



Universidad de San Carlos de Guatemala
Facultad de Ingeniería
Escuela de Ciencias

**PROPUESTA PARA DESARROLLAR EL CONTENIDO DE ASTRONOMÍA EN EL
CURRÍCULUM NACIONAL BASE, APLICANDO EL PROGRAMA GALILEO PARA
PROFESORES EN EL SISTEMA EDUCATIVO DE GUATEMALA**

Lucía Mariel Arana Peña

Asesorada por el Msc. Edgar Aníbal Cifuentes Anléu

Guatemala, junio de 2012

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**PROPUESTA PARA DESARROLLAR EL CONTENIDO DE ASTRONOMÍA EN EL
CURRÍCULUM NACIONAL BASE, APLICANDO EL PROGRAMA GALILEO PARA
PROFESORES EN EL SISTEMA EDUCATIVO DE GUATEMALA**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA
POR

LUCÍA MARIEL ARANA PEÑA

ASESORADA POR EL MSC. EDGAR ANÍBAL CIFUENTES ANLÉU

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

LICENCIADA EN FÍSICA APLICADA

GUATEMALA, JUNIO DE 2012

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
VOCAL I	Ing. Alfredo Enrique Beber Aceituno
VOCAL II	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
VOCAL III	Ing. Miguel Ángel Dávila Calderón
VOCAL IV	Br. Juan Carlos Molina Jiménez
VOCAL V	Br. Mario Maldonado Muralles
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
EXAMINADOR	Dr. Juan Carlos Córdova Zeceña
EXAMINADOR	Dr. Erick Estuardo Hernández García
EXAMINADOR	Dr. Jorge Marcelo Ixquiac Cabrera
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

En cumplimiento con los preceptos que establece la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración mi trabajo de graduación titulado:

PROPUESTA PARA DESARROLLAR EL CONTENIDO DE ASTRONOMÍA EN EL CURRÍCULUM NACIONAL BASE, APLICANDO EL PROGRAMA GALILEO PARA PROFESORES EN EL SISTEMA EDUCATIVO DE GUATEMALA

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ciencias, en febrero de 2010.



Lucía Mariel Arana Peña



Facultad de Ingeniería
Departamento de Física

Ref.Depto.fis.0080-2011
Guatemala,14 de septiembre del 2011

Ing. Norma Ileana Sarmiento Zeceña de Serrano
Directora Unidad de EPS
Facultad de Ingeniería
USAC, Ciudad

Estimada Ingeniera Sarmiento:

Me dirijo a usted para informarle que he realizado la revisión al trabajo de graduación "**Propuesta para desarrollar el contenido de Astronomía en el Curriculum Nacional Base, aplicando el "Programa Galileo para Profesores", en el sistema educativo de Guatemala**", presentada por la estudiante **Lucia Mariel Arana Peña**; con carné No. 2002-12605; y considerando que cumple con los objetivos de la carrera de Licenciatura en Física Aplicada, le doy mi aprobación, como asesor de dicho trabajo.

Muy Atentamente,

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”




Lic. Edgar Anibal Cifuentes Anleu
ASESOR

c.c. archivo



Guatemala, 25 de noviembre de 2011.
REF.EPS.DOC.1071.11.2011.

Ingeniero
Edwin Adalberto Bracamonte Orozco
Director Escuela de Ciencias
Facultad de Ingeniería
Presente

Estimado Ingeniero Bracamonte Orozco.

Por este medio atentamente le envío el informe final correspondiente a la práctica del Ejercicio Profesional Supervisado, (E.P.S) titulado **"PROPUESTA PARA DESARROLLAR EL CONTENIDO DE ASTRONOMÍA EN EL CURRÍCULUM NACIONAL BASE, APLICANDO EL "PROGRAMA GALILEO PARA PROFESORES" EN EL SISTEMA EDUCATIVO DE GUATEMALA"**, que fue desarrollado por la estudiante universitaria **Lucía Mariel Arana Peña** carné No. **200212605** quien fue debidamente asesorada por el Ing. Edgar Aníbal Cifuentes Anléu y supervisada por la Inga. Floriza Felipa Ávila Pesquera de Medinilla.

Por lo que habiendo cumplido con los objetivos y requisitos de ley del referido trabajo y existiendo la aprobación del mismo por parte del Asesor y la Supervisora de EPS, en mi calidad de Directora apruebo su contenido solicitándole darle el trámite respectivo.

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,
"Id y Enseñad a Todos"


Inga. Norma Ileana Sarmiento Zeceña de Serrano
Directora Unidad de EPS

NISZ/ra





Guatemala, 25 de noviembre de 2011.
REF.EPS.DOC.1505.11.2011.

Inga. Norma Ileana Sarmiento Zeceña de Serrano
Directora Unidad de EPS
Facultad de Ingeniería
Presente

Estimada Ingeniera Sarmiento Zeceña.

Por este medio atentamente le informo que como Supervisora de la Práctica del Ejercicio Profesional Supervisado, (E.P.S) de la estudiante universitaria de la Carrera de Licenciatura en Física Aplicada, **Lucía Mariel Arana Peña** Carné No. **200212605** procedí a revisar el informe final, cuyo título es **"PROPUESTA PARA DESARROLLAR EL CONTENIDO DE ASTRONOMÍA EN EL CURRÍCULUM NACIONAL BASE, APLICANDO EL "PROGRAMA GALILEO PARA PROFESORES" EN EL SISTEMA EDUCATIVO DE GUATEMALA"**.

En tal virtud, **LO DOY POR APROBADO**, solicitándole darle el trámite respectivo.

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,

"Id y Enseñad a Todos"


Inga. Floriza Felipa Avila Pesquera de Medinilla
Supervisora de EPS
Área de Tecnología y Energía

FFAPdM/RA





Facultad de Ingeniería
Departamento de Física

Ref.Depto.Fis.0021-2012
Guatemala, 14 de marzo del 2012

Ing. Edwin Bracamonte
DIRECTOR, ESCUELA DE CIENCIAS
FACULTAD DE INGENIERIA
Presente

Estimado Ingeniero Bracamonte:

Por medio de la presente se hace constar que la alumna **Lucia Mariel Arana Peña, carné No. 200212605**, de la carrera de Licenciatura en Física Aplicada, finalizó su Ejercicio Profesional Supervisado titulado “PROPUESTA PARA DESARROLLAR EL CONTENIDO DE ASTRONOMIA EN EL CURRÍCULUM NACIONAL BASE, APLICANDO EL PROGRAMA GALILEO PARA PROFESORES EN EL SISTEMA EDUCATIVO DE GUATEMALA”.

El proyecto antes mencionado fue supervisado por el Licenciado Edgar Aníbal Cifuentes Anleu, quien labora en la Licenciatura en Física y fue el responsable de darle seguimiento al desarrollo e implementación del producto desarrollado por la estudiante.

Agradeciendo su atención a la presente y quedando a sus órdenes para cualquier información adicional.



“ID Y ENSEÑAD A TODOS”

Ing. Otto Miguel Hurtarte Hernández
JEFE DEL DEPARTAMENTO DE FISICA
FACULTAD DE INGENIERIA

c.c. archivo

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE CIENCIAS

El Director de la Escuela de Ciencias de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, después de conocer el dictamen del asesor, con el visto bueno del Coordinador de la Carrera de Licenciatura en Física Aplicada al trabajo de graduación de la estudiante *Lucía Mariel Arana Peña*, titulado "PROPUESTA PARA DESARROLLAR EL CONTENIDO DE ASTRONOMIA EN EL CURRÍCULUM NACIONAL BASE, APLICANDO EL PROGRAMA GALILEO PARA PROFESORES EN EL SISTEMA EDUCATIVO DE GUATEMALA", procede a la autorización del mismo.


Ing. Edwin Adalberto Bracamonte Orozco
Director Escuela de Ciencias



Guatemala, 11 de junio de 2012



El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ciencias, al trabajo de graduación titulado: **PROPUESTA PARA DESARROLLAR EL CONTENIDO DE ASTRONOMÍA EN EL CURRÍCULUM NACIONAL BASE, APLICANDO EL PROGRAMA GALILEO PARA PROFESORES EN EL SISTEMA EDUCATIVO DE GUATEMALA**, presentado por la estudiante universitaria **Lucía Mariel Arana Peña**, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE.

A large, handwritten signature in black ink, appearing to be 'Murphy Olympo Paiz Recinos', is written over a large, empty oval shape.

Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
DECANO

A circular official stamp from the Faculty of Engineering of the University of San Carlos of Guatemala. The text inside the stamp reads 'UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA' at the top, 'DECANO' in the center, and 'FACULTAD DE INGENIERIA' at the bottom. There is a small star at the very bottom of the stamp.

Guatemala, 11 de junio de 2012

/gdech

ACTO QUE DEDICO A:

Dios

Quien me ha confortado y orientado para vencer cualquier prueba.

Mis padres

Edgar Leonel Arana Paredes, María Elena Peña Arriaza. Quienes con sus consejos, amor y apoyo incondicional me han guiado durante cada proyecto emprendido en mi vida.

AGRADECIMIENTOS A:

Josué Polanco

Por su contribución, tiempo invertido y apoyo absoluto de Este trabajo y otras aspiraciones. Por compartir momentos inolvidables, y su amor.

Lic. Edgar Cifuentes
Ing. Floriza Ávila

Por su asesoría y guía en este proyecto.

A mis hermanos

Leonel y Andrea. Por su cariño, compañía y ayuda completa en los momentos más alegres y en los más difíciles de mi vida

A Javier Gramajo,
Jason Gálvez, David
Polanco, Ernesto
Lorenzana y Kenneth
Estrada

Por su contribución hacia el avance de éste y otros proyectos.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	V
GLOSARIO	VII
RESUMEN.....	IX
OBJETIVOS.....	XI
INTRODUCCIÓN	XIII
1. MARCO CONCEPTUAL.....	1
1.1. Antecedentes.....	1
1.1.1. Reseña histórica	1
1.1.2. Proyectos pilares	2
1.2. Justificación	4
2. MARCO TEÓRICO.....	5
2.1. Currículum Nacional Base	5
2.1.1. Área de Ciencias Naturales	6
2.1.2. Mallas curriculares de Ciencias Naturales	7
2.2. Aprendizaje colectivo.....	12
2.2.1. Aspectos de una comunidad de aprendizaje colectivo.....	14
2.2.2. Alternativas para el fortalecimiento de las comunidades	15
2.2.3. Estructuración de un curso utilizando aprendizaje colectivo.....	16

3.	PROGRAMA DE FORMACIÓN EN ASTRONOMÍA	19
3.1.	Descripción del proyecto	19
3.2.	Presentación de la solución al proyecto	19
3.3.	Capacitación propuesta.....	20
3.4.	Contenido.....	21
3.4.1.	La Tierra, la Luna y el Sol.....	21
3.4.1.1.	La Tierra en el espacio	21
3.4.1.2.	Gravedad y movimiento.....	23
3.4.1.3.	Fases lunares, eclipses y mareas	24
3.4.2.	Sistema Solar	25
3.4.2.1.	Observación del Sistema Solar	25
3.4.2.2.	El Sol.....	27
3.4.2.3.	Planetas interiores (o terrestres)	28
3.4.2.4.	Planetas exteriores (o gaseosos)	29
3.4.2.5.	Cometas, asteroides y meteoros.....	30
3.4.3.	Estrellas, galaxias y el Universo	31
3.4.3.1.	Características de las estrellas.....	32
3.4.3.2.	Vida estelar	33
3.4.3.3.	Sistemas estelares y galaxias	34
3.4.3.4.	Universo en expansión	36
3.4.4.	Exploración espacial.....	37
3.4.4.1.	Cohetes espaciales	37
3.4.4.2.	Programas espaciales.....	39
3.5.	Estrategias de evaluación	40
3.6.	Herramientas e instrumentos utilizados en la enseñanza de la Astronomía	42
3.6.1.	Telescopios	42
3.6.2.	Mapas celestes.....	44
3.6.2.1.	Mapas cilíndricos.....	45

3.6.2.2.	Mapas cenitales.....	46
3.6.3.	Planisferios	47
3.6.4.	<i>Software</i> para Astronomía	49
3.6.4.1.	AstroViewer	50
3.6.4.2.	Celestia.....	51
3.6.4.3.	CyberSky	52
3.6.4.4.	Gravitorium	54
3.6.4.5.	Stellarium.....	54
CONCLUSIONES		57
RECOMENDACIONES.....		59
BIBLIOGRAFÍA.....		61
APÉNDICES		67

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1.	Mapa cilíndrico	46
2.	Mapa cenital	47
3.	Planisferio celeste	49
4.	Información detallada sobre Betelgeuse utilizando el programa Astroviewer.....	51
5.	Información detallada sobre Betelgeuse utilizando Celestia.	52
6.	Información al seleccionar la estrella Betelgeuse utilizando Cybersky...	53
7.	Información al seleccionar la estrella Betelgeuse utilizando Stellarium..	55

TABLAS

I.	Malla curricular de Ciencias Naturales: primer grado del ciclo básico. ..	7
II.	Malla curricular de Ciencias Naturales: segundo grado del ciclo básico	9
III.	Malla curricular de Ciencias Naturales: tercer grado del ciclo básico...	11
IV.	Procesos y resultados de aprendizaje individuales y colectivos.	13

GLOSARIO

Ascensión recta	Coordenada astronómica de tipo ecuatorial, que secciona el cielo en 24 áreas semicirculares, equidistantes entre sí y perpendiculares a las líneas de declinación, proyectado en el cielo es el homólogo de la longitud.
Astronomía	Estudio de la composición, la estructura, y los procesos de los cuerpos celestes.
Bóveda celeste	Esfera aparente que rodea la Tierra sobre la cual se mueven los astros.
Cenit	Punto de intersección entre la vertical de un observador y la esfera celeste, por encima del horizonte. Es decir, el punto por encima del observador, a un ángulo de 90 grados. Es el punto más alto del cielo.
Comunidad de práctica	Conjunto de individuos que desarrollan un conocimiento especializado por medio del aprendizaje colectivo basado en experiencias prácticas.
Cuerpo celeste	Objetos de origen natural, pertenecientes al espacio, como los planetas, galaxias, etc.

Declinación	Coordenada astronómica de tipo ecuatorial, entendida como el arco del meridiano que pasa por un punto comprendido entre el ecuador y dicho punto. Proyectado en el cielo viene a ser como el homólogo de la latitud.
Eclíptica	Línea curva por la cual se desplaza el Sol, la Luna y los planetas, vista desde la Tierra, respecto del “fondo inmóvil” de las estrellas. Su nombre proviene del camino aparente donde suceden los eclipses.
Espacio profundo	Conjunto de objetos celestes que están situados a grandes distancias como cúmulos estelares, nebulosas y galaxias.
Mecánica celeste	Es una rama de la astronomía y la mecánica, que tiene por objeto el estudio de los movimientos e interacciones de los cuerpos celestes.

RESUMEN

En la actualidad, el sistema educativo de Guatemala carece de cursos de ciencias, en los niveles medio y diversificado, que incluyan como materia de estudio la Astronomía. Cuando el Ministerio de Educación desarrolló el Currículum Nacional Base, (CNB), se incluyeron temas de astronomía que abarcan más allá del Sistema Solar. Sin embargo, aunque se proponen dichos temas en el CNB, los profesores de enseñanza media no cuentan con la capacitación necesaria para impartir los contenidos y tampoco existe una propuesta metodológica que permita su capacitación.

Una propuesta para desarrollar la capacitación de los docentes, de una forma práctica y teórica, con la cual además se puede fundar las bases para integrar una red global de formación en astronomía y así estimular a los jóvenes para que se interesen en ingresar en el ámbito de la ciencia y tecnología, lo constituye el Programa Galileo para profesores.

Dicho programa tiene como objetivo principal formar docentes que dominen las habilidades y destrezas necesarias para la correcta enseñanza de la Astronomía y, además, es un proyecto pilar del Año Internacional de la Astronomía que ya está en práctica en los países afiliados a la Unión Astronómica Internacional, UAI por sus siglas en inglés, del cual Guatemala forma parte.

El presente trabajo, como se verá en las siguientes páginas, es una propuesta para desarrollar en el país dicho programa y así contribuir al desarrollo de las ciencias, porque como bien lo ha expresado su Excelencia

Nikolay Mijáylovich Vladimir, embajador de la Federación de Rusia en Guatemala, durante la inauguración de la exposición fotográfica en conmemoración de la hazaña de Yuri Gagarin al volar al espacio, la mayoría de solicitudes de becas que recibe no son del área científica y es en donde ellos pueden ofrecer mayores oportunidades.

OBJETIVOS

General

Lograr un desarrollo profesional del profesorado, centrándose en lograr que los docentes dominen los recursos y conocimientos de la Astronomía y la enseñanza de la ciencia, al adaptar sus contenidos a los procesos educativos.

Específicos

1. Aumentar el conocimiento científico de la sociedad a partir de la comunicación de resultados en Astronomía y ciencias afines, así como los procesos de investigación y el desarrollo del pensamiento crítico que lleva a tales resultados.
2. Ofrecer una imagen moderna de la ciencia y de los científicos, con el propósito de estimular el interés de la juventud para que se motiven a inscribirse en carreras científicas y tecnológicas.
3. Fundar las bases para formar una red global de formación y recursos astronómicos para profesores, por medio de la utilización de herramientas como el uso de Internet, cámaras (*webcams*), ejercicios de Astronomía, recursos interdisciplinarios, etc., que les permitan la participación y/o la celebración de congresos internacionales para incrementar su acervo científico.

INTRODUCCIÓN

El 20 de diciembre de 2007 la Organización de las Naciones Unidas (ONU), declaró a 2009 como el Año Internacional de la Astronomía (IYA2009 por sus siglas en inglés International Year Astronomy 2009), acontecimiento que representará una celebración global de la Astronomía y de su contribución al desarrollo de la cultura, de la sociedad y en sí, de la humanidad.

Cada país cuenta con un “nodo nacional”, un grupo de personas amantes de la Astronomía, que está constituido por los representantes de todos los centros profesionales y asociaciones de aficionados a la Astronomía, interesados en participar en el IYA2009.

Con el objeto de mantener el legado del IYA2009 la UAI – en colaboración con el nodo nacional, se desarrolla del Programa Galileo de Formación del Profesorado en todos los niveles educativos. Durante el desarrollo del proyecto propuesto, se tiene previsto realizar prácticas académicas, tipo docencia-aprendizaje, durante las cuales se desarrollará un programa de enseñanza de la astronomía, con las bases físico-matemáticas pertinentes.

El proyecto se ubica dentro de la función de extensión y su primer paso es, capacitar a los docentes de instituciones educativas de la capital de Guatemala. Un segundo paso, ambicioso pero no imposible, es lograr su extensión para capacitar a los docentes de distintas comunidades del interior del país, inicialmente cabeceras departamentales y paulatinamente cubriendo poblados urbanos y rurales, desarrollando una labor social, porque no persigue

ningún fin lucrativo, más que el docente y despertar el interés por el estudio de las ciencias.

El proceso de trabajo será realizado por medio de talleres, conocimiento y aprendizaje del uso de las herramientas disponibles por Internet y la práctica de juegos de educación básica. Los productos y técnicas desplegadas por este programa pueden adaptarse para utilizarse en aquellos lugares con pocos recursos propios, de forma que se pueda aprovechar el acceso a telescopios, *webcams* y ejercicios de astronomía.

1. MARCO CONCEPTUAL

1.1. Antecedentes

El año internacional de la Astronomía es un esfuerzo global, iniciado por la IAU y la UNESCO para ayudar a los ciudadanos del mundo a redescubrir y admirar su lugar en el Universo.

1.1.1. Reseña histórica

La Unión Astronómica Internacional (IAU) es una entidad fundada en 1919 e integrada por unos nueve mil profesionales procedentes de 70 países. En su Asamblea General celebrada el 23 de julio de 2003 en Sydney, Australia, fue aprobada por unanimidad una resolución¹ que impulsaba la proclamación de 2009 como el “Año de la Astronomía” con el objetivo de marcar el cuarto centenario de los descubrimientos de Galileo.

En 2007, la ONU indicó que aunque la Astronomía es una de las ciencias más antiguas, sin embargo sigue contribuyendo, fundamentalmente, a la evolución de otras ciencias. Se afirmó también que el IYA2009 podría desempeñar un papel crucial en concienciar a la opinión pública acerca de la importancia de la Astronomía. Fue así que el 20 de diciembre de 2007 el apoyo de la UAI fue reconocido, y la ONU declaró oficialmente el Año Internacional de la Astronomía - 2009.

¹ Conferencia General de la UNESCO, 33a. reunión, París 2005

El IYA2009 representaría una celebración global de la Astronomía y de su contribución a la sociedad, a la cultura, y al desarrollo de la humanidad. Actualmente el IYA2009 cuenta con más de 140 países afiliados que se han comprometido a apoyar el proyecto con diversas actividades. Cada país afiliado cuenta con un nodo nacional, constituido por los representantes de todos los centros profesionales y asociaciones de aficionados a la Astronomía interesados en participar en el IYA2009.

1.1.2. Proyectos pilares

El Año Internacional de la Astronomía 2009 se mantiene por doce proyectos pilares. Estos proyectos globales están centrados en temas específicos que van desde el apoyo y promoción de la mujer en la astronomía hasta la preservación de los cielos oscuros.

Los programas que se realizan en los nodos nacionales son los siguientes:

- 100 horas de Astronomía: es un programa en el cual se realizan observaciones del cielo, *webcasts* y conexiones con grandes observatorios alrededor del mundo.
- El Galileoscopio: cuyo objetivo es diseñar y producir un Galileoscopio, un telescopio como el que utilizó Galileo en 1609, producido con materiales de bajo costo.
- Diarios Cósmicos: *blog* cósmico en el cual los astrónomos profesionales describirán, en textos y con imágenes, pasajes relativos a sus vidas, intereses, así como su trabajo, sus últimos resultados profesionales y los retos a los que se enfrentan en su carrera.

- Portal al Universo: sitio *web* dirigido a toda persona interesada en conocer astronomía. Dicho sitio ofrece noticias, *blogs*, *podcasts* de video y audio, imágenes, videos y más.
- Ella es astrónoma: programa que promueve el estudio de la astronomía en el sexo femenino.
- Conocimiento de los cielos oscuros: proyecto que lucha por la preservación y protección de la herencia, natural y cultural, que supone disponer de un cielo oscuro, no contaminado por las luces artificiales, en lugares como parques nacionales y emplazamientos para la observación astronómica.
- Programa Galileo para profesores (GTTP): proyecto que busca construir una sólida red mundial de promotores de educación en astronomía.
- Explora el Universo (UNAWU): su objetivo es poner al alcance de los niños la belleza y grandiosidad del universo. Dicho proyecto se trabaja con las comunidades directamente o por medio de los programas de formación del profesorado.
- El Universo para que lo descubras: consiste en una exposición de imágenes astronómicas que se mostrarán en parques, avenidas, museos, etc.
- Astronomía Patrimonio de la Humanidad: proyecto en el cual la UNESCO y la UAI trabajan juntos para promover la colaboración en la educación e investigación de la Astronomía. Este crea una oportunidad para evaluar y reconocer la importancia del patrimonio astronómico en la historia de la

humanidad, la promoción de la diversidad cultural y el desarrollo de los intercambios internacionales.

1.2. Justificación

La enseñanza de la Astronomía en Guatemala está limitada en la actualidad. En algunos centros educativos la enseñanza de la astronomía no va más allá del conocimiento de la cantidad de planetas que integran el Sistema Solar. Existe una inmensa cantidad de recursos didácticos para su enseñanza, la mayoría disponible de manera gratuita por medio de Internet. Sin embargo, toda esta información es necesario complementarla con un programa de formación de profesores, para que estos sean capaces de utilizarlos en su propio entorno educativo.

El nuevo currículum propuesto por el Ministerio de Educación plantea fortalecer y desarrollar competencias en Astronomía como parte del curso de Ciencias Naturales. Sin embargo, muchos educadores que laboran en diversos niveles educativos, carecen de la formación astronómica para entender científicamente la teoría y los recursos educativos disponibles para la enseñanza de dicha ciencia. Se ve entonces la necesidad de poseer conocimientos teóricos y prácticos para utilizarlos de forma eficaz en sus planes de estudio.

2. MARCO TEÓRICO

2.1. Currículum Nacional Base

El Ministerio de Educación, Mineduc, está comprendido por un conjunto de direcciones encargadas de distintos programas. Una de ellas es la Dirección General de Currículo, Digecur, cuya función es “formular, divulgar y actualizar el Currículo Nacional Base (sic) y los lineamientos para alcanzar los estándares y las competencias en las áreas obligatorias y fundamentales del conocimiento con respecto a la educación escolar”² .

“El nuevo currículum propone satisfacer los retos propuestos en la Reforma Educativa. Para lograrlo fue necesario recurrir a una transformación curricular para fortalecer el aprendizaje, desarrollar procesos de pensamiento para una construcción del conocimiento y generar aprendizajes significativos”.³

Dicha transformación consiste en “la actualización y renovación técnico pedagógica de los enfoques, esquemas, métodos, contenidos y procedimientos didácticos”⁴. Para lograr dichas metas es necesario incorporar un proceso de enseñanza-aprendizaje, como el Programa Galileo para Profesores.

² Ministerio de Educación de Guatemala. DIGECUR. <<http://www.mineduc.gob.gt/DIGECUR/>>. [Consulta: 28 de marzo de 2010].

³ Ministerio de Educación. Currículum Nacional Base de Ciclo Básico del Nivel Medio. p.18-19.

⁴ *Ibid*, p. 17.

2.1.1. Área de Ciencias Naturales

El área de Ciencias Naturales del CNB integra conocimientos generales de Física, Química y Biología durante los tres años del ciclo básico. Según el CNB el área se orienta a que los y las estudiantes apliquen el método científico y utilicen los avances tecnológicos en el mejoramiento del medio social y natural donde viven, propiciando un aprendizaje significativo a partir del contacto con su medio social y natural. Incluye la descripción del Universo y sus componentes, hace énfasis en el planeta Tierra, los fenómenos que ocurren en él y las leyes físicas que los rigen.

Los aprendizajes adquiridos por las y los estudiantes les permitirán mejorar sus interacciones con el entorno y actuar como agentes capaces de responder eficientemente a los cambios del mismo para beneficio individual y de su comunidad. Además, les facilitarán la interpretación de los fenómenos naturales y las leyes que los rigen por medio de explicaciones científicas.

Unas de las competencias de área que se incluyen en las páginas 189 y 190 del CNB son:

- La aplicación del método científico y los principios básicos de la Física y la Química en la investigación, la construcción del conocimiento y la explicación de fenómenos
- La descripción de las características y propiedades de la materia y del Universo, así como fenómenos cotidianos de movimiento desde la perspectiva de la Física.

2.1.2. Mallas curriculares de Ciencias Naturales

El Currículum Nacional Base presentó nuevas mallas curriculares para el área de Ciencias Naturales del ciclo básico, que incluye contenidos y competencias en los ámbitos de la Física, Química y Biología. A continuación se presentarán las mallas curriculares que contienen contenidos específicos de Astronomía.

Tabla I. **Malla curricular de Ciencias Naturales: primer grado del ciclo básico**

Competencia	Describe características y propiedades de la materia y del Universo, las formas, transformaciones y aprovechamiento de la energía, así como fenómenos cotidianos de movimiento en una y dos dimensiones, desde la perspectiva de Física y la Química.
Indicador de logro	Utiliza conocimientos de astronomía antigua y moderna en la comprensión de las proporciones del Universo y las características y movimientos de los astros.
Contenidos declarativos	El Universo y su estructura. Escala de longitud y de tiempo en el Universo: año luz y unidad astronómica. Tecnología en el estudio del universo: formas en que astrónomos y astrónomas estudian las distancias y tiempos en el Universo. Elementos que conforman el Sistema Solar. Movimientos de rotación, traslación, precesión, nutación y balanceo de los elementos del Sistema Solar.

Continuación de la tabla I.

<p>Contenidos declarativos</p>	<p>Movimientos de los astros vistos desde la Tierra. Historia de la astronomía: la astronomía en las civilizaciones antiguas (con énfasis en la civilización maya).</p>
<p>Contenidos procedimentales</p>	<p>Descripción de la estructura del Universo. Utilización de escalas de longitud y tiempo en el Universo (año luz, unidad astronómica, etc.) en cálculos sencillos. Descripción de las formas en que se estudian las distancias y tiempos en el Universo. Caracterización de la estructura y elementos que conforman el Sistema Solar. Descripción de los movimientos de rotación, traslación, precesión, nutación y balanceo de los elementos del Sistema Solar. Descripción de los movimientos de los astros vistos desde la Tierra. Comparación de las percepciones del movimiento según el marco de referencia desde el cual se observa. Comparación de avances de la astronomía en civilizaciones antiguas: maya prehispánica y otras.</p>
<p>Contenidos actitudinales</p>	<p>Interés por el Universo. Valoración de las formas diversas en que el ser humano construye conocimientos. Interés por los aportes de la civilización maya a la astronomía.</p>

Fuente: Ministerio de Educación, DIGECADE. Currículum Nacional Base. p. 206 – 207.

Tabla II. **Malla curricular de Ciencias Naturales: segundo grado del ciclo básico**

Competencia	Describe fenómenos naturales de astronomía, traslación, rotación y sonido, así como los principales procesos de formación de compuestos y de transformación de energía en aplicaciones de la vida cotidiana, con base en principios físicos y químicos.
Indicador de logro	Describe las formas de observación astronómica, las características y el proceso de formación de los elementos del Sistema Solar. Resuelve problemas que involucran leyes de Newton, leyes de conservación, mecánica traslacional y rotacional. Describe los fenómenos relacionados con gravitación, movimiento de los planetas.
Contenidos declarativos	La esfera celeste y medidas angulares para localizar objetos en el cielo (altura y azimut). Tecnología en el estudio del universo: instrumentos para observar el universo. La esfera celeste y medidas angulares para localizar objetos en el cielo (altura y azimut). Tecnología en el estudio del universo: instrumentos para observar el universo. Historia de la astronomía: la aparición del telescopio y la evolución de la astronomía hasta el presente. Características de los elementos del Sistema Solar. Formación y evolución del Sistema Solar y de la Tierra. Tercera ley de Newton: acción y reacción sobre objetos

Continuación de la tabla II.

<p>Contenidos declarativos</p>	<p>distintos, los cohetes y la propulsión a chorro</p> <p>Introducción a la ley de gravitación universal y ley del inverso del cuadrado.</p> <p>Leyes de Kepler y el movimiento de los planetas</p> <p>Gravitación, leyes de Kepler y movimientos de los elementos del Sistema Solar.</p> <p>Movimientos de los astros vistos desde la Tierra.</p> <p>Ideas de Einstein sobre la gravedad.</p>
<p>Contenidos procedimentales</p>	<p>Identificación de diversos cuerpos en la esfera celeste.</p> <p>Localización de los cuerpos de la esfera celeste por medio de medidas angulares.</p> <p>Descripción de distintos instrumentos utilizados para observar el universo.</p> <p>Descripción de la evolución de la astronomía desde la aparición del telescopio.</p> <p>Descripción de las características de los elementos del Sistema Solar.</p> <p>Descripción de la formación y evolución del Sistema Solar y de la Tierra.</p> <p>Solución de problemas de aplicación de la ley de gravitación universal.</p> <p>Descripción de las leyes de Kepler y del movimiento de los planetas con base en las mismas.</p> <p>Interpretación de los movimientos de los astros vistos desde la Tierra a la luz de los conocimientos sobre gravitación y leyes de Kepler.</p> <p>Descripción sencilla de ideas básicas de relatividad</p>

Continuación de la tabla II.

Contenidos actitudinales	<p>general.</p> <p>Manifestación de interés por la observación del cielo y la astronomía.</p> <p>Valoración de las leyes de la física en la explicación de fenómenos cotidianos, así como la valoración de los procesos de ampliación de las teorías en ciencia.</p>
--------------------------	--

Fuente: Ministerio de Educación, DIGECADE. Currículum Nacional Base. p. 222 – 223.

Tabla III. **Malla curricular de Ciencias Naturales: tercer grado del ciclo básico**

Competencia	<p>Analiza la conservación de la materia y la energía en reacciones químicas y nucleares, las formas de aprovechamiento de la energía, así como fenómenos relacionados con electromagnetismo, óptica, astronomía y física moderna, en la comprensión de situaciones cotidianas, de fenómenos naturales y en la resolución de problemas.</p>
Indicador de logro	<p>Describe la formación y evolución del Universo, las estrellas y las galaxias, así como las formas en que se ha construido dicho conocimiento.</p>
Contenidos procedimentales	<p>Caracterización de los diferentes niveles de organización de los elementos constituyentes del Universo.</p> <p>Descripción de la Gran Explosión y de la evolución del Universo.</p> <p>Descripción de los procesos de formación de elementos,</p>

Continuación de la tabla III.

Contenidos procedimentales	estrellas y galaxias. Representación del ciclo de vida de las estrellas. Análisis del desarrollo histórico, las perspectivas de la exploración espacial, y sus contribuciones al conocimiento.
Contenidos actitudinales	Apreciación de la vastedad del Universo. Manifestación de interés por conocer la evolución del Universo.

Fuente: Ministerio de Educación, DIGECADE. Currículum Nacional Base. p. 240 – 241.

2.2. Aprendizaje colectivo

Para lograr que los estudiantes tengan una educación perdurable, es necesario conocer, implementar e innovar las estrategias de aprendizaje ya existentes. La creación de grupos interactivos de aprendizaje colectivo en el aula es una estrategia que implementa el uso de las tecnologías de la información y la comunicación, TIC.

El tema del aprendizaje colectivo es de importancia ya que “cualquier desempeño individual remite en el desempeño colectivo del cual la contribución individual cobra sentido”.⁵ Diferenciar en los tipos de aprendizaje colectivo y las maneras en que se debe trabajar mejora los resultados de tipo colectivo.

⁵ GORE, Ernesto; VÁZQUEZ M., Marisa. Aprendizaje colectivo y Capacitación Laboral. p.2 [ref. de 6 septiembre 2010]. Disponible en Web: <<http://www.udesa.edu.ar/files/escedu/Aprendizaje%20colectivo%20y%20Capacitaci%C3%B3n%20Laboral.pdf>>.

“Muchas personas piensan por ejemplo que aprenden colectivamente cuando participan en un trabajo de equipo o en una red coordinada. En ese caso, los procesos formativos son colectivos, pero los resultados de la formación pueden resultar perfectamente individuales”⁶. Esto no es lo que se busca en un aprendizaje colectivo. Según Maarten de Laat y Robert-Jan Simons el término de aprendizaje colectivo describe aquellos sistemas que aspiran a lograr resultados del tipo colectivo.

La tabla IV ilustra las cuatro posibilidades de los procesos y resultados de aprendizaje individual y colectivo. De esos cuatro, solamente tres son colectivos: procesos de aprendizaje individual con resultados colectivos, procesos de aprendizaje colectivos con resultados individuales, y procesos de aprendizaje colectivos con resultados colectivos.

Tabla IV. **Procesos y resultados de aprendizaje individuales y colectivos**

Resultados Procesos	Individuales	Colectivos
Individuales	Aprendizaje individual	Procesos de aprendizaje individual con resultados colectivos
Colectivos	Aprendizaje por interacción social	Aprendizaje colectivo

Fuente: Maarten de Laat y Robert-Jan Simons. El aprendizaje colectivo: perspectivas teóricas y modelos que apoyan la formación coordinada. p.16.

⁶ DE LAAT, Maarten; SIMONS, Robert-Jan. El aprendizaje colectivo: perspectivas teóricas y modelos que apoyan la formación coordinada. p.16 [ref. de 20 enero 2011] Disponible en Web: <http://www.cedefop.europa.eu/etv/Upload/Information_resources/Bookshop/324/27_es_delaat.pdf>.

2.2.1. Aspectos de una comunidad de aprendizaje colectivo

La mejora de la educación se logra fortaleciendo las bases del aprendizaje colectivo que son las comunidades de práctica. Dichas comunidades son clave para interconectarse en la sociedad del aprendizaje colectivo. Ernesto Gore y Marisa Vázquez Mazzini, en el trabajo “Aprendizaje colectivo y capacitación laboral” definen tres aspectos importantes para la creación de una comunidad con aprendizaje colectivo:

- **Emprendimiento compartido.** Construye respuestas a determinadas condiciones externas en las que la comunidad se inserta.
- **Compromiso mutuo.** Requiere que los miembros de la comunidad coordinen sus acciones y conversaciones con comentarios constructivos.
- **Repertorio mutuo de recursos.** Algunos de los recursos son materiales, como las herramientas, papelería, etc. Otros son simbólicos como: términos, ideas, pensamientos, ideologías, etc.

La aplicación de los tres puntos definidos, diferenciará una comunidad de práctica de un grupo de trabajo. Una comunidad de la práctica, con los puntos anteriores establecidos, logrará que sus miembros trabajen en colaboración y cooperación mutua para así alcanzar un fin en común.

El trabajo realizado, aplicando los tres puntos que Ernesto Gore y Marisa Vázquez Mazzini definen, logrará aumentar la cantidad de participantes dentro de la comunidad. Asimismo, los participantes no se limitarán a trabajar en un sector, sino se podrán desenvolver en cualquier parte del mundo logrando así el aumento significativo de miembros en el proceso del aprendizaje.

2.2.2. Alternativas para el fortalecimiento de las comunidades

Wenger⁷ , propone cuatro alternativas para el fortalecimiento de las comunidades de la práctica:

- Reuniones de fortalecimiento. Eventos donde se exponen diferentes puntos de vista hacia el proyecto, mantienen la unidad de la comunidad y refuerzan la identidad comunitaria. Pretende llegar a confrontar conceptos para que éstos mejoren.
- Coordinación interna. Es el fortalecimiento de la comunidad, que permite recorrer el camino, no sólo trazarlo. Pueden surgir diversos líderes internos aptos para asumir los diferentes aspectos que se requieren para la coordinación. Es importante propiciar el desarrollo, refinación e implementación de nuevas ideas.
- Intercambios generacionales. La incorporación de nuevos miembros a las comunidades es fundamental. El intercambio de experiencias entre los participantes antiguos y nuevos es relevante para el crecimiento de la comunidad de la práctica. Los nuevos miembros inician con actividades significativas, de bajo riesgo, hacia la comunidad, mientras obtienen la experiencia necesaria para incrementar su participación dentro de la misma.
- Proyectos de aprendizaje. La búsqueda continua del aprendizaje mejorará la práctica de la comunidad. Los proyectos pueden realizar dentro de sus actividades el análisis de debilidades de la comunidad, el impacto del

⁷ WENGER, Etienne. Communities of practice: learning, meanings, and identity. p. 23.

proyecto dentro de la comunidad, intercambios de conceptos entre comunidades y la adaptación de lo aprendido a la práctica.

El aprendizaje colaborativo, ayuda a crear entornos de aprendizaje aptos para cumplir con las necesidades e intereses de la población con limitado acceso a la educación, ofreciendo nuevas oportunidades de aprendizaje. Revoluciona la forma en que se maneja la información, cambiando la docencia al aprendizaje auto dirigido que permitirá una formación perdurable.

2.2.3. Estructuración de un curso utilizando aprendizaje colectivo

Según Bonwell y Sutherland (1996) la incorporación de un curso utilizando aprendizaje colectivo se puede considerar como un proceso continuo que incorpora cuatro componentes⁸:

- “De tareas simples a complejas”. Las tareas simples son menos estructuradas y más cortas en duración, mientras que las tareas complejas son más estructurados y pueden durar el período completo de la clase o bien varios períodos.
- “De la obtención de conocimiento a la adquisición de habilidades y actitudes”. El obtener conocimientos se refiere al dominio de conceptos y hechos, mientras que la adquisición de habilidades y actitudes se refiere al impacto de dichas destrezas adquiridas durante el curso en la vida cotidiana.

⁸ BONWELL, C. C., SUTHERLAND, T. E. The active learning continuum: Choosing activities to engage students in the classroom. [ref. 14 Junio 2010]. Disponible en Web: <<http://www.wcer.wisc.edu/archive/cl1/CL/doingcl/DCL1.asp>>.

- “De una limitada interacción en el aula a una extensa”. El grado de interacción entre los estudiantes y los docentes depende de la metodología de enseñanza, la personalidad, y la necesidad de control del profesor. Una interacción en el aula que se ve limitada es menos espontánea y flexible para los estudiantes.
- “De estudiantes principiantes a expertos”. Las actividades más estructuradas son a menudo mejores para aquellos estudiantes principiantes que pueden sentirse amenazados por un entorno desconocido de aprendizaje. Las actividades van siendo cada vez menos estructuradas conforme los estudiantes van adquiriendo experiencia.

“A pesar de que el aprendizaje colectivo es eficaz para ayudar a los estudiantes a aprender, puede que alcance a los estudiantes en distintos niveles”⁹. Es importante realizar distintas actividades donde distintos alumnos puedan resaltar de acuerdo a sus estilos de aprendizaje. Un enfoque consiste “en incluir algunas conferencias (o mini-conferencias), grupos de trabajo estructurados, y algunos menos estructurados para dar a todos los estudiantes la oportunidad de sobresalir en éstas actividades”¹⁰.

Implementar métodos de aprendizaje colectivo para la enseñanza de la astronomía permitiría cumplir con la actualización y renovación técnico pedagógica de los enfoques, esquemas, métodos, contenidos y procedimientos didácticos¹¹.

⁹ SLAVIN, R. E. Cooperative learning: Theory, research, and practice. [ref. 14 Junio 2010]. Disponible en Web: <<http://www.wcer.wisc.edu/archive/cl1/CL/doingcl/DCL1.asp>>

¹⁰ MILLIS, B. J.; COTTELL, P. G., Jr. Cooperative learning for higher education faculty. [ref. 14 Junio 2010]. Disponible en Web: <<http://www.wcer.wisc.edu/archive/cl1/CL/doingcl/DCL1.asp>>.

¹¹ Ministerio de Educación de Guatemala. Currículo Nacional Base, Ciclo Básico del Nivel Medio. p. 17.

3. PROGRAMA DE FORMACIÓN EN ASTRONOMÍA

3.1. Descripción del proyecto

El Programa Galileo de Formación de Profesores, GTTP por sus siglas en inglés, nació bajo los auspicios del IYA2009 siguiendo la experiencia anterior de algunos proyectos existentes sobre la educación de la Astronomía.

El GTTP pretende lograr un desarrollo profesional del profesorado, centrándose en lograr que los docentes dominen los recursos de la astronomía y la enseñanza de la ciencia, que puede adaptarse a los contenidos de la enseñanza.

El desarrollo y continuación del proyecto aumentará el conocimiento científico de la sociedad a partir de la comunicación de resultados en Astronomía y ciencias afines, así como del proceso de investigación y de pensamiento crítico que lleva a tales resultados.

Asimismo, el ofrecer una imagen moderna de la ciencia y los científicos tiene como fin estimular el interés de la juventud para que se motiven a inscribirse en carreras científicas y tecnológicas.

3.2. Presentación de la solución al proyecto

Se desarrolló material didáctico y práctico que los docentes pueden utilizar en sus establecimientos educativos. Dicho material abarca temas diversos como el Sistema Solar y sus orígenes, las estrellas, las galaxias y el universo,

así también como la exploración del espacio. Cada tema será estudiado de modo que demuestre la integración directa de la astronomía con la física.

Este material se había pensado previamente que se les repartiera a los docentes de forma impresa, pero dadas las dificultades económicas se pensó dejarlo en formato digital. De esta forma los docentes y público en general puedan tener acceso al mismo contando únicamente con una conexión a Internet.

La etapa de observación astronómica permite adquirir habilidades de observación de objetos celestes, con y sin la ayuda de telescopios y *software* relacionado al tema. Las jornadas de observación se realizan durante distintas noches, toda vez el clima permita tener un cielo despejado. Las sesiones pueden suspenderse dadas las inclemencias del tiempo.

3.3. Capacitación propuesta

Para la propuesta de la capacitación se elaboraron materiales teóricos introductorios de astronomía, así como también se propuso la parte práctica mediante la realización de observaciones astronómicas y experimentaciones sencillas que llevan a una mejor comprensión de los fenómenos astronómicos.

La capacitación está elaborada para realizarse en módulos y puede realizarse en distintas épocas del año. La mejor época para que se realicen las observaciones es durante los meses de noviembre a marzo, ya que el clima favorece a los cielos despejados. Sin embargo, se pueden realizar observaciones toda vez el clima permita tener un cielo despejado.

3.4. Contenido

El objetivo de realizar el material teórico era abarcar más allá del Sistema Solar, único tema tratado en la mayoría de instituciones a nivel medio, e introducir los conceptos físicos necesarios para entender la mecánica celeste.

Los siguientes apartados muestran los módulos de los temas propuestos, las expectativas de aprendizaje y las actividades sugeridas para alcanzar las competencias de cada uno. Dichos módulos se adecúan con las mallas curriculares¹² del Currículum Nacional Base.

3.4.1. La Tierra, la Luna y el Sol

El sistema de la Tierra, el Sol y la Luna superpone movimientos que son complejos. Los talleres propuestos en este apartado esclarecen dichos movimientos y plantea una manera simple de comprenderlos.

3.4.1.1. La Tierra en el espacio

El lugar que ocupa la Tierra en el espacio habilita las condiciones necesarias para que florezca la vida tal como se conoce actualmente. Su posición y movimientos permiten que surjan los días, los años, las estaciones y las zonas climáticas.

Elementos a trabajar

- Movimientos de rotación, traslación, precesión, nutación y balanceo de la Tierra, el Sol y la Luna.

¹² Ver Capítulo 2, Sección 2.1 .Currículum Nacional Base.

- Calendarios
- Estaciones terrestres

Expectativas del aprendizaje

- Descripción de los movimientos de rotación, traslación, precesión, nutación y balanceo de la Tierra, el Sol y la Luna.
- Comprensión de los calendarios y el aporte de las civilizaciones antiguas a la astronomía.
- Determinación de fechas en calendario Juliano y Maya
- Establecer la causa del ciclo de las estaciones en la Tierra

Talleres y actividades propuestas

- Utilizar un organizador gráfico que muestre lo que el alumno sabe y lo que el alumno aprendió al finalizar el tema.
- Modelación de los movimientos de la Tierra, el Sol y la Luna, y de las estaciones terrestres utilizando una lámpara, un globo terráqueo otras esferas.
- Trazar líneas del tiempo, donde se ilustren las aportaciones de las civilizaciones antiguas a la astronomía.
- Realizar cálculos sobre fechas utilizando los calendarios Mayas y el Juliano¹³.
- Realizar actividades online sobre las estaciones, solsticios y equinoccios
- Investigar uno de los logros astronómicos aportados por civilizaciones antiguas. “Escribir una conversación o diálogo, en la que dos personas de

¹³ Para dichos cálculos se sugiere consultar la publicación “Los Calendarios Maya y Gregoriano” escrito por Edgar Aníbal Cifuentes Anléu. Disponible en:
<http://fisica.usac.edu.gt/~cifuentes/calendario/calendario.htm>

la época y cultura que hizo el descubrimiento o la estructura antigua, analicen la importancia de ello en sus vidas”¹⁴.

3.4.1.2. Gravedad y movimiento

Isaac Newton demostró que los movimientos de los planetas y la caída de los cuerpos terrestres podrían explicarse cuantitativamente: a cada par de cuerpos estaría asociada una fuerza de atracción directamente proporcional a sus masas e inversamente proporcional al cuadrado de la distancia que los separa. Dicha fuerza es la fuerza gravitatoria responsable de los movimientos anteriormente mencionados.

Elementos a trabajar

- Introducción a la ley de gravitación universal y ley del inverso cuadrado
- Inercia y movimiento orbital

Expectativas del aprendizaje

- Identificación de fuerzas y sus características
- Interpretación de los movimientos de los astros a la luz de los conocimientos sobre gravitación.
- Comprensión de los factores que se combinan para mantener en órbita a la Luna y la Tierra.

¹⁴ PASACHOF, Jay M. Science Explorer. Astronomía. p.9.

Talleres y actividades propuestas

- Utilizar un organizador gráfico que permita al estudiante realizar preguntas de los conceptos que quiere saber, y de las respuestas obtenidas al terminar el tema.
- Realizar experimentos sencillos para ilustrar la inercia
- Interpretación y análisis de la fuerza de gravedad entre un cohete y la Tierra, y la distancia entre ellos, por medio de una gráfica.
- “Escribir un párrafo de causa y efecto suponiendo que el alumno hace un viaje a la Luna. En el párrafo el alumno explica cómo y por qué cambia su peso y lo que le sucede a su masa”¹⁵.

3.4.1.3. Fases lunares, eclipses y mareas

Los cambios que experimenta la Luna, suelen ser obvios hasta para la persona menos observadora, pero las razones para estos cambios y sus efectos no suelen ser obvias para la mayoría de personas.

Elementos a trabajar

- Movimiento lunar sideral y sinódico
- Eclipses solares y lunares
- Mareas

Expectativas del aprendizaje

- Diferenciación del movimiento sideral y sinódico de la Luna
- Determinación de las fases de la Luna

¹⁵ PASACHOF, Jay M. Science Explorer. Astronomía. p.19.

- Comprensión de los factores que se combinan para mantener en órbita a la Luna y la Tierra.

Talleres y actividades propuestas

- Emplear un organizador gráfico que le permita al estudiante hacer un diagrama de las fases de la Luna.
- Utilizar herramientas online, como los *applets* de Java, para observar fases de la luna y los eclipses.
- Modelación de las posiciones de la Tierra, el Sol y la Luna, para ilustrar eclipses solares y lunares utilizando una lámpara, un globo terráqueo y otras esferas.

3.4.2. Sistema Solar

La noción que se tiene del Sistema Solar es, que consiste de un sol, con planetas y lunas orbitándolo. Sin embargo, existen más objetos dentro del Sistema Solar. Es necesario dar a conocer el resto de los objetos y fenómenos que ocurren dentro de nuestro sistema.

3.4.2.1. Observación del Sistema Solar

Muchas civilizaciones antiguas observaron la Luna, el Sol y otros planetas, reconociendo su importancia en la vida. El trabajo que científicos como Copérnico, Galileo y Kepler hicieron, entre la polémica, revolucionaron la forma de explicar el movimiento de los astros.

Elementos a trabajar

- Movimientos de los elementos del Sistema Solar vistos desde la Tierra
- Modelos geocéntrico y heliocéntrico
- Leyes de Kepler y movimiento de los planetas

Expectativas del aprendizaje

- Comparación de las percepciones del movimiento según el marco de referencia desde el cual se observa.
- Descripción de las leyes de Kepler y del movimiento de los planetas con base en las mismas.
- Apreciación de las contribuciones de Copérnico, Galileo y Kepler a los conocimientos del Sistema Solar.

Talleres y actividades propuestas

- Utilizar un organizador gráfico que permita al estudiante realizar preguntas de los conceptos que quiere saber, y de las respuestas obtenidas al terminar el tema.
- Realizar experimentos sencillos para ilustrar las percepciones del movimiento según el marco de referencia desde el cual se observa.
- Esbozar esquemas que permitan comparar y contrastar los modelos geocéntrico y heliocéntrico.
- Trazar líneas del tiempo, donde se ilustren las aportaciones de los personajes principales en la historia de la astronomía.
- Interpretación y análisis de uno de los descubrimientos de Kepler. Por medio de una gráfica, analizar la relación entre la rapidez de un planeta y su distancia al Sol.

3.4.2.2. El Sol

El Sol es un astro que ha sido venerado y temido por distintas civilizaciones antiguas. Siendo la única estrella en nuestro Sistema Solar, es necesario estudiar su importancia, así como sus efectos en la vida.

Elementos a trabajar

- Interior del Sol
- Atmósfera del Sol
- Características del Sol

Expectativas del aprendizaje

- Identificación de las tres capas interiores y las tres exteriores del Sol
- Habilidades de observación en forma segura del Sol
- Comprensión de los fenómenos que se manifiestan en o sobre la superficie del Sol

Talleres y actividades propuestas

- Elaborar un esquema sobre características del Sol
- Realizar experimentos sencillos y seguros para la observación del Sol, utilizando una hoja de cartón y una hoja de papel en blanco.
- Utilizar herramientas online¹⁶ para observar videos, clasificar fotografías y efectuar actividades sobre las características del Sol.

¹⁶ Se sugiere utilizar las herramientas propuestas en la página *web* de SOHO por sus siglas en inglés, Solar and Heliospheric Observatory, disponible en: <http://sohowww.nascom.nasa.gov/home.html>

3.4.2.3. Planetas interiores (o terrestres)

Son cuatro planetas los que conforman los planetas interiores. La composición de su superficie, de materiales rocosos y metálicos, es semejante a la de la Tierra, por lo que también se les conoce como planetas terrestres.

Elementos a trabajar

- Planetas interiores: Mercurio, Venus, Tierra y Marte
- Atmósferas de los planetas interiores
- Características comunes entre los planetas terrestres
- Propiedades individuales de los planetas interiores

Expectativas del aprendizaje

- Identificación de los planetas interiores
- Comprensión e identificación de las características comunes y diferentes entre los planetas interiores.
- Habilidades de observación de algunos de los planetas terrestres, a simple vista.

Talleres y actividades propuestas

- Utilizar un organizador gráfico que muestre lo que el alumno sabe y lo que el alumno aprendió al finalizar el tema.
- Esbozar esquemas que permitan comparar y contrastar los planetas interiores.
- Utilizar herramientas online para observar videos y fotografías de los planetas terrestres, así como utilizar las aplicaciones de Java.

- Realizar un experimento sencillo, utilizando tarros de vidrio y celofán, para ilustrar el efecto invernadero que permita la comprensión de la atmósfera de Venus.
- “Diseñar un folleto de viaje para uno de los planetas interiores que no sea la Tierra. Dicho folleto deberá incluir hechos básicos y descripciones de los lugares de interés del planeta que se eligió. También se adjuntarán bocetos o fotos para que acompañen el texto”¹⁷.

3.4.2.4. Planetas exteriores (o gaseosos)

Los planetas exteriores son aquellos que se encuentran más allá del cinturón de asteroides. Se les llama planetas gaseosos por sus profundas atmósferas compuestas primordialmente de hidrógeno y helio, que llegan a constituir la mayor parte de sus masas.

Elementos a trabajar

- Planetas exteriores: Júpiter, Saturno, Urano, Neptuno, y Planetas Enanos
- Atmósferas y lunas de los planetas exteriores
- Características comunes entre los planetas exteriores
- Propiedades individuales de los planetas exteriores

Expectativas del aprendizaje

- Identificación de los planetas exteriores.
- Comprensión e identificación de las características comunes y diferentes entre los planetas gaseosos.

¹⁷ PASACHOF, Jay M. Science Explorer. Astronomía. p. 91.

- Habilidades de observación de algunos de los planetas exteriores, a simple vista.

Talleres y actividades propuestas

- Utilizar un organizador gráfico que permita al alumno identificar la idea principal de la lectura y los detalles que sustenten la idea principal.
- Esbozar esquemas que permitan comparar y contrastar los planetas exteriores.
- Utilizar herramientas online para observar videos y fotografías de los planetas gaseosos y sus lunas, así como utilizar las aplicaciones de Java.
- Investigar sobre los planetas enanos, cuáles son y sus características.
- Hacer modelos que representen el tamaño, los ejes de rotación y las lunas de los planetas exteriores.
- Integrar el área de matemáticas para calcular la circunferencia de los planetas.
- Diseñar un laboratorio simple que permita estudiar la influencia de la distancia de un planeta respecto al Sol en su período de revolución. Asimismo, el alumno podrá desarrollar una hipótesis sobre la influencia que ejerce la masa de un planeta en su período de revolución.

3.4.2.5. Cometas, asteroides y meteoros

Son ocho los objetos celestes sustanciales que orbitan el Sol. Sin embargo, existen objetos que no se pueden ver a simple vista y muchos permanecen desconocidos a la fecha. Los cometas, asteroides y meteoros son residuos de los inicios del Sistema Solar.

Elementos a trabajar

- Cometas
- Asteroides
- Meteoros, meteoroides y meteoritos

Expectativas del aprendizaje

- Identificación de las características de los cometas
- Determinación del área donde se encuentran la mayoría de asteroides
- Reconocimiento de meteoroides y cómo se forman

Talleres y actividades propuestas

- Elaborar un esquema que permita al alumno comparar y contrastar cometas, asteroides y meteoroides.
- Buscar información sobre las lluvias de estrellas, las fechas para planificar una noche de observación.
- Utilizar herramientas online para observar videos, clasificar fotografías y efectuar actividades sobre cometas, asteroides y meteoroides.

3.4.3. Estrellas, galaxias y el Universo

Vivimos en una pequeña parte del Sistema Solar, que se encuentra en el brazo de una galaxia junto a más de 100 000 estrellas. Sin embargo, vivimos en una galaxia que es sólo una entre las centenares de miles de millones de galaxias que conforman el Universo.

3.4.3.1. Características de las estrellas

En una noche despejada, especialmente cuando la Luna no está visible, es fácil identificar que hay miles de estrellas, pero que tienen distintos colores y niveles de brillantez. Las diferencias se proponen estudiar en este apartado.

Elementos a trabajar

- Clasificación de estrellas
- Medición de las distancias hacia las estrellas
- Diagrama *Hertzsprung-Russell* (diagrama H-R)

Expectativas del aprendizaje

- Determinación de las características utilizadas para clasificar estrellas
- Medición de las distancias a las estrellas, utilizando el concepto de año luz y paralaje en Astronomía.
- Utilización correcta del diagrama H-R

Talleres y actividades propuestas

- Utilizar un organizador gráfico que muestre lo que el alumno sabe y lo que el alumno aprendió al finalizar el tema.
- Determinar la posible composición química de una estrella, utilizando las líneas espectrales de 4 elementos.
- Colocar varias linternas en distintas posiciones para comparar las magnitudes absoluta y aparente de las estrellas.
- Realizar experimentos sencillos para demostrar el efecto de paralaje.

- Realizar actividades *online* sobre las características de las estrellas y observar distintas fotografías.
- “Planificar una noche de observación para observar la constelación de Orión. Hallar las estrellas Betelgeuse y Rigel, anotar sus colores y explicar la razón de la diferencia en sus colores “¹⁸.

3.4.3.2. Vida estelar

Las estrellas tienen una fuente de energía interna, que les permite brillar. Sin embargo, sus reservas son limitadas y se van consumiendo poco a poco, debido a esto, las estrellas experimentan una secuencia de cambios llamada evolución o vida estelar.

Elementos a trabajar

- La vida de las estrellas
- Muerte de las estrellas

Expectativas del aprendizaje

- Descripción y representación de la formación, la vida y la muerte de una estrella de masa media, de una estrella masiva, y una super masiva.
- Argumentación de las razones que determinan cuánto dura una estrella
- Establecer las causas de la muerte de las estrellas

¹⁸ PASACHOF, Jay M. Science Explorer. Astronomía. p. 133.

Talleres y actividades propuestas

- Utilizar un diagrama de flujo para mostrar la secuencia en la vida de una estrella, como el Sol.
- Emplear el diagrama H-R para comprender la vida estelar. Predecir las siguientes etapas de algunas estrellas que se muestran en el diagrama H-R.
- Observar videos y animaciones online sobre las estrellas.
- “Escribir una descripción de una de las etapas en la vida de una estrella, como una nebulosa, una gigante roja, una supernova o una enana blanca. Incluir información sobre cómo se formó y lo que sucederá después en la evolución de la estrella”¹⁹.

3.4.3.3. Sistemas estelares y galaxias

Debido a la interacción gravitacional entre las estrellas, éstas se pueden agrupar en lo que se conoce como sistemas estelares, que orbitan sobre un centro de gravedad común. Por otro lado, las galaxias también están unidas por la fuerza de gravedad, pero en estos enormes sistemas no se encuentran únicamente estrellas, sino que también planetas, nubes de gas, polvo cósmico, todo tipo de material interestelar.

Elementos a trabajar

- Sistemas estelares y cúmulos de estrellas
- Galaxias y cúmulos de galaxias
- La Vía Láctea
- Quásares

¹⁹ PASACHOF, Jay M. Science Explorer. Astronomía. p.140.

Expectativas del aprendizaje

- Descripción de los sistemas estelares y las galaxias
- Identificación y diferenciación de sistemas estelares, cúmulos de estrellas, galaxias y cúmulos de galaxias por medio de fotografías.
- Lograr explicar brevemente los quásares
- Identificar las características de la Vía Láctea y los objetos pertenecientes a la misma.

Talleres y actividades propuestas

- Definir en pequeños grupos, términos de astronomía con sus propias palabras. Compartir dichas definiciones con el resto de la clase.
- Realizar pequeños experimentos para producir eclipses binarios entre estrellas.
- Trazar líneas del tiempo, donde se ilustren las aportaciones de las civilizaciones antiguas a la Astronomía.
- Identificar y diferenciar sistemas estelares, cúmulos de estrellas, galaxias y cúmulos de galaxias utilizando fotografías, ya sean recortadas de periódicos, revistas o digitales.
- Participar en el proyecto Galaxy Zoo²⁰ (Zoológico de Galaxias) ayudando a los astrónomos a identificar tipos de galaxias y sus características por medio de fotografías tomadas por el telescopio espacial Hubble.
- Investigar cómo percibían las civilizaciones antiguas a la Vía Láctea, haciendo énfasis a la civilización Maya.

²⁰ La página del proyecto está disponible en <http://www.galaxyzoo.org/>

3.4.3.4. Universo en expansión

El Universo en el que se vive está en expansión. El primer indicio proviene de un experimento realizado por el astrónomo Vesto Slipher cuando observó que unas nebulosas y galaxias se alejaban de la Tierra. Muchos descubrimientos realizados después comprobaron que las galaxias, grupos de galaxias y todo material en el universo se mueven hacia afuera, es decir alejándose, desde la Gran Explosión.

Elementos a trabajar

- La Gran Explosión (Big Bang) y la evolución del Universo
- Formación del Sistema Solar
- Futuro del Universo

Expectativas del aprendizaje

- Descripción de la teoría de la Gran Explosión y la evolución del Universo
- Explicación de los procesos de formación del Sistema Solar
- Comprensión de los nuevos descubrimientos y posible futuro del Universo

Talleres y actividades propuestas

- Utilizar un organizador gráfico que permita al alumno identificar las evidencias que sustentan la teoría de la Gran Explosión.
- Usar un globo vacío y colocarle puntos representando galaxias. Inflar el globo y observar lo que sucede con los puntos. Inferir lo que sucede, asumiendo que el globo es el Universo.

- Interpretación y análisis de la rapidez de los cúmulos de galaxias, por medio de una gráfica.
- Observar videos y animaciones online sobre la formación del Sistema Solar y sobre la Gran Explosión.
- Motivar lecturas sobre temas afines como el libro Breve historia del tiempo de Stephen Hawking²¹ o Los tres primeros minutos del Universo de Steven Weinberg²².

3.4.4. Exploración espacial

El hombre ha realizado esfuerzos por estudiar y entender los misterios del Universo. Estos esfuerzos van desde el envío de satélites al espacio hasta la expedición y paseos espaciales realizada por humanos.

3.4.4.1. Cohetes espaciales

Existen vehículos diseñados para funcionar en el espacio exterior llamados cohetes espaciales. El objetivo principal de dichos vehículos es transportar satélites artificiales, sondas, equipo y seres humanos de la Tierra al espacio.

²¹ El profesor Hawking tiene doce títulos honorarios. Le concedieron el CBE en 1982, y fue nombrado un Compañero de Honor en 1989. Se le han otorgado varias concesiones, medallas y premios. Su interés científico se centró en el campo de la relatividad general, en particular en la física de los agujeros negros. Es miembro de la Sociedad Real (The Royal Society) y miembro de la Academia Nacional de Ciencias de los E.E.U.U.

²² El Profesor Steven Weinberg posee doctorados honoríficos en decenas de universidades. Su investigación ha abarcado un amplio rango de tópicos en la teoría cuántica de campos, física de partículas elementales y cosmología, y ha sido galardonado con numerosos premios, incluyendo el Premio Nobel de Física en 1979.

Elementos a trabajar

- Historia de los cohetes
- Tercera ley de Newton y propulsión a chorro
- Funcionamiento de los cohetes
- Cohetes de varias etapas

Expectativas del aprendizaje

- Profundizar en el desarrollo los cohetes
- Aplicación de la tercera ley de Newton
- Determinación del funcionamiento de los cohetes
- Ventajas de la utilización del cohete de varias etapas

Talleres y actividades propuestas

- Utilizar un organizador gráfico que muestre lo que el alumno sabe y lo que el alumno aprendió al finalizar el tema.
- Realizar experimentos simples para ilustrar la tercera ley de Newton.
- Interpretación y análisis de la altitud de un cohete respecto al tiempo de vuelo por medio de una gráfica.
- Observar animaciones *Java* sobre los cohetes y los cohetes de varias etapas, y videos de los primeros lanzamientos.
- Construir cohetes simples y promover un concurso de cohetes

3.4.4.2. Programas espaciales

En la actualidad existen programas espaciales cuya función es organizar y dirigir las complejas misiones espaciales. Distintos países alrededor del mundo cuentan ya con dichos sistemas.

Elementos a trabajar

- Carrera espacial
- Misiones a la Luna
- Programas y sondas espaciales

Expectativas del aprendizaje

- Análisis del desarrollo histórico de la exploración espacial
- Contribuciones y perspectivas de los programas espaciales
- Establecer funciones de los transbordadores, estaciones y sondas espaciales.

Talleres y actividades propuestas

- Utilizar un diagrama de flujo para mostrar la secuencia de eventos en la carrera espacial.
- Combinar el uso de videos de lanzamientos de cohetes espaciales y lecturas para aprender sobre el desarrollo histórico de la exploración espacial²³.

²³ Se recomienda visitar las siguientes páginas, donde el lector encontrará suficiente material de apoyo.
Administración Nacional de Aeronáutica y del Espacio, NASA: <http://www.nasa.gov/>
Historia de la aeronáutica en la Unión Soviética: <http://www.russianspaceweb.com/>
Agencia Espacial Europea, ESA: <http://www.esa.int/>

- “Escribir un informe noticioso, asumiendo ser un periodista que está cubriendo el lanzamiento de una nueva sonda espacial. El alumno escribe un reportaje en el que incluye detalles sobre la misión de la sonda y su funcionamiento”²⁴.

3.5. Estrategias de evaluación

La evaluación de las actividades debe efectuarse con el fin de determinar varios aspectos, como la calidad de enseñanza, el nivel de conocimiento del alumno, la aplicación de las habilidades requeridas, entre otros. Un método que permite evaluar dichas competencias es el uso de criterios de evaluación.

Los criterios de evaluación, permite que el alumno comprenda qué cualidades y estructuras se espera que contengan sus trabajos mediante una rúbrica. Esta estrategia permite valorar el nivel de logro del estudiante de acuerdo a los objetivos establecidos de las actividades implementadas, descritos en la rúbrica. De esa forma, el alumno podrá entender en qué ha fallado y las habilidades que le hacen falta para llegar a un nivel destacado.

En el apéndice B se muestra una rúbrica de evaluación para un informe científico. Los criterios de evaluación²⁵ y el método propuesto tiene como propósito facilitar al estudiante el desarrollo de habilidades de interpretación, análisis de datos y de estructura, para que comprenda qué se espera que alcance como experimentador, así como las cualidades y estructuras que debe contener su informe, lo que constituye cada sección, ejemplos a seguir y las cualidades de presentación del informe. Los mismos se utilizan actualmente

²⁴ PASACHOF, Jay M. Science Explorer. Astronomía. p. 57.

²⁵ El apéndice B es una elaboración propia, desarrollada como parte del proyecto de año de práctica de la licenciatura en física en la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

para la elaboración y valoración de los informes de laboratorio de Física 3 en la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

Según Scheuermann, “es esencial que los alumnos contribuyan también a validar las informaciones generadas durante el curso. Ello conduce a debates de mayor altura crítica y reflexiva. Los foros especiales de debate, críticas y comentarios colectivos sobre materiales escritos constituyen buenas herramientas para la evaluación de alumnos en un entorno de aprendizaje abierto”.²⁶

La evaluación no se debe remitir al final del curso únicamente. El docente se convierte en un evaluador de procesos y no sólo de conocimientos. “Cuando los integrantes de una comunidad participan en la labor de ésta, sus diferentes conocimientos específicos, percepciones, opiniones, razonamientos, teorías y conclusiones darán lugar obligatoriamente a discrepancias y conflictos intelectuales”.²⁷

Según de Laat y Simons, las tareas específicas de un evaluador de procesos en una comunidad de aprendizaje colectivo, son²⁸:

- Mantenerse en contacto con todos los integrantes de una comunidad a fin de estimular y promover su participación activa en la misma.

²⁶ SCHEUERMANN, Friedrich. Una vía hacia el futuro de la educación. [ref. de 20 enero 2011] Disponible en Web: <http://www.oei.es/etp/revista_cedefop_N27.pdf>.

²⁷ DE LAAT, Maarten; SIMONS, Robert-Jan. El aprendizaje colectivo: perspectivas teóricas y modelos que apoyan la formación coordinada. p. 25. [ref. de 20 enero 2011] Disponible en Web: <http://www.cedefop.europa.eu/etv/Upload/Information_resources/Bookshop/324/27_es_delaat.pdf>

²⁸ Loc. Cit.

- Evaluar la calidad de las interacciones, analizando los conocimientos específicos individuales.
- Estimular la cohesión de la comunidad y solicitar sugerencias de mejora de la labor colectiva.
- Estructurar las contribuciones a la base de conocimientos. Si se gestiona de manera constructiva, la búsqueda activa de más informaciones, la reconceptualización de los conocimientos aportados y las conclusiones conducirán a actividades de construcción de conocimientos.
- Evaluar la calidad de las contribuciones escritas a la base de conocimientos.
- Reflexionar sobre la base de conocimiento generada, es decir, analizar si está avanzando o no hacia los objetivos planteados.

3.6. Herramientas e instrumentos utilizados en la enseñanza de la Astronomía

La variedad de instrumentos empleados en astronomía es bastante amplia. Existen técnicas teóricas, como los modelos matemáticos y las simulaciones numéricas por computadora, y las prácticas, como las observaciones astronómicas manejando telescopios y mapas celestes.

3.6.1. Telescopios

Los telescopios son instrumentos que captan y enfocan luz, y otras formas de radiación electromagnética. Hacen que los objetos distantes parezcan más

grandes y brillantes. “Los telescopios ópticos utilizan lentes o espejos para enfocar luz visible”²⁹. Éstos son los telescopios usados por la mayoría de personas.

Los telescopios ópticos más utilizados son los refractores y reflectores. Los telescopios refractores utilizan lentes convexos y los reflectores espejos curvos. Existen ventajas y desventajas de cada uno.

Según Farrah³⁰ un” telescopio refractor da mejores resultados en la observación de objetos astronómicos con alta emisión de luminosidad (como planetas o estrellas), ya que proporciona imágenes con mejor contraste y detalle con respecto al reflector. Además es posible utilizarlo también en la visión terrestre como si fuese un potente catalejo, adquiriendo un accesorio opcional denominado "inversor de imagen". Sin embargo, dado que el mecanismo de amplificación es a través de lentes, las imágenes pueden presentar aberraciones cromáticas”.

Por otro lado, la capacidad de un telescopio reflector de absorber mayor cantidad de luz permite que sea más apto para la observación de objetos astronómicos de baja emisión de luz, tales como nebulosas, galaxias y todos los objetos de cielo profundo. El reflector proporciona también unas considerables ventajas a nivel de la fotografía astronómica.

La utilización de un telescopio astronómico reflecto o refractor depende de los objetos que se quieran observar y el capital disponible para la compra de los

²⁹ PASACHOF, Jay M. Science Explorer. Astronomía. p. 120.

³⁰FARRAH, Alejandro. Un telescopio para llevar. Disponible en Web: <<http://www.astroscu.unam.mx/~farah/telescopios/archivos/Un%2520telescopio%2520para%2520llevar>> [Consulta: marzo de 2011]

mismos. Según Farrah, para juzgar un telescopio, se necesita hacer referencia a tres elementos: el diámetro del objetivo, la longitud focal y la montura:

- Diámetro del objetivo (D): es el componente más importante ya que influye en la capacidad del telescopio de recolectar luz y de proporcionar por lo tanto imágenes cualitativamente mejores en detalle y definición.
- Longitud focal (F): es la longitud del trayecto de la luz en el tubo óptico del telescopio. La relación entre la longitud focal del telescopio y la focal del ocular con el cual se observa, determina el aumento que se produce.
- Montura: es el soporte que une el tubo óptico al trípode. La montura permite dar movimientos para seguir los objetos astronómicos durante los apuntamientos en la bóveda celeste. Los telescopios profesionales tienen una montura ecuatorial con catalejo polar que permite un estacionamiento todavía más preciso del instrumento para las observaciones más complejas y para la fotografía astronómica.

3.6.2. Mapas celestes

Las estrellas observadas en el cielo van cambiando debido a la rotación de la Tierra y a su traslación alrededor del Sol. Poco a poco se van observando estrellas que no habían sido posibles verlas en noches anteriores, y otras estrellas se van ocultando. Las estrellas observadas en el hemisferio norte no son visibles en el hemisferio sur. Es necesario tener algún tipo de guía para poder observar e identificar las estrellas según el lugar y la hora de la observación.

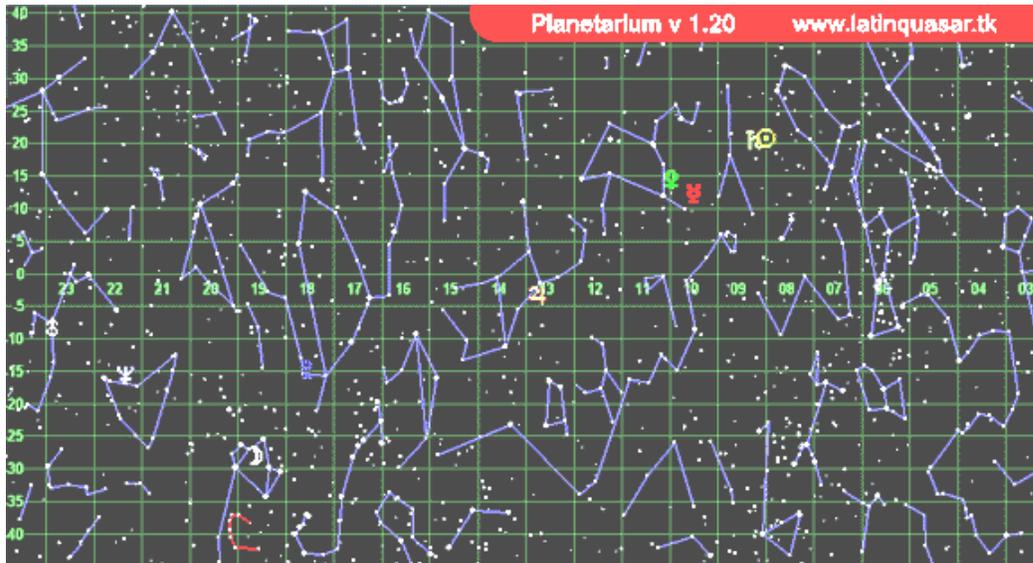
3.6.2.1. Mapas cilíndricos

“Los mapas celestes cilíndricos son los que usualmente se pueden observar en revistas o libros. Tienen una forma rectangular, donde el eje horizontal representa la ascensión recta, y el eje vertical la declinación. Usualmente aparecen los meses del año sobre el eje horizontal.³¹

Éstos indican que el cenit caerá sobre esa ascensión recta. En cuanto a los planetas, los mapas cilíndricos suelen representarlos, a veces como líneas que corresponden a sus órbitas para un período específico. Por lo general, sólo hay un mapa cilíndrico que es válido para todo el año, como se muestra en la figura 1. Esto representa una desventaja si se quiere realizar una observación en un lugar específico, y una fecha específica. Por ello se recomienda utilizar un mapa cenital.

³¹LOZANO R., Isaac. Mapas celestes y uso de planisferios. Disponible en Web: <http://www.latinquasar.org/index.php?option=com_content&task=view&id=133&Itemid=> [Consulta: 6 de septiembre de 2010]

Figura 1. **Mapa cilíndrico**



Fuente: Isaac Lozano Rey.

3.6.2.2. **Mapas cenitales**

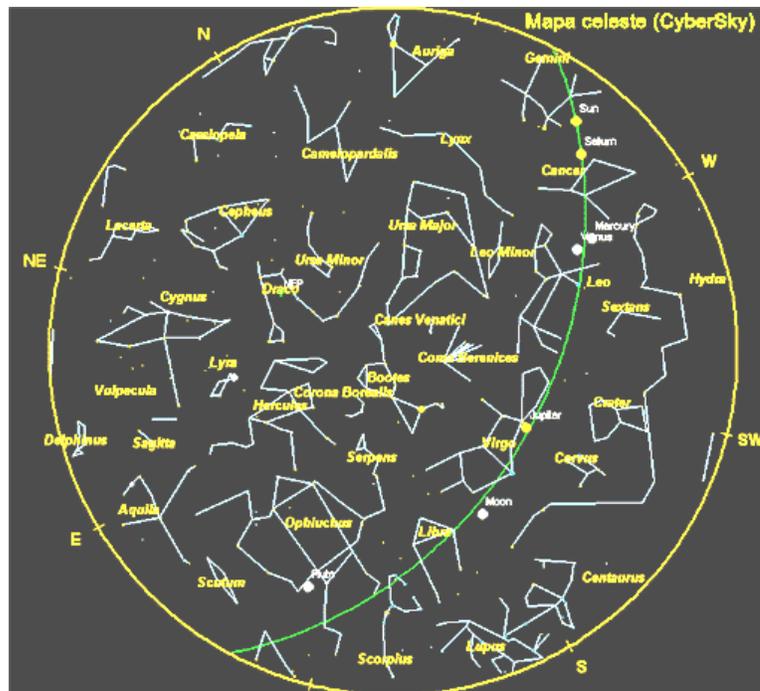
“Los mapas cenitales representan el cielo tal y como se puede observar en lugar, fecha y hora determinados. En estos mapas, el elemento de mayor importancia es el cenit o zenit. Existen dos formatos distintos de mapas cenitales”³². El siguiente formato es el más utilizado, ya que muestra un cielo completo y es el más intuitivo de los dos.

El cenit se encuentra en mitad del mapa, y el horizonte aparece en los bordes del mismo, con los puntos cardinales. Es común encontrar la eclíptica en éste tipo de mapas, ya que facilita encontrar los planetas, que se hallan en

³² LOZANO R., Isaac. Mapas celestes y uso de planisferios. Disponible en Web: <http://www.latinquasar.org/index.php?option=com_content&task=view&id=133&Itemid=> [Consulta: 6 de septiembre de 2010]

torno a ésta. También aparecen con frecuencia los nombres de las constelaciones, y sus líneas, para facilitar la identificación, como se aprecia en la figura 2. La desventaja de este mapa celeste es que al transcurrir la noche, ciertas constelaciones se van ocultando y otras van saliendo, por lo que el mapa que se estaba utilizando deja de ser válido.

Figura 2. **Mapa cenital**



Fuente: Isaac Lozano Rey.

3.6.3. Planisferios

Los mapas celestes anteriormente descritos presentan todavía un inconveniente. Al momento de realizar una observación en un día y lugar determinados, no se puede utilizar el mismo mapa. Se vio la necesidad de tener

un solo instrumento que pudiera indicar la posición los objetos celestes de acuerdo a la hora, fecha y lugar determinados: el planisferio.

Los planisferios son instrumentos muy útiles para el estudio de la Astronomía. Son mapas tipo cenital, pero presentan una forma elipsoidal. El planisferio muestra el cielo a observar en la fecha y hora deseada. La figura 3 de la siguiente página ejemplifica la vista de un planisferio celeste en general. Los planisferios varían de acuerdo a la latitud en el cual el observador se encuentra. Un planisferio para la ciudad de Guatemala³³ sería a 15 grados latitud norte.

A mayor calidad del planisferio, mayor será el número de objetos que muestre. El planisferio muestra no sólo estrellas y constelaciones, sino que también la propia Vía Láctea y objetos del catálogo Messier³⁴. Aparece la eclíptica, con forma elipsoidal, más no los planetas ya que cambian día a día y no coinciden de año en año.

³³ No existe un planisferio adaptado Guatemala todavía. Sin embargo, Pablo R. Castellanos D. está realizando actualmente cálculos para su elaboración.

³⁴ El catálogo Messier comprende una lista de 110 objetos astronómicos, como cúmulos, galaxias y nebulosas, catalogados por Charles Messier.

Figura 3. Planisferio celeste



Fuente: Telescopios Chile.

3.6.4. Software para Astronomía

Actualmente existe un gran número de herramientas tecnológicas para la enseñanza y la práctica de la astronomía. Muchos programadores se han dado la tarea de elaborar *software* de astronomía gratuito, que están disponibles a la comunidad por medio de sitios específicos en Internet. Los siguientes programas son solamente algunos de la gama de aplicaciones que están al alcance de todos. Las figuras 4-7 muestran la forma de obtener información detallada en los programas para un objeto en particular, la estrella Betelgeuse. De esta forma el lector podrá comparar la forma de la presentación de dicha información para cada programa, con excepción de Gravitorium.

3.6.4.1. AstroViewer

Astroviewer ³⁵es un mapa celeste que le ayuda a orientarse en el cielo nocturno rápida y fácilmente. Debido a su interfaz de usuario intuitivo es una herramienta apropiada para principiantes de Astronomía. Se puede utilizar *online* o puede descargarlo. El *software* planetario AstroViewer:

- Muestra un mapa interactivo del cielo para cualquier momento y cualquier lugar en la Tierra y concede impresiones de cartas celestes.
- Dicho mapa también permite acercar o alejar la vista del mapa, por lo que pueden examinarse objetos de cielo profundo, así como también permite rotarlo.
- Permite encontrar los nombres e información detallada de los cuerpos celestes (estrellas, planetas, etc.) en el mapa generado, y localizarlos al igual que las constelaciones.
- Exhibe un mapa en 3D del Sistema Solar, el cual el usuario puede rotar, acercar o alejar la vista en la pantalla.
- También muestra información detallada sobre los objetos del Sistema Solar al seleccionarlos.
- La información detallada sobre algún objeto ubicando en el mapa se expone en pantalla como en la siguiente figura. Dicha información corresponde a la estrella Betelgeuse.

³⁵MATUSSEK, Dirk. Astroviewer . Disponible en Web: <<http://www.astroviewer.com>> [Consulta: abril de 2011]

Figura 4. Información detallada sobre Betelgeuse utilizando el programa Astroviewer

Betelgeuse		← Nombre del objeto
alpha Orionis		← Distintas nomenclaturas
58 Orionis		
HD 39801		
HR 2061		
SAO 113271		
mag	0,50	← Magnitud absoluta
Distancia	600 años Luz	← Distancia hacia el objeto
Tipo espectral	M1-2Ia-Iab	← Tipo espectral
Constelación	Orión	← Constelación donde se encuentra
	Orion (Ori)	

Fuente: Astroviewer versión 3.1.3.

3.6.4.2. Celestia

Celestia³⁶ es un programa de simulación del espacio que permite explorar en tres dimensiones el Sistema Solar, las estrellas y otros objetos del Universo. Celestia permite al usuario:

³⁶ LAUREL, Chris. Celestia. Disponible en Web: <<http://www.shatters.net/celestia/index.html>> [Consulta: mayo de 2011]

- Explorar el espacio a través de una amplia gama de escalas, desde los cúmulos de galaxias hasta naves espaciales.
- Buscar objetos en el Universo por medio de un gran catálogo de estrellas, galaxias, planetas, lunas asteroides, cometas y naves espaciales. El programa le autoriza la instalación de otros catálogos.
- El detalle de la información se obtiene en pantalla al colocarse sobre algún objeto ubicando en el mapa. Se expone en pantalla como en la siguiente figura. Dicha información corresponde a la estrella Betelgeuse:

Figura 5. Información detallada sobre Betelgeuse utilizando *Celestia*



Fuente: Celestia versión 1.6.0.

3.6.4.3. CyberSky

Cybersky³⁷ es un programa fácil de utilizar que permite aprender sobre astronomía y explorar el cielo visible del pasado, el presente y el futuro. El programa de interfaz limpia hace fácil la identificación de los objetos en el cielo, y la búsqueda de los que desea ver. El programa está disponible gratuitamente

³⁷ SCHIMPF, Stephen M. Cybersk. Disponible en Web: <<http://www.cybersky.com/>> [Consulta: marzo de 2011]

por 30 días de uso, y luego está disponible para su compra. Por medio del programa Cybersky es posible:

- Ver mapas coloridos y detallados del cielo visto desde cualquier punto de la Tierra en cualquier momento a partir del 15.000 A.C. a 15.000 D.C.
- Tener una correcta visualización del movimiento de vectores, cuando las estrellas se están moviendo.
- Utilizar el modo de visión nocturna para preservar la adaptación a la oscuridad de los ojos mientras se utiliza el programa al aire libre mientras observa el cielo nocturno.
- Mover objetos en el cielo, crear eclipses solares y lunares, la traslación de las lunas alrededor de los planetas, y otros eventos astronómicos.

Figura 6. **Información al seleccionar la estrella Betelgeuse utilizando Cybersky**



Fuente: Cybersky versión 5.0.2.

3.6.4.4. Gravitorium

El objetivo principal de Gravitorium³⁸ es entretenerse con sistemas gravitacionales. Aunque no es un simulador de alta precisión, a velocidades bajas su precisión es bastante buena. Utilizando Gravitorium el usuario puede:

- Agregar o quitar objetos celestes al Sistema Solar, observando así las nuevas interacciones entre los objetos.
- Crear sistemas solares añadiendo los objetos celestes que se deseen.

3.6.4.5. Stellarium

Stellarium³⁹ es un programa gratuito capaz de mostrar un cielo realista en tres dimensiones, tal como se aprecia a simple vista, con binoculares o telescopio. En la interfaz multilingüe del programa es posible tener un control del tiempo de observación. Stellarium permite:

- Variar la atmósfera de acuerdo con las condiciones del lugar, observando también la salida y puesta del Sol.
- Observar la Vía Láctea de forma realista, y más de 120,000 estrellas del catálogo Hipparcos.
- Visualizar estrellas fugaces, estrellas parpadeantes.

³⁸ Rightword Enterprises. Gravitorium. Disponible en Web: <<http://www.rightword.com.au/products/gravitorium/>> [Consulta: abril de 2011]

³⁹ CHEREAU, Fabián. Stellarium. Disponible en Web: <<http://www.stellarium.org/>> [Consulta: abril de 2011]

- Personalizar el programa, agregando objetos de espacio profundo, paisajes, constelaciones, imágenes y scripts.

Figura 7. Información al seleccionar la estrella Betelgeuse utilizando Stellarium



Fuente: Stellarium versión 0.10.0.

CONCLUSIONES

1. Los docentes de ciencias requieren comprender las bases físicas y matemáticas para poder formar correctamente a sus alumnos en el área de Astronomía. Se halla necesario que los docentes de nivel medio y diversificado adquieran habilidades y destrezas que les permita describir la mecánica celeste, y así abarcar los temas propuestos por el Currículum Nacional Base.
2. Sin el apoyo de entidades educativas o de centros gubernamentales, la realización de la capacitación propuesta se ve limitada, ya que es necesario contar tanto con recursos didácticos y económicos, así como también humanos. Sin docentes a quien capacitar no puede existir el programa.
3. Durante el desarrollo del programa se observó que las pequeñas experimentaciones y observaciones astronómicas permitieron al docente comprender de mejor manera los conceptos físicos aprendidos de manera teórica.
4. El Programa Galileo es una aportación de un proceso de investigación. De hecho, el desarrollo de la capacitación es la conclusión de un proceso estudiado donde se involucran varias fuentes y áreas, de acuerdo con el propósito por el cual se diseñó dicho programa.

RECOMENDACIONES

1. El Ministerio de Educación, MINEDUC, debe involucrarse en conocer, apoyar y aplicar las distintas propuestas metodológicas, como el presente trabajo, para capacitar a los docentes en el área de Astronomía.
2. Debido a los cambios que se han dado en el sector educativo, los contextos educativos (escuelas, colegios privados, universidades, etc.) deben implementar el uso de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) para la enseñanza y formación de alumnos y maestros.
3. Implementar las distintas perspectivas de la formación cooperativa para el desarrollo de habilidades y competencias científicas, donde se incluya buenas prácticas de experimentación que demuestren resultados y modelos sostenibles, basados en diferentes metodologías tecnológicas.
4. Desarrollar una serie de distintas actividades para una noche de observación, tomando en cuenta la cantidad de personas que participarán, el área donde se realizará la observación y el clima del día. Es recomendable tener un plan alternativo en caso que el mal clima no permita realizar las actividades que se tenían planeadas y así no perder el interés de la audiencia.

BIBLIOGRAFÍA

1. Agencia Espacial Europea, ESA. *Space for Europe* [en línea] <<http://www.esa.int/>> [Consulta: mayo de 2011].
2. BONWELL, C. C.; SUTHERLAND, T. E. *The active learning continuum: Choosing activities to engage students in the classroom* [en línea]. Using active learning in college classes: a range of options for faculty, New Directions for Teaching and Learning No. 67. Noviembre, 1997. [ref. 14 Junio 2010]. <<http://www.wcer.wisc.edu/archive/cl1/CL/doingcl/DCL1.asp>>.
3. CIFUENTES A., Edgar Aníbal. *Los Calendarios Maya y Gregoriano* [en línea] <<http://fisica.usac.edu.gt/~cifuentes/calendario/calendario.htm>> [Consulta: mayo de 2011].
4. CHEREAU, Fabián. *Stellarium* [en línea] <<http://www.stellarium.org/>> [Consulta: abril de 2011].
5. CONSOLMAGNO, Guy; DAVIS, Dan M. *Turn left at Orion*. 3a ed. Cambridge, Reino Unido: Cambridge University Press, 2000. 220 p. ISBN 0-521-78190-6.
6. DE LAAT, Maarten; SIMONS, Robert-Jan. *El aprendizaje colectivo: perspectivas teóricas y modelos que apoyan la formación coordinada* [en línea]. Revista europea Formación Profesional, No.

27. Septiembre – diciembre 2002 [ref. de 20 enero 2011]
<http://www.cedefop.europa.eu/etv/Upload/Information_resources/Bookshop/324/27_es_delaat.pdf>.
7. FARRAH, Alejandro. *Un telescopio para llevar* [en línea]
<<http://www.astroscu.unam.mx/~farah/telescopios/archivos/Un%2520telescopio%2520para%2520llevar>> [Consulta: marzo de 2011].
8. Galaxy Zoo. *Galaxy Zoo: Hubble* [en línea] <<http://www.galaxyzoo.org/>>
[Consulta: febrero de 2011].
9. GORE Ernesto; VÁZQUEZ M. Marisa. *Aprendizaje colectivo y Capacitación Laboral*. Versión actualizada del trabajo presentado en el XIII Congreso de Capacitación y Desarrollo, Buenos Aires, Argentina [en línea]. Diciembre 2002 [ref. de 6 septiembre 2010].
<<http://www.udes.edu.ar/files/escedu/Aprendizaje%20colectivo%20y%20Capacitaci%C3%B3n%20Laboral.pdf>>.
10. GuateCiencia. *Blog de ciencia en Guatemala* [en línea]
<<http://guateciencia.wordpress.com/>> [Consulta: 12 de septiembre de 2010].
11. IAU / IYA2009. *International year of astronomy* [en línea]
<<http://www.astronomy2009.org>> [Consulta: 23 de febrero de 2011].
12. International Astronomical Union. *International Year of Astronomy 2009 — Final Report* [en línea]. Agosto 2010 [ref. de 12 septiembre 2010]. ISBN: 978-3-923524-65-5

<http://www.astronomy2009.org/resources/documents/detail/iya2009_final_report>.

13. LAUREL, Chris. *Celestia* [en línea] <<http://www.shatters.net/celestia/index.html>> [Consulta: mayo de 2011].
14. LOZANO R., Isaac. *Mapas celestes y uso de planisferios* [en línea] <http://www.latinquasar.org/index.php?option=com_content&task=view&id=133&Itemid=> [Consulta: 6 de septiembre de 2010].
15. MATUSSEK, Dirk. *Astroviewer* [en línea] <<http://www.astroviewer.com>> [Consulta: abril de 2011].
16. MILLIS, B. J.; COTTELL, P. G., Jr. *Cooperative learning for higher education faculty* [en línea]. American Council on Education, Series on Higher Education. The Oryx Press, Phoenix, AZ. 1998. [ref. 14 Junio 2010]. <<http://www.wcer.wisc.edu/archive/cl1/CL/doingcl/DCL1.asp>>.
17. Ministerio de Educación de Guatemala. "Currículum Nacional Base, Ciclo Básico del Nivel Medio". *Área de Ciencias Naturales*. 2007. p. 187-248.
18. NASA. *Administración Nacional de Aeronáutica y del Espacio, NASA* [en línea] <<http://www.nasa.gov/>> [Consulta: mayo de 2011].

19. _____. *Solar and Heliospheric Observatory* [en línea] <<http://sohowww.nascom.nasa.gov/home.html>> [Consulta: abril de 2011].
20. National Institute for Science Education. *Collaborative Learning* [en línea] <<http://www.wcer.wisc.edu/archive/cl1/CL/default.asp>> [Consulta: 14 de junio de 2010].
21. Nodo Nacional Guatemala. *Año Internacional de la Astronomía 2009* [en línea] <<http://astronomia.org.gt>> [Consulta: 30 de marzo de 2010].
22. PASACHOF, Jay M. *Science Explorer, Astronomía*. Boston, Massachusetts: Pearson Education, Inc., 2009. 198 p. ISBN 0-13-190048-X.
23. Portal Educativo de Guatemala. *Currículo Nacional Base*. Dirección General de Currículo [en línea] <http://www.mineduc.gob.gt/DIGECUR/?p=CNB.asp&t=Curriculo_Nacional_Base_CNB> [Consulta: 30 de marzo de 2011].
24. Rightword Enterprises. *Gravitorium* [en línea] <<http://www.rightword.com.au/products/gravitorium/>> [Consulta: abril de 2011].
25. SCHEUERMANN, Friedrich. *Una vía hacia el futuro de la educación* [en línea]. Revista europea Formación Profesional, No. 27. Septiembre – diciembre 2002 [ref. de 20 enero 2011] <http://www.oei.es/etp/revista_cedefop_N27.pdf>.

26. SCHIMPF, Stephen M. *Cybersky* [en línea] <<http://www.cybersky.com/>> [Consulta: marzo de 2011].
27. SLAVIN, R. E. *Cooperative learning: theory, research, and practice* [en línea]. 2a. ed. Boston: Allyn & Bacon, 1995. [ref. 14 Junio 2010]. <<http://www.wcer.wisc.edu/archive/cl1/CL/doingcl/DCL1.asp>>.
28. UNESCO. *Proclamation of 2009 as the United Nations International year of astronomy* [en línea] <http://www.astronomy2009.org/static/archives/documents/pdf/unesco_proclamation.pdf > [Consulta: 23 de febrero de 2010].
29. University of Wisconsin-Madison. *Field-tested Learning Assesment Guide* [en línea] <<http://www.flaguide.org/>> [Consulta: 14 de junio de 2010].
30. VANNINI, Julio. *El Blog Libre de UngaMan* [en línea] <<http://ungaman.wordpress.com/2007/12/20/2009-ano-internacional-de-la-astronomia/>> [Consulta: 22 de septiembre de 2010].
31. WENGER, Etienne. *Communities of practice: learning, meanings, and identity*. Cambridge: University Press, 1998. 336 p. ISBN 0-521-66363-6.
32. ZAK, Anatoly. *Russian Space Web. Historia de la aeronáutica en la Unión Soviética* [en línea] <<http://www.russianspaceweb.com/>> [Consulta: febrero de 2011].

33. ZEILIK, Michael. *Active astronomy and physics for active minds* [en línea]
Disponible en Web: <<http://mzeilik.com/>> [Consulta: 14 de junio de
2010]

APÉNDICES

APÉNDICE A

Las imágenes presentadas a continuación muestran distintas actividades realizadas con alumnas de un centro escolar. Las mismas se efectuaron utilizando material práctico propuesto en las subsecciones del capítulo 3.

Foto 1. **Alumnas clasifican y organizan imágenes de la Luna**



Fuente: Centro Escolar Campoalegre, enero 2011.

Foto 3. **Grupo de alumnas utilizan un planisferio y una maqueta para localizar e identificar constelaciones**



Fuente: Centro Escolar Campoalegre, enero 2011.

Foto 4. **Utilizando distintos diagramas para recopilar información de las constelaciones a observar**



Fuente: Centro Escolar Campoalegre, enero 2011.

Foto 5. **Comparando la información estelar del planisferio con el programa *Stellarium***



Fuente: Centro Escolar Campoalegre, enero 2011.

APÉNDICE B

En esta sección se ofrece una descripción general de los aspectos a evaluar en un informe científico de un experimento. Cada aspecto tiene un criterio de evaluación y cada uno se evalúa desde 0 a 10. Tanto el alumno, como el evaluador deben tener una copia de dicha rúbrica, para que el alumno comprenda qué y cómo se le evaluará.

Criterio de evaluación para un informe científico

Aspectos a evaluar Punteo	Principiante 0 - 2	Intermedio 3 - 5	Satisfactorio 6 - 8	Destacado 8 - 10
Introducción	<p>El problema de investigación es equivocado o no se ha podido ubicar.</p> <p>No se explica la importancia del tema ni señala las razones que justifican su estudio.</p> <p>No menciona el alcance del estudio ni sus consecuencias.</p> <p>Proporciona propósitos</p>	<p>Se intenta ubicar el problema de investigación.</p> <p>Se intenta explicar la importancia del tema y/o no menciona las razones que justifican su estudio, o las conclusiones a las que se llegó.</p> <p>Proporciona propósitos correctos sin</p>	<p>Se ha ubicado el problema de investigación.</p> <p>Se explica la importancia del tema y las razones que justifican su estudio.</p> <p>Menciona las conclusiones a las que se han llegado y trata de enunciar su alcance.</p> <p>Proporciona propósitos</p>	<p>El problema de investigación se indica claramente.</p> <p>Explica con claridad la importancia del tema y las razones que justifican su estudio.</p> <p>Expresa el alcance del estudio y las conclusiones.</p> <p>Proporciona propósitos</p>

Continuación de la tabla.

Objetivos	Los objetivos son extensos y confusos.	fundamentar. Los objetivos son extensos y confusos.	correctos poco fundamentados. Son poco claros y concretos, pero ambiguos. Se refieren a elementos concretos y observables.	correctos fundamentados. Son claros y concretos, no permiten ambigüedad. Se refieren a elementos concretos y observables.
Hipótesis	No formula una hipótesis o la hipótesis expuesta es irracional. No muestra las variables a trabajar.	Formula una hipótesis racional, pero imprecisa, que expone los resultados a obtener. No muestra las variables a trabajar.	Formula una hipótesis racional pero imprecisa, de los resultados a obtener. Trata de dar un contexto a la hipótesis. Trata de mostrar las variables dependiente e independiente.	Formula una hipótesis racional, clara y precisa que expone los resultados a obtener por medio de un contexto. Muestra las variables dependiente e independiente.
Marco Teórico	Trata de mostrar algunos modelos establecidos por los científicos, utilizados en el experimento. No se observa consistencia con	Trata de mostrar la teoría y modelos establecidos por los científicos, utilizados en el desarrollo del experimento. Es poco	Muestra de forma extensa (o muy breve) la teoría y modelos establecidos por los científicos utilizados en el desarrollo del experimento. Es	Muestra de forma breve y definida, la teoría y modelos establecidos por los científicos utilizados en el desarrollo del experimento. Es

Continuación de la tabla.

Marco Teórico	la hipótesis. Toda la teoría expuesta está transcrita.	consistente con la hipótesis. Toda la teoría ex puesta está transcrita.	consistente con la hipótesis. La teoría expuesta fundamenta el trabajo.	consistente con la hipótesis. La teoría expuesta fundamenta efectivamente el trabajo.
Diseño Experimental	Materiales: Muestra un listado incompleto de los aparatos o materiales utilizados en el experimento. Variables: Menciona algunas de las magnitudes físicas a medir y a calcular, pero no cómo manejarlas. Procedimiento: Da una descripción del procedimiento a seguir. Los pasos no están numerados, tienen una secuencia confusa y sin detalle.	Materiales: Muestra un listado de los aparatos o materiales utilizados en el experimento. Variables: Muestra las magnitudes físicas a medir y a calcular, pero no cómo manejarlas. Procedimiento: Proporciona una descripción del procedimiento a seguir. Los pasos numerados tienen una secuencia lógica, pero sin detalle. Diagrama: Expone una	Materiales: Muestra un listado claro de los aparatos o materiales utilizados en el experimento. Variables: Presenta cómo y cuáles son las magnitudes físicas a medir y a calcular. Procedimiento: Proporciona una descripción del procedimiento a seguir. Los pasos están numerados, tienen una secuencia lógica, pero poco detallada. Diagrama: Expone una representación	Materiales: Muestra un listado claro de los aparatos o materiales utilizados en el experimento. Variables: Presenta cómo y cuáles son las magnitudes físicas a medir y cómo habrá de calcularlas, refiriéndolas a la teoría. Procedimiento: Da una descripción clara del procedimiento a seguir. Los pasos están numerados, tienen una secuencia lógica y detallada.

Continuación de la tabla.

<p align="center">Diseño Experimental</p>	<p>Diagrama: Expone una representación gráfica, no identificada, de la disposición de los materiales y los aparatos utilizados en el experimento.</p>	<p>representación gráfica, poco identificada, de los materiales y los aparatos utilizados en el experimento.</p>	<p>gráfica simple, debidamente identificada, los materiales y los aparatos utilizados en el experimento.</p>	<p>Diagrama: Expone una representación gráfica simple e identificada de los materiales y los aparatos utilizados en el experimento.</p>
<p align="center">Resultados</p>	<p>Registra pocos datos obtenidos, sin las unidades dimensionales ni la incertidumbre de medida. Los datos no son consistentes a lo largo del reporte. Los gráficos, tablas o diagramas no muestran el comportamiento correcto entre las magnitudes medidas, ni están debidamente identificados.</p>	<p>Registra observaciones y datos obtenidos, sin las unidades dimensionales ni la incertidumbre de medida. La mayoría de los datos son consistentes a lo largo del reporte. Los gráficos, tablas o diagramas, no muestran correctamente el comportamiento entre las magnitudes medidas, ni</p>	<p>Registra las observaciones y los datos obtenidos de forma apropiada, con las unidades dimensionales y símbolos, sin la incertidumbre de medida. Los datos son consistentes a lo largo del reporte. Los gráficos, tablas o diagramas, muestran el comportamiento entre las magnitudes</p>	<p>Registra las observaciones y los datos obtenidos de forma apropiada, con las unidades dimensionales, símbolos e incertidumbre de medida. Los datos son consistentes a lo largo del reporte. Los gráficos, tablas o diagramas debidamente identificados muestran el comportamiento entre las magnitudes medidas y/o</p>

Continuación de la tabla.

Resultados		están debidamente identificados.	medidas y/o permiten calcular otras magnitudes.	permiten calcular otras magnitudes.
Discusión de Resultados	Trata de explicar los resultados obtenidos sin mencionar la teoría. Intenta explicar las tablas y gráficas expuestas. Se aprecia un nivel mínimo de conocimientos y comprensión de los principios de física. Hace referencia al grado de la incertidumbre de los datos experimentales, así como las fuentes de error. Si refutó argumentos, no los respalda.	Explica los resultados obtenidos sin mencionar la teoría. Explica limitadamente las tablas y gráficas expuestas. Se aprecia un cierto nivel de conocimientos y comprensión de los principios de física. Menciona el grado de la incertidumbre de los datos experimentales, así como las fuentes de error. Si refutó argumentos, no los respalda completamente.	Examina los resultados obtenidos con la teoría expuesta. Explica las tablas y gráficas expuestas, sin el análisis estadístico apropiado. Se aprecia un buen nivel de conocimientos y comprensión de los principios de física. Se ha analizado limitadamente la incertidumbre de los datos experimentales, así como las fuentes de error. Si refutó argumentos, los respalda.	Contrasta los resultados obtenidos con la teoría expuesta. Explica las tablas y gráficas expuestas, tomando en cuenta el análisis estadístico. Se aprecia un excelente nivel de conocimientos y comprensión de los principios de física. Se ha analizado la incertidumbre de los datos experimentales y las fuentes de error. Respalda argumentos rechazados.
Conclusiones	Se ha intentado proporcionar	Se proporciona conclusiones	Son extensas, aunque	Son claras y coherentes con

Continuación de la tabla.

<p>Conclusiones</p>	<p>conclusiones coherentes con el razonamiento o explicación presentada. Intenta mencionar los logros de la realización del experimento. Intenta indicar la incertidumbre de los datos experimentales. No menciona el método utilizado.</p>	<p>poco coherentes con el razonamiento o explicación presentada. Menciona los logros de la realización del experimento. Indica la incertidumbre de los datos experimentales sin hacer referencia al grado de aproximación de los modelos utilizados. Se refiere el método utilizado.</p>	<p>coherentes con el razonamiento o explicación presentada anteriormente. Señala los logros de la realización del experimento e indica asuntos sin resolver. Muestra la incertidumbre de los datos experimentales con poca referencia al grado de aproximación de los modelos utilizados. No sugiere mejoras en método utilizado.</p>	<p>el razonamiento o explicación presentada anteriormente. Indica los logros de la realización del experimento y los asuntos sin resolver y las nuevas interrogantes surgidas. Provee la incertidumbre de los datos experimentales y hace referencia al grado de aproximación de los modelos utilizados. Identifica y sugiere mejoras en método utilizado.</p>
<p>Fuentes de consulta</p>	<p>Se citan las fuentes incorrectamente Utiliza sólo una fuente de consulta. El formato de la sección</p>	<p>Se citan las fuentes, aunque de forma poco organizada. Utiliza como máximo dos fuentes de consulta. El</p>	<p>Se citan las fuentes de forma adecuada y organizada. Utiliza dos o más fuentes de consulta. El formato de la</p>	<p>Se citan las fuentes de forma apropiada, organizada y homogénea. Utiliza una variedad de fuentes de</p>

Continuación de la tabla.

Fuentes de consulta	"Fuentes de consulta" está mal empleado.	formato de la sección "Fuentes de consulta" está mal empleado.	sección "Fuentes de consulta" es adecuado.	consulta. El formato de la sección "Fuentes de consulta" es apropiado y preciso
----------------------------	--	--	--	---

Fuente elaboración propia.

