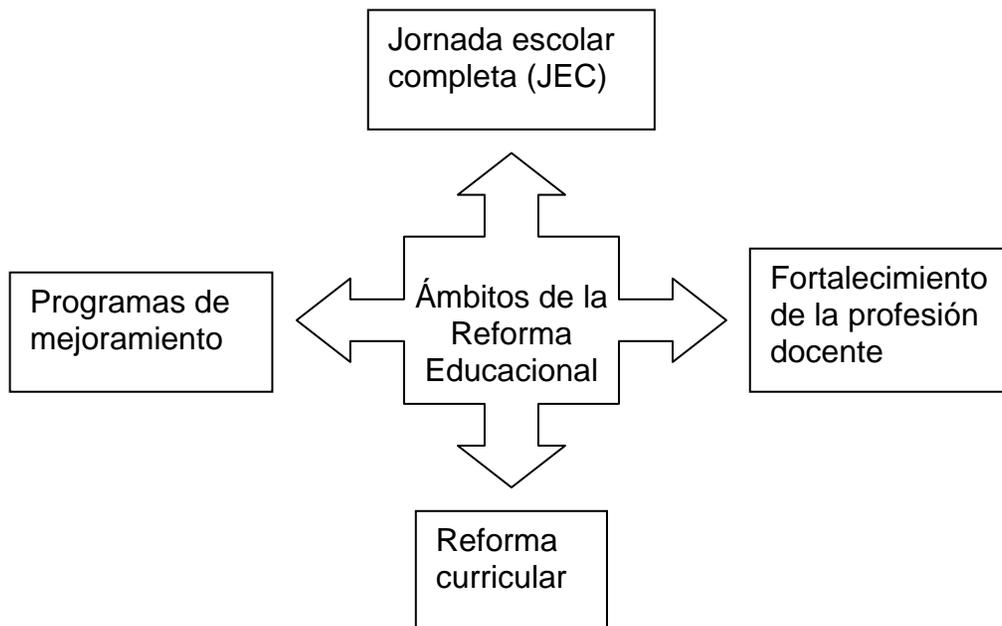


Figura 7. Ámbitos de la reforma educacional.

- Jornada escolar completa diurna: se suprime la doble jornada y se inicia una única jornada de 1200 horas anuales. Para ello debe existir una mejora en la infraestructura y el mantenimiento de los establecimientos.
- Programas de mejoramiento: se crean programas de mejoramiento de la calidad de la educación, como es el proyecto de 900 escuelas, MECE básica, media y MECESUP. Se disponen más recursos didácticos y mejor infraestructura, red enlaces y asistencia técnica.
- Reforma curricular: cambian planes y programas de educación básica y media.
- Fortalecimiento de la profesión docente: estatuto docente, GTP, pasantías y diplomados al exterior, premios de excelencia docente, escuelas destacadas, reformas de carreras pedagógicas.

2.1.3 Ley orgánica constitucional de la enseñanza

La LOCE (ley orgánica constitucional de la enseñanza), fue promulgada un día antes de que el presidente de la república Don Augusto Pinochet, dejara el poder, el 10 de marzo de 1990. Esta ley tenía como objetivo principal fijar los requisitos mínimos que tendrá el estado frente a la educación básica y media, y el deber del estado frente a la educación. Esta ley fue publicada solo tres días más tarde de que el presidente Aylwin asumiera el mandato de la nación.

Dada la condición de la educación en esa época, la LOCE fue pensada en función del problema de accesibilidad existente. Lo cual no justifica su pobre aporte al desarrollo de principios y valores. No se manifiesta de manera alguna en relación al desarrollo de la educación informal la cual está vinculada con el desarrollo del hombre y la sociedad facilitado por la interacción de unos con otros y sin la tuición del establecimiento educacional como agencia institucional educativa.

Esta ley alza el derecho a la libertad de enseñanza y de la libre empresa por encima del derecho a la educación, no determina cuales son las funciones del estado para fiscalizar que el sistema este funcionando de manera correcta, solo el estado realiza la subvención económica.

2.1.4. Ley general de educación.

Antecedentes.

La ley orgánica constitucional de enseñanza, durante la década de los 90 había sido debatida y se habían realizados grandes esfuerzos para modificarla sin tener éxito alguno. No fue hasta en el año 2000 que el estudiantado del país comenzó una serie de luchas con respecto a la situación del transporte escolar, el cambio de la prueba de aptitud académica, generando diversas movilizaciones, una de las más importantes en el año 2001, de la cual lograron algunos acuerdo menores como la posibilidad de crear una mesa de diálogo entre centros de alumnos y profesores, pero no se lograron soluciones definitivas con respecto al tema de la calidad de la educación la que había descendido durante los últimos años a pesar del aumento en gasto educacional. En el año 2006 comienza una nueva serie de manifestaciones estudiantiles, de las cuales la primera fue debido a la deficiente infraestructura de un liceo el Lota, luego como consecuencia de los anuncios de un alza en el cobro de la prueba de selección universitaria, y que el pase escolar solo podría ser usado dos veces diariamente, los estudiantes realizaron una serie de marchas exigiendo pase liberado y gratuidad en la PSU para los 3 primeros quintiles más pobres.

El gobierno anuncia algunas medidas con respecto a las peticiones de los alumnos, pero los estudiantes las rechazan, y continúan movilizadas, y realizando tomas de centros educativos, aumentando así también el número de

demandas. A las ya mencionadas se suma una reforma educacional para mejorar la calidad de la educación, lo que incluye la derogación de la LOCE, y el fin de la administración municipal.

Las manifestaciones se presentaron durante todo el año, donde las conversaciones entre el gobierno y los dirigentes estudiantiles se desarrollaban de manera paralela, sin llegar a acuerdos. En septiembre del mismo año, se presenta un primer informe del consejo asesor formado, el que plantea algunos acuerdos logrados, como es la sustitución de la LOCE, la garantía de una educación de calidad para todos, el que fue criticado por la oposición y el estudiantado.

Las movilizaciones de los estudiantes secundarios fueron el punto de inflexión, ya que aceleraron algunas acciones que no estaban pensadas a corto o mediano plazo, como es el cambio de la LOCE o proponer que la educación de calidad fuera un derecho constitucional.

El principal efecto de las movilizaciones fue llevar al debate público la necesidad de una reforma urgente de la educación chilena.

Finalmente, el proyecto de reforma a la Ley Orgánica Constitucional de Enseñanza fue enviado por la Presidenta Bachelet al Congreso Nacional el 10 de abril de 2007.

Las características de la ley.

Esta ley regula el sistema escolar entregando reglas claras que detallan las condiciones necesarias para asegurar un sistema educativo de calidad independiente de la condición social, económica, cultural o territorial, obliga al estado a velar por la calidad de la educación consagrando los deberes; establece derechos y deberes para todos los actores del sistema educativo; equilibra entre el derecho a la libertad de enseñanza y el derecho a recibir una educación de calidad ; consagra en principio de equidad educativa, señalando criterios y condiciones de no discriminación y no selección reconociendo constitucionalmente la discriminación positiva; promueve la transparencia del sistema educativo [12].

Uno de los principales cambios que trae esta ley es la creación de un consejo nacional de educación, que reemplaza al existente consejo de educación superior, cuya función será asegurar la calidad de esta, pues tendrá más y mejores atribuciones para orientar, evaluar y corregir las metas, los procesos y mecanismos del sistema educacional, en materias tan decisivas como el currículo, los estándares de aprendizaje, planes y programas [13].

El estado adquiere deberes, como promover la educación parvularia, de manera gratuita y que no sea requisito para el ingreso a la educación básica; financiar un sistema gratuito destinado a asegurar el acceso a la educación básica y media de carácter obligatorio; resguardar la libertad de enseñanza y los derechos de padres y alumnos/as que pertenezcan a la educación no gratuita, establecer mecanismos para resguardar la calidad de la educación; fomentar el desarrollo de esta en todos los niveles.

La reforma del 90 inició un incremento sostenido en el presupuesto para la educación y trajo significativos avances en cobertura e infraestructura. Pero luego de las movilizaciones, el llamado de los/as estudiantes fue fuerte, haciendo urgente la reacción de una nueva reforma. Lo que traía consigo entre otros, una estructura curricular, que se implementaría gradualmente, donde la duración de básica sería de 6 años y la media duraría 6 años, 4 de formación general y dos de diferenciado, por otro lado también se vió la necesidad de generar actualizaciones en el curriculum.

2.2 Ajuste curricular:

La realización de este ajuste responde a diversos requerimientos como por ejemplo a los rápidos cambios sociales y a las nuevas demandas formativas, manteniendo la vigencia y relevancia.

En debate nacional sobre el curriculum vigente a consolidado el requerimiento y la urgencia de realizar un ajuste al conjunto del curriculum.

Este debate puede identificar momentos especialmente relevantes por el carácter sistemático y profundo de la discusión pública sobre el curriculum, el número de actores involucrados y su representatividad:

En el año 2002 la mesa escolar para modificación del sistema de ingreso a la educación superior; produjo un debate entre representantes del colegio de profesores, sostenedores, padres y apoderados, apuntando a una extensión del curriculum vigente, la conclusión fue esperar a las innovaciones que proponía este; en el año 2004 la comisión de formación ciudadana, recomendó mejorar la secuencia y presencia de los contenidos de formación ciudadana en el curriculum de ciencias sociales; en el año 2005, el congreso pedagógico

curricular organizado por el colegio de profesores, destacan aspectos positivos de curriculum vigente, pero se concluyen que deben modificarse en relación a reducir la extensión de los objetivos fundamentales y contenidos mínimos obligatorios, dejando así más espacio para la flexibilidad curricular, mejorar la articulación entre prebásica, básica y media, fortalecer la formación integral de los/as estudiantes, la identidad nacional, latinoamericana, valoración y cuidado del medio ambiente y formación ciudadana; en el año 2006, el consejo asesor presidencial para la calidad de la educación, propone: Mejorar la secuencia de objetivos y contenidos desde pre-kinder hasta los doce años de escolaridad obligatoria mejorando la articulación entre los distintos niveles, revisar y eventualmente reducir, la extensión de los objetivos fundamentales y contenidos mínimos obligatorios en algunas áreas curriculares y años escolares, estudiar la organización curricular, por ejemplo la sobre carga de contenidos existentes, mejorar la presciencia y secuencia de los objetivos fundamentales transversales, cuidando de no extender el curriculum, establecer mecanismos y orientaciones para acatar el curriculum para estudiantes con necesidades educativas especiales, pertenecientes a pueblos indígenas y rurales.

2.2.1 Fuentes del ajuste:

Las demandas sociales al curriculum concordadas por diversos actores y especialistas en educación además de un análisis longitudinal del curriculum en donde se han revisado las secuencias de aprendizajes entre básica y media, la que ha sido reforzada por mapas de progreso de aprendizaje, instrumento que mide la secuencia de contenidos desde lo más simple a lo más complejo.

Por otro lado las evidencias de aprendizaje obtenidos en el SIMCE y mediciones internacionales en las que Chile ha participado.

La unidad de curriculum y evaluación de el ministerio de educación realizó estudios de monitoreo de la implementación de curriculum con el propósito de detectar las dificultades en la aplicación del marco curricular y en los programas de estudio el elaborados. Estos estudios realizados corresponden a tres áreas:

- a. Estudios de implementación curricular en la formación general.
- b. Estudios de implementación de la formación diferenciada.
- c. Estudios de evaluación en el aula.

Además se realizaron estudios de pertinencia de especialidad técnicos profesionales, encuestas a docentes de la red de maestros de maestros y red de profesores de inglés y una consulta pública a docentes de colegios, universidades etc...

2.2.2 Los objetivos del ajuste curricular:

a) Para los sectores del aprendizaje; mejorar la redacción de los objetivos fundamentales transversales y contenidos mínimos obligatorios con el fin de precisar su extensión y mejorar su claridad; mejorar la secuencia curricular y la articulación entre ciclos incluyendo el ciclo de educación parvularia; visibilizar la presencia de las actividades y habilidades en los contenidos mínimos obligatorios; reducir la extensión del curriculum en ciencias sociales y ciencias; fortalecer la presencia transversal de tecnologías de la información y comunicación.

b) Para las especialidades técnico profesional: actualizar los perfiles de egreso de las especialidades; ajustar el perfil de egreso al nivel de enseñanza media; mejorar la prescencia obligatoria de los objetivos fundamentales y transversales en el perfil de egreso.

c) Respecto a temas de organización curricular; homologar la nomenclatura de asignaturas en básica y media; homologar los objetivos fundamentales transversales en básica y media; mejorar la presencia de ciencias y ciencias sociales en el primer ciclo; definir los objetivos y contenidos específicos de inglés.

2.2.3 Realización del ajuste.

Se ha organizado realizar este ajuste en dos etapas. En la primera se resolverán los problemas de organización general del currículum relacionados con la nomenclatura de sectores, la organización de objetivos fundamentales transversales en básica y media, la integración de ciencias y ciencias sociales en primer ciclo, además se realizarán ajuste en 5 sectores de aprendizaje; lenguaje y comunicación, inglés, matemáticas, ciencias sociales y ciencias. Por último, en la enseñanza técnico profesional se actualizarán 21 especialidades de 26, según estudios de pertinencia.

En la segunda etapa se realizarán los ajustes en los sectores de artes visuales, artes musicales, educación física, educación tecnológica filosofía y orientación, se revisarán además 20 especialidades de formación diferenciada, y se realizarán los ajustes de temas generales de currículum, como la formulación de objetivos fundamentales transversales.

3 AJUSTE CURRICULAR EN CIENCIAS

3.1 Propósito formativo y enfoque curricular del sector

El principal propósito de la enseñanza de las ciencias es poder alfabetizar científicamente a la población, es decir, no solo lograr que comprenda los conceptos básicos, si no que además pueda utilizar ese conocimiento para poder pensar de manera científica, identificando problemas y proponiendo soluciones pertinentes, en donde cada ciudadano deba ser un participante activo y responsable en las decisiones de carácter científico y tecnológico, lo que le ayudará a desenvolverse de una mejor forma en la vida diaria, independientemente de si continúa estudios relacionados con ciencias. Tomando como referencia lo anterior es que en nuestro país la finalidad del sector de aprendizaje de ciencias es *“que los y las estudiantes desarrollen una comprensión por el mundo natural y tecnológico, que los ayude a interesarse y entender el mundo a su alrededor, a ser reflexivos, escépticos y críticos de los planteamientos de otros sobre el mundo natural y tecnológico.”* [14]. De esta manera sustenta los objetivos fundamentales, contenidos mínimos y propósitos formativos del sector sobre el concepto de alfabetización científica.

Uno de los criterios del sector es que la ciencias es un conocimiento sobre el mundo y para que este sea significativo, debe estar relacionado con la experiencias y contextos vitales del alumno, donde el punto de partida debe ser la curiosidad, las ideas propias y la intuición de los alumnos y el punto de llegada debe ser el entendimiento de conceptos y principios fundamentales de las ciencias, aplicándolos adecuadamente en la vida diaria.

El aprendizaje de conocimientos y habilidades de pensamiento científico, promoviendo la enseñanza y el aprendizaje de estos de manera integrada, en los contenidos se prioriza aquellos que son la base para construir nuevo conocimiento, y en las habilidades se desarrollan aquellas relacionadas a la obtención e interpretación de evidencias, formulación de preguntas, descripción, organización, registro de datos, es decir desarrollo de habilidades del pensamiento científico tanto dentro o fuera de una investigación. La propuesta del ajuste curricular afirma que : *“las habilidades del pensamiento científico se ponen en juego y se desarrollan además, cuando los y las estudiantes tienen la oportunidad de conocer y analizar otras investigaciones desarrolladas por científicos”* [15]; este nuevo currículum no exige una práctica en el laboratorio convencional sino que mucho más importante que esto es estimular a los/as estudiantes a observar su entorno, formularse preguntas e hipótesis, razonar críticamente en torno a datos y evidencias.

Estos enfoques implican nuevos desafíos, entre ellos desafíos de transposición didáctica esto es el paso de un saber a un objetos de enseñanza, descontextualizando y recontextualizando el contenido, es por esto que el currículum del sector selecciona conceptos y procesos científicos relevantes de las respectivas disciplinas donde la organización y secuenciación permite facilitar el proceso de transposición didáctica. Por otro lado existen cambios de cómo los niños aprenden ciencias, esta comprensión es fundamental para la formulación del ajuste, las investigaciones actuales afirman que intervienen en el aprendizaje de ciencias:

- Los conocimientos previos de los alumnos.
- Las capacidades tempranas.
- Los acercamientos del estudiante a diversos entornos de aprendizajes para fomentar el desarrollo de habilidades científicas.

- La participación de padres y profesores, promoviendo la curiosidad y persistencia
- La diversidad de actividades de aprendizaje

Este ajuste es el resultado de una revisión profunda del marco curricular de la reforma del 90, el objetivo de este es mejorar la expresión de los aprendizajes reforzar ciertas fortalezas del curriculum anterior, y mejorar elementos curriculares como la organización del sector dejando solo un sector de ciencias naturales común para primer y segundo ciclo básico, eliminado la combinación con ciencias sociales en primer ciclo, suprimiendo discontinuidades y redundancias entre niveles y subsectores de ciencias, simplificando la nomenclatura propia del sector, especificando subsectores solo para media, e introduciendo un ordenamiento de los aprendizajes en torno a seis ejes desde 1 a 4 medio.

3.2 Ejes de aprendizaje.

Ejes de conocimiento científico:

- a. Estructura y función de los seres vivos.
- b. Organismos, ambientes y sus interacciones.
- c. Materia y sus transformaciones.
- d. Fuerza y movimiento.
- e. La Tierra y el Universo

Eje de habilidades, Transversal.

- f. Indagación científica.

El primer y segundo eje (a. y b.) de conocimiento, corresponde al subsector de biología, desarrollando de manera progresiva las características de los seres vivos tanto en estructuras como en funciones que cumplen, desde lo microscópico a lo macroscópico y las relaciones con su entorno.

El tercer eje (c.) trata los conocimientos del mundo químico fundamentado en el mundo físico. Propiedades de la materia y transformaciones que experimenta.

El eje de fuerza y movimiento (d.) pertenece al mundo físico, describiendo el movimiento en forma cualitativa y cuantitativa, efectos de las fuerzas, principios y leyes relacionados con ella.

Finalmente el eje de la Tierra y el Universo (e.), promueve el entendimiento del comportamiento terrestre y su posición en el espacio. Considera la Tierra y sus aspectos estructurales, como planeta desde el punto de vista astronómico, movimientos teorías de origen y evolución. También toma en cuenta las estructuras mayores, como el sistema solar, las galaxias, y el modo en que se originan y evolucionan las estrellas y el Universo en su conjunto.

El eje de habilidades del pensamiento científico trabaja de manera integrada habilidades y contenidos de manera transversal en cada año escolar.

Estos ejes avanzan de manera paulatina desde 1° básico a 4° medio, de manera de hacer progresar a los alumnos en los contenidos, haciendo que cada habilidad y contenido sea fundamental para el desarrollo en años superiores estableciendo coherencia en el desarrollo y tratamiento de contenidos.

Los ejes de contenidos han sido definidos según diversos parámetros, los más relevantes son:

- Conocimientos relevantes para la enseñanza de las ciencias.
- Relevancia y centralidad en el marco de las disciplinas de referencia.
- Estructura curricular existente en Chile. Considerando contenidos tratados en educación básica y media.
- Presencia en marcos curriculares de otros países. Revisión de evidencia internacional sobre marcos curriculares de otros países de distintas partes del mundo. (Los países fueron seleccionados según el nivel de desarrollo y su similitud con el nuestro).
- Presencia de instrumentos de evaluación de aprendizaje a nivel internacional.

4. AJUSTE EN FÍSICA.

4.1 Actualizaciones de contenidos

En el curriculum de la reforma en Física, los contenidos se encontraban distribuidos por unidades en cada nivel de educación media. Teniendo así, de dos a tres unidades en cada nivel que abordaban a fondo las unidades de manera cualitativa y cuantitativa. En la siguiente tabla podemos observar como se encontraban distribuidas las unidades a lo largo de los cuatro niveles de enseñanza media.

Nivel	Unidades
I	<ol style="list-style-type: none">1. El Sonido2. La luz3. La electricidad
II	<ol style="list-style-type: none">1. El movimiento2. El calor3. La Tierra y su entorno
III	<ol style="list-style-type: none">1. Mecánica2. Fluidos
IV	<ol style="list-style-type: none">1. Electricidad y magnetismo2. Mundo atómico

Figura 8. Contenidos distribuidos por nivel. Curriculum de la reforma

En cambio, el ajuste, como tal, mantiene en su mayoría los contenidos pero los Distribuye en los diferentes niveles, variando el enfoque y su profundidad. En la figura 9 se muestra la distribución de contenidos según eje y nivel.

Nivel	Eje	Contenidos mínimos
I	La materia y sus transformaciones	El sonido, La luz
	Fuerza y movimiento	Cinemática Ley de Hooke
	Tierra y Universo	Física de la Tierra (sismología)
II	La materia y sus transformaciones	Calor y temperatura
	Fuerza y movimiento	Cinemática, energía y trabajo
	Tierra y Universo	Leyes de Kepler, gravitación Universal y Sistema Solar
III	Fuerza y movimiento	Movimiento circunferencial Torque
		Fluidos
	Tierra y Universo	Fenómenos que ocurren en las capas de la atmosfera
IV	Fuerza y movimiento	Electricidad, magnetismo. Mundo atómico
	Tierra y Universo	Teorías de origen y evolución del Universo.

Figura 9. Contenidos según eje de conocimiento para el subsector de física.

El ajuste curricular que se está implementando fue fruto de un Análisis del anterior y de evidencia internacional, entregando, así una mirada global en la definición de contenidos, que se hacía necesaria para organizar los contenidos a lo largo de los 12 años de escolaridad y analizar la pertinencia de algunos de ellos. Es así como la propuesta del ajuste curricular, propone: *“la exclusión de algunos contenidos del currículum de la reforma y la inclusión de otros que se han considerados necesarios en el desarrollo de los aprendizajes científicos y en la comprensión del mundo natural. En este sentido la mayor novedad la constituye la definición del eje de La Tierra y Universo, presente a lo largo de los 12 años de escolaridad”* [17].

Cada uno de los ejes ofrece una organización articulada de conocimientos año a año , dentro de un mismo año se ha resguardado que se presenten diversas oportunidades interrelacionar los aprendizajes de los distintos ejes de modo de que los alumnos vayan desarrollando un aprendizaje sistémico y articulado desde la educación básica hasta la media.

Para entender mejor esta idea revisaremos a grandes rasgos los contenidos presentas en el eje de Tierra y Universo.

Eje: Tierra y Universo. Enseñanza básica	
Nivel	Contenidos mínimos
1°	Identificación cualitativa de las diferencias de tamaño y luminosidad entre la Luna, el Sol y las otras estrellas visibles.
2°	Explicación del día y la noche como fenómenos de luz y sombra que se producen en la Tierra debido al movimiento de rotación que efectúa respecto del Sol y entorno a su propio eje.
3°	Localización de la atmósfera, el manto, núcleo la corteza y la distribución de agua en la Tierra y diferenciación entre estos conforme a sus estados físicos.
4°	Identificar semejanzas y diferencias entre la Tierra y otros cuerpos del sistema solar. Formular conjeturas sobre la eventual existencias de vida en otros cuerpos celestes.
5°	Explicación del eclipse y fases de la luna. Explicación del origen y alternancia de las estaciones del año.
6°	Descripción de situaciones de contaminación a las capas de la atmosfera y sus consecuencias. Descripción de características de suelo, de agentes de erosión.
7°	Caracterización básica de pequeñas y grandes estructuras. Análisis de las distancias que separan los cuerpos celestes, empleando unidades de años luz.
8°	Identificación de los principales tipos de rocas. Explicación elemental, en términos de energías, de la producción de temporales, mareas, sismos etc...

Figura 10. Contenidos mínimos del eje La Tierra y el universo. Enseñanza básica.

Es en este eje, en donde se realizó las más importantes modificaciones, como consecuencia de la consulta pública. Mejorando así, la secuencia de los contenidos mínimos y objetivos fundamentales y complementando esta propuesta con los contenidos relacionados con la tectónica de placas, formación de la corteza terrestre y descripción de los principales tipos de rocas y su relación con la formación de fósiles, entre otros.

En general, lo que se busca realizando este ajuste, es que los aprendizajes tengan una secuencia. Realizando un análisis de los contenidos mínimos en el nivel básico y medio, encontramos que los mismos contenidos vuelven a ser revisados en años posteriores, pero con un nivel más acabado. De esta forma los contenidos tratados no son independientes unos de otros, siendo fundamental la comprensión de uno para el desarrollo de los mismos correspondientes a un nivel superior.

En el presente año del 2010 se aplica el ajuste en la enseñanza media, comenzando por primero medio.

4.2 Integración de contenidos.

Actualmente la integración de contenidos se ha estado realizando de forma tradicional esto quiere decir, en un sentido horizontal, lo que lleva a una interrelación entre distintos sectores de aprendizaje, lo cual ha permitido seguir reproduciendo el mismo modelo existente y no generando un replanteamiento de la práctica docente. Es necesario además integrar dentro de la misma disciplina diferentes contenidos de modo que el alumna/a pueda comprender de modo más significativo el aprendizaje entregado.

Hablar de aprendizaje significativo, nos referimos a la Teoría de Aprendizaje que expone el autor David Ausubel el cual hace referencia a un aprendizaje que no es asociativo, sino que se sustenta sobre la estructura cognitiva ya existente del alumno/a y que refuerza e integra en las nuevas informaciones adquiridas.

Si bien esta forma de integración de contenidos ha sido efectiva y utilizada en su mayoría, actualmente se hace necesaria debido a los ajustes curriculares realizados el último tiempo, donde urge una nueva organización de los contenidos que se encuentre más interconectada y donde se *“ofrezca una organización articulada de los conocimientos, y no trata los distintos conceptos en forma aislada”* [18].

Puntualmente en el sector de ciencias naturales, es indispensable que exista una articulación entre los cinco ejes de conocimiento científico.

Lo anterior es de importancia debido a la coordinación que debe existir entre la enseñanza básica y la media para una adecuada transmisión de conocimiento, profundizando en este último grupo dos de sus ejes de conocimiento denominados: Fuerza y Movimiento, y Tierra y Universo.

Lo anteriormente expuesto tiene como finalidad reforzar la propuesta de progreso en el aprendizaje de los/as estudiantes ya que las habilidades y contenidos temáticos obedecen a aspectos inclusivos. Conforme los alumnos/as avanzan en su crecimiento y/o desarrollo y etapa escolar: los aprendizajes adquiridos en una etapa serán de suma importancia para la comprensión de futuros aprendizajes ya sea dentro de un mismo eje o en uno paralelo.

Por otra parte, estos aprendizajes podrán ayudar a la comprensión siendo un aporte en los próximos años de enseñanza de ese alumno/a.

Específicamente en los ejes mencionados anteriormente, dentro de la enseñanza media, el presente trabajo consiste en una propuesta de actividades y aplicaciones de astrofísica sobre contenidos incluidos dentro del eje de la Tierra y el Universo para poder ser aplicado en el eje Fuerza y Movimiento. Con esto se quiere lograr que los alumnos/as realicen actividades del primer eje aplicando los conocimientos adquiridos en el segundo eje.

Por ultimo, para hacer efectivo el aprendizaje significativo de los estudiantes es que se han realizado actividades de astrofísica que se anclan a los conocimientos ya adquiridos de la mecánica newtoniana. Reconociendo que ésta es una teoría legitimada y contingente dentro de las teorías de aprendizajes ya existentes.

5 REALIZACIÓN DE LAS ACTIVIDADES Y SU VALIDACIÓN.

5.1 Fundamentación de las actividades.

Las actividades y aplicaciones propuestas buscan ser coherentes con la integración de contenidos en un sentido vertical. Dentro del subsector de física los contenidos están distribuidos según ejes de aprendizajes, los cuales deben ser articulados y más aun utilizados como base para reforzar e integrar un nuevo conocimiento.

Los conocimientos integrados o reforzados se ubican dentro del eje de la Tierra y el Universo, y utiliza como base los conocimientos de este mismo eje y del eje de Fuerza y movimiento.

En las actividades se utilizan contenidos base del eje de Fuerza y movimiento tales como, Fuerza peso, Fuerzas de atracción, Fuerza centrípeta, aceleración centrípeta y tangencial, energía, densidad, velocidad, trayectorias circulares etc...

Estos contenidos mencionados ayudarán a comprender mejor fenómenos de la astrofísica tales como materia oscura, agujeros negros, orbitas planetarias, enanas blancas, leyes de Kepler, gravitación Universal y estimación de ordenes de magnitud.

Cabe destacar que estas actividades y aplicaciones propuestas también pueden ser utilizadas como complemento en el desarrollo del eje de la Tierra y el Universo.

Al aplicar estas actividades el docente no solo estará reforzando el contenido de mecánica clásica sino que además estará incluyendo un nuevo conocimiento sobre astrofísica el cual se articula con el anterior.

5.2 Construcción de las actividades y aplicaciones.

Cada una de las siguientes actividades y aplicaciones fueron realizadas pensando en el docente que desea incorporar, en el transcurso del curriculum, contenidos que posiblemente ya han sido aplicados o que aun no lo han sido. Dado que cada grupo curso es distinto en diversos factores, se deja abierta la posibilidad al docente, que modifique, adapte y aplique las actividades utilizando la metodología mas apropiada para las características de su curso. Es por esto que para cada actividad y aplicación se aplicó una estructura uniforme.

Cada una de las actividades, en su estructura, presenta:

1. Título
2. Objetivo
3. Introducción
4. Desarrollo.

El título me indica la actividad que se esta realizando, el objetivo presenta la principal intención de la actividad, la introducción resume brevemente los contenidos a tratar y finalmente el desarrollo realiza un detalle de cada paso a seguir.

A cada actividad se adjunta “las indicaciones al docente” que describen todas aquellas acciones que el docente debería realizar en el desarrollo de la actividad, además presenta desarrollos y resultados esperados. En su estructura, las indicaciones al docente se organizan con:

1. Título.
2. Nivel.

3. Contenidos mínimos.
4. Objetivos fundamentales.
5. Contenidos previos.
6. Guías sugeridas.
7. Descripción.
8. Desarrollo.

El título corresponde al de la actividad que se esta realizando, el nivel indica a que curso esta destinado, los contenidos mínimos detallan qué contenido se esta utilizando como base y qué contenido se esta integrando, en los objetivos fundamentales, estos son los señalados por el programa de estudios, los contenidos previos son todo aquello que el alumno debería saber antes de realizar la actividad, las guías sugeridas corresponden a las guías entregadas en el presente trabajo, la descripción realiza un breve recorrido por el desarrollo de la actividad y su finalidad y finalmente el desarrollo realiza paso a paso lo que el estudiante y el docente debe realizar en el desarrollo de la actividad.

En cada actividad se sugiere la utilización de una guía de contenidos la cual profundizara tanto al alumno como al docente en los contenidos de astrofísica que se están integrando. Cada guía consta en su estructura de:

1. Título.
2. Objetivo.
3. Desarrollo.
4. Preguntas.

El título presenta el contenido desarrollado en la guía, el cual no necesariamente coincide con el titulo de la actividad, el objetivo apunta a la principal finalidad de la guía, el desarrollo corresponde a la explicación del tema

tratado y al finalizar cada guía, se realizan algunas breves preguntas con el fin de evaluar si el alumno comprendió lo que leyó.

Cada uno de los elementos mencionados se estructura esta forma con el fin de conseguir mayor claridad para el docente cuando sea utilizado.

5.3. Validación de las actividades.

El material presentado en este trabajo esta pensado como un material de apoyo al docente del área de física, es por esta razón que es importante saber si la estructura, la lógica de las actividades, guías e indicaciones son entendibles por ellos. Para eso se ha tomado una muestra de docente de física los cuales tienen experiencia en colegios tanto de dependencia municipal como subvencionada, realizando clases en aula y en laboratorios, además algunos de ellos han realizado ayudantías de física para primer año de ingenierías en la universidad, y otros trabajan en la edición de textos para editoriales.

A esta muestra se le entrego el material (guía, actividad e indicaciones), y se les pidió contestar tres escalas de apreciación correspondientes a cada elemento.

Cada escala construida tiene como finalidad identificar la opinión de los profesores con respecto al formato y estructura del material.

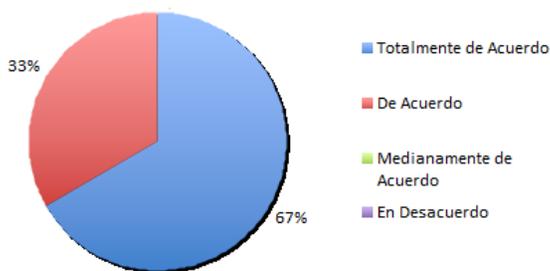
Para cada indicador, los encuestados y encuestadas contarán con tres opciones representadas por un número, cuales son:

- ✓ Totalmente de acuerdo (3)
- ✓ De Acuerdo (2)
- ✓ Medianamente de Acuerdo (1)
- ✓ En Desacuerdo (0)

Los resultados obtenidos para cada indicador fueron los siguientes:

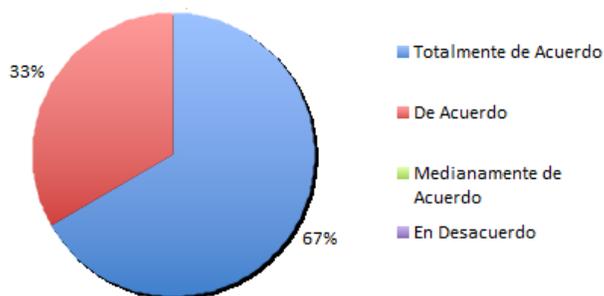
1. Indicaciones al docente.

1.1 Los contenidos previos son coherentes con la actividad propuesta.



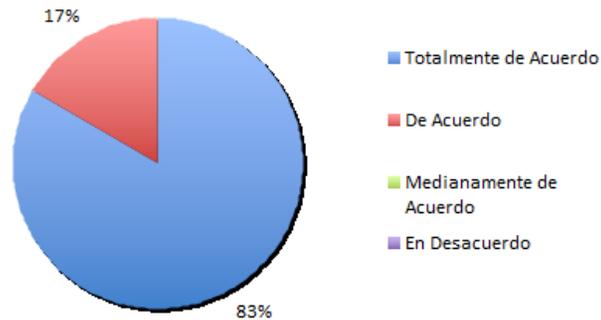
La mayoría de los docentes encuestados (67%), está totalmente de acuerdo con que los contenidos previos entregados en las indicaciones al docente son coherentes con la actividad, y solo un 33% está de acuerdo con esta información.

1.2 El conocimiento integrado corresponde claramente al eje de Tierra y Universo.



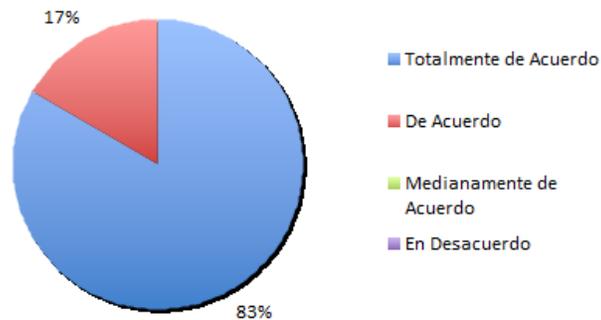
Un 67% de la población consultada está totalmente de acuerdo con que el conocimiento integrado corresponde al eje de la Tierra y el Universo, en cambio solo un 33% solo está de acuerdo.

1.3 El conocimiento base corresponde claramente al eje Fuerza y Movimiento.



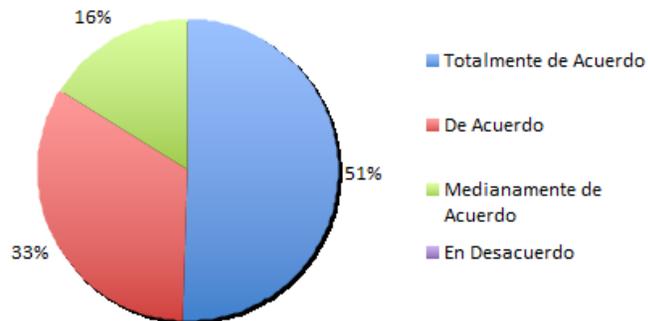
Con respecto al conocimiento base una gran mayoría de los consultados (83%) esta totalmente de acuerdo con que el conocimiento base corresponde evidentemente al eje de Fuerza y Movimiento y solo un 17% solo esta de acuerdo con la información.

1.4 Existe una clara relación entre el conocimiento base y el conocimiento integrado.



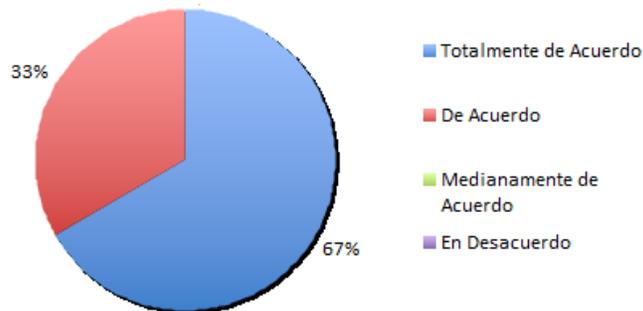
Cuando se afirma que existe una clara relación entre el conocimiento base y el integrado, los docentes en un 83% están en total acuerdo, y el 17% se encuentra solo de acuerdo.

1.5 Las indicaciones para el desarrollo de la actividad son claras.



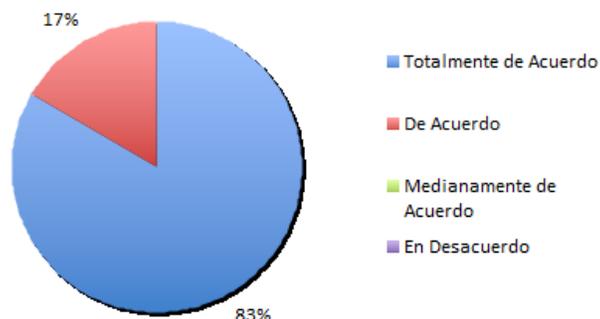
Con respecto a la claridad de las indicaciones entregadas, el 51% esta totalmente de acuerdo con ello, el 33% se encuentra de acuerdo y el 16% esta medianamente de acuerdo.

1.6 La información entregada es suficiente para la comprensión de la actividad.



La mayoría de los consultados (67%) esta totalmente de acuerdo con que la información entregada era suficiente para comprender la actividad, y tan solo un 33% esta solo de acuerdo.

1.7 Existe coherencia entre la actividad propuesta y las indicaciones entregadas al docente.

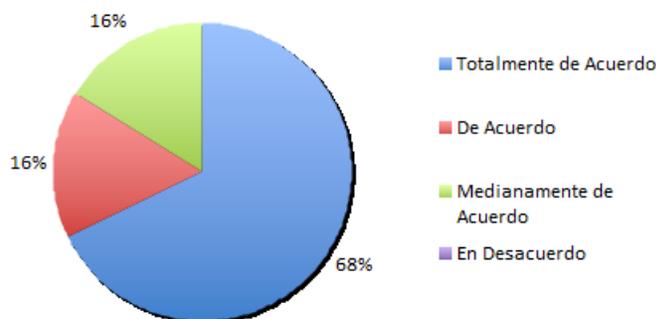


Cuando son consultados por la coherencia existente entre la actividad propuesta y la entregada un 83% esta totalmente de acuerdo con ella y solo un 17% se encuentra de acuerdo.

En general, para las indicaciones al docente la mayoría de los consultados manifiesta que esta son claras, que existe coherencia, la información entregada es suficiente, es decir que las indicaciones cumplen con su objetivo de ser una herramienta de utilidad para el docente.

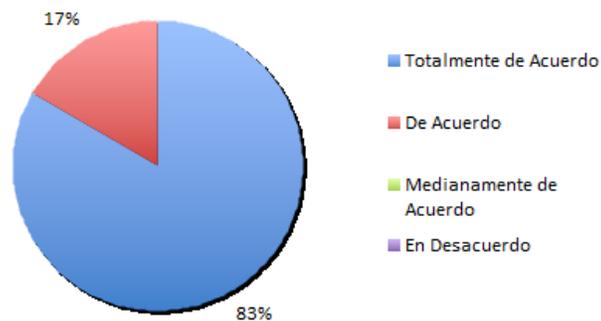
2. Actividad.

2.1 Existe claridad en el objetivo de la actividad.



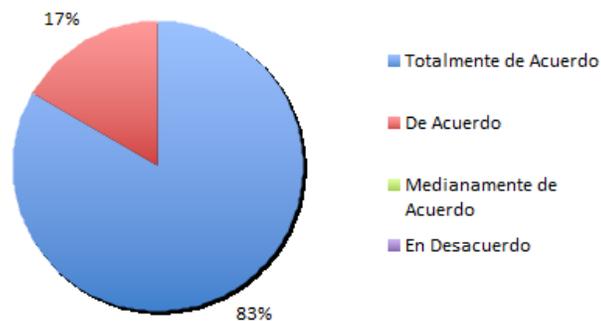
En la actividad, el 68% de los consultados esta totalmente de acuerdo con la claridad existente en el objetivo, el 16% esta de acuerdo y un 16% esta medianamente de acuerdo.

2.2 El desarrollo de la actividad sigue un orden adecuado de realización.



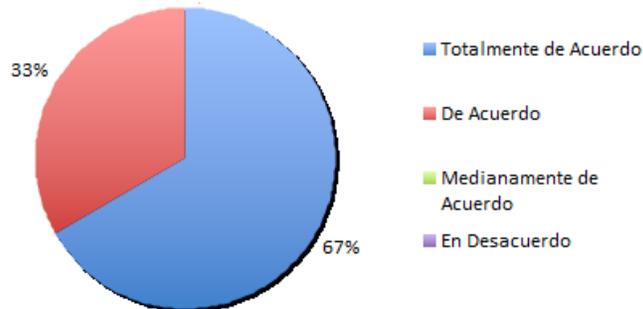
Cuando los docentes son consultados por el orden adecuado en la realización de la actividad el 83% esta totalmente de acuerdo y el 17% esta de acuerdo.

2.3 La actividad es pertinente para el nivel sugerido.



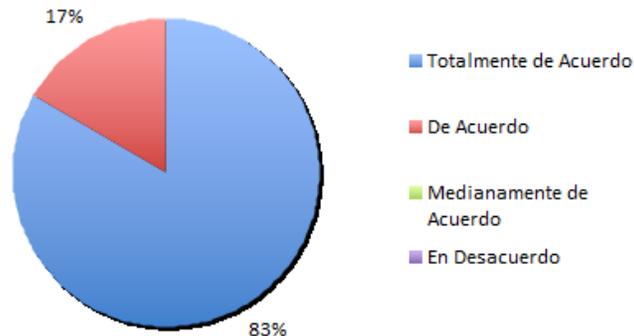
Un 83% de los consultados está totalmente de acuerdo con que el nivel sugerido para la actividad es el pertinente, en cambio solo un 17% esta de acuerdo.

2.4 El objetivo de la actividad es coherente con el desarrollo de esta.



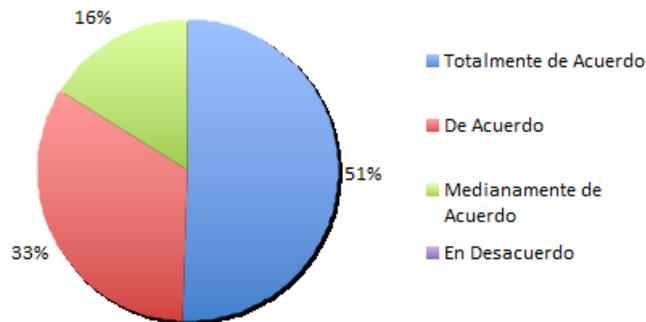
El 67% de los docentes consultados esta totalmente de acuerdo con que el objetivo de la actividad es coherente con el desarrollo y el 33% restante solo esta de acuerdo.

2.5 Las preguntas planteadas tienen relación con el desarrollo de la actividad.



Con respecto a la relación entre las preguntas y el desarrollo de la actividad, el 83% afirma estar el Total acuerdo y el 17% dice estar de acuerdo, lo que implica que en su mayoría las preguntas si tienen relación con el desarrollo de la actividad.

2.6 Es evidente el contenido de astrofísica que se está integrando.

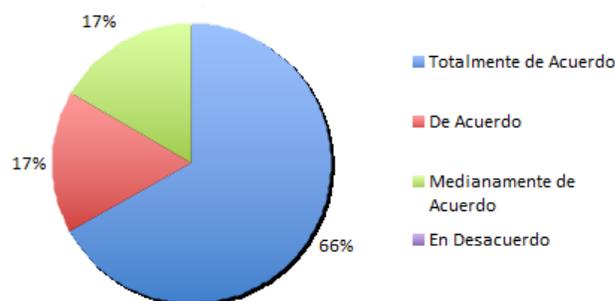


Al ser consultados por la evidencia del contenido de astrofísica que se esta integrando, el 51% responde estar totalmente de acuerdo, el 33% estar de acuerdo y el 16% estar medianamente de acuerdo. Estos resultados pueden estar asociados a la guía de prueba que se les entregó en donde el conocimiento integrado corresponde en su mayoría al énfasis que ponga en este el profesor en el desarrollo de la actividad.

En la actividad la mayoría de los consultados cree que tanto el objetivo, como las preguntas son pertinentes con la actividad.

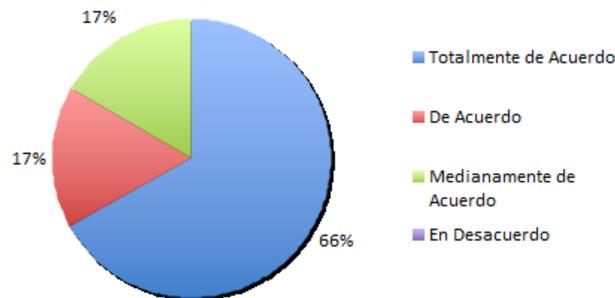
3. Guía

3.1 El objetivo tiene relación con el contenido de la guía.



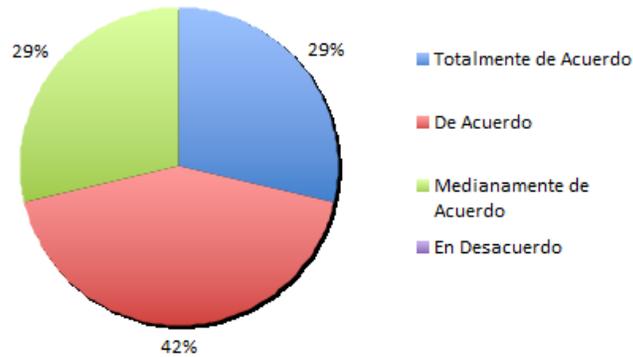
Con respecto al indicador de la relación entre el contenido de la guía y el objetivo, el 66% de los consultados esta totalmente de acuerdo, un 17% esta de acuerdo y el 17% restante está medianamente de acuerdo. Lo que muestra que la mayor parte de los consultados encuentra una relación entre el objetivo y la actividad.

3.2 El objetivo es coherente con las actividades sugeridas.



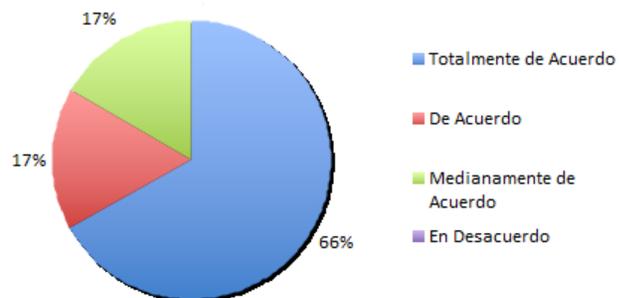
Cuando los docentes son consultados sobre la coherencia entre la actividad y el objetivo de esta, un 66% esta totalmente de acuerdo con la afirmación, un 17% está de acuerdo y un 17% esta medianamente de acuerdo. En general la mayor parte de la muestra cree que existe coherencia entre las actividades y el objetivo.

3.3 El lenguaje utilizado es pertinente con el nivel



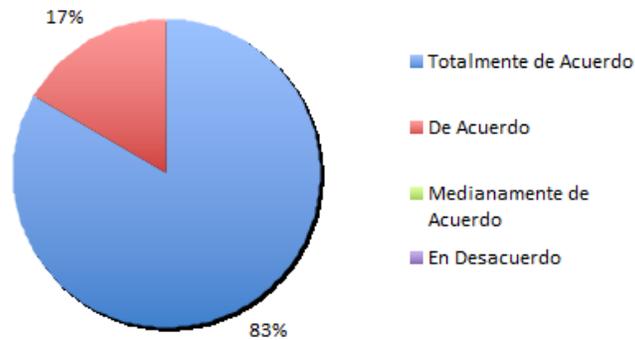
De los consultados un 29% está totalmente de acuerdo con que el lenguaje utilizado es adecuado, un 42% está de acuerdo con esta información, y el 29% restante está medianamente de acuerdo.

3.4 Los contenidos son desarrollados en forma clara y precisa.



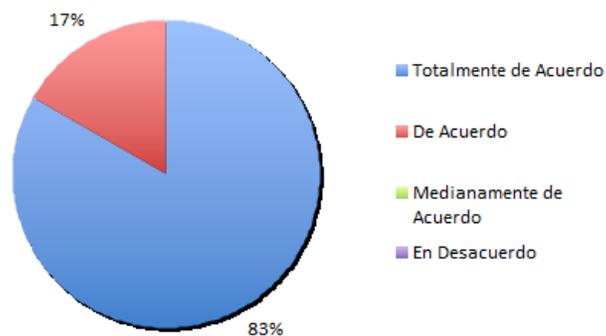
Un 66% de los consultados manifiesta estar totalmente de acuerdo en que los contenidos son desarrollados en forma clara y precisa, mientras que un 17% está de acuerdo con esta información y el 17% restante está medianamente de acuerdo.

3.5 Las imágenes y esquemas ayudan a comprender mejor los contenidos.



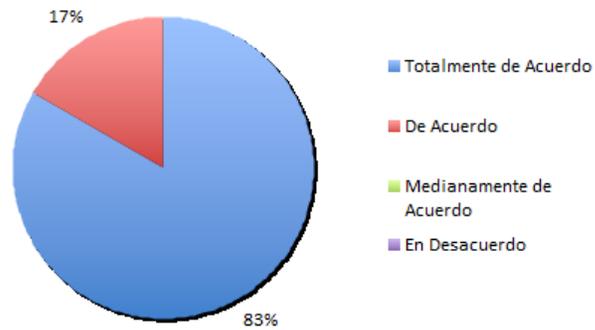
Con respecto al material visual, un 83% de los consultados esta totalmente de acuerdo con que estos ayudan a comprender mejor los contenidos y un 17% esta de acuerdo.

3.6 Las preguntas finales son coherentes con el contenido de la guía.



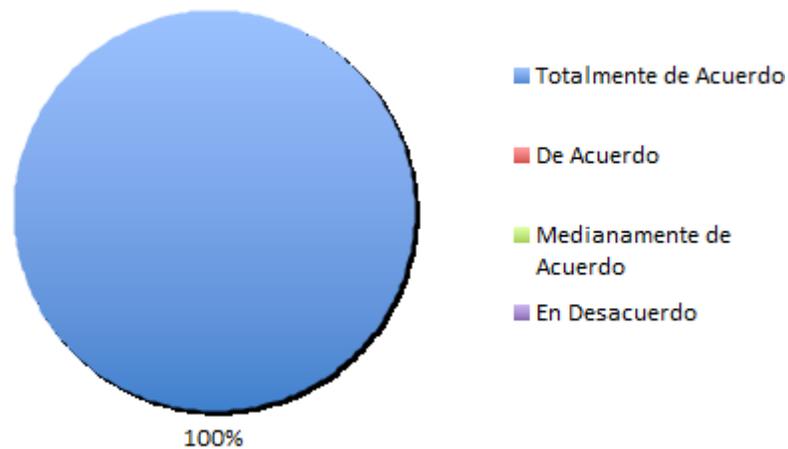
Un 83% de los consultados esta totalmente de acuerdo con que las preguntas finales son coherentes con el contenido de la guía, en cambio el 17% restante esta de acuerdo.

3.7 Las preguntas finales son pertinentes para el nivel.



Con respecto a las preguntas finales ubicadas en cada guía, un 83% de los consultados está totalmente de acuerdo en que son pertinentes para el nivel y un 17% solo esta de acuerdo.

3.8 La guía es un apoyo para la realización de actividades.



Un 100% de los consultados esta totalmente de acuerdo en que las guías son un apoyo para la realización de las actividades.

Luego de la realización de este escala de apreciación podemos determinar que la mayoría de los docentes consultados esta totalmente de acuerdo o de acuerdo en las existe claridad, orden coherencia entre las guías, actividades e indicaciones al docente. Es decir que estas serían entendidas y no habría mayores complicaciones al ser utilizadas.

La mayor parte de la muestra consultada cree que la guía representa un apoyo para la realización de las actividades, entiendo que este material, no solo representa un apoyo al conocimiento del docente, si no que ayuda a comprender mejor el desarrollo y los propósitos de las actividades.

6. ACTIVIDADES, APLICACIONES E INDICACIONES AL DOCENTE.

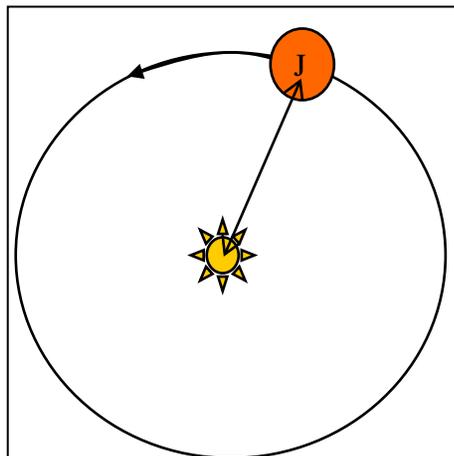
APLICACIÓN “Midiendo la masa del sol”

Objetivo.

Calcular la masa del Sol, utilizando la expresión encontrada.

Introducción.

Como ya sabemos, los planetas giran en torno al Sol describiendo una trayectoria elíptica, pero en algunos casos la excentricidad de la elipse es muy cercana a cero, como es en el caso de Júpiter, cuya excentricidad es 0.04, por lo que podemos aproximar esta trayectoria a un movimiento circular uniforme [21].



Desarrollo.

El planeta se encuentra girando entorno al sol con una velocidad:

$$v = \frac{2\pi r}{T}.$$

Y adquiere una aceleración centrípeta, debida al cambio de la dirección de la velocidad dada por

$$a_c = \frac{v^2}{r}.$$

Por lo que la fuerza centrípeta, debida a la atracción entre el Sol y Júpiter es:

$$F_c = m \cdot a_c$$
$$F_c = m \cdot \frac{v^2}{r}$$

Pero, de acuerdo a la Ley de Gravitación Universal, la fuerza de atracción entre estos cuerpos, se puede escribir como:

$$F_G = G \frac{Mm}{r^2}$$

En donde **m** corresponde a la masa de Júpiter, **M** es la masa del Sol, y **r** es la distancia entre ambos, medida desde los centros de ambos cuerpos

Igualando ambas expresiones de la Fuerza, es decir,

$$F_g = F_c$$
$$\frac{GMm}{r^2} = \frac{mv^2}{r}$$

Reemplazando la expresión para la velocidad en función del radio y el período, se obtiene

$$\frac{GMm}{r^2} = \frac{m\left(\frac{2\pi r}{T}\right)^2}{r}$$
$$\frac{GMm}{r^2} = \frac{4m\pi^2 r}{rT^2}$$

Luego, despejando el valor de **M**

$$M = \frac{4\pi^2 r^3}{GT^2}$$

De esta expresión podemos determinar la masa del Sol, solo conociendo el radio de la órbita de Júpiter y su el periodo de revolución en torno al Sol.

Ejercicio de aplicación:

1. La Tierra orbita en torno al Sol debido a la atracción gravitacional. ¿Como podríamos utilizar los datos orbitales de la Tierra para medir la masa del Sol? Encuentre los datos relevantes y calcule la masa del Sol. Compare el resultado con el obtenido anteriormente.

Indicaciones al docente: “Midiendo la masa del sol”.

Nivel:

III medio

Contenidos mínimos.

Aplicación de las leyes de Kepler y de la ley de gravitación universal de Newton para explicar y hacer predicciones sobre la dinámica de pequeñas y grandes estructuras cósmicas (planetas, galaxias, etc.)

Conocimiento integrado.

Aplicación de los principios de Newton para explicar la acción de fuerzas que suelen operar sobre un objeto en situaciones de la vida diaria.

Conocimiento base.

Objetivos fundamentales.

Los alumnos y las alumnas serán capaces de:

- ✓ Explicar el movimiento circular uniforme y la rotación de los cuerpos rígidos a partir de las leyes y las relaciones matemáticas elementales que los describen.

Contenidos previos.

- ✓ Velocidad.
- ✓ Aceleración centrípeta
- ✓ Fuerza gravitacional.

Guías sugeridas.

- ✓ Guía 1. Leyes de Kepler.
- ✓ Guía 3 Gravitación Universal
- ✓ Guía 4. Movimiento circunferencial

Descripción.

Esta aplicación utiliza los conceptos físicos involucrados en el movimiento circunferencial y Fuerza Gravitacional, con los cuales se puede demostrar una expresión para calcular la masa del Sol. Para ello se utiliza al planeta Júpiter, debido a que su trayectoria elíptica tiene una excentricidad muy cercana a cero, por lo que podemos aproximarla a una trayectoria circular. Una vez obtenida la expresión, el estudiante deberá buscar en diferentes fuentes de información el valor del periodo de revolución de Júpiter y la distancia al Sol.

Desarrollo.

Para comenzar el desarrollo de esta actividad, el docente deberá recordar los alumnos que los planetas giran el torno al Sol siguiendo trayectorias elípticas. Como la excentricidad de las trayectorias es muy pequeñas (cercana a uno), se puede realizar una aproximación y tratar estas trayectorias como

circunferenciales. Una vez aclarada esa indicación se comienza determinando la expresión para la rapidez del planeta, considerando la distancia que recorrió $2\pi r$ en un periodo T , luego se realiza el desarrollo paso a paso como aparece en la guía.

Es de gran importancia que el desarrollo de las expresiones sea realizado por el docente de forma demostrativa y una vez que se consiga la expresión final, los alumnos la aplicaran para determinar la masa del Sol.

Una vez que se calcule la masa, se debe motivar a los estudiantes comparen el valor obtenido, con otras fuentes de información.

ACTIVIDAD: “Tercera ley de Kepler”.

Objetivo.

Calcular el valor de la constante de la tercera ley de Kepler

Introducción.

Kepler en su tercera ley, encuentra una relación entre el periodo de revolución del planeta y el radio de su orbita. Esta relación dice que el cuociente entre el periodo al cuadrado y el radio al cubo, es una constante. Lo que matemáticamente se expresa como:

$$\frac{T^2}{R^3} = cte.$$

Desarrollo.

1. Dados el periodo de revolución y el radio orbital en la tabla siguiente, realice un grafico de el periodo de revolución y el radio de orbita.

Planeta	Periodo de revolución (años)	Radio de orbita (u.a)
<i>Mercurio</i>	<i>0,241</i>	<i>0,387</i>
<i>Venus</i>	<i>0,615</i>	<i>0,723</i>
<i>Tierra</i>	<i>1,000</i>	<i>1,000</i>
<i>Marte</i>	<i>1,881</i>	<i>1,524</i>
<i>Júpiter</i>	<i>11,860</i>	<i>5,204</i>
<i>Saturno</i>	<i>29,6</i>	<i>9,58</i>
<i>Urano</i>	<i>83,7</i>	<i>19,14</i>
<i>Neptuno</i>	<i>165,4</i>	<i>30,2</i>

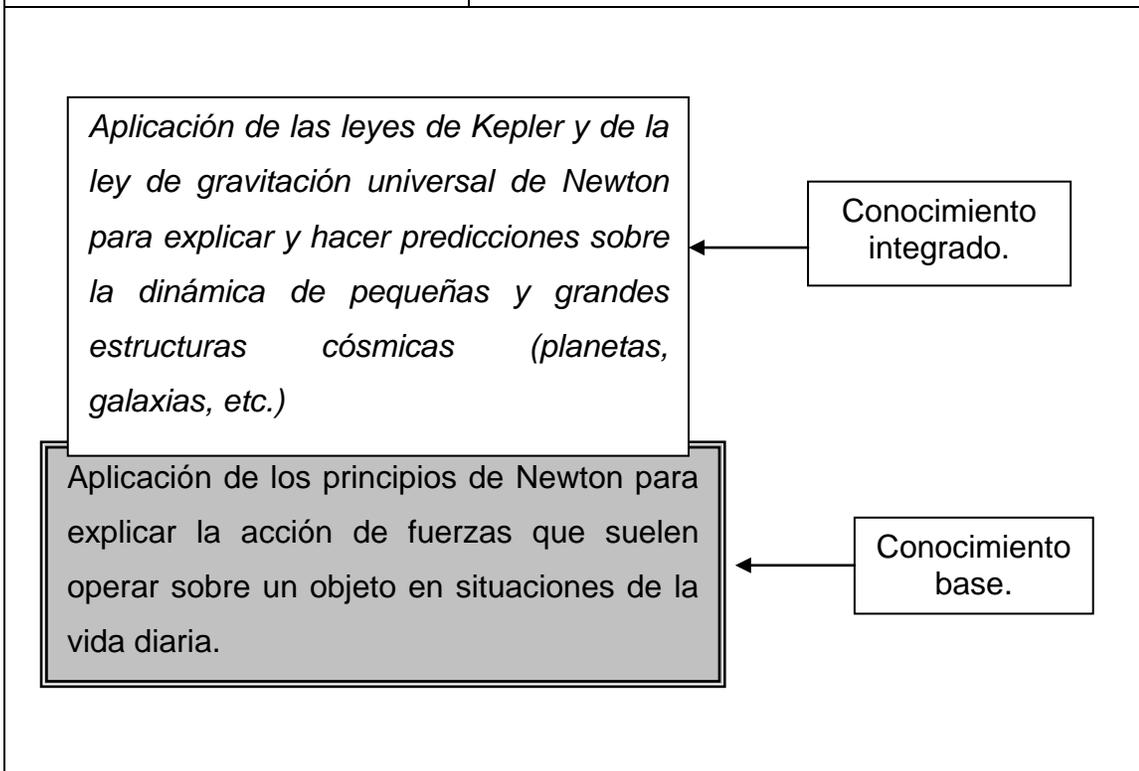
2. Dados el periodo de revolución y el radio orbital en la tabla siguiente, calculemos el valor de la constante, a través de la relación encontrada por Kepler. [22]

Planeta	Periodo de revolución (años)	Radio de órbita (u.a)	$\frac{T^2}{R^3} \left[\text{año}^2 / (\text{u.a.})^3 \right]$
<i>Mercurio</i>	0,241	0,387	
<i>Venus</i>	0,615	0,723	
<i>Tierra</i>	1,000	1,000	
<i>Marte</i>	1,881	1,524	
<i>Júpiter</i>	11,860	5,204	
<i>Saturno</i>	29,6	9,58	
<i>Urano</i>	83,7	19,14	
<i>Neptuno</i>	165,4	30,2	

Indicaciones al docente: Tercera ley de Kepler.

Nivel:
III. Medio

Contenidos mínimos.



Objetivos fundamentales.

Los alumnos y las alumnas serán capaces de:

- ✓ Organizar e interpretar datos, y formular explicaciones, apoyándose en las teorías y conceptos científicos en estudio

Contenidos previos.

- ✓ Periodo
- ✓ Radio.

Guías sugeridas.

- Guía 1. Leyes de Kepler
- Guía 2. Tercera ley de Kepler
- Guía 3. Ley de gravitación universal

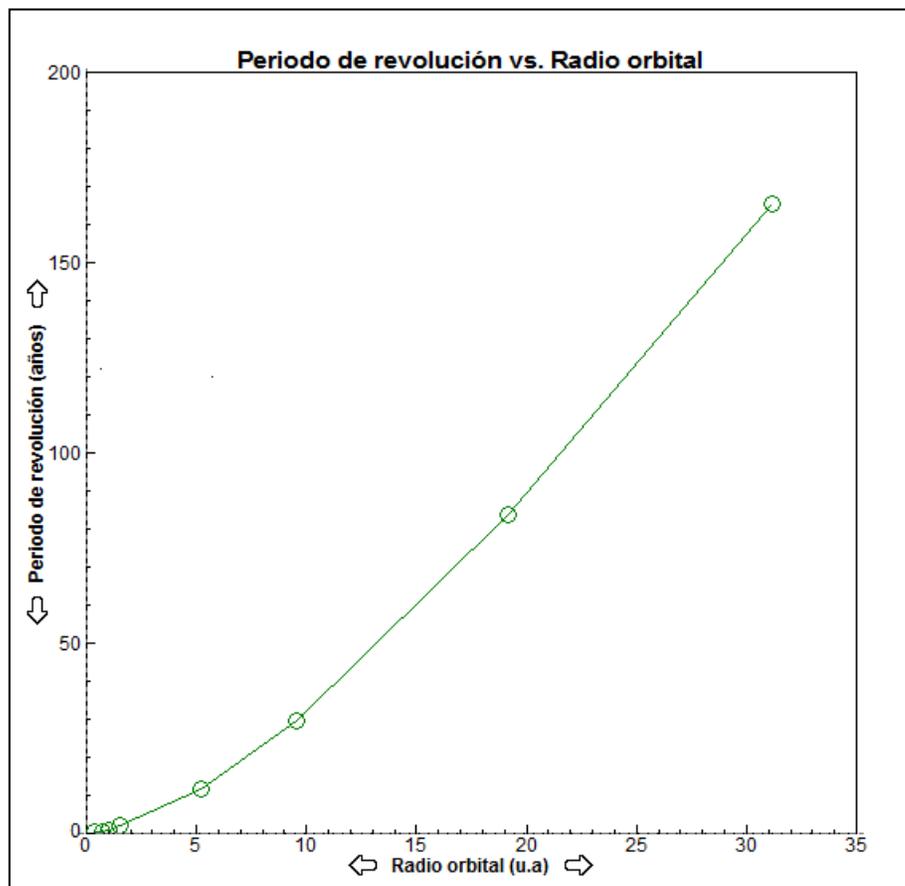
Descripción.

Esta actividad tiene con fin familiarizar al alumno/a con la tercera ley de Kepler. Comprobaran el valor de la constante aplicando la expresión encontrada por el físico.

Desarrollo.

Para comenzar la actividad se debe presentar a los alumnos/as la tabla que contiene la información del periodo de revolución y radio orbital de los planetas, y explicar el significado de las unidades astronómicas u.a., estableciendo que esta es una unidad de longitud y corresponde a la distancia media entre la Tierra y el Sol (150.000.000 Km)

De los datos entregados en la tabla, el alumno/a realizara (utilizando algun programa computacional) un grafico de el radio versus el periodo, el cual tendrá esta forma:



Una vez realizado el gráfico los alumnos/as pueden observar que la relación entre las variables no es lineal.

Luego de realizar el gráfico, los alumnos utilizando la tercera ley de Kepler completan la tabla y comprueban que el valor es una constante (o muy cercano.). El docente debe explicar que las pequeñas diferencias corresponden a errores experimentales. Además comprueban los valores obtenidos con los de la **guía 2**.

ACTIVIDAD: “Los Planetas y el Sol”

Objetivo.

Encontrar la relación entre la velocidad de rotación de un planeta y su distancia al Sol.

Introducción.

La masa, la velocidad y la distancia al sol de cada planeta, es distinta, pero podemos encontrar una relación entre su distancia al sol, radio, y la velocidad con que orbita.

Reflexiona: ¿Qué sucede con la velocidad de rotación de los planetas a medida que la distancia al sol aumenta?

Desarrollo.

I. parte.

1. De los datos entregados en la siguiente tabla, transforme las unidades de medida del periodo de revolución a segundos y del Radio a kilómetros⁹.

⁹ Recuerde que: $1 \text{ u.a.} = 150 \times 10^6 \text{ (Km)}$

Planeta	Periodo de revolución (años)	Radio de órbita (u.a)	Periodo de revolución (s)	Radio de órbita (Km)
Mercurio	0,241	0,387		
Venus	0,615	0,723		
Tierra	1,000	1,000		
Marte	1,881	1,524		
Júpiter	11,860	5,204		
Saturno	29,6	9,58		
Urano	83,7	19,14		
Neptuno	165,4	30,2		

2. Una vez transformadas las unidades, calcule el valor de la velocidad, mediante la expresión dada por definición. Complete la tabla y exprese su resultado en (Km/s)

Planeta	Periodo de revolución (s)	Radio de orbital (Km)	Velocidad orbital (km/s)
Mercurio			
Venus			
Tierra			
Marte			
Júpiter			
Saturno			
Urano			
Neptuno			

3. Utilizando algún programa computacional, realiza un gráfico de la velocidad versus el radio orbital.

4. Observando el gráfico, ¿Qué sucede con la velocidad a medida que aumenta el radio?

II. parte.

Objetivo.

Encontrar la relación funcional entre la velocidad y el radio y calcular el valor de la constante a partir de esta expresión.

Desarrollo.

1. Con la ayuda de tu profesor y utilizando la 3° ley de Kepler, encuentra una relación directa entre la variable velocidad y el radio.
2. De acuerdo a la relación encontrada, rectifique la curva obtenida en la actividad anterior utilizando el cuadrado de la velocidad y el inverso multiplicativo del radio orbital. Ubique los datos en la tabla adjunta y luego grafique. Encuentre un ajuste adecuado a la curva obtenida y anote el valor de la pendiente.

Planeta	Velocidad (Km/s)	Radio de orbita (Km)	$(Velocidad)^2 (Km^2 / s^2)$	$\frac{1}{Radio} (1/km)$
Mercurio				
Venus				
Tierra				
Marte				
Júpiter				
Saturno				
Urano				
Neptuno				

3. ¿Qué representa la pendiente de esta recta?
4. Calcule el valor de la constante **k**, utilizando el valor de la pendiente.
5. Compare el valor obtenido en el paso anterior, con el obtenido experimentalmente. Recuerde utilizar las mismas unidades de medida.

ACTIVIDAD: “Los satélites y Júpiter”

Objetivo.

Encontrar la relación entre la velocidad de rotación de los satélites y su distancia a Júpiter.

Introducción:

Júpiter, el quinto y el más grande de los planetas del sistema solar, con una masa de $1,9 \times 10^{27}$ (Kg), posee (son mas de 60, hay que verificar este dato) satélites que giran en torno a él, los cuatro mayores satélites fueron descubiertos por Galileo Galilei en el año 1610, estos son Io, Europa, Ganímedes y Calixto. Actualmente, orbita un satélite con el nombre de Galilei en torno a Júpiter. Este planeta es el segundo más brillante del cielo después de Venus y forma parte de los denominados planetas exteriores o gaseosos. Todos los satélites que orbitan en torno a Júpiter difieren en distancia, velocidad e inclinación.

Reflexiona: ¿Qué sucede con la velocidad de rotación del satélite a medida que su distancia a Júpiter aumenta? ¿Sucederá lo mismo que entre los planetas y el sol?

Desarrollo.

I Parte.

1. De los datos entregados en la siguiente tabla, transforme las unidades de medida del periodo de revolución a segundos.

Satélite	Periodo de revolución (días)	Radio de órbita (Km)	Periodo de revolución (s)
<i>Ío</i>	1,769	421.800	
<i>Europa</i>	3,551	671.100	
<i>Ganímedes</i>	7,155	1.070.400	
<i>Calisto</i>	16,690	1.882.700	
<i>Metis</i>	0,295	128.000	
<i>Adrastea</i>	0,298	129.000	
<i>Temisto</i>	130,020	7.284.000	
<i>Leda</i>	240,920	11.165.000	

2. Una vez transformadas las unidades, calcule el valor de la velocidad, mediante la expresión dada por definición. Complete la tabla y exprese su resultado en (Km/s)

Satélite	Periodo de revolución (s)	Radio de órbita (Km)	Velocidad de rotación (Km/s)
<i>Ío</i>		421.800	
<i>Europa</i>		671.100	
<i>Ganímedes</i>		1.070.400	
<i>Calisto</i>		1.882.700	
<i>Metis</i>		128.000	
<i>Adrastea</i>		129.000	
<i>Temisto</i>		7.284.000	
<i>Leda</i>		11.165.000	

3. Utilizando algún programa computacional, realiza un gráfico de la velocidad versus el radio orbital.

4. Observando el gráfico, ¿Qué sucede con la velocidad a medida que aumenta el radio?

II. Parte.

Objetivo.

Encontrar la relación funcional entre la velocidad y el radio, además calcular el valor de la constante a partir de esta expresión.

1. Con la ayuda de tu profesor y utilizando la 3° ley de Kepler, encuentra una relación directa entre la variable velocidad y el radio.
2. De acuerdo a la relación encontrada, rectifique la curva obtenida utilizando el cuadrado de la velocidad y el inverso multiplicativo del radio orbital. Ubique los datos en la tabla adjunta y luego grafique. Encuentre un ajuste adecuado a la curva obtenida y anote el valor de la pendiente.

Satélite	Velocidad (Km/s)	Radio de orbita (Km)	(Velocidad)² (Km² / s²)	$\frac{1}{\text{Radio}}$ (1/km)
<i>Ío</i>				
<i>Europa</i>				
<i>Ganímedes</i>				
<i>Calisto</i>				
<i>Metis</i>				
<i>Adrastea</i>				
<i>Temisto</i>				
<i>Leda</i>				

3. ¿Qué representa la pendiente de esta recta?
4. Calcule el valor de la constante k , utilizando el valor de la pendiente.
5. Compare el valor obtenido en el paso anterior, con el obtenido experimentalmente. Recuerde utilizar las mismas unidades de medida.

Indicaciones al docente: Los Planetas y el Sol, Los satélites y Júpiter

Nivel:

III medio.

Contenidos mínimos.

Aplicación de las leyes de Kepler para hacer predicciones sobre la dinámica de pequeñas y grandes estructuras cósmicas (planetas, galaxias, etc.)

Conocimiento integrado.

Aplicación de los principios de Newton para explicar la acción de fuerzas que suelen operar sobre un objeto en situaciones de la vida diaria.

Conocimiento base.

Objetivos fundamentales.

Los alumnos y las alumnas serán capaces de:

- ✓ Organizar e interpretar datos, y formular explicaciones, apoyándose en las teorías y conceptos científicos en estudio

Contenidos previos.

- ✓ Equivalencia entre unidades de medida
- ✓ Velocidad

Guías sugeridas.

Guía 1. Leyes de Kepler

Guía 2. Tercera ley de Kepler

Descripción.

Esta actividad pretende que el estudiante logre en una primera instancia realizar cambios de unidades, para posteriormente calcular la velocidad de rotación de los planetas. A partir del grafico se espera que con la ayuda del profesor pueda llegar a una expresión matemática que relacione el radio con la velocidad.

Desarrollo.

Para comenzar la actividad, el profesor les indicará que el principal objetivo de la clase será encontrar una expresión que me indique como varia el radio orbital de un planeta en función de su velocidad, para ello plantea la siguiente pregunta. ¿Qué sucede con la velocidad de rotación de los planetas a medida que la distancia al Sol aumenta?

Luego de que los alumnos discutan sus respuestas, el primer paso para poder comprobar los que sucede será que transformen las unidades de medida de los datos entregados en la tabla, recordar la importancia de trabajar en un mismo sistema.

Recordemos que:

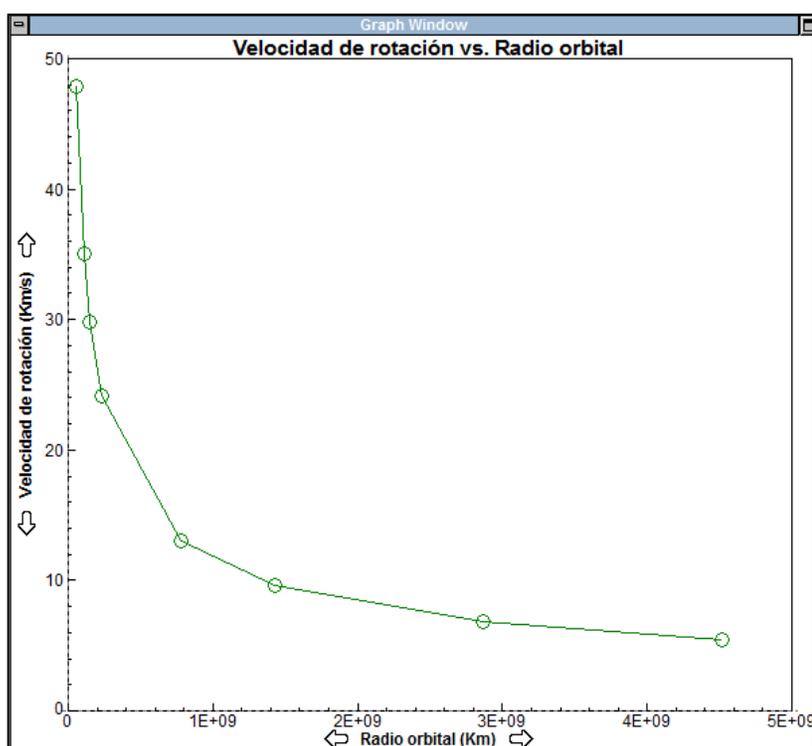
1 año = 31.536.000 (s)

1 u.a = 150.000.000 (Km)

Una vez finalizado el cambio de unidades se debe determinar el valor de la velocidad, con los datos existentes en la tabla 2 , utilizando la expresión:

$$V = \frac{2\pi r}{T}$$

Cuando la tabla 2 se encuentre completa tomaran los datos de la velocidad y del radio orbital, y los graficaran, obteniendo un grafico de esta forma:



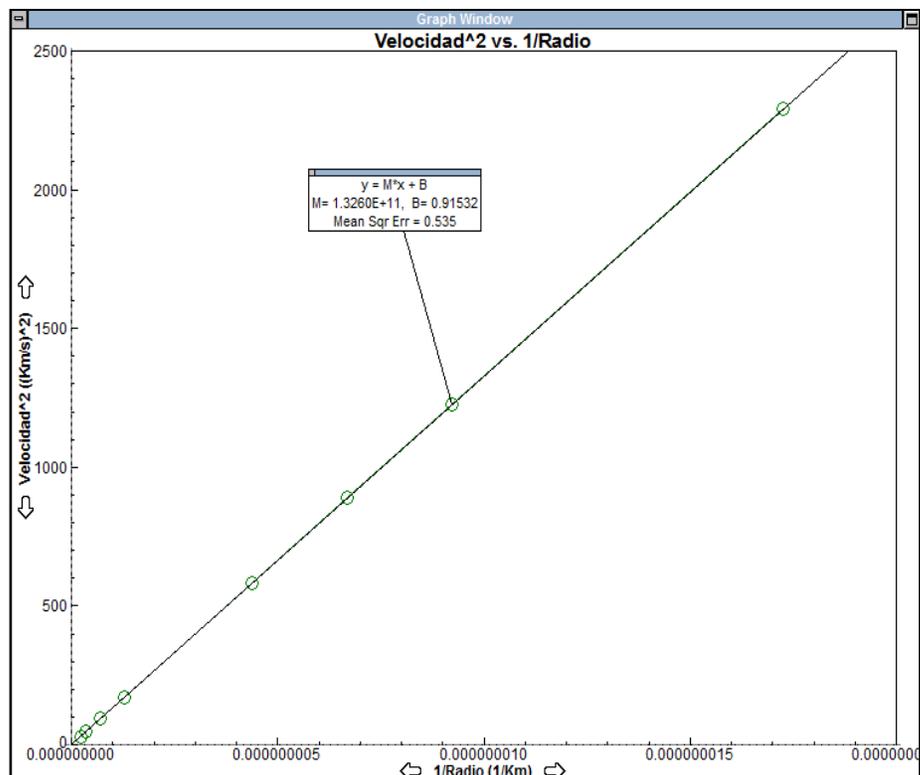
Observando el grafico realizado el alumno será capaz de responder la pregunta inicial. Como es evidente a medida que el radio aumenta, la velocidad de los planetas disminuye. Ya hemos cumplido con el primer objetivo de la actividad ahora solo nos queda encontrar la relación funcional.

Para encontrar la relación funcional, el profesor, tomando la guía 2 debe desarrollar la expresión de la tercera ley de Kepler reemplazando en la expresión para la velocidad, para finalmente obtener la expresión:

$$V^2 = \frac{4 \cdot \pi^2}{k} \cdot \frac{1}{R}$$

La cual nos indica que el cuadrado de la velocidad es directamente proporcional con el inverso del radio. Entonces para poder realizar la rectificación se deben aplicar esas operaciones a las magnitudes.

En la tabla 3 el alumno/a debe completar con el cuadrado de la velocidad y con el inverso del radio. Para luego poder graficar y obtener una grafico de la forma:



Como actividad adicional, se anota el valor de la pendiente y se comprueba con los determinándola con los datos ya obtenidos.

Recuerde que:

$$v^2 = \frac{4 \cdot \pi^2}{k} \frac{1}{R}$$


Nota: La actividad Los satélites y Júpiter, aplica el mismo desarrollo que la actividad Los planetas y el Sol.

ACTIVIDAD: “Fuerza centrípeta y velocidad”.

Objetivo

Mostrar la relación entre la fuerza centrípeta y la velocidad de rotación en un movimiento circular en que mantenemos el radio constante.

Introducción.

En un movimiento circular se tiene que la fuerza centrípeta viene dada por la expresión:

$$F_c = \frac{m}{r} v^2,$$

Donde **m** es la masa del cuerpo en rotación **r** es el radio de la circunferencia y **v** es la rapidez sobre la circunferencia. Si la masa del cuerpo se mantiene constante, así como el radio, entonces

$$F_c = cte \cdot v^2,$$

es decir, a medida que aumenta la fuerza centrípeta debe aumentar el cuadrado de la velocidad. En la experiencia que viene a continuación la fuerza centrípeta viene dada por el peso de las arandelas sujetas a la cuerda que mantiene rotando al tapón de masa constante m_T .

Desarrollo.

Materiales

- ✓ Tapón de goma
- ✓ Tubo de plástico
- ✓ Clip
- ✓ Balanza.
- ✓ Cronómetro
- ✓ 20 arandelas (golillas)
- ✓ Cuerda delgada

I. parte.

1. Mida la masa del tapón, a la cual llamaremos m_T y de una arandela la que será denominada m_a . Ambas medidas exprésalas en kilogramo.
2. En un extremo de la cuerda ate el tapón, mientras que en el otro extremo coloque el clip en donde irán las arandelas. Pase la cuerda por el interior del tubo, como se muestra en la Figura 1

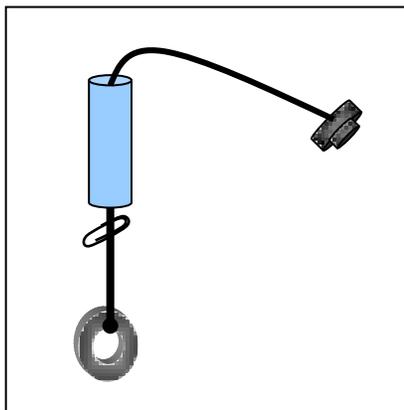


Figura 1. Montaje de actividad “Fuerza centrípeta y velocidad”

3. Fijar el radio de revolución del tapón R entre 0,4 y 0,8 m, fijando el clip debajo de la parte inferior del tubo. Registre la distancia entre la parte superior del tubo y el tapón.
4. Coloque 8 arandelas en el extremo inferior libre de la cuerda.
5. Tomando el tubo haga girar el tapón en el plano horizontal, manteniendo el clip suspendido bajo la parte inferior del tubo, de modo que el radio R sea constante, como se muestra en la figura 2.

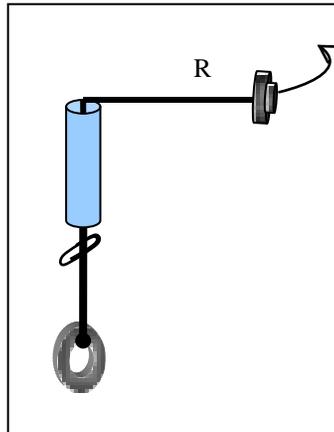


Figura 2. Rotación de montaje de la actividad “Fuerza centrípeta y velocidad”

6. Aumente la cantidad de arandelas y observe que sucede con la velocidad del tapón. ¿aumenta o disminuye? Redacte una explicación para lo observado.
7. Una vez que el tapón se mueva en una órbita constante, registre el tiempo en segundos que demora en dar 10 vueltas.
8. Aumente el número de arandelas, en dos conservando el mismo radio y registre el tiempo empleado en dar 10 vueltas. Repita este paso para por lo menos 5 valores de masas distintas.

Tabla 1. Actividad “Fuerza centrípeta y velocidad”

Número de arandelas	8	10	12	14	16
Masas de las arandelas (Kg)					
Peso de las arandelas.(N)					
Tiempo en dar 10 vueltas (s)					
Periodo de revolución (s)					
Velocidad del tapón $\left[\frac{m}{s} \right]$					

Análisis.

1. Utilice los conceptos previos para convertir el periodo del movimiento en la velocidad lineal del tapón.
2. Grafique la velocidad del tapón versus el peso en Newton de las arandelas.
3. De acuerdo al gráfico. ¿Que podría decir que sucede con la velocidad del cuerpo a medida que aumenta el peso?, ¿se comprueba lo que respondió en 6. Redacte una conclusión.
4. Dos planetas están orbitando en torno al Sol con distintas velocidades. ¿Qué podemos deducir con respecto a la fuerza centrípeta del planeta que gira más rápido?

Actividad adicional.

1. Grafique nuevamente los datos usando v^2 versus m_a . Calcule la pendiente del gráfico. Recuerde utilizar correctamente las unidades.

2. Utilizando la expresión para determinar la fuerza centrípeta, indique que significado tiene la pendiente de la recta.
3. Con los datos obtenidos, compruebe el valor encontrado para la pendiente de la recta.

Indicaciones al docente. Fuerza centrípeta y Velocidad

Nivel:

II. medio

Contenidos mínimos.

Aplicación de las leyes de Kepler y de la ley de gravitación universal de Newton para explicar y hacer predicciones sobre la dinámica de pequeñas y grandes estructuras cósmicas (planetas, galaxias, etc.)

Conocimiento integrado.

Aplicación de los principios de Newton para explicar la acción de fuerzas que suelen operar sobre un objeto en situaciones de la vida diaria.

Conocimiento base.

Objetivos fundamentales.

Los alumnos y las alumnas serán capaces de:

- ✓ Organizar e interpretar datos, y formular explicaciones, apoyándose en las teorías y conceptos científicos de estudio.

✓ Aplicar a la traslación de los planetas en su órbita en torno al sol los parámetros dinámicos del movimiento circular uniforme.

Contenidos previos.

✓ Fuerza peso
✓ Fuerza centrípeta
Velocidad lineal.

Guías sugeridas.

Guía 1. Leyes de Kepler.
Guía 3. Gravitación universal
Guía 4. Movimiento circunferencial

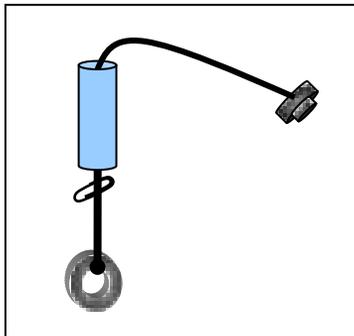
Descripción.

Esta actividad pretende que los alumnos/as identifiquen que sucede en la dinámica del movimiento circunferencial. Para esto se dispondrá de un dispositivo en que se podrá observar la relación que existe entre la fuerza centrípeta y la velocidad de rotación de un cuerpo.

El profesor, utilizando la expresión de la fuerza centrípeta puede mencionar que a medida que la velocidad aumenta, la fuerza centrípeta necesariamente debe aumentar, como lo indica el que deba agregar más unidades de masa y, por lo tanto mayor peso para mantener el radio constante.

Desarrollo.

El alumno/a deberá construir el sistema formado por el tubo de plástico, la cuerda, el tapón, el clip y contar con al menos 20 arandelas. (Ver figura)



Luego se debe masar el Tapón, las arandelas y fijar un radio constante de rotación del tapón, el cual será fijado ubicando un clip en parte inferior del tubo.

El alumno/a comenzará a hacer rotar el tapón, manteniendo el radio constante. Posteriormente se aumentará la cantidad de arandelas y se volverá a hacer girar el tapón.

El profesor/a debe preguntar a sus alumnos/as:

¿Qué sucede con la velocidad del tapón a medida que aumentamos la cantidad de arandelas?

Posterior a que los alumnos/as indiquen sus respuestas el profesor debe mencionar que el peso de las arandelas corresponde al valor de la fuerza centrípeta, por lo que, utilizando la expresión de la fuerza centrípeta,

$$F_c = \frac{m}{r}v^2,$$

Como la masa del tapón y el radio son constantes, a medida que la velocidad aumenta, la fuerza centrípeta necesariamente debe aumentar, como lo indica el que deba agregar más unidades de masa y, por lo tanto mayor peso para mantener el radio constante.

Una vez que se ha explicado el fenómeno, el alumno/a repite el procedimiento, pero esta vez va a registrando el valor de la masa de las arandelas, expresándolo como fuerza peso en Newton y el tiempo en que demora el tapón en realizar 10 vueltas, para poder mediante la expresión:

$$P = \frac{T}{10},$$

Determinar el período de revolución, y así poder obtener la velocidad lineal del tapón utilizando la expresión.

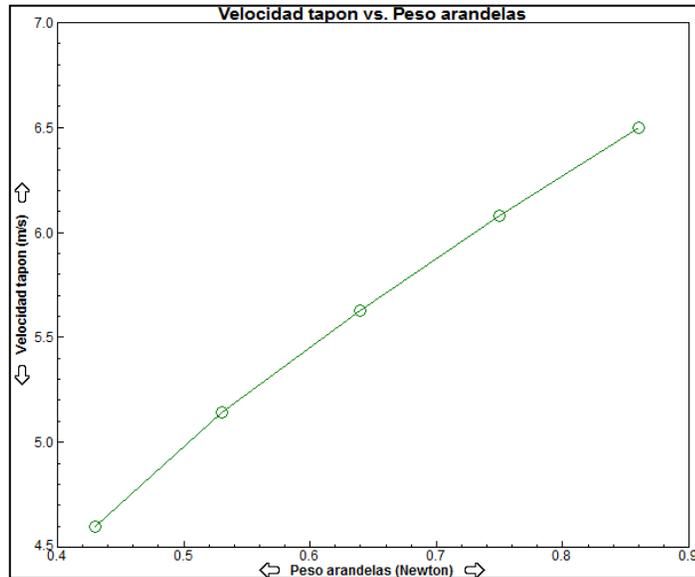
$$v = \frac{2\pi R}{T}$$

Con los datos obtenidos, completará la siguiente tabla*.

Número de arandelas	8	10	12	14	16
Masas de las arandelas (g)	43.2	53.9	64.7	75.5	86.3
Peso de las arandelas. (N)	0.43	0.53	0.64	0.75	0.86
Tiempo en dar 10 vueltas (s)	8.51	7.58	6.92	6.4	6.0
Periodo de revolución (s)	0.85	0.75	0.69	0.64	0.6
Velocidad del tapón $\left[\frac{m}{s}\right]$	21.16	26.41	31.7	37.0	42.3

* Dark matter teacher guide, pag 20

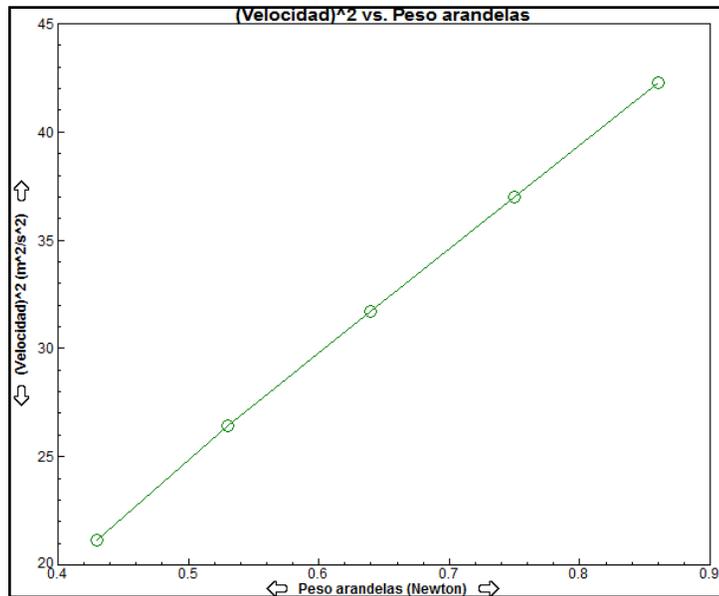
Una vez completa la tabla los alumnos/as graficaran (utilizando algún programa computacional) la velocidad versus el peso de las arandelas. Ver figura.



En el cual los estudiantes pueden apreciar directamente que a medida que el peso de las arandelas (fuerza centrípeta) aumenta, también lo hace la velocidad del tapón.

Para finalizar la actividad el profesor indica a los alumnos/as que esta misma situación se presenta en la interacción de cuerpos celestes, como por ejemplo entre la Tierra y el Sol, suponiendo que la distancia entre ellos es constante, a mayor fuerza centrípeta, mayor será la velocidad de rotación de estos.

Como en una segunda instancia se les puede pedir a los alumnos que rectifiquen la curva anterior realizando el gráfico de el cuadrado de la velocidad versus el peso de las arandelas (ver figura)



Y de este obtener la pendiente que corresponderá al cuociente entre la masa del tapón y el radio, lo cual pueden comprobar ya que realizaron la medición de ambas magnitudes.

$$F_c = \left(\frac{m}{r} \right) v^2$$

Pendiente

ACTIVIDAD: “Velocidad de escape”.

Objetivo:

Determinar la velocidad de escape de los planetas del sistema solar.

Introducción:

Si lanzamos un objeto hacia arriba en algún momento tendrá que bajar, ya que como sabemos actúa sobre él la fuerza de gravedad. Pero esta fuerza también depende de la distancia, si la distancia entre los objetos es mayor, el efecto de esta será menor, por lo que si lanzamos lo suficientemente rápido un objeto este podría alcanzar una mayor altura y el efecto de la fuerza de gravedad sería menor. Pero existe una velocidad límite llamada velocidad de escape más allá de la cual los objetos no vuelven a caer. La velocidad de escape es característica de cada cuerpo de donde es lanzado el objeto, y depende de su masa y tamaño.

Si la velocidad de escape de un cuerpo es igual a la velocidad de la luz entonces este cuerpo no podría ser visto en el espacio, ya que su luz no podría escapar. Un cuerpo con esta característica fue imaginado por el matemático francés Laplace. Si bien en la teoría de Newton no existen agujeros negros, este cálculo basado en la dinámica newtoniana nos da una idea del radio de un agujero negro, más precisamente de lo que se conoce como el horizonte de eventos de un agujero negro, y que corresponde a la región desde la cual nada puede escapar a la atracción gravitacional, incluidos los rayos de luz.

Desarrollo.

1. Mediante la expresión para determinar la velocidad de escape de un cuerpo, calcula la velocidad de escape de los siguientes planetas.
2. Una vez obtenido los valores de las velocidades, exprésalas en $[Km/hr]$ y compárala con la velocidad de:
 - a. Un avión
 - b. Máxima velocidad de un auto
 - c. Persona caminando

Cuerpo celeste	Masa (Kg)	Radio (Km)	Velocidad de escape (km/s)	Velocidad de escape (Km/hr)
<i>Sol</i>	$1,98 \times 10^{30}$	696.000		
<i>Mercurio</i>	$3,28 \times 10^{23}$	2.440		
<i>Venus</i>	$4,87 \times 10^{24}$	6.052		
<i>Tierra</i>	$5,97 \times 10^{24}$	6.378		
<i>Luna</i>	$7,34 \times 10^{22}$	1.738		
<i>Marte</i>	$6,38 \times 10^{23}$	3.393		
<i>Júpiter</i>	$1,89 \times 10^{27}$	711.000		

Responde las siguientes preguntas.

1. ¿Qué masa debería tener nuestro planeta, para que manteniendo el mismo radio (tamaño) los objetos de su superficie necesitaran la misma velocidad de escape que si estuvieran en la superficie del Sol?

2. Conservando la masa de la Tierra ¿Qué radio debería tener un agujero negro, cuya masa fuera equivalente a la de la Tierra?
3. ¿Qué radio debería tener el Sol para que su velocidad de escape fuese la velocidad de la luz?
4. Conservando la masa de la Luna, ¿Qué radio debería tener un agujero negro, cuya masa fuera equivalente a la masa de la Luna?
5. Si conservamos tu masa ¿Qué tamaño debería tener un agujero negro, que tuviera tu masa?

Indicaciones al docente. Velocidad de escape

Nivel:

II medio.

Contenidos mínimos.

Aplicación de las leyes de Kepler y de la ley de gravitación universal de Newton para explicar y hacer predicciones sobre la dinámica de pequeñas y grandes estructuras cósmicas (planetas, galaxias, etc.)

Conocimiento integrado.

Aplicación de las leyes de conservación de la energía mecánica para explicar diversos fenómenos y aplicaciones prácticas.

Conocimiento base.

Objetivos fundamentales.

Los alumnos y alumnas serán capaces de:

- ✓ Analizar el movimiento de los cuerpos a partir de las leyes de la mecánica clásica y de las relaciones matemáticas que los describen.

Contenidos previos.

- ✓ Velocidad
- ✓ Fuerza de atracción
- ✓ Constante de gravitación universal.

Guías sugeridas.

Guía 8. Agujeros negros

Descripción.

El principal objetivo de esta actividad es que el estudiante logre conocer y aplicar la expresión para calcular la velocidad de escape de diversos planetas. Además de comprender el concepto de velocidad de escape.

Esta actividad puede desarrollarse en segundo año medio, ya que involucra conceptos de energía cinética, potencial y de gravitación universal.

El estudiante una vez demostrada la expresión para la velocidad de escape, la calculará para diferentes planetas

Desarrollo.

Para comenzar la actividad, el docente debe preguntar a los alumnos que se entiende por velocidad de escape. Una vez que los alumnos/as expongan sus respuestas, el profesor/a debe confirmar que la velocidad de escape es la mínima velocidad que debe adquirir un objeto para escapar de la acción de la fuerza de un cuerpo. Se debe realizar hincapié en que la velocidad de escape no depende del objeto lanzado, si no que del cuerpo en donde se encuentra. La velocidad de escape depende de la masa y del radio del cuerpo y esta

dado por la expresión:

$$v_{\text{escape}} = \sqrt{\frac{2GM}{R}}$$

Con los datos entregados en la tabla, el alumno debe aplicar la fórmula y determinar el valor de la velocidad de escape de cada planeta, compararla con velocidades cotidianas como la velocidad de un avión comercial (800 Km/hr), velocidad media de una persona caminando (5 Km/hr), velocidad máxima alcanzada por un auto 413 (Km/hr).

Para finalizar la actividad los alumnos deben responder preguntas que implican despejar variables de la expresión de la velocidad de escape.

ACTIVIDAD. “Radio de Schwarzschild”.

Objetivo:

Determinar el radio de Schwarzschild de diferentes objetos, y encontrar una relación de este con la densidad del objeto.

Introducción:

Para que un objeto pueda escapar a los efectos gravitacionales de un cuerpo necesita alcanzar una cierta velocidad, esta velocidad límite es llamada **velocidad de escape**. La velocidad de escape depende de la masa del objeto y de su tamaño, mientras mas compacto sea la velocidad de escape será mayor. Si a un cuerpo de cierta masa quisiéramos comprimirlo tanto que su velocidad de escape fuese igual a la velocidad de luz, el radio que este cuerpo alcanzaría se llama **radio de Schwarzschild**. En otras palabras el radio de Schwarzschild es para una masa dada cuanto tiene que contraerse un cuerpo para que su velocidad de escape sea igual a la velocidad de la luz.

Desarrollo.

1. Para cada uno de los objetos que se encuentran en la tabla, calcula radio de Schwarzschild. Y anota su valor en la columna correspondiente.
2. Realiza el cociente entre el radio de Schwarzschild y el radio propio del objeto, anota su valor en la columna correspondiente.
3. Calcula para cada cuerpo, la densidad y la velocidad de escape.

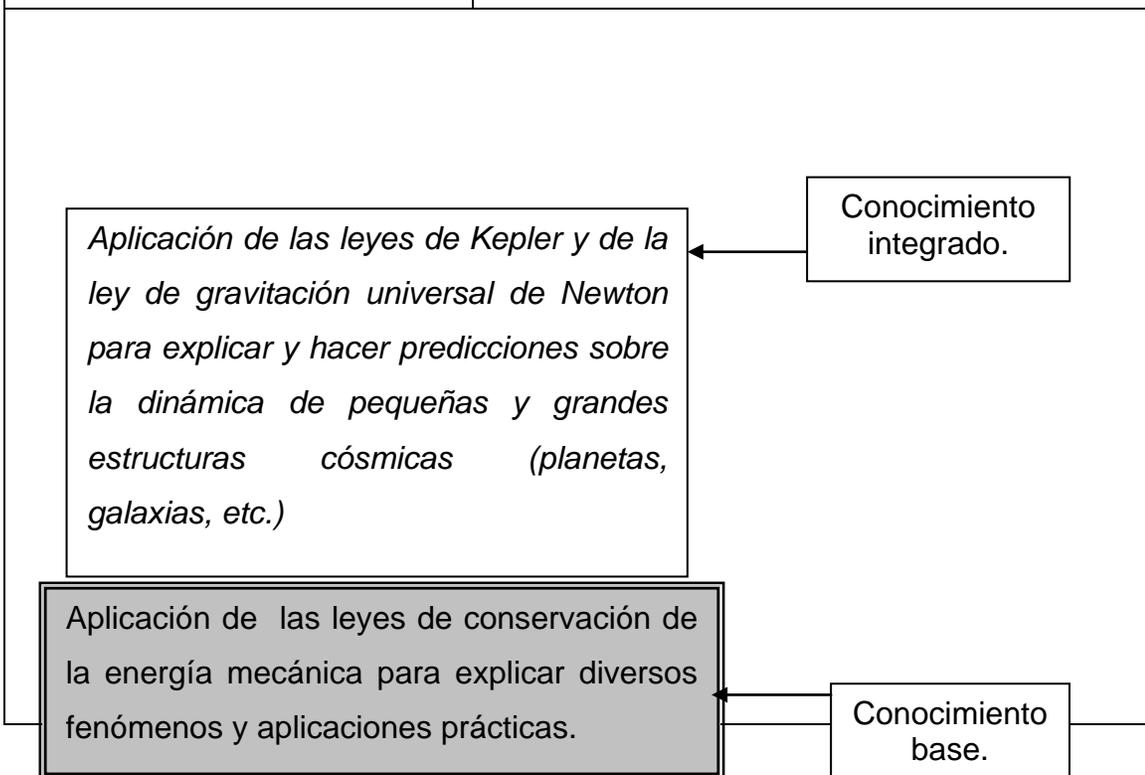
Objeto	Masa (Kg)	Radio (m)	R_s (m)	R_s / R	ρ	v_{escape}
Núcleo atómico	10^{-26}	10^{-15}				
Átomo	10^{-26}	10^{-10}				
Tierra	6×10^{24}	6×10^6				
Enana Blanca	2×10^{30}	10^7				
Estrella de neutrones	2×10^{30}	10^4				
Sol	2×10^{30}	7×10^8				
Galaxia	10^{41}	10^{21}				

4. ¿Qué significa el radio de Schwarzschild en cada uno de los objetos?
5. ¿Qué significado tiene el valor del cociente R_s / R ? ¿qué sucede si su valor es cercano a cero? ¿qué sucede si su valor es cercano a uno?
6. Compara el valor entre la densidad y el del radio de Schwarzschild. ¿qué sucede si la densidad del cuerpo es mayor?
7. Compara el valor entre la velocidad de escape y la densidad. ¿de que manera se relacionan la velocidad de escape con la densidad del cuerpo?

Indicaciones al docente. Radio de Schwarzschild

Nivel:
III medio

Contenidos mínimos.



Objetivos fundamentales.

Los alumnos y alumnas serán capaces de:

- ✓ Analizar el movimiento de los cuerpos a partir de las leyes de la mecánica clásica y de las relaciones matemáticas que los describen.

Contenidos previos.

- ✓ Energía potencia
- ✓ Energía cinética
- ✓ Velocidad de escape
- ✓ Densidad.

Guías sugeridas.

Guía 8. Agujeros negros

Descripción.

En esta actividad el alumno aplica la expresión para determinar el radio de Schwarzschild e interpreta su significado y lo relaciona con la densidad de los cuerpos.

Desarrollo.

Para comenzar la actividad el profesor repasa con los alumnos el concepto de velocidad de escape y pregunta a los alumnos

Qué sucedería si la velocidad de escape de un cuerpo fuera mayor que la velocidad de la luz, ¿Podría la luz escapar de ella? ¿Qué características debería tener un cuerpo para que su velocidad de escape fuera mayor que la velocidad de la luz?

Una vez que los alumnos/as expongan sus respuestas el profesor debe aclarar que si la velocidad de escape fuera mayor que la velocidad de la luz,

entonces la luz no podría escapar de ese cuerpo. Y que para que suceda esto, el cuerpo debe tener una gran masa contenida en un pequeño volumen, es decir tener una gran densidad.

Con los datos obtenidos de la tabla, los estudiantes deben determinar el valor del radio de Schwarzschild, el cociente entre el radio de Schwarzschild y el radio, la velocidad de escape y la densidad, con el fin de comparar que relación existe entre ellos.

Recordemos que la densidad de un cuerpo se determina por la razón entre la masa y el volumen.

$$\rho = \frac{m}{V}$$

El radio de Schwarzschild se determina según la expresión:

$$R_s = \frac{2mG}{c^2}$$

El cociente entre el radio de Schwarzschild y el radio del cuerpo representa que tanto tendría que comprimirse el cuerpo para ser un agujero negro. Si el valor es muy cercano a uno, esto quiere decir que ambos radios son muy similares y que ese cuerpo próximamente se convertirá en un agujero negro.

Una vez finalizada la tabla, los alumnos deben realizar una comparación entre la velocidad de escape del cuerpo y su densidad, encontrando estas magnitudes son directamente proporcionales.

ACTIVIDAD: “Materia oscura”.

Objetivo:

Identificar la presencia de materia oscura mediante su efecto gravitacional

Introducción:

Los astrónomos han analizado las estrellas en la galaxia UGC 11748, y han encontrado que la mayoría de ellas orbitan en un radio no mayor a $1,64 \times 10^{20} (m)$ el cual encierra una masa de $1,54 \times 10^{41} (Kg)$ de la galaxia. Ellos esperan que las estrellas que tienen un radio de orbita mayor, es decir que se encuentran fuera de esta orbita, orbiten de la misma manera que lo hacen los planetas en torno al sol. Por lo tanto en esta actividad analizaremos el movimiento de las estrellas en una region externa de la galaxia UGC.

Desarrollo.

La siguiente tabla nos entrega los valores de los radios y las velocidades medidas de las estrellas que se encuentran fuera de la galaxia UGC.

Radio orbital de la estrella ($\times 10^{20} m$)	Velocidad medida ($\times 10^5 m/s$)	Velocidad calculada ($\times 10^5 m/s$)	Masa gravitacional ($\times 10^{41} kg$)	Masa que falta (%)
1,85	2,47	2,36	1,69	1,88
2,75	2,40			
3,18	2,37			
4,26	2,25			
6,48	2,47			

1. Utilizando los valores de la tabla, realiza un gráfico de la velocidad medida versus el radio orbital de la estrella. Llama a este gráfico “**velocidad medida**”
2. Para cada radio orbital calcula la velocidad de la estrella esperada, suponiendo que la única masa que encierra su orbita es la masa de la galaxia $M = 1,54 \times 10^{41}(\text{Kg})$, anota los valores en la columna de “velocidad calculada”. Realiza la demostracion de la expresion matemática que utilizaste para realizar el cálculo de la velocidad
3. Realiza un gráfico de la velocidad calcula versus el radio orbital de la estrella. Llama a este gráfico “**velocidad calculada**”
4. Compara ambos gráficos y discute una posible explicacion para esta diferencia.
5. Utiliza las velocidades calculadas para obtener un la masa de la galaxia contenida dentro de cada radio orbital de las estrellas, anote sus resultados en la columna “masa gravitacional”. Realiza la demostracion de la expresion matemática utilizada para el calculo de la masa.
6. Para cada radio orbital, calula la diferencia entre la masa gravitacional dentro del radio y la masa total de las estrellas $M = 1,54 \times 10^{41}(\text{Kg})$. Representa esta diferencia como el porcentaje de la masa gravitacional dentro de la orbita.
7. ¿ Es correcto decir que “las estrellas que se encuentran dentro del radio orbital de la galaxia, se mueven como lo hacen los planetas en torno al sol”?

Indicaciones al docente. Materia oscura.

Nivel:

III medio.

Contenidos mínimos.

Aplicación de las leyes de Kepler y de la ley de gravitación universal de Newton para explicar y hacer predicciones sobre la dinámica de pequeñas y grandes estructuras cósmicas (planetas, galaxias, etc.)

Conocimiento integrado.



Descripción cualitativa del movimiento circunferencial uniforme en términos de magnitudes características
Identificación de las propiedades básicas de un fluido y aplicación de la ecuación fundamental de la hidrostática en el aire y en distintos líquidos

Conocimiento base.



Objetivos fundamentales.

Los alumnos y las alumnas serán capaces de:

- ✓ Reconocer las limitaciones y la utilidad de modelos y teorías como representaciones científicas de la realidad, que permiten dar respuesta

a diversos fenómenos o situaciones problemas.

- ✓ Reconocer diversas evidencias acerca del origen y evolución del sistema solar.
- ✓ Explicar el movimiento circular uniforme y la rotación de los cuerpos rígidos a partir de las leyes y las relaciones matemáticas elementales que los describen.

Contenidos previos.

- ✓ Velocidad.
- ✓ Fuerza centrípeta
- ✓ Fuerza de gravitación

Guías sugeridas.

Guía 3. Ley de gravitación universal

Guía 4. Movimiento circunferencial uniforme

Guía 6. Materia oscura.

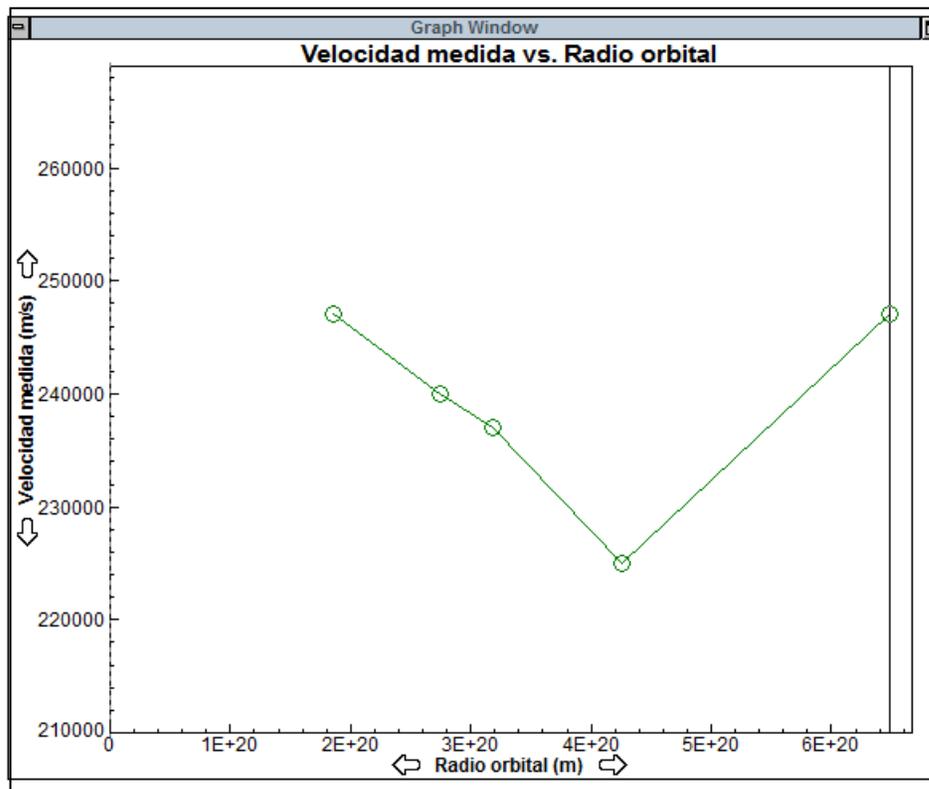
Descripción.

En esta actividad el alumno, a través de datos entregados comprobará la existencia de materia oscura en las proximidades de una galaxia y además reconocerá como los científicos desarrollan sus investigaciones.

Desarrollo.

Para comenzar la actividad, el profesor/a debe comentar la siguiente situación con los alumnos: *“cuando una estrella orbita una galaxia, la órbita que esta describe encierra una cierta masa de la galaxia, si la órbita es mayor, también lo será la cantidad de masa que encierre. Cuando los astrónomos han observado las estrellas esperan que estas se comporten de igual forma como se comportan los planetas con el Sol, es decir, que a medida que se aleja del núcleo de la galaxia su velocidad disminuya, pero han observado que a medida que se alejan del núcleo su velocidad se mantiene casi constante, lo que hace pensar en la existencia de una gran cantidad de masa”*

Como primera parte el alumno/a tomará los datos entregado en la tabla y realizara una grafico de la velocidad medida y el versus el radio orbital, obteniendo:



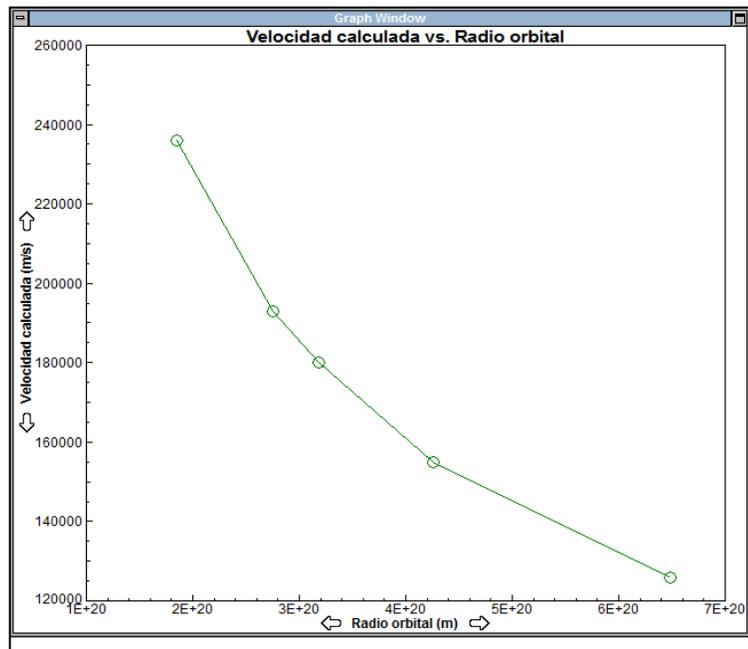
Una vez construido el grafico se debe realizar una interpretación. Este nos indica la variación de velocidad a medida que aumenta el radio y como se puede observar directamente en la tabla y en el grafico, las variaciones de velocidad son mínimas a medida que aumenta el radio. Se debe destacar que el radio se encuentra en un orden de 10^{20} y la velocidad es del orden de 10^5 , por lo que la variación de velocidad es muy pequeña a medida que el radio aumenta en una gran cantidad.

Para continuar la actividad se determina la velocidad calculada, es decir la velocidad suponiendo que no existe mas masa fuera de la galaxia. Para esto se utiliza la masa de la galaxia que es de $1,54 \times 10^{41} (Kg)$. En la guía de materia oscura de desarrolla la expresión para determinar la velocidad.

$$v = \sqrt{G \cdot M_{(R)}} \cdot \frac{1}{\sqrt{R}}$$

El desarrollo de esta expresión debe ser revisado por los estudiantes en conjunto con el profesor/a.

Una vez que los estudiantes calculen la velocidad, y anoten sus resultados en la tabla, realizaran un grafico de la velocidad calculada versus el radio orbital, obteniendo:



Este grafico representa la variación de la velocidad calculada en función del radio, y como se puede observar a media que el radio aumenta también la velocidad disminuye, es decir que los resultados medidos no son igual que los resultados encontrados. Entonces la masa de galaxia no es realmente la que pensábamos.

Para poder dar una explicación a estas diferencias, utilizando la velocidad calculada, se podrá determinar la masa contenida en cada radio orbital. Utiliza la expresión anterior despejando el valor de la masa.

Una vez obtenida la masa gravitacional dentro del radio, se debe realizar una comparación entre la masa obtenida y la masa calculada de la galaxia. Determinando un porcentaje de la diferencia.

Al finalizar el alumno/a comprobará que existe un gran porcentaje de materia que no se había considerado. Como conclusión a esa materia se le denomina materia oscura.

APLICACIÓN: “Enanas blancas”.

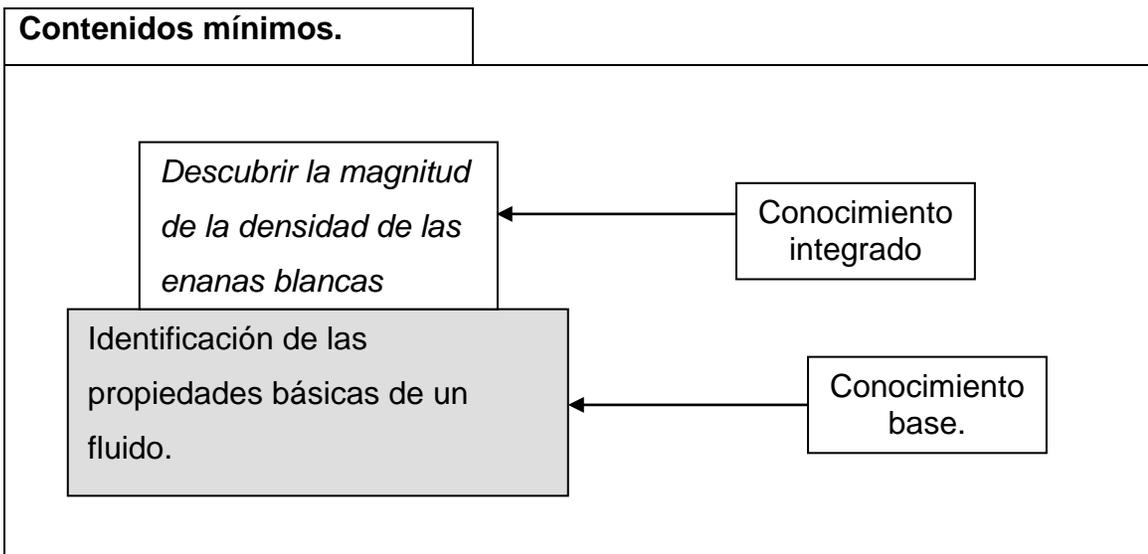
Desarrollo.

De acuerdo a los datos proporcionados en la guía “enanas blancas”:

1. Calcule el valor de la densidad de una enana blanca. Exprese sus resultados en Kg/m^3 y en Kg/cm^3
2. Compare el valor obtenido con las densidades del agua y con la densidad del acero.
3. Una vez obtenida la densidad de la enana blanca, calcula cuanta masa de ella hay en un cubo de arista 1 cm. Comprueba que la equivalencia mostrada en la figura sea cierta.
4. ¿Cuál sería la masa de un cubo de 1 m de arista, si dentro de él hubiese materia del núcleo de una enana blanca?
5. Considerando la densidad del agua. ¿qué masa de agua se puede introducir en un cubo de arista de 1 cm?

Indicaciones al docente. Densidad de enanas blancas.

Nivel:
III medio



Objetivos fundamentales.
Los alumnos y las alumnas serán capaces de: <ul style="list-style-type: none">✓ Entender los Conceptos y leyes físicas que describen el comportamiento de los fluidos tanto en reposo como en movimiento.

Contenidos previos.
<ul style="list-style-type: none">✓ Volumen de una esfera

Guías sugeridas.

Guía 7. Enanas blanca

Descripción.

Esta aplicación tiene como propósito que el estudiante utilice la expresión para calcular densidades y calcule la densidad de una enana blanca, reflexione que este resultado depende del tamaño del cuerpo y de su masa, y analice en qué casos la densidad será mayor o menor.

Es una aplicación que se recomienda desarrollar en el tema de fluidos, cuando se define el concepto de densidad, ya que así el estudiante podrá hacer comparaciones de las magnitudes de densidades.

Desarrollo.

El alumno debe leer la guía “enanas blancas” antes de comenzar la actividad.

Utilizando la información de la guía. *“Una enana blanca que alguna vez tubo el tamaño del Sol tiene una masa de 2×10^{30} Kg y un diámetro aprox. 10.000 Km.”* el estudiante determinará el valor de la densidad de el cuerpo celeste, calculando el valor del volumen de la esfera $V = \frac{4}{3}\pi r^3$ y utilizando la masa.

Luego de obtenida la densidad, con este resultado, el alumno/a compara el valor con el de otras sustancia como el agua, el acero etc.... posteriormente

calcula cuánta masa de enana blanca cabe dentro de un cubo de 1 cm de arista. Para esto determinan el volumen del cubo y lo reemplazan en la expresión despejando el valor de la masa.

Lo esencial de esta actividad es que el alumno/a comprenda el significado de la densidad y que no solo identifique valores de sustancias cotidianas si no que también compare estas con la de cuerpos celeste como lo son las enanas blancas.

ACTIVIDAD: “Midiendo la masa de un agujero negro”.

Objetivo:

Con los datos proporcionados y utilizando la ley de Gravitación Universal y la tercera ley de Kepler, calcular la masa de un agujero negro.

Introducción:

Se ha encontrado evidencia sobre la presencia de un agujero negro en el centro de muchas galaxias y una de ellas es nuestra galaxia, la Vía Láctea. Estas evidencias corresponden a datos proporcionados por estrellas que giran en torno a un “cuerpo” de gran masa ubicado en el centro de la galaxia. Una de las estrellas que se ha estudiado es la estrella S2, a la cual se ha observado durante más de diez años. De acuerdo con los datos entregados es posible medir aproximadamente la masa del agujero negro.

Desarrollo.

Utilizando la información entregada:

1. Con la ayuda de tu profesor encuentra una expresión para calcular la masa del agujero negro en función del periodo y del radio.

Utilizando solo el valor de la medida, sin el error:

2. Exprese el periodo de la orbita en segundos.
3. Exprese el radio de la orbita en metros.
4. Calcule la masa del agujero negro
5. ¿A cuántas masas solares equivale?

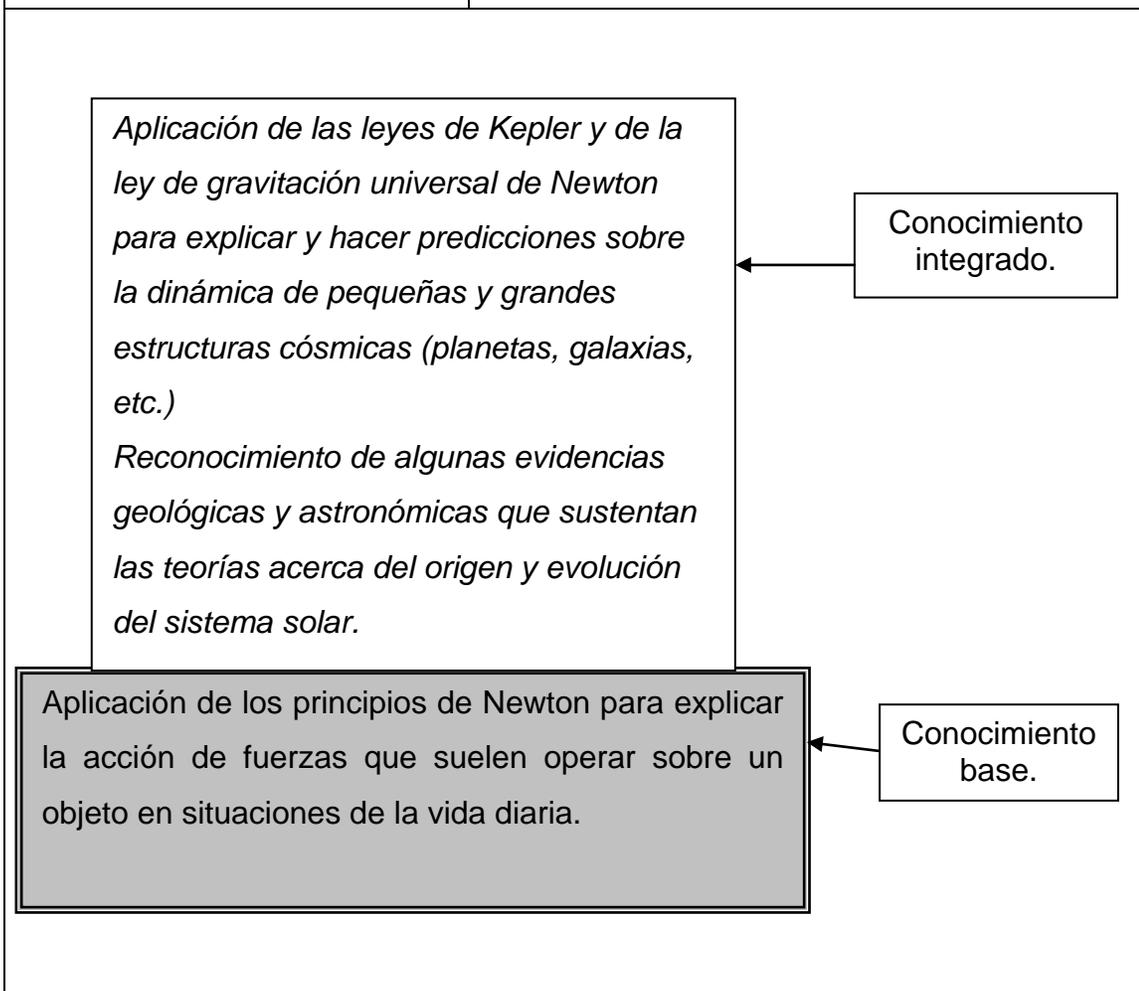
6. Busca en la Web, o en algún texto, la masa aproximada de este agujero negro. ¿a qué se deben las diferencias de valor encontradas?

Estrella	Semieje mayor (u.a.)	Periodo (años)	Menor distancia (u.a.)
S0-2	919 ± 23	$14,53 \pm 0,65$	$122,2 \pm 2,7$

Indicaciones al docente. Midiendo la masa de un agujero negro.

Nivel:
II medio

Contenidos mínimos.



Objetivos fundamentales.

Los alumnos y las alumnas serán capaces de:

- ✓ Reconocer diversas evidencias acerca del origen y evolución del sistema solar.

Contenidos previos.

- ✓ Velocidad.
- ✓ Aceleración centrípeta
- ✓ Fuerza gravitacional.

Guías sugeridas.

Guía 3. Ley de Gravitación Universal
Guía 4. Movimiento circunferencial uniforme.
Guía 9. Masa de agujeros negros.

Descripción.

Esta actividad, mediante la utilización de las leyes de Kepler y de Newton, permite que el estudiante pueda calcular la masa de un agujero negro, específicamente de aquel que se encontraría en el centro de la Vía Láctea. Para ello, se entregan datos relevantes encontrados por astrónomos luego de años de seguimiento, como el periodo y la medida del semieje mayor de una

de las estrellas que orbita a dicho agujero negro.

Para comenzar el profesor en conjunto con los estudiantes debe llegar a la expresión matemática que permitirá encontrar el valor de dicha magnitud. Una vez demostrada la expresión, se deben ordenar los datos de tal forma que se encuentren en las mismas unidades de medida, para finalmente realizar el cálculo de la masa del agujero y compararla con otras magnitudes importantes

Desarrollo.

Al igual que en la aplicación “midiendo la masa del Sol”, en esta actividad se busca medir la masa del un agujero negro. Para esto se utilizan los datos proporcionados por la guía 9 “masa de un agujero negro” y se utiliza la expresión:

$$m_1 = \frac{4\pi^2}{GT^2} b^3$$

El profesor debe destacar que a diferencia de la aplicación “**midiendo la masa del Sol**” no fue posible aproximar la trayectoria elíptica a una circunferencial ya que su excentricidad es muy grande, por esto se utiliza el semieje mayor (**b**) para realizar el cálculo.

Una vez que los alumnos/as conviertan las unidades de medida, pueden proceder a realizar el cálculo de la masa del agujero negro en estudio, la cual deberán comprobar con la información de texto o de la Web.

7. GUÍAS.

Guía 1.

Leyes de Kepler.

Objetivo

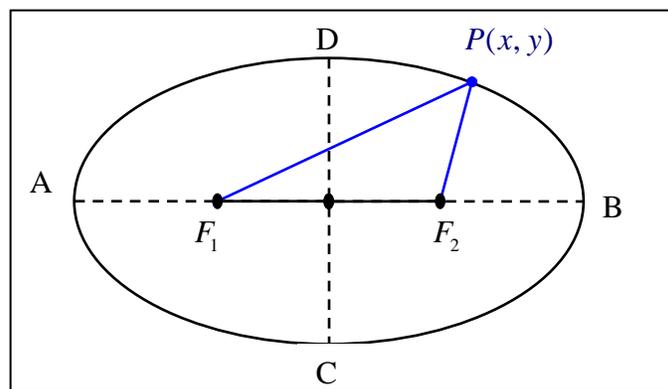
Interpretar las tres leyes que rigen el movimiento planetario, postuladas por el físico Johannes Kepler.
--

Estudiar fenómenos naturales siempre ha sido el fin de la física y uno de estos fenómenos naturales es el movimiento, pero no solo el movimiento de los cuerpos que se encuentran en nuestras proximidades, no que también el estudio del movimiento de cuerpos que se encuentran fuera de la Tierra, en el espacio. El movimiento de estos cuerpos llamados cuerpos celestes, ha sido estudiado desde hace siglos antes de cristo, y no fue hasta aproximadamente el año 1600 que un físico descubrió tres leyes que rigen el movimiento de los planetas y que hasta el día de hoy son aceptadas. Te invito a conocer estas tres leyes que han sido la base para el estudio de la “mecánica celeste”.

Descubrir los secretos de nuestro universo ha sido un desafío desde hace miles de años. Uno de ellos es describir el movimiento de los planetas. Ya desde algunos siglos antes de cristo los griegos intentaban dar una explicación al movimiento de los cuerpos celestes. En el siglo XVI, Nicolás Copérnico propuso un modelo sencillo que explicaba el movimiento de los cuerpos celestes. Este modelo consistía en que el Sol se encontraba en reposo en el centro del sistema y todos los planetas giraban en torno a él, lo que se conoció como Teoría Heliocéntrica. Posteriormente, el astrónomo Tycho Brahe comenzó a realizar mediciones mas precisas sobre los movimientos de los

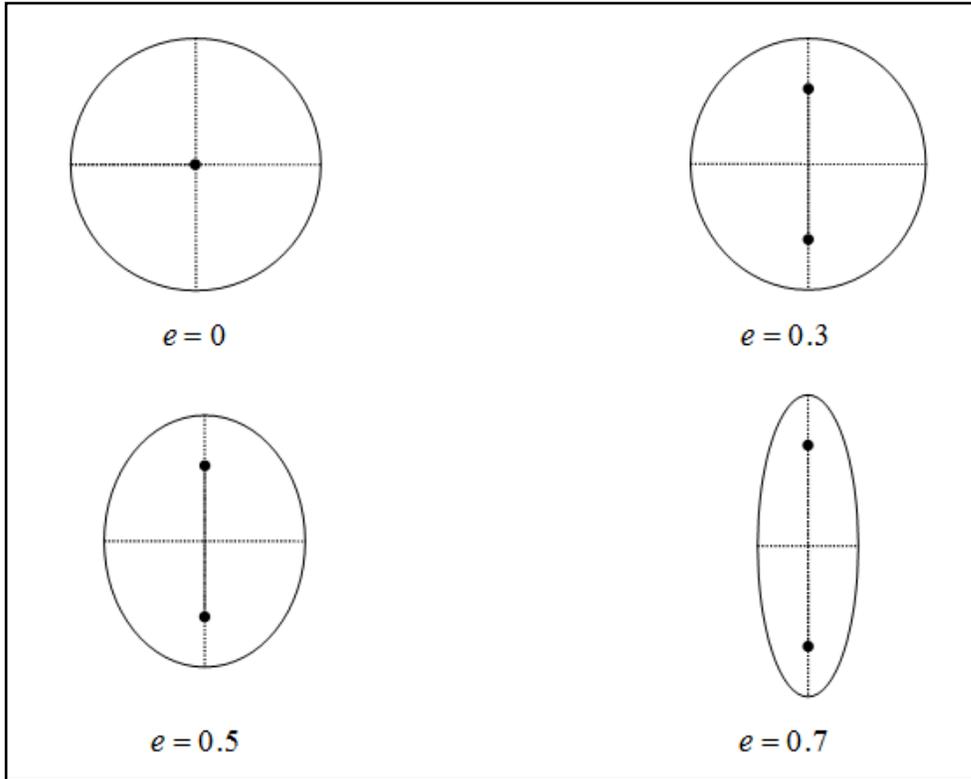
cuerpos celestes, trabajo que concluyó el astrónomo Johannes Kepler, formulando con éxito sus tres leyes que rigen el movimiento de los planetas.

La primera ley establece que los planetas sí se mueven alrededor del Sol, pero a diferencia de lo que pensaba Copérnico, lo realizaban siguiendo una trayectoria elíptica, como se muestra en la figura.



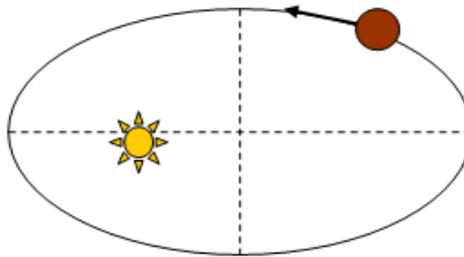
En una elipse se distinguen dos puntos F_1 y F_2 , los cuales corresponden a los focos, es decir, dos puntos respecto de los cuales la suma de la distancia a cualquier otro punto $P(x, y)$ de la elipse es constante. El trazo \overline{AB} es llamado eje mayor y el trazo \overline{CD} es el eje menor. El punto de intersección de estos dos segmentos es el centro de la elipse.

En una elipse si su forma es más alargada o más circular, depende de una característica de ella llamada *excentricidad*, denominada con la letra e , cuyo valor se encuentra entre cero y uno. Si el valor de la excentricidad es cero, la elipse se convierte en una circunferencia, en cambio si la excentricidad es cercana a uno, la elipse será más alargada, como se muestra en la figura.

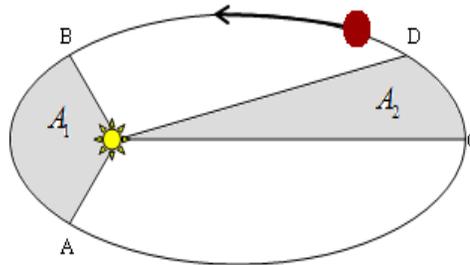


La primera Ley...

Kepler enuncia en su primera ley, que los planetas siguen una trayectoria elíptica en torno al Sol, el que se encuentra ubicado en uno de los focos de la elipse, como se muestra en la figura.



En la segunda ley, Kepler se interesa por la velocidad de los planetas, comprobando que estos se mueven con una mayor rapidez cuando están más cercanos al Sol y con menor rapidez cuando se encuentran más alejados del Sol.

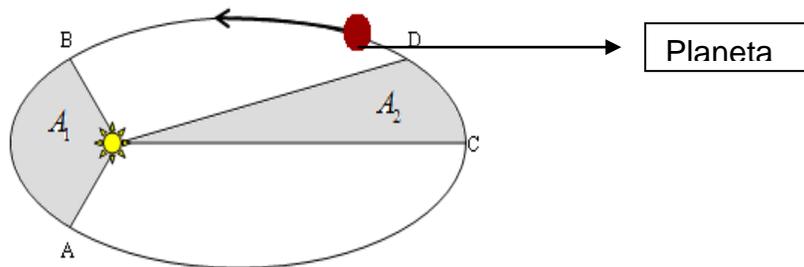


Por ejemplo, el planeta que gira entorno al Sol de la figura, desarrolla una mayor velocidad entre A y B que entre C y D. Cuando el planeta que se mueve desde A hasta B la recta que une al planeta con el Sol (radio focal) describe el área A_1 , mientras que si se mueve desde C hasta D, la recta describe el área A_2 .

Kepler comprobó que si el tiempo que tarda en ir desde A hasta B fuera igual al tiempo que tarda en ir desde C a D, entonces las áreas A_1 y A_2 serían iguales, esto es la recta que une a un planeta con el Sol describe áreas iguales en tiempos iguales. En consecuencia la rapidez del planeta es mayor cuando recorre la trayectoria de A hasta B, es decir cuando se encuentra más cerca del Sol.

La segunda Ley...

El radio focal que une a un planeta con el Sol “describe” áreas iguales en tiempos iguales.



Finalmente Kepler en su tercera ley establece una relación entre el periodo de revolución de los planetas T , (tiempo que tarda en dar una vuelta al Sol) y la distancia al centro de la órbita r . Si la excentricidad de la elipse es muy pequeña esta se aproxima la órbita a una circunferencia, por lo que se utiliza como distancia el radio de la circunferencia, en el caso contrario, se utiliza el semieje mayor de la elipse, que corresponde a la mitad del eje mayor.

La tercera Ley...

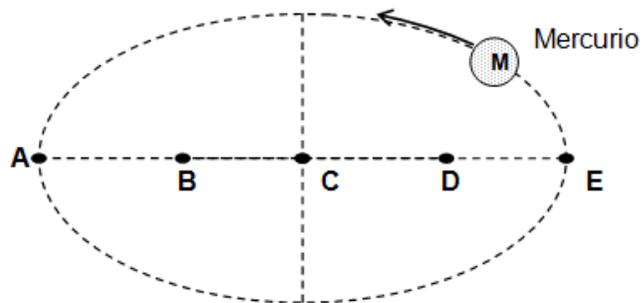
Kepler encontró que el cuadrado del periodo de revolución es directamente proporcional al cubo del radio de su órbita, es decir:

$$\frac{T^2}{r^3} = cte.$$

“Las leyes de Kepler no solo se aplican a las orbitas planetarias, si no que también a lunas o a cualquier satélite en orbita alrededor de cualquier cuerpo celeste”

Responde¹⁰:

1. Recordando la primera ley de Kepler, realiza un dibujo que muestre de manera aproximada la trayectoria de un planeta cualquiera alrededor del Sol. ¿Cómo se le llama a esa curva?
2. ¿Está ubicado el Sol en el centro de la orbita?
3. La siguiente figura representa la trayectoria de mercurio alrededor del Sol. Sabiendo que la velocidad de este planeta es máxima al pasar por E. Indica en que punto B, C o D se ubica el Sol.



¹⁰ Máximo Alvarenga, física General, 4° edición. Editorial Oxford. Pág. 268

Guía 2.

Tercera ley de Johannes Kepler

Objetivo

Comprender y utilizar la tercera Ley de Kepler en la determinación de la relación de otras magnitudes físicas

Las tres leyes de Kepler han sido, sin duda la base para el estudio de la mecánica de los cuerpos celestes describiendo el movimiento de estos en el espacio. Pero una de ellas se destaca por mostrar la perfecta relación que existe entre magnitudes variables, lo cual no debió ser fácil de encontrar para Kepler. En esta guía conoceremos más a fondo la tercera ley que rige el movimiento de grandes estructuras como lo son los planetas del sistema solar.

Johannes Kepler en su tercera Ley, encuentra una relación proporcional entre el cuadrado del periodo de revolución y el cubo del radio de la órbita de los planetas entorno al Sol. En la siguiente tabla se encuentran datos sobre el periodo de revolución y el radio de la órbita de los planetas que componen el sistema solar. Si realizamos el cociente entre el cuadrado del periodo y el cubo del radio, podemos observar que su valor es una constante (con algunas diferencias encontradas debido a errores experimentales). Esa constante tiene un valor muy cercano a uno en unidades de $\text{año}^2 / (\text{u.a.})^3$.

La siguiente tabla contiene datos del periodo de revolución sideral de cada planeta y de su radio orbital, los cuales son muy distintos entre sí, pero si observamos la tercera columna encontramos que al realizar el cociente entre el cuadrado del periodo y el cubo del radio el valor es prácticamente igual para cada planeta (las pequeñas diferencias corresponden a errores experimentales.) [27]

Planeta	Periodo de revolución (años)	Radio de orbita (u.a) ¹¹	$\frac{T^2}{R^3} \left[\text{año}^2 / (\text{u.a.})^3 \right]$
Mercurio	0,241	0,387	1,002
Venus	0,615	0,723	1,000
Tierra	1,000	1,000	1,000
Marte	1,881	1,524	0,999
Júpiter	11,860	5,204	0,997
Saturno	29,6	9,58	0,996
Urano	83,7	19,14	1,000
Neptuno	165,4	30,2	0,993

Suponiendo que la trayectoria que sigue el planeta es circular (lo que es una muy buena aproximación para las órbitas de los planetas del sistema solar), la distancia recorrida será equivalente al perímetro de la circunferencia recorrida, es decir, $2\pi R$ y el tiempo empleado en recorrer dicha distancia será su periodo de revolución T.

Por lo tanto podemos definir la velocidad de rotación del cuerpo como:

$$v = \frac{2 \cdot \pi \cdot R}{T}$$

Por otro lado, de la tercera ley de Kepler $\frac{T^2}{R^3} = k$, se puede despejar el periodo y obtenemos:

$$T = \sqrt{k \cdot R^3}$$

¹¹ **u.a.**: unidad astronómica: corresponde a la distancia media entre la Tierra y el Sol y equivale a 150.000.000 (Km)

Luego si reemplazamos, esta expresión en la expresión definida para la velocidad de rotación:

$$v = \frac{2 \cdot \pi \cdot R}{T} = \frac{2 \cdot \pi \cdot R}{\sqrt{k \cdot R^3}} = \frac{2 \cdot \pi}{\sqrt{k} \cdot \sqrt{R}} = \frac{2 \cdot \pi}{\sqrt{k}} \cdot \frac{1}{\sqrt{R}}$$

Elevamos al cuadrado a ambos lados de la igualdad de tal forma de encontrar la relación directa entre la velocidad y el radio

$$v^2 = \frac{4 \cdot \pi^2}{k} \cdot \frac{1}{R}$$

Preguntas.

1. ¿A qué se deben las variaciones encontradas en la tercera ley de Kepler?
2. Según la relación encontrada. ¿qué sucede con la velocidad de rotación si el radio aumenta?

Guía 3.

Ley de gravitación Universal.

Objetivo

Interpreta la ley de gravitación Universal formulada por I. Newton
--

El destacado físico Isaac Newton, basado en los trabajos por Kepler, formula leyes sobre las fuerzas de atracciones existentes entre grandes cuerpos, como lo son los planetas, pero el fue mas allá de eso y logró reconocer que no solo sucedían a gran escala, si no que también estas leyes rigen la interacción entre pequeños cuerpos ubicados en la Tierra. Como esta ley era validad para grandes y pequeñas estructuras, se llamó Ley de gravitación Universal, ya que era valida en todas las interacciones del Universo

Sir Isaac Newton durante la segunda mitad del siglo XVII, formuló en su teoría sobre el movimiento las tres leyes fundamentales de lo que hoy conocemos como mecánica clásica. Newton pensó que si lo cuerpos recorren trayectorias elípticas, de acuerdo a las ya mencionadas leyes de Kepler, estos deben estar sometidos a una fuerza centrípeta, es decir una fuerza que “tira” a un cuerpo hacia el centro de una trayectoria, de lo contrario sus trayectorias no serian curvas. Al pensarlo de esta forma, Newton estaba admitiendo que sus leyes del movimiento también eran válidas para los cuerpos celestes. Así basándose en sus leyes del movimiento y en las de Kepler, Newton enuncia en esta oportunidad la ley sobre la gravedad.

Esta ley señala que:

<p><i>Toda partícula ejerce una fuerza de atracción sobre otra partícula y que esa fuerza de atracción depende de la masa de las partículas y de la distancia entre ellas.</i></p>
--

Esto es cuando se deja caer una manzana las partículas de la manzana y de la Tierra se atraen mutuamente. Pero mientras mayor sea la masa del objeto, mayor será la acción de la fuerza, así es como cae la manzana a la Tierra. Teóricamente la Tierra también responde a la acción gravitacional de la manzana elevándose levemente a su encuentro.

Como ya se menciona, la acción gravitacional depende de la masa del objeto, pero estas fuerzas son iguales en módulo y distinto sentido. En el caso de la Tierra y el Sol, la fuerza del Sol sobre la Tierra es igual que la de la Tierra sobre el Sol:

$$F_S = F_T$$

Según la segunda ley de Newton, esto se traduce en:

$$F_S = M_S \cdot a_S,$$

$$F_T = m_T \cdot a_T.$$

Como ambas fuerzas tienen la misma magnitud:

$$M_S \cdot a_S = m_T \cdot a_T.$$

Como la masa del Sol es mucho mayor que la masa de la Tierra, para que se cumpla la igualdad, la aceleración de la Tierra es mayor que la aceleración que experimenta la Tierra es mucho mayor que la aceleración que experimenta el Sol, es decir:

$$M_S \gg m_T \Rightarrow a_T \gg a_S.$$

Por esto vemos como la Tierra orbita en torno al Sol, moviéndose durante el año, y el Sol permanece prácticamente en reposo.

Imaginemos que la Tierra es una pelota de tenis y el Sol es la cancha donde nos encontramos parados, si lanzamos la pelota, la gravedad de la Tierra atrae a la pelota hacia el suelo, si nuevamente lanzamos la pelota pero con una mayor rapidez, esta llegará mas lejos antes de ser atraída por la fuerza de la Tierra. Si la pelota (Tierra) viajara con una rapidez de $612 \left[\frac{\text{Km}}{\text{s}} \right]$ jamás caería sobre el Suelo (Sol), ésta entraría en orbita. En el caso que la pelota fuera arrojada con una mayor rapidez, ésta se desplazaría lo suficientemente rápido como para escapar de la fuerza gravitatoria del suelo (Tierra) quedando completamente libre en el espacio. (La rapidez orbital promedio de la Tierra es $28,9 \left[\frac{\text{Km}}{\text{s}} \right]$).

Posteriormente, al analizar el movimiento de la Luna alrededor de la Tierra, Newton se dio cuenta que también existía una fuerza de gravitación de la Tierra sobre la Luna, análoga a la del Sol sobre los planetas y a la existente entre la pelota y la Tierra, llegando a la conclusión de que la atracción es un fenómeno Universal que se manifiesta entre dos cuerpos cualquiera. Surgió así la idea de la Gravitación Universal, en donde dos cuerpos cualesquiera de masa m_1 y m_2 respectivamente se atraen con una fuerza \vec{F} , denominada fuerza gravitacional cuya expresión está dado por:

$$F = G \frac{m_1 \cdot m_2}{r^2}$$

En esta expresión G es la constante de gravitación universal. El valor de esta constante fue determinado, 100 años después que Newton presentara sus trabajos, por el físico inglés Henry Cavendish, el que determinó experimentalmente que su valor era:

$$G = 6.67 \cdot 10^{-11} \left[\frac{N \cdot m^2}{Kg^2} \right]$$

Preguntas.

1. La ley de gravitación inicialmente fue establecida por Newton para expresar la fuerza de atracción entre el Sol y los planetas. Explique por qué pasó después a llamarse “ ley de gravitación Universal
2. ¿Por qué cuando ubicamos dos objetos separados a una pequeña distancia, no se observa una atracción entre ellos?
3. como los cuerpos celestes tienen una masa enorme, la fuerza gravitacional entre ellos es muy grande. A fin de comprobar lo anterior calcule el valor aproximado de la fuerza de atracción entre la Tierra y la Luna, considerando que la masa de la Tierra es $M_T = 10^{25} (Kg)$, la masa de la Luna $M_L = 10^{23} (Kg)$ y la distancia entre ellos es de $r = 10^8 (m)$

Guía 4

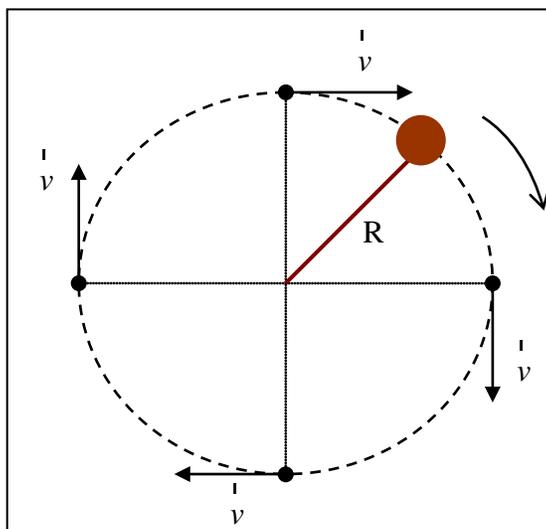
Movimiento circunferencial uniforme.

Objetivo

Diferenciar las aceleraciones presentes a un movimiento circunferencial, aplicarlas para interpretar el concepto de fuerza centrípeta

Realizar un movimiento circunferencial no es sencillo, para que este pueda existir debe existir una fuerza que nos dirija y mantenga realizando esa trayectoria, en el siguiente texto encontraras mas información sobre esa fuerza que ha mantenido en orbita a los planetas en torno al Sol.

Una partícula describe un movimiento circunferencial cuando su trayectoria es una circunferencia. Si además de esto la magnitud de la velocidad es constante, recibe el nombre de movimiento circunferencial uniforme, pero, como sabemos la dirección de la velocidad varía en forma continua como se observa en la figura.



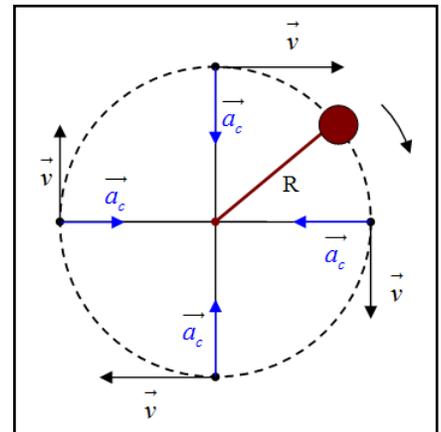
El tiempo en que la partícula se demora en dar una vuelta completa se denomina *periodo* y se designa con la letra T . La distancia recorrida por la partícula corresponde al perímetro de la circunferencia.

$$P = 2 \cdot \pi \cdot R$$

Como este movimiento es uniforme la velocidad estará determinada por:

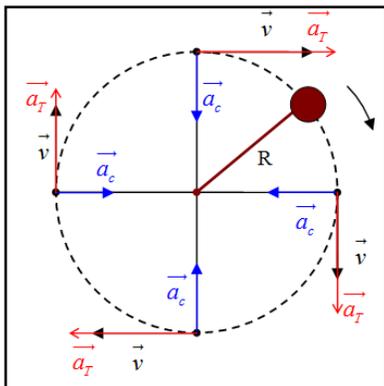
$$v = \frac{2 \cdot \pi \cdot R}{T}$$

Sabemos que cuando cambia la magnitud de la velocidad aparece una aceleración, en el caso que sólo cambie el sentido de la velocidad existe también una aceleración. En este caso esa aceleración recibe el nombre de *aceleración centrípeta*. La aceleración centrípeta \vec{a}_c , es un vector perpendicular a la velocidad y que siempre esta dirigido hacia el centro de la trayectoria. En



consecuencia siempre que varíe la dirección del vector \vec{v} , tendremos una aceleración centrípeta, cuya magnitud esta determinada por:

$$a_c = \frac{v^2}{R}$$



En el caso que la magnitud de la velocidad varíe, nos encontramos con una aceleración llamada *aceleración tangencial* \vec{a}_T , este vector tiene la misma dirección

que \vec{v} (tangente a la trayectoria) y su magnitud esta determinada por:

$$a_T = r \cdot \alpha.$$

En donde α , corresponde a la aceleración angular.

Luego, si la masa de la partícula en rotación es m , la fuerza centrípeta que experimenta la partícula viene dada por:

$$F_c = m \cdot \frac{v^2}{R}$$

Preguntas.

1. ¿Cuáles son las condiciones necesarias para que el movimiento sea circular uniforme?
2. ¿Cuál es la principal diferencia entre la aceleración tangencial y la centrípeta?
3. Manteniendo constantes el radio y la velocidad ¿qué sucede con la fuerza centrípeta si aumenta el valor de la masa?

Guía 5.

Galaxias.

Objetivo.

Identificar las principales características de las galaxias.
--

Una galaxia es un sistema de miles de millones de estrellas, polvos y gases mantenidos juntos por la acción de la fuerza de gravitación Universal. Estas enormes estructuras del universo tienen en general la misma composición, pero cada una de ellas es única. Algunas galaxias pueden estar solas o interactuando con otras galaxias, algunas son más brillantes, en cambio otras son más tenues, como también pueden tener un aspecto más chato o más esférico. Según su forma, las galaxias se clasifican según Hubble en espirales, elípticas, espiral barrada o irregular. Las galaxias, no se encuentran fijas, muy por el contrario, estas se mueven a medida que el Universo se expande, rotan sobre su propio eje y describen orbitas alrededor de otras galaxias.

Nuestro sistema solar forma parte de una galaxia llamada Vía Láctea la cual tiene forma espiral con una masa central de estrellas en forma circular y brazos que salen en espiral desde el centro. Nuestro sistema solar se encuentra en uno de los brazos de esta galaxia, en donde el Sol se encuentra a una distancia de aproximadamente 26.000 años luz¹² del centro de la galaxia (núcleo). La vía Láctea tiene aproximadamente 10 a 13 mil millones de años de vida y un ancho máximo de 100.000 años luz. Como mencionamos las galaxias se encuentran en movimiento, y la vía Láctea no es la excepción esta galaxia debe estar en movimiento de rotación para mantener la forma espiral. Mientras la galaxia rota en torno a su eje, todas las estrellas dentro de ella rotan en torno

¹² 1 año luz = $9,4 \times 10^{15}$ [m]

de su centro, lo mismo sucede con nuestro sistema solar, al cual le toma unos 225 millones de años describir una revolución alrededor del centro de la galaxia. Esto quiere decir que el sol al igual que los planetas gira en torno de algo, lo que corresponde al centro de la galaxia, y lo hace con una rapidez de $220 \left[\frac{Km}{s} \right]$. Mientras mas lejos nos encontremos del centro de la galaxia, mayor debería ser la velocidad de rotación.

Preguntas.

1. ¿Qué magnitud física mantiene unidos a los elementos que componen una galaxia?
2. Menciona la clasificación realizada por Hubble, para los tipos de galaxia.
3. ¿A que galaxia pertenece el sistema solar?

Guía 6.

Materia oscura.

Objetivo.

Identifica las principales evidencias que comprueban la existencia de materia oscura.

En el universo existe una gran cantidad de materia en la que se encuentran los planetas, estrellas, nubes de polvo y gas etc...., pero ¿podrías creer que más del 90% del universo está compuesto por materia y energía que no es visible? Esto significa que existe materia en el universo que no emite ni absorbe radiaciones con las cuales puedan ser detectadas, así como lo hacen otras estrellas y galaxias. Entonces podemos preguntarnos ¿cómo sabemos que existe tal tipo de materia, si no podemos observarlas?

En el año 1932, un astrónomo holandés llamado Jan Oort, midió el movimiento de las estrellas cercanas a la Vía Láctea, y mediante la influencia gravitacional que la galaxia ejercía sobre las estrellas, determinó la masa de la galaxia, encontrándose con la sorpresa: ésta era el doble de la detectable. Un año después el astrofísico Fritz Zwicky estudió la dinámica interna del cúmulo de galaxias Coma, midiendo la velocidad a la cual las galaxias se movían, de esta forma estimó el valor de la masa del cúmulo encontrando que el valor de las masas de las galaxias observadas, solo correspondían al 10% del necesario para mantenerlas unidas gravitacionalmente. Debido a esto el astrofísico postuló que debía existir grandes cantidades de masa que no han sido detectadas, la cual suministra la masa y gravedad para mantener a las galaxias unidas.

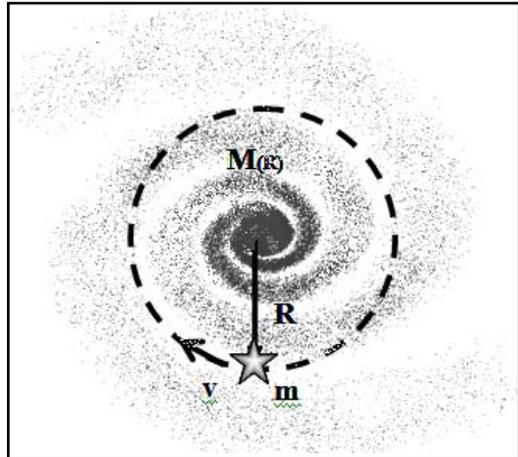
Pero la mayor evidencia sobre la existencia de esta materia, la obtuvo en 1970, la astrónoma Vera Rubin, quien realizó la medición de las velocidades de rotación de cientos de estrellas en galaxias espirales (principalmente en Andrómeda), encontrando que la masa de la galaxia continua aumentando hacia el borde del disco visible formado por estrellas, gas y polvo. A diferencia de lo que ocurre en nuestro sistema solar, en el donde la mayor parte de la masa se encuentra en el centro, lugar en el que se encuentra el Sol, por lo que la velocidad de los planetas cercanos al sol es mayor que la velocidad de aquellos que se encuentran mas alejados.

Las galaxias espirales son planas, la parte central de la galaxia que es redonda se llama bulbo y corresponde a su núcleo, los sectores exteriores de la galaxia donde se ven los brazos en espiral se llama disco y es el lugar donde existe una mayor presencia de gas, esta compuesto principalmente de una población de estrellas jóvenes, y es donde aun se dan los procesos de formación estelar. Es como un huevo frito en donde la yema corresponde al Bulbo y la clara al disco.

Al igual que en el huevo la mayor parte de la masa se encuentra concentrada en la yema, en una galaxia espiral la mayor parte de la masa se encuentra en el bulbo o núcleo.

Para comprobar la existencia de materia oscura, se desprecio la masa del disco de la galaxia y se consideró que las estrellas giraban en torno al núcleo en donde se concentra la masa de la galaxia.

Supongamos una estrella de masa m que se encuentra a una distancia R del centro de la galaxia. La órbita de esta estrella encierra una masa M que dependerá de la distancia de la estrella al centro de la galaxia, es decir mientras mas lejos se encuentre la estrella del centro de la galaxia, mayor será la masa encerrada, por lo que la llamaremos $M(R)$, una masa que depende de R .



Como esta estrella esta ligada a la galaxia gravitacionalmente, y además experimenta una aceleración centrípeta, entonces esa fuerza gravitacional corresponde a la fuerza centrípeta

$$\frac{G \cdot M_{(R)} \cdot m}{R^2} = \frac{m \cdot v^2}{R}$$

De la cual despejaremos el valor de la velocidad de la estrella

$$v^2 = \frac{G \cdot M_{(R)}}{R}$$

En esta expresión, la velocidad de la estrella depende del radio y del valor de la masa, pero como anteriormente mencionamos, la masa en la galaxia se encuentra ampliamente distribuida, por lo que podremos tratar la *densidad*, es decir la cantidad de masa por unidad de volumen, de la estrella como

constante. De esta forma escribiremos una expresión para la velocidad que solo depende del radio.

La densidad de un cuerpo ρ esta definida por:

$$\rho = \frac{M_{(R)}}{V}$$

Donde V corresponde al volumen del cuerpo donde se encuentra la masa M.

Escribiendo el valor de la masa en función de su volumen y densidad:

$$M_{(R)} = V \cdot \rho$$

Si aproximamos la forma del núcleo de una galaxia a la de una esfera tendremos que su volumen será:

$$V = \frac{4}{3} \pi \cdot R^3$$

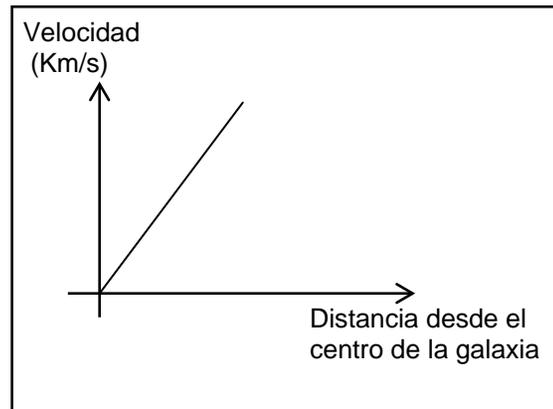
Reemplazando en la expresión de la velocidad, obtenemos:

$$v^2 = \frac{G \cdot \left(\frac{4}{3} \pi \cdot R^3 \right) \cdot \rho}{R} = \frac{4\pi G \rho}{3} R^2$$

Con lo cual la velocidad viene dada por la expresión:

$$v = \sqrt{\frac{G \cdot 4\pi \cdot \rho}{3} \cdot R}$$

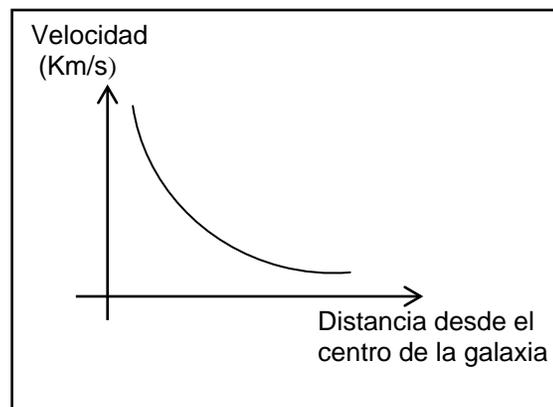
Por lo que observamos de la última expresión, la velocidad aumentará de manera proporcional con la distancia al centro de galaxia, es decir, si nos encontramos dentro del núcleo de la galaxia, la velocidad aumentará a medida que nos alejemos de su centro, lo que en un gráfico se traduce como:



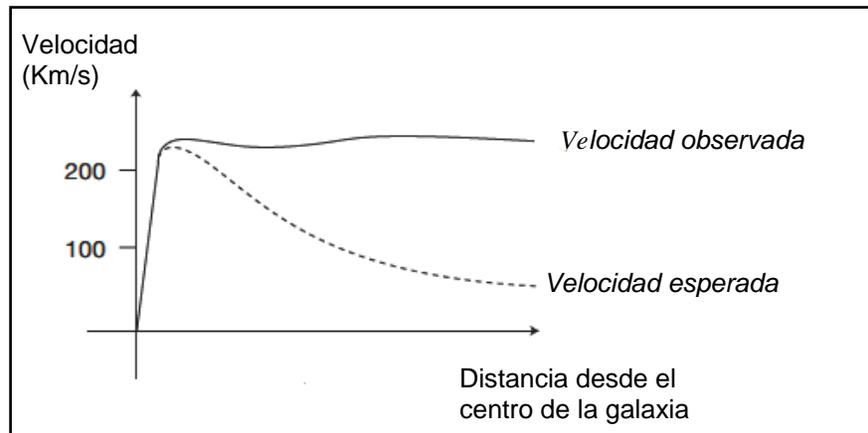
Pero fuera del núcleo de la galaxia suponemos que la densidad no es constante y que la masa no continua aumentando, por lo que la velocidad de rotacion deberia estar dada por:

$$v^2 = \frac{G \cdot M_{(R)}}{R}$$
$$v = \sqrt{G \cdot M_{(R)}} \cdot \frac{1}{\sqrt{R}}$$

Lo que significa que es de esperar que la velocidad se relacione de manera inversamente proporcional a la raíz del radio, lo que graficamente se traduce en:



Pero las observaciones nos dicen lo contrario, una vez fuera del núcleo de la galaxias se observa que la velocidad de rotacion es casi constante, como se muestra en el gráfico.



Esto explica que fuera de la galaxia debe existir grandes cantidades de materia que no podemos observar, pero que podemos detectar sus efectos gravitacionales, a la cual se le llama *materia oscura*.

Preguntas:

1. ¿Cuáles fueron las principales evidencias de la existencia de materia oscura?
2. ¿Cuáles son las principales características de las galaxias espirales?
3. ¿Qué es la materia oscura?

Guía 7.

Enanas blancas.

Objetivo.

Describir las características de una enana blanca y determinar su densidad.

La densidad de un cuerpo corresponde a la cantidad de masa contenida en un cierto espacio. Esta se determina realizando cociente entre la masa del cuerpo y su volumen. Un objeto de un cierto material es más denso que otro, si contiene más partículas dentro de un mismo volumen. Como es el caso del plomo este es más denso que el aluminio, porque tiene más partículas atómicas en menos espacio. Un cubo de 1 cm por lado de plomo pesa más que otro del mismo tamaño de Aluminio, y decimos que es más pesado. La densidad de un cuerpo denominada con la letra griega ρ , se determina de la siguiente manera:

$$\rho = \frac{m}{V}$$

Una estrella al igual que una persona transita en etapas de vida; nacimiento, infancia, madurez, ancianidad y muerte. La diferencia en la evolución de las estrellas depende principalmente de su cantidad de masa.

Gracias a la acción de la fuerza gravitacional de Newton, es que se unen polvo y gases de una nebulosa, dando origen al nacimiento de una estrella, la cual comienza su vida con el nombre de *Protoestrella*. En esta etapa de sus vidas, las estrellas tienen una muy baja temperatura y densidad como para emitir algún tipo de luz, por lo que aun no brillan. La infancia de una estrella dura millones de años, y es en esta etapa que la estrella se contrae, lo que provoca una gran cantidad de presión y calor en su núcleo. En el momento en que la Protoestrella alcanza una temperatura muy grande (aprox. 10 millones de grados Celsius), esta deja de contraerse, comienza así un proceso de fusión

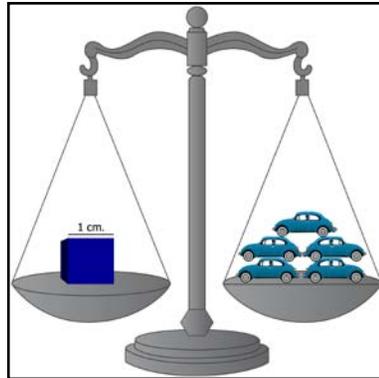
nuclear, en donde los átomos de hidrógenos presentes en la estrella se unen formando átomos de helio. Si bien en este proceso una parte de la masa de la estrella se pierde, esta se convierte en energía que alimenta a la estrella en su madurez. Una vez que las estrellas han consumido la mayor parte del hidrógeno que proviene de su núcleo, evolucionan procesando otros elementos mas pesados. El fin de la vida de una estrella depende de la masa de ella. Si masa era pequeña, entonces las estrellas mueren tranquilamente, transformándose en nebulosas planetarias, enanas blanca y finalmente enanas negra.

Cuando una estrella ya anciana ha perdido toda su capa exterior se denomina *enana blanca*. “Ser una enana blanca es una etapa de la evolución estelar que atravesará el 97% de las estrellas, incluido el Sol”¹³

En una enana blanca la temperatura del núcleo es muy baja por lo que sus átomos se limitan a continuar contrayéndose, estos átomos posteriormente se decomponen bajo la acción de la gravedad hasta que quedan muy reducidos. Para tener una idea, una enana blanca que alguna vez tuvo el tamaño del Sol puede contraerse hasta tener el tamaño de la Tierra. Recordemos que el diámetro del Sol es de 1.392.000 (km) y el diámetro de la Tierra es 12.742 km, esto quiere decir que una enana blanca reduce considerablemente su tamaño, manteniendo su masa por lo que alcanza una gran densidad. Una enana blanca que alguna vez tubo el tamaño del Sol tiene una masa de $2 \times 10^{30} \text{ Kg}$ y un diámetro aprox. 10.000 km. La densidad de una enana blanca es tan grande que si tomáramos un cubo de arista 1 cm del núcleo de la enana blanca, la masa de este sería equivalente a la masa de 5 autos, como se observa en la figura¹⁴.

¹³ http://es.wikipedia.org/wiki/Enana_blanca

¹⁴ Este dibujo no se encuentra realizado a escala. La masa de cada auto es de aproximadamente 1 tonelada.



Preguntas.

1. ¿Qué significa que un cuerpo tenga una gran densidad?
2. Consideremos un bloque de aluminio cuyo volumen es $V = 10(\text{cm}^3)$.
Midiendo su masa encontramos que esta es de $m = 27(\text{gr})$. Determina la densidad del aluminio.
3. Mencione las etapas de evolución de una enana blanca

Guía 8.

Agujeros negros.

Objetivo.

Describe los conceptos asociados a la velocidad de escape asociándolos a las características de los agujeros negros.

Es fácil predecir lo que sucederá luego de lanzar una pelota hacia arriba, ya que como sabemos “todo lo que sube, alguna vez tiene que bajar” pero esto no siempre es así, ya que la fuerza de gravitación disminuye con la distancia entre los cuerpos, es decir mientras más distanciados estén los cuerpos, la fuerza de gravitación se hace más débil y más lejos logrará llegar el objeto. Existe una velocidad límite, más allá de la cual los objetos no vuelven a caer. Esto quiere decir que si se logra que un cohete supere dicha velocidad antes de se acabe su combustible, este ya no descenderá nuevamente.

Cuando la velocidad con la que lanzamos un objeto hacia arriba es tan grande la fuerza gravitatoria es incapaz de detenerla, a esta velocidad limite se le denomina velocidad de escape, en esta situación el objeto escapa a la acción de dicha fuerza y no regresará a la superficie ya que la energía cinética del objeto supera la energía potencial gravitatoria.

Esto es así, cuando un cuerpo se encuentra muy alejado de la Tierra la expresión para calcular su energía potencial $E_p = mgh$, no es válida ya que el valor de g (aceleración de gravedad) varía con la altura, es por esto que se puede demostrar que en general la energía potencial gravitatoria esta determinada por:

$$E_p = -G \frac{Mm}{r}$$

Esta expresión nos proporciona la energía potencial del cuerpo en un nivel muy alejado de la superficie terrestre.

Entonces al lanzar un cuerpo desde un punto A situado en la Tierra con una velocidad de escape v_e al alcanzar un punto B, situado muy lejos de la Tierra, libre de la atracción gravitacional, deberá tener una velocidad nula es decir $v_B = 0$, despreciando el roce con el aire y conservando la energía en el punto A y B, tendremos que;

$$E_{CA} + E_{PA} = E_{CB} + E_{PB}$$

En donde:

$$E_{CA} = \frac{1}{2}mv_e^2$$

$$E_{PA} = -G\frac{Mm}{R}$$

Luego

$$\frac{1}{2}mv_e^2 - G\frac{Mm}{R} = 0.$$

Despejando el valor de v_e

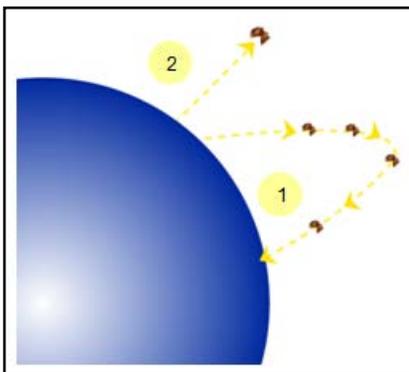
$$v_{\text{escape}} = \sqrt{\frac{2GM}{R}}$$

En donde G corresponde a la constante de gravitación universal.

Como podemos observar esta expresión depende directamente de la masa del planeta y es inversamente proporcional a su radio, esto es, para un planeta con una gran masa y un pequeño radio, es decir muy denso, se necesitaría una velocidad de magnitud muy grande para poder escapar de él.

Por ejemplo para la Tierra la velocidad de escape es aproximadamente $11,18[Km/s]$ y la del sol es $616,03[Km/s]$. Por lo tanto un objeto en la Tierra debe ser lanzado con una velocidad de $11,18[Km/s]$, esto significa que debería recorrer una distancia de $11,18[Km]$ en un segundo, para poder escapar de los efectos de la gravedad.

La velocidad de la luz es de $300.000[Km/s]$, si existiese una estrella cuya *velocidad de escape* excediera dicho valor, su luz no podría escapar de ella, y por lo tanto no podríamos verla, esta idea fue barajada por John Michell, y es lo que hoy se llamaría un *estrella negra*. Para que la velocidad de escape fuese superior a la velocidad de la luz el cuerpo debería tener una gran masa y un pequeño radio, es decir, tener concentrada su toda su masa en una pequeña porción de volumen. Lo que se traduce en que el cuerpo tendría una gran



densidad. Como se observa en la figura, si fuéramos un observador del cuerpo celeste de la figura, el haz de luz en la situación 1. abandona el lugar, pero no es devuelto, no pudiendo llegar hasta nuestros ojos. 2. sale de la superficie, y puede llegar hasta nosotros para observarlo, en cambio de luz de la situación

Imaginemos que manteniendo la masa de la Tierra la comprimiéramos hasta el tamaño de una bolita. En este caso habríamos convertido a nuestro planeta en una *estrella negra*, ya que su radio disminuiría demasiado y la masa se mantendría igual, por lo tanto la velocidad de escape sería mayor que la velocidad de la luz.

Entonces, un agujero negro es un astro con un campo gravitacional muy intenso, con una gran cantidad de masa concentrada en muy poco espacio, que posee una velocidad de escape mayor que la velocidad de la luz, por lo que su propia luz no puede escapar de la acción gravitatoria del astro, entonces nos resulta imposible poder verlo, de ahí su nombre de *agujero negro*.

Los agujeros negros nacen en explosiones de estrellas masivas. Cuando una estrella masiva agota su combustible, ya no puede soportar su propia masa, el núcleo de la estrella colapsa y se forma un agujero negro.

En un agujero negro se define el *horizonte de eventos*, el cual es la distancia a la cual el objeto u onda electromagnética (luz) pudiese escapar del agujero negro a la velocidad de la luz, otro elemento es un punto llamado *singularidad*, que es lugar en donde la densidad y la gravedad tienden a infinito y también se define el *radio de Schwarzschild*, el cual es la distancia entre el agujero negro y el horizonte de eventos, y su valor se calcula mediante la expresión:

$$R_s = \frac{2mG}{c^2}$$

El *radio de Schwarzschild* nos indica la distancia desde el centro del agujero negro, en donde la rapidez necesaria para escapar de si mismo es igual al módulo de la velocidad de la luz. En términos Newtonianos el radio de *radio de Schwarzschild*, corresponde, para una masa dada de un cuerpo, cuánto tiene que contraerse éste para que su velocidad de escape fuera igual a la velocidad

de la luz. Recordemos la expresión obtenida para calcular la velocidad de escape de un cuerpo:

$$v_{\text{escape}} = \sqrt{\frac{2GM}{R}}$$

Si quisiéramos saber qué radio debe tener ese cuerpo para que su velocidad de escape fuese igual a la velocidad de la luz solo deberíamos reemplazar tal valor en la ecuación.

Nos interesa que el valor de la velocidad de escape sea igual a la velocidad de la luz, entonces:

$$v_{\text{escape}} = c$$

Reemplazando en la expresión para la velocidad de escape:

$$c = \sqrt{\frac{2GM}{R}}$$

Luego despejando el radio que debía tener este cuerpo en función de la masa, se obtiene:

$$R = \frac{2GM}{c^2}$$

Luego esta expresión nos permite calcular, para una masa dada, el radio que debería tener para que su velocidad de escape fuese la velocidad de la luz c .

Entre los tipos de agujeros negros se distinguen los *estelares*, que se producen cuando se acaba “el combustible” nuclear de una estrella muy masiva (decenas de veces la masa del sol) toda la masa de la estrella “colapsa gravitacionalmente” y se precipita hacia su centro. La materia se comprime hasta ocupar un espacio muy pequeño lo que hace que la gravedad sea increíblemente intensa en su superficie. Por otro lado están los *agujeros negro*

supermasivo, los cuales tienen un masa equivalente a varios miles de millones de estrellas como el Sol, comprimida en una región mas pequeña que nuestro sistema solar. Los astrónomos han encontrado evidencias de la presencia de agujeros negros súper masivos en el centro de muchas galaxias, incluyendo la nuestra.

Preguntas:

1. ¿De qué magnitudes depende el valor de la velocidad de escape de un cuerpo?
2. ¿Qué es el radio de Schwarzschild?
3. Comprueba el valor de la velocidad de escape de la Tierra. Utilice:

Masa: 6×10^{24} (Kg)

Radio: 6.3 (Km)

$$G = 6.67 \cdot 10^{-11} \left[\frac{N \cdot m^2}{Kg^2} \right]$$

Guía 9.

Masa de un agujero negro.

objetivo

Identificar las evidencias que han permitido determinar la existencia de un agujero negro en el centro de la galaxia y describir como se ha logrado determinar su masa.

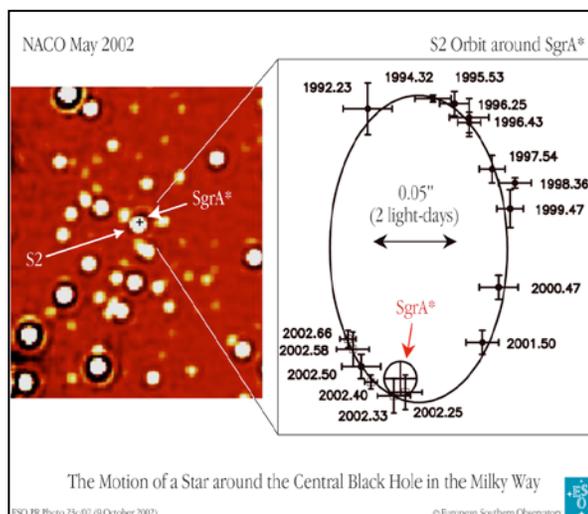
Hablar de agujeros negros no es algo que realicemos generalmente. Algo podemos decir sobre su formación y características, pero quizás nunca nos habríamos imaginado que desde la Tierra se podría determinar la masa de uno de ellos, y no fue precisamente con una balanza. En guía conocerás como los científicos pueden determinar la masa de un agujero negro.

Los astrónomos, en busca de una explicación sobre la creación de las galaxias, han sospechado de la existencia de un agujero negro súper masivo encontrado en el centro de galaxias activas¹⁵, el cual permitiría mantener unida a la galaxia. Para comprobar la existencia del agujero negro debían encontrar pruebas de la gravedad de estos. Si el agujero negro existía, la velocidad de las estrellas cercanas a él debía ser considerablemente mayor ya que estarían sometidas a una gran fuerza gravitacional. Para ello, se compararon las velocidades de rotación de estrellas cercanas al núcleo en galaxias activas como inactivas esperando encontrar que velocidad fuese aproximadamente la mitad en aquellas galaxias cuyo centro es inactivo.

¹⁵ Galaxia de una alta y variable luminosidad, que muestra signos de la existencia de procesos muy energéticos relacionados con su zona central o núcleo, también llamado AGN (*active galactic nucleus*). (http://www.astronomia2009.es/astrodiccionario/Galaxia_Activa.html)

Los resultados encontrados trajeron una gran sorpresa para los astrónomos, al estudiar la galaxia de Andrómeda, la cual tiene un centro tranquilo e inactivo como el de la vía Láctea, encontraron que la velocidad de rotación de las estrellas cercanas al núcleo era muy grande en relación a lo esperado, lo que puede explicar la existencia de un agujero negro supermasivo en su centro. La sorpresa fue mayor cuando en cada galaxia que estudiaban, tanto activas como inactivas, encontraban evidencias de la existencia de un agujero negro y no solo eso, sino que también se encontró que existe una relación directa entre la masa del agujero negro y la velocidad de rotación de las estrellas ubicada en la periferia de la galaxia. Posteriores estudios han encontrado pruebas de la existencia de un agujero negro ubicado en el centro de nuestra galaxia, la vía láctea, este ha sido llamado Estrella de sagitario A, “Sgr A*” y tiene una masa de $3,7 \pm 1,5 \times 10^6$ veces la masa del Sol, pero la energía que irradia es mil millones de veces mas débil que la energía que irradian los agujeros negros de las otras galaxias.

Como sabemos la densidad de un agujero negro es tan grande que ni siquiera la luz puede escapar de su fuerza gravitacional. Una vez que cruza su extremo teórico, conocido como **horizonte de sucesos**. Pero fuera de ese horizonte, existen cuerpos que orbitan en torno a ellos.



Se ha estudiado a Sgr A*, el agujero negro que existe en el centro de nuestra galaxia y los astrónomos han observado directamente estrellas que orbitan alrededor de este agujero negro supermasivo. Una de las estrellas que se encuentra orbitando nuestro agujero negro, es llamada S0-

2 y como se puede observar en la figura, su órbita alrededor de la estrella de sagitario A, es una órbita elíptica, al igual que las órbitas que tienen los planetas en torno al sol.

Las mediciones fueron realizadas durante diez años, lo que trajo como resultados importantes datos. La figura [28] muestra la posición de la estrella durante el tiempo de estudio.

La siguiente tabla contiene datos de tres estrellas, entre ellas S0-2, que orbitan el agujero negro ubicado en el centro de nuestra galaxia. [29]

Estrella	Semieje mayor (u.a.)	Periodo (años)	Menor distancia (u.a.)
S0-2	919 ± 23	$14,53 \pm 0,65$	$122,2 \pm 2,7$
S0-16	1680 ± 510	36 ± 17	45 ± 16
S0-19	1720 ± 110	$37,3 \pm 3,8$	287 ± 25

Las mediciones del periodo y del radio de órbita de las estrellas han permitido a los astrónomos conseguir más evidencias que confirman la existencia de este agujero negro supermasivo en el núcleo de la vía láctea.

Las estrellas que orbitan al agujero negro, lo hacen siguiendo órbitas muy elípticas, por lo que no es posible aproximar su órbita a una circunferencia. Por esta razón para calcular su periodo de revolución se debe utilizar su semieje mayor b , como se observa en la figura:

$$T^2 = \frac{4\pi^2}{G(m_1 + m_2)} b^3$$

Donde m_1 representa la masa del agujero negro y m_2 es la masa de la estrella. Como la masa del agujero negro mucho mayor que la masa de la estrella, la masa de esta es despreciable en la expresión, por ello el periodo se puede presentar como:

$$T^2 = \frac{4\pi^2}{Gm_1} b^3$$

De esta expresión se puede despejar la incógnita m_1 que corresponde a la masa del agujero negro, la cual queda expresada como:

$$m_1 = \frac{4\pi^2}{GT^2} b^3$$

Preguntas:

1. ¿Cuáles fueron las evidencias encontradas por los astrónomos que hacen pensar en la existencia de un agujero negro en el centro de nuestra galaxia?
2. ¿Por qué no es posible aproximar la trayectoria elíptica de las estrellas y a una trayectoria circular?

CONCLUSIONES.

Al finalizar este trabajo, el cual propone actividades de astrofísica que pueden ser integradas en el eje de fuerza y movimiento, se puede concluir que:

La educación es un proceso que nos permite desarrollar destrezas, habilidades físicas y mentales, con el fin de poder insertarnos en el mundo y en la sociedad de manera responsable. Como estamos insertos en mundo que cambia constantemente, la educación debe responder a los nuevos requerimientos de la sociedad. Y así ha sido historia, con ajustes, modificaciones y en algunas ocasiones con reformas que han tenido como foco contextualizar la enseñanza a las demandas actuales.

El marco teórico de este trabajo comenzó realizando una pincelada por lo que ha sido la historia de la educación desde cientos de años antes de Cristo, en donde fue posible conocer que la educación responde ya desde esos tiempos a los requerimientos de esa sociedad, luego se continúa repasando la historia en la edad media y hasta los últimos años.

Se presentó, más específicamente la historia de las ciencias, en el mundo y en Chile, lo que ayuda a comprender por qué ha sido necesario implementar cambios curriculares en el sector de aprendizaje, de lo cual podemos concluir que:

Chile no se ha visto ajeno a los cambios educacionales a lo largo de su historia, es por esto que en el marco teórico se presentó un recorrido por las principales reformas educacionales las cuales fueron apuntadas a un objetivo específico en cada una de sus etapas, esto ayuda a comprender los cambios sociales y

culturales de nuestro país, las demandas y deficiencias del sistema educativo.

No todo ha sido reformas sino que también, se formularon ajustes que son los principales fundamentos de la realización de este trabajo. Del ajuste curricular se presentan sus fuentes, objetivos, y los principales cambios que este trae consigo, los cuales permitirán mejorar la calidad de la enseñanza.

El proceso educativo, no solo depende de la pertinencia de contenidos según el contexto social, si no que también de las metodologías utilizadas por los docentes para lograr que los estudiantes aprendan y desarrollen habilidades del pensamiento. Las metodologías utilizadas actualmente son fruto del mejoramiento de las ya existentes o son innovaciones que han surgido de la necesidad de encontrar una nueva forma de enseñar.

Para la enseñanza de las ciencias en el país, ya no se necesita realizar una clásica práctica pedagógica de laboratorio, si no que en la actualidad es ineludible que los estudiantes analicen datos entregados e investigaciones realizadas por otros y que estas puedan extraer sus propias teorías y conclusiones, por esta razón se han realizado actividades que apuntan a cumplir este propósito, en donde se entregan datos y mediante el uso de elementos teóricos de la mecánica clásica, los estudiantes podrán obtener resultados de mediciones que parecían inalcanzables.

El ajuste actual trae consigo el concepto de articulación. Desde hace años se hacía necesario poder articular los contenidos de un mismo sector de aprendizaje, con el ajuste se logró articular los sectores desde la enseñanza prebásica, es decir, cada eje de aprendizaje se irá complementando y nutriendo

cada año con nuevos conocimientos y habilidades. En vista de lo anterior se hace necesario poder articular, complementar e integrar contenidos.

Siendo coherente con los propósitos del ajuste curricular y tomando como base la teoría del aprendizaje significativo de Ausubel, las actividades propuestas, plantean construir un nuevo conocimiento sobre cimientos firmes, es decir integrar el contenido de astrofísica sobre los cimientos de la mecánica clásica.

Con esto, el aprendizaje de la astrofísica no será un contenido aislado del resto, si no que se incluye en el desarrollo de otras unidades y ejes de aprendizaje, cumpliendo así con el objetivo de integrar, relacionar, articular contenidos dentro de un mismo subsector de aprendizaje.

El material presentado es flexible y esta dirigido para el docente, pensando en que este pueda realizar las modificaciones que crea pertinentes según las características del curso donde las aplicará. Cada actividad indica un nivel sugerido de aplicación, el cual se rige por los contenidos mínimos y por los objetivos fundamentales del ajuste, pero el docente puede aplicar las actividades donde el crea pertinente, ya sea en un taller, en un electivo, etc....

Cada una de las actividades adjunta indicaciones al docente y una guía que profundiza los contenidos tanto del docente como del alumno. La actividad es el material flexible del docente, las indicaciones se estructuran de forma que el interesado se informe de todos los requisitos necesarios para su realización, desde los resultados de algunas operaciones hasta gráficos, y finalmente la guía en donde en un lenguaje claro se exponen los contenidos que van a integrar, es decir de astrofísica.

La astrofísica es una de las ramas de la física más ignoradas en el área de educación primaria, ya que parece un conocimiento de alto nivel que pocos expertos pueden aplicar. Es más cotidiano para los alumnos estimar masas de cuerpos pequeños o velocidades de cuerpos cercanos, pero aplicar estos mismos conocimientos a cuerpos fuera del planeta pareciera una acción inalcanzable, en consecuencia uno de los principales objetivos de las propuestas de las actividades es acercar este conocimiento con el fin de poder sorprender y con esto estimular al estudiante que mantenga su gusto por la física.

La finalidad de este trabajo es ser un material disponible para todos los docentes que requieran el material o que quieran contextualizar sus prácticas pedagógicas, por esta razón es que la finalización de la primera etapa es confeccionar el material, se espera que en una segunda etapa se puede divulgar este material y que este a disposición de todos los docentes.

BIBLIOGRAFIA.

[1] MINEDUC 2004, unidad de curriculum y evaluación, SIMCE. “Chile y el aprendizaje de matemáticas y ciencias según TIMSS”, Pág. 12, año 2004 [en línea] <http://www.oei.es/quipu/chile/pruebaTIMSS2003.pdf> [Consultado en Febrero del 2010]

[2] OCDE, PISA 2006, marco para la evaluación, Pág. 7 [en línea] <http://www.oecd.org/dataoecd/59/2/39732471.pdf> [Consultado en Febrero de 2010]

[3] Op.cit. Pág. 22

[4] DEMRE, www.demre.cl [Consultado en febrero de 2010]

[5] Matthews, M. R. (1994). Science teaching – the Role of the History and Philosophy of Science. New York: Routledge. [En línea] <http://reec.uvigo.es/volumenes/volumen2/Numero3/Art11.pdf> [Consultado en Febrero de 2010]

[6] Mejias Morales, Oscar. http://dspace.otalca.cl/retrieve/16814/morales_mejias.pdf [consultado en marzo de 2010]

[7] Aguilar, T. (1999) “Alfabetización científica y educación para la ciudadanía”, Madrid: Narcea. [en línea] <http://reec.uvigo.es/volumenes/volumen1/Numero2/Art1.pdf> [consultado en Febrero de 2010]

[8] Ídem

[9] Ídem

[10] OEI 1993, informe OEI ministerio. [En línea]

<http://www.oei.es/quipu/chile/CHIL02.PDF> [consultado en marzo 2010]

[11] LOCE, artículo 4°

[12] Revista de educación 2007, edición 327, Pág. 3 – 7

[13] MINEDUC 2009, unidad de currículum y evaluación, “Fundamentos del ajuste curricular en el sector de ciencias naturales” [en línea]

http://www.curriculum-mineduc.cl/docs/apoyo/articulo_fundamentos_ajuste_ciencias_naturales_300309.pdf [consultado en Febrero 2010]

[14] Propuesta de ajuste curricular, OFT y CMO en Ciencias Naturales [en

línea] http://www.rmm.cl/usuarios/jsepulveda1/File/Ajuste_Ciencias_300309.pdf
[consultado en Febrero 2010]

[15] ídem.

[16] Fundamentos del ajuste curricular en el sector de ciencias naturales. [en línea] [http://www.curriculum-](http://www.curriculum-mineduc.cl/docs/apoyo/articulo_fundamentos_ajuste_ciencias_naturales_300309.pdf)

[mineduc.cl/docs/apoyo/articulo_fundamentos_ajuste_ciencias_naturales_300309.pdf](http://www.curriculum-mineduc.cl/docs/apoyo/articulo_fundamentos_ajuste_ciencias_naturales_300309.pdf) [consultado en Febrero del 2010]

[17] Ejemplo extraído, traducido y modificado desde The mystery of the dark matter. Teacher`s guide. Pag. 26 [en línea]

[18] MINEDUC Ajuste curricular. Objetivos fundamentales y contenidos mínimos obligatorios, sector ciencias naturales. [En línea]
http://www.curriculum-mineduc.cl/ayuda/docs/ajuste-curricular-2/Sector_Ciencias_Naturales_11012010.pdf [consultado en febrero de 2010]

[19] Ídem

http://www.perimeterinstitute.ca/images/perimeter_explorations/dark_matter/dark_matter_teacher_guide.pdf [consultado en 29 de Septiembre de 2009]

[20] A. Máximo, B. Alvarenga, “Física general con experimentos sencillos”, 4° edición, Editorial Oxford, año 1998. Pág. 267

[21] Ejemplo extraído, traducido y modificado desde “The mystery of the dark matter. Teacher`s guide”. Pag. 18 [en línea]
http://www.perimeterinstitute.ca/images/perimeter_explorations/dark_matter/dark_matter_teacher_guide.pdf [consultado en 6 de Octubre de 2009]

[22] Ejemplo extraído, traducido y modificado desde “The mystery of the dark matter. Teacher`s guide”. Pag. 15 [en línea]
http://www.perimeterinstitute.ca/images/perimeter_explorations/dark_matter/dark_matter_teacher_guide.pdf [consultado en 6 de Octubre de 2009]

[23] Ejemplo extraído, traducido y modificado desde The physics teacher, vol 46, enero 2008, Pág. 10-11 [en línea]
<http://scitation.aip.org/getpdf/servlet/GetPDFServlet?filetype=pdf&id=PHTEAH00046000001000010000001&idtype=cvips&prog=search&bypassSSO=1>

[Consultado en enero de 2010]

[24] Paul Hewitt. Física conceptual, novena edición, editorial Pearson, año 2004
pagina 192.

[25] Máximo, Alvarenga. Física General, 4° edición, editorial Oxford. Año 1998.
Pág. 268

[26] Máximo, Alvarenga. Física General, 4° edición, editorial Oxford. Año 1998.
Pág. 267

[27] IDEM

[28] http://www.astronomia2009.es/astrodiccionario/Galaxia_Activa.html.

[Consultado en Agosto de 2010]

[29] <http://astronomy.swin.edu.au/sao/astronomynews/astronews2002s2.xml>

[30] The physics teacher, vol. 46, Enero 2008, Pág. 11 [en linea]

<http://scitation.aip.org/getpdf/servlet/GetPDFServlet?filetype=pdf&id=PHTEAH00046000001000010000001&idtype=cvips&bypassSSO=1> [consultado en

diciembre 2009]