

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



**EQUIPAMIENTO DEL LABORATORIO E INDUCCIÓN A CATEDRÁTICOS DE
FÍSICA DE LA EFPEM PARA DESARROLLAR LABORATORIOS
EXPERIMENTALES EN EL CURSO DE ASTRONOMÍA Y ASTROFÍSICA**

Edwin Estuardo Marroquin Albizures

Supervisor:

Msc. Ing. Rubén Pérez Oliva

Guatemala, Agosto de 2009

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



EQUIPAMIENTO DEL LABORATORIO E INDUCCIÓN A CATEDRÁTICOS DE FÍSICA
DE LA EFPEM PARA DESARROLLAR LABORATORIOS EXPERIMENTALES EN EL
CURSO DE ASTRONOMÍA Y ASTROFÍSICA

Proyecto presentado al Consejo Directivo de la Escuela de Formación de Profesores de
Enseñanza Media de la Universidad de San Carlos de Guatemala

Por el estudiante

Edwin Estuardo Marroquin Albizures

Previo a conferírsele el grado académico de:

Licenciado en la Enseñanza de la Matemática y Física

Guatemala, Agosto de 2009

Autoridades Generales:

Lic. Carlos Estuardo Gálvez Barrios
Dr. Carlos Guillermo Alvarado Cerezo
Dr. Oscar Hugo López Rivas

Rector Magnífico de la USAC
Secretario General de la USAC
Director de EFPEM

Consejo Directivo:

Lic. Saúl Duarte Beza
Dr. Miguel Ángel Chacón Arroyo
Lic. Atilano Franco Chacón
PEM. Walter Rodolfo Paniagua Cuellar
PEM. Miguel Eduardo Cano

Representante de Profesores
Representante de Profesores
Representante de Profesionales Graduados
Representante de Estudiantes
Representante de Estudiantes

Tribunal Examinador:

Msc. Rubén Rodolfo Pérez Oliva
Lic. Saúl Duarte Beza
Ing. Hugo Salazar
Lic. Luis Solórzano Loaiza
Dra. Geraldine Grajeda Bradna

Universidad de San Carlos
De Guatemala



Escuela de Formación de Profesores
De Enseñanza Media EPFEM

Guatemala, 19 de marzo de 2009

Dr. Miguel Ángel Chacón Arroyo
Coordinador Unidad de Investigación
EPFEM

Por medio de la presente le informo que el estudiante **EDWIN ESTUARDO MARROQUIN ALBIZURES** con carné No. 9616288 de la Licenciatura en Enseñanza de la Matemática y Física finalizó la ejecución del trabajo de graduación en la opción elaboración de proyecto de mejoramiento educativo que le fuera autorizado desarrollando el proyecto: ***“Equipamiento del laboratorio e inducción a catedráticos de Física de la EPFEM para desarrollar laboratorios experimentales en el curso de Astronomía y Astrofísica.”*** El estudiante elaboró el informe siguiendo los lineamientos que la unidad de investigación ha definido para este tipo de informes, cumpliendo con incorporar todas las observaciones que le fueron sugeridas, por lo que me permito presentarle el informe para que se sirva presentarlo a donde corresponde para continuar con los trámites que EPFEM tiene previsto para la revisión final de este tipo de trabajo de graduación.

Sin otro particular, se suscribe de usted su más seguro servidor.

Atentamente,

“Id y Enseñad a Todos”

Msc. Ing. Rubén Pérez Oliva
Supervisor del Proyecto



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
ESCUELA DE FORMACIÓN DE PROFESORES DE ENSEÑANZA MEDIA
EPFEM
JEFATURA DE FÍSICA



Recibi
Su
23/03/2009

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA



ESCUELA DE FORMACIÓN DE
PROFESORES DE ENSEÑANZA MEDIA
"Id y Enseñad a Todos"

Guatemala, 12 de mayo de 2009

Dr. Miguel Ángel Chacón Arroyo
Unidad de Investigación
USAC –EFPEM

Los suscritos miembros del comité supervisor del informe del proyecto, nombrados para el efecto, por este medio nos dirigimos a usted para informarle que luego del análisis y revisión del documento en donde se presenta el proyecto de investigación desarrollado por el estudiante **EDWIN ESTUARDO MARROQUIN ALBIZURES**, titulado:

"Equipamiento del laboratorio e inducción a catedráticos de física de la EFPEM para desarrollar laboratorios experimentales en el curso de Astronomía y Astrofísica"

Se han efectuado satisfactoriamente los cambios que este comité le solicitó al estudiante por lo que se emite dictamen favorable para continuar con los trámites correspondientes.

Atentamente,

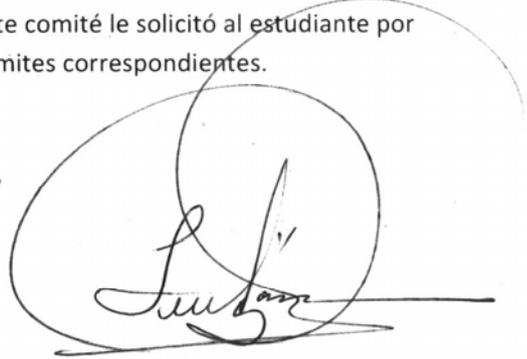
"ID Y ENSEÑAD A TODOS"



Lic. Saúl Duarte Beza



Ing. Hugo Salazar



Lic. Luis Solórzano

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA



ESCUELA DE FORMACION DE
PROFESORES DE ENSEÑANZA MEDIA

"Id y Enseñad a Todos"

El infrascrito Secretario Académico de la Escuela de Formación de Profesores de enseñanza Media de la Universidad de San Carlos de Guatemala

CONSIDERANDO

Que el Comité de Evaluación del informe de Proyecto de Graduación conformado por los profesionales Lic. Saúl Duarte Beza, Ing. Hugo Salazar, Lic. Luis Solórzano, nombrados para revisar el Proyecto de graduación del estudiante Edwin Estuardo Marroquín Albizures, carné No. 9616288 Titulada: "Equipamiento del laboratorio e inducción a catedráticos de Física de la EFPEM para desarrollar laboratorios experimentales en el curso de Astronomía y Astrofísica".

Ha dictaminado favorablemente sobre el mismo, por este medio

AUTORIZA

La impresión del informe de Proyecto de Graduación indicado, debiendo para ello proceder conforme el normativo correspondiente.

Dado en la ciudad de Guatemala a los veintisiete días del mes de agosto del año dos mil nueve.

"ID YENSEÑAD A TODOS"

Una firma manuscrita en tinta negra que parece decir "Danilo López Pérez".

Lic. Danilo López Pérez
Secretaria Académica EFPEM



DEDICATORIA

- A DIOS: Fuente divina de inspiración y fortaleza
- A MI PADRE: José Luis Marroquín García
Por su comprensión y afecto.
- A MI MADRE: Blanca Aida Albizures de Marroquín
Ejemplo de constancia, dedicación y entrega
- A MI ESPOSA: Cintia Siomara de Marroquín
Por su apoyo incondicional.
- A LA UNIVERSIDAD
DE SAN CARLOS DE
GUATEMALA. Especialmente a EFPEM y a la cátedra
de Física.
- AUTORIDADES Y
PERSONAL DE
EFPEM. Docente y administrativo por su colaboración y
disponibilidad.

AGRADECIMIENTOS:

Lic. Saúl Duarte Beza
Jefe de Cátedra de Matemática

Ing. Rubén Pérez Oliva
Jefe de Cátedra de Física

Dra. Geraldine Grajeda y Dr. Miguel Chacón
Unidad de Investigación

AGRADECIMIENTO ESPECIAL A:

Ing. Edgar Castro
Presidente de AGA

Lic. Edgar Cifuentes
Miembro de AIA

Arq. Leonel López
Facultad de Arquitectura USAC

Licda. María Paniagua
Facultad de ciencias químicas y farmacia USAC

Eva Gramajo
Fernando Tobar
José Tobar
Estudiantes de licenciatura en física aplicada
Facultad de ingeniería USAC

Lic. Manuel Castellanos
Sociólogo

Lic. Roberto Barrios
Proyectos Educativos USAC

Julieta Ahumada
Embajada de México

Kyoko Ikegami
Embajada de Japón

Dr. Alejandro Gangui
Instituto de astronomía y física del espacio, Argentina.

AGRADECIMIENTO POR SU PARTICIPACIÓN EN EL PROYECTO

Ing. Rubén Pérez Oliva
Ing. Carlos Sánchez
Ing. Hugo Salazar
Ing. Mario Sosa
Ing. Byron Aguilar
Licda. Sofía Gutiérrez
Lic. Hasler Calderón
Lic. Fredy Sandoval
Lic. Minoldo Gramajo
PEM Marilyn Marroquín
PEM Arturo Morales
PEM Otto García
PEM Water Paniagua
PEM Wilman Yoc
PEM Obed Velásquez

Quienes con sus comentarios, entusiasmo, asistencia y compromiso enriquecieron la ejecución del mismo.

Contenido	No. Página
Introducción.....	1

CAPITULO I MARCO ORGANIZACIONAL

A. Antecedentes	2
1. Reseña Histórica de EFPEM.....	2
2. Naturaleza.....	3
3. Visión de la EFPEM.....	3
4. Misión de la EFPEM.....	3
5. Organigrama.....	4
6. Programas.....	5
7. Ciclos y Horarios de Estudio	6
8. Selección de un entorno educativo.....	6

CAPITULO II ANÁLISIS SITUACIONAL

A. Análisis situacional del departamento de Física.....	8
1. Misión.....	8
2. Visión.....	8
3. Objetivos.....	8
4. Funciones.....	9
7. Análisis del árbol de problemas.....	11
8. Demandas Institucionales.....	13
9. Demandas Poblacionales.....	13
10. Actores Directos.....	14
11. Análisis de los actores del proyecto.....	15
12. Selección del problema.....	17
13. Justificación.....	17

CAPITULO III ANÁLISIS ESTRATÉGICO

A.	Análisis Estratégico.....	20
	1.Matriz Foda:	20
	2.Análisis Foda:.....	21
	3.Líneas de acción estratégica:.....	23
	4.Posibles proyectos:	23
	5.Selección de un posible proyecto:.....	26

CAPITULO IV DISEÑO DEL PROYECTO

A.	Diseño del proyecto:	28
	1.Descripción:	28
	2.Población beneficiaria:	28
	3.Justificación del proyecto:	29
	4.Objetivos:	33
	5.Resultados:	34
	6.Plan o programa:.....	35
	7.Temas selectos de Astronomía:.....	36
	8.Cronograma de actividades:	37
	9.Descripción de las actividades programadas:.....	38
	10.Indicadores de éxito:	42
	11.Logística del desarrollo del evento:.....	45
	12.Monitoreo y evaluación:	48

CAPITULO V PRESENTACIÓN DE RESULTADOS

A. Presentación de resultados:.....	49
1. Breve descripción del proyecto:	49
2. Datos de formulación del proyecto:.....	49
3. Duración:.....	50
4. Costo del proyecto:	50
5. Descripción resumida del proyecto:	50
6. Objetivos:	51
8. Resultados esperados:	52
8. a. Resultado 1 Selección de escenarios de implementación.....	52
8. b. Resultado 2 Selección de métodos de implementación.....	53
8. c. Resultado 3 Selección de la infraestructura.....	54
8. d. Resultado 4 Selección de los facilitadores.....	54
8. e. Resultado 5 Selección del proceso de sustentabilidad.....	55
8. f. Resultado 6 Selección del personal a inducir.....	55
8. g. Actividades previstas:	56
8. h. Resultado 1 Capacitación en construcción.....	57
8. i. Resultado 2 Prototipos de laboratorio.....	57
8. j. Resultado 3 capacitación en el uso de prototipos.....	57
8. k. Resultado 4 Manuales de construcción y de usuario.....	57
8. l. Resultado 5 Material de videoteca.....	57
8. m. Resultado 6 certificación.....	57
8. n. Resultados no previstos:.....	58
8. o. Estrategia del proyecto:	58
8. p. Gráficas y Estadística:	61
8. p.1 Estudiantes egresados.....	61
8. p.2. Determinando la media aritmética.....	62
8. p.3 Determinando la desviación estándar.....	62
8. p.4. La estimación de probabilidad.....	63
8. p.5. Diagrama de dispersión.....	64
8. p.7. Uso de la ecuación de regresión lineal $Y = a_1x + a_0$	65

8.p.8. Resumen de los resultados del proyecto.....	71
--	----

CAPITULO VI ANÁLISIS DE RESULTADOS

A. Análisis de resultados:	75
1. Contexto y análisis de la situación:	75
1. a. Antecedentes.....	75
2. b. Descripción de los beneficiarios del proceso de actualización	76
3. b. Análisis de los objetivos:.....	80
4. b. Con base en factores internos y externos:.....	84
5. b. Con base a la problemática de falta de laboratorios experimentales:	87
6. b. Con base a la institución:.....	88

CAPITULO VII CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

A. Conclusiones:.....	89
B. Recomendaciones:	90

CAPITULO VIII PLAN DE SOSTENIBILIDAD

A. Plan de sostenibilidad:	92
1. Estudio de viabilidad y sostenibilidad.....	92

CAPITULO IX MARCO TEÓRICO

A. Pedagogía	
1. Andragogía.....	98
2. Calidad Educativa:	98
3. Educación:	99
4. Enseñanza de la Física.....	102
5. El constructivismo:	103

6. Implicaciones del constructivismo:	106
B. Astronomía.....	119
1. La teoría del Big-Bang:	119
2. El Universo:.....	121
3. Diferencia entre Astronomía y Astrología:.....	124
4. Inicios documentados de la Astronomía:	127
5. Planisferio Celeste:	137
6. El Telescopio:.....	141
7. El Espectroscopio:	150
8. El Radiotelescopio:	156
9. Astrobiología:	158
10. Software de Aplicación:	160

CAPITULO X
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS, DOCUMENTALES Y WEBGRÁFICAS

A. Referencias bibliográficas, documentales y webgráficas:	163
--	-----

ANEXOS

Ficha de Información

Entrevista

Introducción:

El presente estudio, responde a la inquietud personal y a la experiencia adquirida como estudiante de la carrera de Licenciatura en la enseñanza de la Matemática y Física, de incrementar conocimientos, desarrollar habilidades y destrezas en el desempeño de la experimentación y el uso de instrumentos para el estudio de fenómenos físicos relacionados con la mecánica celeste.

Para ello, se actualizaron a docentes y auxiliares de La Escuela de Formación de Profesores de Enseñanza Media EFPEM para que estos a su vez puedan capacitar a estudiantes de Licenciatura en Enseñanza de la Matemática y Física en el campo de la astronomía como un instrumento de productividad en la educación, en el curso que lleva por nombre “Elementos de Astronomía Astrofísica y Cosmología”, con la finalidad de elaborar material educativo en el que el estudiante practique y facilite su aprendizaje.

Sobre esta base se realizó una investigación para conocer el estado del departamento de física lo que llevó a la investigación de las necesidades del docente y del estudiante de licenciatura, los cuales fueron falta de equipo experimental por lo que surgió el taller denominado Andrómeda en donde se capacitó a docentes y auxiliares, elaborando instrumentos de observación como CARTA CELESTE, ESPECTROSCOPIO, TELESCOPIO, RELOJ DE SOL y RADIOTELESCOPIO además de simulaciones con equipo de informática y conferencias dictadas por personal calificado de AGA (Asociación Guatemalteca de Astrónomos) y miembros de las facultades de la Universidad de San Carlos de Guatemala como Arquitectura, Ingeniería, Ciencias Químicas y Farmacia. Asistiendo de lunes a sábado en las instalaciones del laboratorio de física de la EFPEM.

La participación activa de los docentes y auxiliares motivó la elaboración de un diplomado en Astronomía y Astrofísica avalado por EFPEM, AGA y AIA (Año Internacional de Astronomía) el cual se otorgó a los participantes en el mencionado taller.

CAPITULO I

MARCO ORGANIZACIONAL

A. Antecedentes

1. Reseña Histórica de EFPEM

“El 7 de febrero de 1967 se firmó el convenio de cooperación entre el Ministerio de Educación y la Universidad de San Carlos de Guatemala, el cual se coordinan esfuerzos para promover el mejoramiento y desarrollo de la educación nacional en general y de la educación media en especial. En diciembre de 1967 se publicó el proyecto de creación de la Escuela de Formación de Profesores de Enseñanza Media. El 12 de noviembre de 1968 por acuerdo No. 6733 de la Rectoría de la Universidad de San Carlos de Guatemala, se creó la Escuela de Formación de Profesores de Enseñanza Media EFPEM como una entidad académica ejecutora dependiente de la Facultad de Humanidades. Inicialmente, EFPEM, surge como parte de un convenio de cooperación entre el Ministerio de Educación, la Universidad de San Carlos y la UNESCO. Antes de 1968, Guatemala, no contaba con institución especializada para formar Profesores de Enseñanza Media. Surge entonces la Escuela de Formación de Profesores de Enseñanza Media, para dar respuesta a la demanda de profesores que el país presentaba. Un año antes 1967. fue implementado el programa de extensión adscrito a la Facultad de Humanidades, siendo aprobado por el Consejo Superior Universitario en Acta No. 956 inciso d. Habiendo iniciado en Huehuetenango y Cobán, como un programa de profesionalización de profesores en servicio, que ahora se conoce como Programa de Secciones Departamentales y el cual contó con infraestructura administrativa y financiera dependiente de la Escuela de Formación de Profesores de Enseñanza Media hasta su separación el 22 de julio de 1998. El estatuto de la EFPEM. Fue aprobado por el Consejo Superior Universitario en acta No 1087 Punto Quinto, con fecha 13 de febrero de 1971 y establece claramente en su artículo 2, que esta escuela funciona como una Unidad Académica de la Universidad de San Carlos, dependiente de la Facultad de Humanidades, encargada de organizar y supervisar la formación de personal docente para el nivel de educación media en todo el país. En 1970 inician los estudios en los Profesorados Científicos en plan diario y más tarde en 1986 se plantean para el plan sabatino.

El edificio de EFPEM. Quedó totalmente construido en abril de 1974. En 1977, se inician los estudiantes en plan sabatino de Profesorado en Lengua y Literatura. En 1986 se inauguran los estudios del Profesorado en Ciencias Económico Contables. La EFPEM gestionó por varios períodos su separación de la Facultad de Humanidades y fue el 22 de julio de 1998. Creando el Honorable Consejo Superior Universitario otorga la separación definitiva en Punto SEXTO del Acta 10-98. En este acuerdo las Secciones Departamentales que pertenecían a la Escuela pasaron a depender de la Facultad de Humanidades.” (Bosquejo Histórico y Curricular, EFPEM 2001)

2. Naturaleza

“La Escuela de Formación de Profesores de Enseñanza Media, es una unidad académica no facultativa de educación superior de la Universidad de San Carlos de Guatemala, encargada de organizar y supervisar la formación del profesional docente para el nivel de educación media, desarrollando también proyectos de tecnificación de profesores y programa de olimpiada científica designada a estudiantes de establecimientos públicos y privados de nivel secundaria y diversificado.” (Manual de organización, 2006)

3. Visión de la EFPEM

“En el corto plazo aspiramos a ser la institución universitaria superior formadora de formadores de excelente calidad humanista y académica como el mejor centro guatemalteco en su género partiendo de un proceso activo e innovador acorde a las tendencias globales y en el marco de la reforma educativa, por medio del trabajo conjunto solidario y responsable de la comunidad EFPEMISTA, contando con una planificación y organización coherente y adecuada capaz de responder a los desafíos educativos del presente y del futuro.” (Manual de organización, 2006)

4. Misión de la EFPEM

“Somos un equipo de profesionales de la educación, que trabajamos integrada y coordinadamente, con alegría, entusiasmo, creatividad y dedicación, teniendo como fundamento la superación intelectual de los docentes en beneficio de los estudiantes.

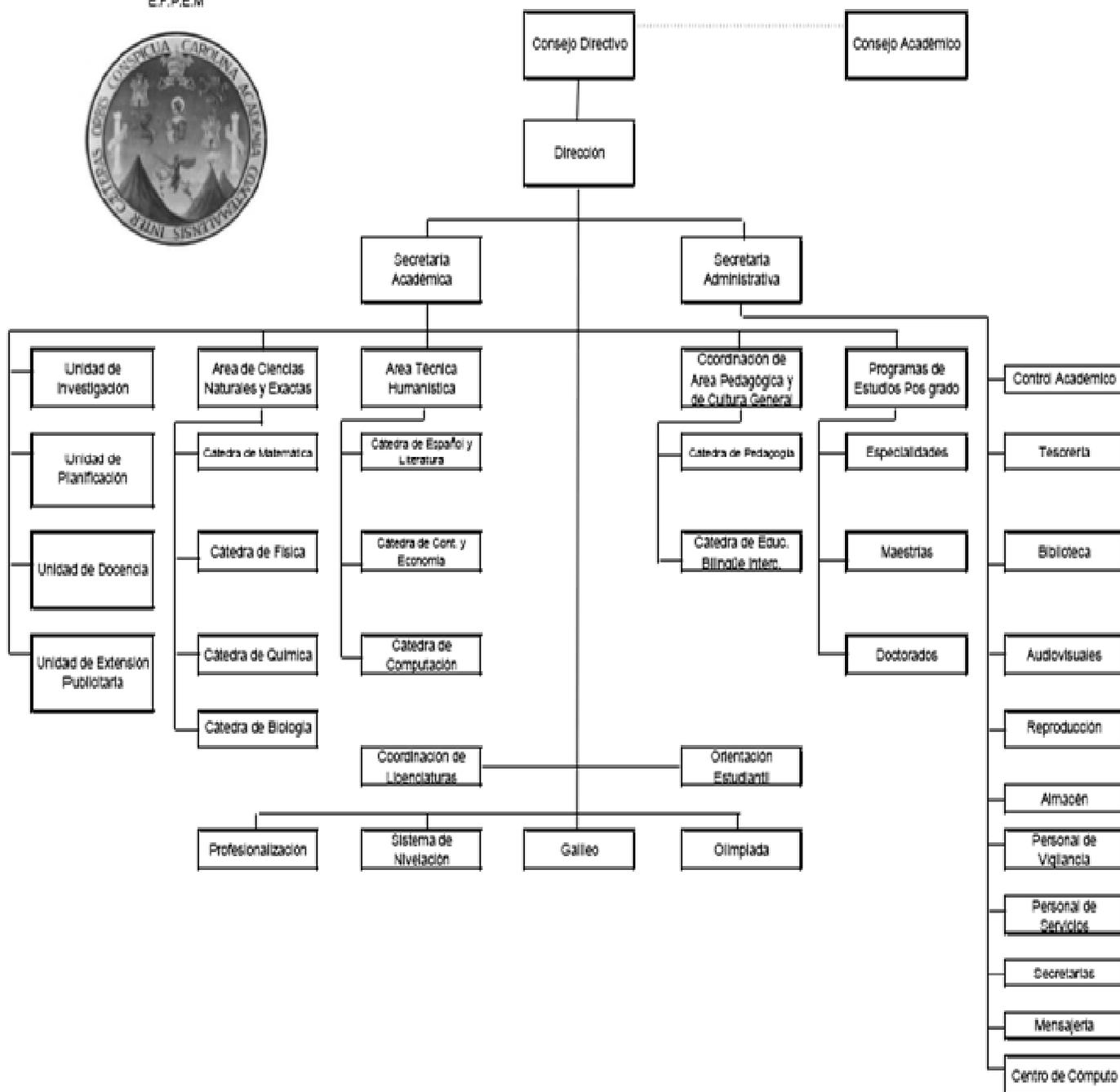
La EFPEM es fundada el 12 – 11 – 1968 por medio del Acuerdo No. 6733 de la Rectoría de la Universidad de San Carlos de Guatemala con el objeto de servir a los jóvenes guatemaltecos mediante actividades docentes de investigación y proyección inspirada en los valores supremos del ser humano.

Pretende dar respuesta a las demandas poblacionales en cuanto a la paz, el desarrollo económico y social sostenible, y el respeto a los derechos humanos del ambiente y el pensamiento crítico en el marco de la globalización y los convenios internacionales para el desarrollo humano.” (Manual de organización, 2006)

5. Organigrama

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

E.F.P.E.M



Fuente: Rediseño curricular Del Programa de Desarrollo Profesional Docente PADEP/D EFPEM, 2009

6. Programas

Actualmente la EFPEM ofrece las carreras de:

Técnico:

- P.E.M. en Computación e Informática
- P.E.M. en Matemática y Física
- P.E.M. en Química y Biología
- P.E.M. en Informática y computación
- P.E.M. en educación para contextos multiculturales
- P.E.M. en Educación Bilingüe Intercultural. Énfasis en la Cultura Maya
- P.E.M en Lengua y Literatura
- P.E.M. en Ciencias Económico-Contables
- P.E.M. en Innovaciones Educativa con énfasis en procesos de aprendizaje

Licenciatura:

- Licenciatura en Enseñanza de Ciencias Económico Contables
- Licenciatura en Enseñanza de Idioma Español y Literatura
- Licenciatura en Enseñanza de Química y Biología
- Licenciatura en la Enseñanza de la Matemática y la Física
- Licenciatura en Educación Bilingüe Intercultural con énfasis de cultura maya
- Licenciatura en Educación para Contextos Multiculturales, con énfasis en didáctica de los idiomas mayas
- Licenciatura en Innovaciones educativas

Postgrado:

- Especialidad en Educación con énfasis en Modelos Alternativos
- Maestría en Educación con orientación en Medio Ambiente
- Maestría Regional en Formación de Formadores de Educación Primaria

7. Ciclos y Horarios de Estudio:

Anualmente los estudiantes se inscriben en el departamento de Registro y Estadística de la Universidad de San Carlos y las actividades académicas se realizan semestralmente en jornadas vespertina y sabatina.

8. Selección de un entorno educativo:

Licenciatura en Enseñanza de Física y Matemática

Justificación:

“El propósito de la Licenciatura en la Enseñanza de la Matemática y la Física, es brindar a los egresados del Profesorado en Física- Matemática de EFPEM continuar estudios en el grado de Licenciado en la especialidad de Matemática y Física.

Formar recurso profesional con alto nivel didáctico, y erradicar las actitudes negativas al aprendizaje de Matemática y Física

Solucionar la problemática nacional, en la enseñanza de las ciencias exactas y naturales.” (Guía Informativa, EFPEM 2003).

Enseñanza de la Física en la licenciatura

Justificación:

Los estudios de física propician la comprensión del funcionamiento del mundo natural, máquina de la que somos piezas y que parece sensato, y práctico, tratar de conocer. Las orientaciones metodológicas de un laboratorio tienen como objetivo apoyar el trabajo del personal docente. (USAC-Utrecht, 1999). Los estudios de física en la EFPEM propician la tecnificación del profesional (USAC, 2003), para formar al futuro docente capacitado para resolver problemas novedosos y crear conocimientos originales vinculados a las propiedades de la materia, el movimiento y la energía. El estudiante de la licenciatura investiga, estudia y experimenta con fenómenos que involucran desde los componentes e interacciones fundamentales de la materia a escalas subatómicas, pasando por las propiedades colectivas de la materia que se manifiestan en los sistemas complejos de nuestras dimensiones humanas, hasta llegar a los sistemas de magnitudes galácticas que conciernen al Universo en gran escala, dado que la Física es pilar conceptual de casi todas las ciencias naturales, el egresado de la licenciatura en enseñanza de Física y Matemática debe estar facultado para trabajar en ramificaciones del conocimiento que se basan en aspectos más específicos tales como Geofísica, Astronomía, Astrofísica, Ciencia de Materiales, Óptica y Láseres, Físicoquímica y Biofísica. Así mismo es muy importante la intervención de los conocimientos en áreas tecnológicas y aplicadas tales como: Metalurgia, Electrónica y Microelectrónica, Energías no convencionales, Física Ambiental, Física Médica, Informática y Comunicaciones, por lo que uno de los objetivos de EFPEM es formar profesores para impartir las diferentes materias y disciplinas científicas y técnicas de todos los niveles del sistema educativo así como organizar y ejecutar programas de profesionalización para el personal docente en servicio que no cuentan con especialización en la enseñanza de las materias bajo su responsabilidad (Información General para Profesorados, Licenciaturas y Posgrados, EFPEM 2007).

CAPITULO II

ANALISIS SITUACIONAL

A. Análisis situacional del departamento de Física

1. Misión:

“Preparar a los futuros profesores de enseñanza media y superior especializados en Física, con calidad técnica y científica para mejorar el nivel de enseñanza aprendizaje de esta ciencia a nivel nacional.” (Manual de organización, 2006)

2. Visión:

“Contribuir a la formación integral del futuro profesional de enseñanza media de la física, en armonía con los procesos tecnológicos, pedagógicos y científicos que el país necesita y la globalización demanda.” (Manual de organización, 2006)

3. Objetivos

Objetivo general

“Desarrollar los cursos de física necesarios para la formación de profesionales en la enseñanza media, especializados en la física-matemática” (Manual de organización, 2006)

Objetivos específicos

- a. “Asesorar y atender a los estudiantes, graduandos y profesores en funciones en temas relacionados con la enseñanza de la física
- b. Asesorar y apoyar el proceso de evaluación de estudiantes previo a optar su examen privado de graduación como profesores de enseñanza media.
- c. Asesorar y apoyar el proceso de evaluación de estudiantes previo a optar su examen privado de graduación y tesis como licenciados en enseñanza de la física y matemática” (Manual de organización, 2006)

4. Funciones:

- a. "Elevar el conocimiento de la física a los futuros profesores de nivel medio y a nivel de licenciatura.
- b. Integrar el plan de enseñanza de la física con los planes de otras materias de las ciencias naturales y exactas.
- c. Coadyuvar la formación integral del profesor de enseñanza media y licenciado en enseñanza de la física." (Manual de organización, 2006)

5. Listado de problemas:

- Falta de personal capacitado en equipo de taller
- Taller de prototipos en desuso
- Poca publicación de investigaciones
- Falta de laboratorios en todos los cursos de licenciatura
- Desinformación del avance científico
- Falta de laboratorio virtual
- Escasez de recursos experimentales.
- Equipo existente en mal estado
- Grupos numerosos de alumnos.
- Metodología desfasada, que no conduce a la comprensión de los conceptos físicos.

6. Árbol de problemas:

A continuación se presenta el árbol de problemas, el cual es una herramienta que permite identificar los problemas y necesidades que enfrenta una comunidad, hablar sobre ellos y conocer sus causas.

Ayuda además a relacionar y ordenar de manera sistemática las causas y efectos, al analizar los problemas se encuentran y que cada problema tiene sus raíces o causas, y también tiene sus ramas o efectos. También sirve para priorizar la solución de necesidades, es decir, solucionar cuáles son las necesidades y problemas más urgentes a atender.

7. Análisis del árbol de problemas:

La ausencia de talleres de capacitación, conjuntamente con un horario reducido de prácticas no permiten que el estudiante de EFPEM se desarrolle en forma satisfactoria en el ámbito de la experimentación y por ende el estudiante no puede explicar los fenómenos físicos. Se necesita concordancia entre el catedrático del curso y el auxiliar de laboratorio no solo en ciertos cursos sino en todos los de la carrera. La falta de metodología experimental producen una deficiencia en el aprendizaje de este campo tomando en consideración que la falta de recurso humano que le brinde mantenimiento al equipo y que repare un equipo de laboratorio en mal estado repercute en el desaprovechamiento de los recursos. Si se toma en consideración que no se encuentra equipo formal de práctica sumado a un grupo numeroso de estudiantes durante la jornada sabatina, lo que produce un estudiante carente de práctica experimental.

La falta de material a distancia para el estudiante de la jornada sabatina repercute en su poca tecnificación además de la falta de laboratorios virtuales en los cuales pueden acceder sin tener que esperar hasta asistir a clases y la desinformación del avance científico que produce una profesionalización desactualizada.

Si no se cuenta con actividad experimental en todos los cursos de la carrera de licenciatura en enseñanza de física y matemática para los docentes que hoy en día se desempeñan como tal y pocas o ninguna publicación de investigación por parte del departamento de física se obtienen estudiantes sin capacitación tomando en cuenta que el taller de prototipos está en desuso y la falta de personal capacitado para el manejo de la maquinaria de dicho taller, por lo que se llega a futuros profesionales sin práctica en la actividad experimental siendo este el mayor reto de la asignatura.

Debido a que el estudiante no puede explicar los fenómenos físicos y una deficiencia en el aprendizaje de este campo da lugar a que el estudiante no desarrolle todo su potencial conjuntamente con el desaprovechamiento de los recursos además de un estudiante sin practicas experimentales se obtiene una deficiencia en el desarrollo tanto de aspectos cognitivos como de políticas educativas nacionales. Si se toma en consideración estos últimos aspectos se llegará a la conclusión que la educación no es acorde a los avances científicos, tecnológicos y de la reforma educativa.

Por otra parte la poca tecnificación recibida y una profesionalización desactualizada indican un atraso tecnológico y, si a esto se le agrega la falta de capacitación del estudiante conjuntamente a la falta de práctica se llega a estudiantes sin experimentación científica. Todos estos factores determinan una deficiente calidad formativa científica y experimental. Si se tiene una educación no acorde a los avances científicos, tecnológicos y de la reforma además de una deficiente calidad formativa científica y experimental no se podrá negar que se adquiere una deficiencia en la formación integral del estudiante de licenciatura en enseñanza de la física y matemática; lo que da como resultado dos aspectos a considerar como lo son: Un docente mal preparado y un egresado sin formación experimental. Si se toma el primer aspecto desemboca a pocas expectativas de proyección y desempleo además de una deficiencia en fundamentos científicos, que por causalidad repercute en malos calificativos hacia los egresados de dicha carrera y por ende a la Escuela. Poca cotización ante instituciones de prestigio de tal manera que esto se convierte en un campo reducido de trabajo, una carrera poco atractiva, estudiantes sin aspiraciones y el rol del profesor desplazados por otras profesiones lo que constituye una deserción a esta carrera. Si se considera la deficiencia en fundamentos científicos el camino por recorrer es una ciencia inerte, desapego a instituciones de investigación tales como el insivumeh y la asociación de astronomía de Guatemala por mencionar algunas. Tal es el caso que se le resta importancia a esta ciencia y no se estimula la creatividad.

Tomando el segundo aspecto se encamina a la deficiente calidad en las aulas de nivel medio además de no emplear los recursos físicos para explicar los fenómenos con los que se convive a diario, esto da lugar a la poca comprensión sobre el tema ya que tampoco se relaciona con el actuar cotidiano siendo esto origen del desinterés y la apatía conjuntamente con la falta de desarrollo cualitativo en esta ciencia con la cual sin las herramientas necesarias no se construye el conocimiento; llegando a una desembocadura final como lo es el que no se desarrolla esta ciencia.

8. Demandas Institucionales:

Surgen en concordancia con la misión y visión de la Escuela de Formación de Profesores de Enseñanza Media EFPEM

- Preparar a los futuros profesores de enseñanza media y superior especializados en Física, con calidad técnica y científica para mejorar el nivel de enseñanza aprendizaje de esta ciencia a nivel nacional
- Contribuir a la formación integral del futuro profesional de enseñanza media de la física, en armonía con el proceso tecnológico, pedagógico y científicos que el país necesita y la globalización demanda.

9. Demandas Poblacionales:

Acordes a las entrevistas realizadas a docentes de la Escuela de Formación de Profesores de Enseñanza Media EFPEM

- Laboratorios experimentales en todos los cursos de física a nivel de licenciatura.
- Aplicación del CNB en los cursos correspondientes
- Laboratorios virtuales a distancia
- Uso del taller de prototipos
- Aumentar secciones en la jornada sabatina

10. Actores Directos:

1. Director de EFPEM
2. Directores de cátedra
3. Catedráticos
4. Auxiliares encargados de laboratorio
5. Estudiantes y profesionales de otras unidades académicas
6. Entidades Diplomáticas
7. Profesionales de otras instituciones

A continuación se presenta el análisis de actores dentro de un proyecto. Un análisis de actores involucrados ayuda a comprender las características, interrelaciones, e interfaces entre dos o más participantes en un proyecto en el que asisten planeando estratégicamente. Se observa la viabilidad y los riesgos del proyecto dentro de esta etapa en cuanto al desempeño de los recursos humanos.

11. Análisis de los actores del proyecto:

Actores	Características	Intereses Principales	Impacto de la situación	Intereses, miedos y expectativas	Relaciones del proyecto	Impacto potencial	Recomendaciones	Prioridades
Director de EFPEM	El Director de la Escuela lo preside el Consejo Directivo y le corresponde representar a la Escuela. Es electo cada cuatro (4) años por los alumnos y Docentes de la Escuela y graduados a nivel de Licenciatura que sean Colegiados Activos.	Asumir de manera innovadora los desafíos educativos, al tiempo que conserve en forma sustentable las reformas adquiridas.	Revisar convocatorias, acuerdos reglamentarios y normas aplicables	Incidentes que puedan interrumpir el proceso de capacitación, como huelgas, bajo presupuesto, acontecimientos ajenos a la universidad.	Tomar decisiones estratégicas comerciales, proporcionar ayuda financiera, evaluar regularmente los avances del proyectos y asegurar la coordinación de todas las partes implicadas	Alto	Asumir la responsabilidad cotidiana de la gestión del proyecto en todas sus etapas. Es de suma importancia definir su poder de decisión y autoridad sobre temas operacionales en relación a la ejecución del proyecto.	Alto
Jefe de la cátedra de Física de EFPEM	Tiene a su cargo los asuntos académicos estudiantiles de cada una de los cursos de las carreras de la Escuela.	Apoyo cotidiano al Director de Proyecto.	Funciones de tipo administrativa en relación a los salones, talleres, herramientas y equipo del departamento de física.	Integridad técnica y funcional, asegurando las condiciones generales de viabilidad, rentabilidad y mantenimiento del proyecto a largo plazo.	Esencialmente su coordinación a todos los miembros del claustro del departamento de física y sustitución en ausencia del expositor invitado.	Alto	La cooperación hacia los expositores invitados, auxiliares y la colaboración conjunta de los miembros de EFPEM para que el proyecto pueda transferir la ciencia y tecnología necesaria a los futuros estudiantes de licenciatura.	Alto

Jefes de otras Cátedras y Profesores de EPFEM	diseñarán y llevarán a cabo las partes técnicas de las guías de laboratorio del proyecto	Capacitación de instructores en el área de astronomía para el laboratorio del curso de astronomía.	Proporcionará la producción de material e informes de gestión.	Entregas inoportunas del material desarrollado	Este grupo llevará a cabo todas las tareas relacionadas al desarrollo de las guías de laboratorio de manera complementaria al proyecto.	Alto	La cooperación hacia los expositores invitados, auxiliares y la colaboración conjunta de los miembros de EPFEM para que el proyecto pueda transferir la ciencia y tecnología necesaria a los futuros estudiantes de licenciatura.	Alto
Auxiliares del departamento de Física.	Instalación y recolección del material para todos los bancos de trabajo,	Responsable de las entregas "internas" o "externas" del producto final.	Responsables de la preparación de manuales de instrucciones y material de formación	Garantizar la integridad técnica del producto final y la conformidad de los resultados con las necesidades del estudiante en términos de funcionalidad y duración.	Preparación y provisión de toda la documentación técnica y la formación específica de las guías de laboratorio.	Alto	Se sugiere la participación activa de los auxiliares de la EPFEM esencialmente desde el principio de la etapa de ejecución del proyecto para poder fijar objetivos realistas y accesibles	Alto
Estudiantes, miembros de otras unidades académicas y demás profesionales	Realiza labores de capacitación investigación y transferencia tecnológica	Alianza Estratégica para implementar mecanismos, programas de Educación de astronomía en la EPFEM.	Responder a las demandas de Tecnología adecuada para el curso de astronomía.	Las horas asignadas al curso en la licenciatura no sean suficientes para llevar un laboratorio experimental	desarrollar e impulsar programas innovadores en áreas de interés del Proyecto	Alto	Realiza labores de capacitación e investigación periódicamente	Alto

12. Selección del problema:

Se seleccionó el problema **“Equipamiento del laboratorio e inducción a catedráticos de física de la EFPEM para desarrollar laboratorios experimentales en el curso de Astronomía y Astrofísica”** para trabajar la opción de un Proyecto Educativo como trabajo de graduación; que surgió con el propósito de mejorar la calidad académica en una de sus funciones del departamento de física que es elevar el conocimiento de la física a los futuros profesores de nivel medio y nivel licenciatura (EFPEM, 2003)

13. Justificación:

La falta de laboratorios en los cursos de la licenciatura repercute en la capacitación técnica del estudiante. Es de suma importancia para EFPEM continuar en la carrera de licenciatura con los laboratorios experimentales recibidos durante el profesorado debido a que el estudiante adquiere una formación integral de manera tal que si carece de ello corre el riesgo de obtener una deficiente formación integral en el proceso científico por lo que esto genera deficiente calidad en las aulas de nivel medio y el hecho de no emplear recursos físicos para explicar los fenómenos físicos, esto causa escasos conocimientos en esta asignatura, provocando futuros profesionales de nivel medio sin inclinación a la física además de poca comprensión sobre el tema y el no relacionarlo con el actuar cotidiano lo que genera desinterés, apatía y la inevitable incapacidad de construir el conocimiento en este ámbito y finalmente al encadenar todos estos aspectos se llega a la conclusión de no desarrollar la habilidad experimental haciendo uso del entorno. Razón por la cual la experimentación es el pilar que sustenta los conocimientos e interpretación de las causas que ocurren en nuestro entorno no debe restarle importancia al empleo de laboratorios en la carrera de licenciatura. De acuerdo con el objetivo de la física, la tarea formativa general de su enseñanza consiste en conducir a los estudiantes a enfrentarse con los fenómenos naturales (Knoll, 1974).

La física (del griego *physis*, naturaleza) es la ciencia de la naturaleza en el sentido más amplio. Los físicos estudian las propiedades de la materia, la energía, el tiempo, el espacio y las interacciones entre ellos, expresando las leyes que rigen estos fenómenos con fórmulas matemáticas deducidas a partir de observaciones y medidas realizadas según el método científico. El laboratorio como actividad educativa mejora significativamente los niveles de aprendizaje. La observación es una percepción sensorial metódica dirigida por la atención deliberada (Knoll, 1974).

La falta de métodos modernos en la enseñanza y poca utilización de la experimentación científica en el laboratorio, son problemas que impiden que la educación cumpla su importante función social.

Las ciencias experimentales, entre ellas la física, no se han visto como tal. Es decir, se le ha dado un carácter más teórico que práctico.

En la actualidad, el estudiante debe aprender a crear conocimientos, a transferir tecnología y/o innovarla. Tiene que entender que la capacitación y la renovación son procesos permanentes. (Sin descartar su formación humanista), por el bien del progreso científico-tecnológico y cultural.

No se puede concebir el estar en una época caracterizada por importantes avances científicos y tecnológicos, sin contar con individuos que posean una educación que incluya en sus planes y programas, aspectos básicos de ciencias como la física la que permitirá atender con mayor eficacia los problemas científicos y tecnológicos presentes y futuros.

Un Laboratorio de Aprendizaje, permite que las y los alumnos adquieran información teórica y experimental acerca los procesos de aprendizaje asociativo y no asociativo, además de la capacidad de analizar, relacionar y comprender los diferentes paradigmas de aprendizaje, así como también la metodología empleada para su estudio. En términos concretos, como parte del programa de la asignatura, los alumnos realizan un taller que se adscriba a la metodología

experimental, en las instalaciones del Laboratorio de Física de EFPEM. El desarrollo del aprendizaje se da en forma progresiva y que puede aplicarse toda la gama de materiales debiendo emplearse a su vez, una variedad mayor de herramientas. (Luzuriaga, 1961).

El trabajo experimental contribuye en la formación de conceptos y en la comprensión de las leyes físicas. El proceso cognoscitivo, al realizar un experimento en el aula, se distingue de la ciencia por el hecho de que se conduce a reproducir descubrimientos ya efectuados. (Knoll, 1974).

El trabajo experimental actúa como un factor de motivación mediante la observación directa de la realidad circundante, objetiva y subjetiva, de modelos individuales y colectivos, con diversos centros de interés. Las investigaciones pueden considerar algunos conceptos como: figura-fondo, dimensionalidad, módulo, proporciones, escala, equilibrio, movimiento, posición, dirección, ritmo, simetrías, cromaticidad, etc.

El estudiante establece una asociación entre algunos estímulos nuevos o señales y un estímulo “significante”, con el que previamente ya tiene experiencia. (Sprinthall-Oja, 1996) Las investigaciones pueden considerar algunos conceptos como: imagen, signo, símbolo, movimiento, proporción, ritmo, cromaticidad, materialidad, informalismo. Además el trabajo experimental es un medio fundamental para la adquisición de habilidades y destrezas que se consideran necesarias para formar una actitud investigadora. El objetivo general es fortalecer las líneas de investigación del centro de acción y generar nuevos campos de conocimiento a partir de los cruces disciplinarios entre los distintos laboratorios: De experimentación Tecnológica, De Investigación Teórica-Documental y De Experimentación en Simulación Virtual.

CAPITULO III

ANALISIS ESTRATEGICO

A. Análisis Estratégico:

Se realiza el análisis estratégico del problema “la falta de laboratorios experimentales en todos los cursos de licenciatura” identificado en el análisis situacional dentro del programa de licenciatura en enseñanza de la física y matemática de la EFPEM.

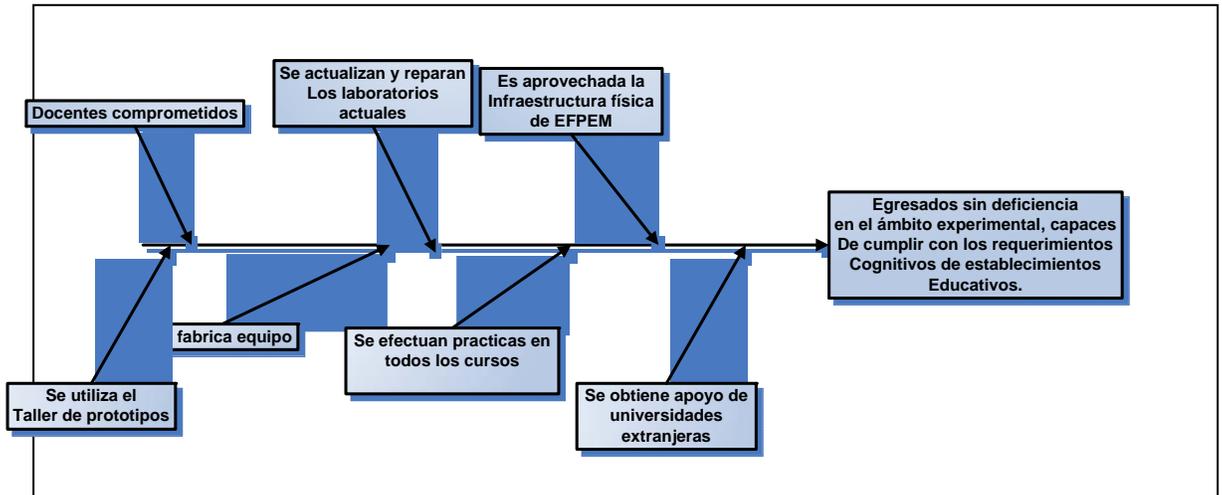
1. Matriz Foda:

<p><u>Fortalezas:</u></p> <p>Docentes comprometidos en la formación académica y personal de los estudiantes</p> <p>Infraestructura física para el área de laboratorios adecuada</p> <p>Ser una de las instituciones que imparte educación superior en el ámbito de la enseñanza de la física en la modalidad Científico- Humanista</p> <p>Inserción de los egresados en el medio</p> <p>Bibliografía de física existente en la cátedra</p>	<p><u>Oportunidades</u></p> <p>Apoyo por parte de universidades extranjeras a través de convenios internacionales.</p> <p>Implementar la carrera de licenciatura en la jornada sabatina</p> <p>Taller de prototipos</p> <p>Apoyo de otras unidades académicas</p>
<p><u>Debilidades</u></p> <p>Poca aplicación de metodologías activo participativas en el aula</p> <p>Ausencia de criterios evaluativos y elaboración adecuada de instrumentos de evaluación</p> <p>Algunos docentes tienen poco horario para la disponibilidad de asesoría para estudiantes.</p> <p>Falta de actualización de los laboratorios acorde a la tecnología actual.</p> <p>Las condiciones de los espacios físicos del laboratorio no son en gran medida para práctica sino también son utilizados como salón de clases.</p> <p>Horario limitado para la preparación académica del docente de EFPEM</p> <p>Ausencia de práctica de laboratorio en todos los cursos de licenciatura</p> <p>Falta de docentes altamente Especializados en la disciplina.</p> <p>Poca cantidad de alumnos Ingresantes</p>	<p><u>Amenazas</u></p> <p>Falta de credibilidad en la formación de profesionales en la docencia de las ciencias.</p> <p>Problemas para cumplir con las necesidades y requerimientos cognitivos de los establecimientos educativos de alto nivel.</p> <p>Deserción de personas inscritas en los profesorado y licenciaturas.</p> <p>Malos calificativos frente a otras escuelas y facultades al solicitar equivalencias.</p> <p>Aparición de nuevas instituciones que Ofrezcan la carrera.</p> <p>Falta equipo experimental de apoyo en todos los temas y subtemas del contenido temático de los cursos.</p> <p>Egresados deficiencia en el ámbito experimental.</p>

2. Análisis Foda:

<p><u>FORTALEZAS</u></p> <p>Infraestructura física para el área de laboratorios adecuada</p> <p>Docentes comprometidos en la formación académica y personal de los estudiantes</p> <p>Ser una de las instituciones que imparte educación superior en el ámbito de la enseñanza de la física en la modalidad Científico- Humanista</p> <p>Inserción de los egresados en el medio</p> <p>Bibliografía de física existente en la cátedra</p>	<p><u>OPORTUNIDADES</u></p> <p>Taller de prototipos</p> <p>Implementar la carrera de licenciatura en la jornada sabatina</p>	<p><u>AMENAZAS</u></p> <p>Falta equipo experimental de apoyo en todos los temas y subtemas del contenido temático de los cursos</p>
<p><u>DEBILIDADES</u></p> <p>Equipo de laboratorio desactualizado o en mal estado</p> <p>Ausencia de práctica de laboratorio en todos los cursos de licenciatura</p> <p>Falta de docentes altamente especializados en la disciplina</p>	<p><u>OPORTUNIDADES</u></p> <p>Apoyo por parte de universidades extranjeras a través de convenios internacionales</p>	<p><u>AMENAZAS</u></p> <p>Egresados deficiencia en el ámbito experimental</p> <p>Problemas para cumplir con las necesidades y requerimientos cognitivos de los establecimientos educativos de alto nivel</p>

DIAGRAMA SECUENCIAL



ANALISIS DEL DIAGRAMA SECUENCIAL

La falta de equipo experimental podría reducirse si se aprovecha el taller de prototipos para fabricarlos y de esta manera aprovechar el espacio físico que se cuenta para el área de laboratorios.

Se podría aprovechar el apoyo por parte de universidades extranjeras para modernizar el equipo de laboratorio y así evitar la deficiencia en el ámbito experimental de los futuros egresados de EFPEM.

Si se redujera la debilidad de equipo deteriorado o ausente se podría optimizar la infraestructura destinada a servicios de laboratorio.

3. Líneas de acción estratégica:

En las condiciones actuales el Departamento de Física de EFPEM se debe desarrollar un sistema coeducador y con equidad de género, capaces de conducir y reorientar el sistema educativo productivo, creativo e imaginativo al establecer alianzas institucionales con entidades de ciencia.

4. Posibles proyectos:

POSIBLES PROYECTOS: DE RELACIÓN CON ENTIDADES

- a. Proceso de vinculación con la Asociación de Astrónomos de Guatemala para la formación del laboratorio experimental de astrofísica.
- b. Programa experimental de fenómenos naturales con “visitas periódicas al insivumeh”
- c. CONCYT y EFPEM como entes formadores y evaluadores de inventos y modelos experimentales para la enseñanza de la física.
- d. Elaboración de guías prácticas para la creación de laboratorios con material reciclable.
- e. Creación del banco de información impresa (libros, revistas, publicaciones etc.) del departamento de física para consulta del estudiante y elaboración de material experimental.

Incorporar actividades de capacitación técnica en la construcción de prácticas de laboratorio y otras actividades de enseñanza como programas de mantenimiento, reparación y mejora de los laboratorios actuales.

POSIBLES PROYECTOS: DE CAPACITACIÓN

- a. Capacitación técnica para el mantenimiento del laboratorio a través del INTECAP
- b. Contratación de personal dedicado al mantenimiento, reparación y fabricación de equipo de laboratorio
- c. Desarrollo de programas de capacitación de ámbito experimental dentro de EFPEM
- d. Producción y manufactura de equipo de laboratorio para instituciones educativas.
- e. Alquiler de equipo de laboratorio para docentes.

Formulación de estrategias de adaptación destinadas a reducir las deficiencias en estudiantes en el ámbito de la física.

POSIBLES PROYECTOS: DE REDUCCIÓN DE DEFICIENCIAS

- a. Seguimiento y monitoreo para el estudiante de física del profesorado y licenciatura para un mejoramiento del análisis experimental
- b. Eventos de formación científica que involucren la realización de laboratorios experimentales
- c. Elaboración de material impreso para la comprensión de la física a través de la práctica.
- d. Creación del departamento de orientación y divulgación del departamento de física con énfasis en la experimentación
- e. Asociación de profesores para una física más experimental

Consolidación de la base de conocimientos sobre los aspectos sociales y científicas pertinentes a nuestro entorno nacional.

POSIBLES PROYECTOS : DE ACUERDO CON LOS CONTENIDOS TEMATICOS DEL CNB

- a. Implementación del currículo nacional base dentro de los cursos de profesorado tomando modelos experimentales para su enseñanza y así consolidar a los egresados de EFPEM como agentes de cambio en el MINEDUC.
- b. Implementación del curso taller de dibujo técnico para el diseño y esquematización de equipo experimental.
- c. Participación activa del docente y del estudiante de licenciatura en talleres impartidos en curso de vacaciones en la elaboración de material experimental.
- d. La física en nuestro entorno explicada a través de laboratorios virtuales.
- e. Explicación de la física experimental a través de los periódicos de circulación.

Promover la inducción de laboratorios experimentales en enseñanza superior en el área de física de manera que sea el eje central de la construcción de conocimientos científicos a través de creación de laboratorios de calidad con fines a la experimentación y capacitación del estudiante para que pueda explicar el actuar de los fenómenos físicos con apego a la realidad. Mejora de la calidad, los servicios y las prácticas de laboratorios experimentales, optimizando los recursos disponibles en la cátedra de física

POSIBLES PROYECTOS: DE IMPLEMENTACIÓN DE LABORATORIO

Equipamiento de laboratorio e Inducción a catedráticos de física en prácticas de:

- a. Laboratorios experimentales de Sismología
- b. Laboratorios experimentales de Geofísica
- c. Laboratorios experimentales de Geobiología
- d. Laboratorios experimentales de Astronomía y Astrofísica
- e. Laboratorios experimentales de Termodinámica (máquinas)
- f. Laboratorios experimentales de Electrodinámica y Electrónica
- g. Laboratorios experimentales de Física Moderna
- h. Laboratorios experimentales de Óptica
- i. Laboratorios experimentales de Balística

5. Selección de un posible proyecto:

“Equipamiento de laboratorio e Inducción a catedráticos de física en prácticas de laboratorios experimentales de Astronomía y Astrofísica”

Frente a ciertas carencias, el docente puede y deben jugar un rol importante en la enseñanza de las ciencias, dentro ellas la física.

Dadas las circunstancias actuales de la enseñanza de la física, en los niveles medio y superior, donde se aprecia un gran descuido por la ciencia y falta de motivación, es necesario fomentar de manera creciente la realización de experiencias, debido a que esta demostrado que contribuyen de manera decisiva a mejorar el interés de los alumnos, posibilitando con ello un aprendizaje significativo de la física. Para que el ser humano pueda establecer leyes y transformar la naturaleza, es necesario que realice observaciones y experimentos, de los que extrae las características cualitativas generales de los fenómenos u objetos estudiados. (UTRECHT-USAC, 1995)

Como ya se ha mencionado, las prácticas experimentales deberían jugar un papel importante en la enseñanza de la física, donde hay dos objetivos

principales para las experiencias de laboratorio y que el docente no debe de perder de vista.

PRIMERO: Ayudará a los alumnos a comprender que muchas leyes y teorías dependen del trabajo experimental.

SEGUNDO: Ayudar a generar en el alumno habilidades para el diseño de experimentos, y capacidad de utilizar el medio que le rodea en la solución de problemas, ya que las actividades experimentales nos permiten despertar y desarrollar la creatividad de los alumnos.

Una de las causas que más se mencionan, para que el trabajo experimental sea considerado como monótono, es que el docente desarrolla todo un proceso detallado de manipulación mecánica que no conduce a la comprensión de los conceptos de las ciencias físicas, generando la falta de interés y motivación por el estudio. En la enseñanza así, como en la investigación científica, el experimento es una pregunta a la naturaleza. (Knoll, 1974).

Ante ésta situación, existe una propuesta renovadora del trabajo experimental llamada TEORÍA CONSTRUCTIVISTA, donde los trabajos prácticos de laboratorio se conciben como pequeñas investigaciones, las cuales deben jugar un papel fundamental como medio de “redescubrimiento” y de construcción del conocimiento. (Sprinthall-Oja, 1996).

CAPITULO IV

DISEÑO DEL PROYECTO

A. Diseño del proyecto:

“Equipamiento del laboratorio e inducción a catedráticos de física de la EFPEM para desarrollar laboratorios experimentales en el curso de Astronomía y Astrofísica”

1. Descripción:

Es un proyecto de formación docente dirigido a los catedráticos del área de física en la EFPEM quienes imparten el curso de astronomía y astrofísica en la licenciatura en enseñanza de física y matemática. En dicho laboratorio se pretende asegurar la formación integral del estudiante en el ámbito de la física tomando en consideración que en el año 2009 se celebró el año internacional de astronomía, de manera que se pretende dar a conocer a nivel macroscópico la aplicación de la física y la observación de cuerpos celestes además de aplicar desde una perspectiva interdisciplinaria (Matemáticas, Química, Física, Filosofía, Biología, Pedagogía...) las actividades una de las ciencias más antiguas.

2. Población beneficiaria:

La implementación de un laboratorio de astronomía y astrofísica beneficiará tanto a estudiantes de la licenciatura en física y matemática como de química y biología de EFPEM y por ende, a estudiantes de nivel medio, estudiantes de otras especialidades y demás comunidad universitaria interesada en especial el departamento de Física de EFPEM.

AREA:

Departamento de Física y área de la EFPEM en la Universidad de San Carlos de Guatemala, USAC.

3. Justificación del proyecto:

El estudiante de licenciatura pese a llevar un curso de astronomía y astrofísica carece de un laboratorio que le permita estudiar, analizar e interpretar la física fundamental del universo, además de desarrollar y establecer estructuras y métodos que permitan seleccionar e identificar los conceptos y leyes que se aplican para estudiar un objeto o evento en el universo. Un ejemplo de ellos son los estudios en éste ámbito que permitieron conocer cómo el Sol producía su energía, lo que llevó a la idea de la energía nuclear y de que desde los albores de la historia, el firmamento ha fascinado y desafiado al hombre. (Norton, 1983).

Actualmente la Astronomía abarca otras disciplinas como la Astrofísica, la Astronáutica, la Exobiología, la Radioastronomía, la Satelística, que presentan también utilidades prácticas. El saber de estas modernas ramas cooperan con el educando en descubrir aptitudes y encauzar orientaciones futuras, aún cuando Guatemala es un país en vías de desarrollo existen becas que permiten continuar estudios superiores en el extranjero. (Bergamini, 2004). La Astronomía es una ciencia interdisciplinaria, su relación resulta evidente con otras ciencias como la Física, la Química, la Biología, etc. Pero además, su valor histórico y filosófico la une a las disciplinas humanísticas; desde su asociación con la evolución del conocimiento humano, hasta su constante presencia en la Literatura, desde las obras más antiguas, hasta las más modernas. Es también, y sin duda, un invaluable hilo conductor para explicar la necesaria vinculación del aprendizaje de disciplinas instrumentales como Matemática e Informática, que ayudan a resolver los problemas del micro y macrocosmos.

El proyecto **“Equipamiento del laboratorio e inducción a catedráticos de física de la EFPEM para desarrollar laboratorios experimentales en el curso de Astronomía y Astrofísica”** surge con el entusiasmo de mejorar la calidad educativa en la rama científica como educadores de ciencia debido a que muchas veces se desconoce la causa de los fenómenos naturales tan evidentes como cotidianos por ejemplo: Los arcoíris, algunas causas de fallas en las comunicaciones, auroras boreales, lluvia de estrellas, calentamiento global, eclipses, mareas, alejamiento de la luna de nuestro planeta, y la vida en este planeta a través de la luz proveniente del sol. Todas estas características son estudiadas en diversas disciplinas sin embargo son derivadas de la astronomía y astrofísica, inclusive lo que antes parecía ciencia ficción hoy gracias a la física se están descubriendo adelantos en la tecnología, las distorsiones del tiempo que ocurren debido a la Relatividad General y Especial. Estos efectos son demasiado pequeños para que tengan importancia en términos humanos o a lo largo de una vida humana. Sin embargo, las minúsculas fracciones de segundo sí importan para el trabajo preciso necesario para hacer volar las naves espaciales a través del Sistema Solar. Y estudios acerca de las fenomenales características para los agujeros negros que se han logrado deducir desde la teoría, sin duda alguna, la más inquietante es quizás los efectos que éstos generan sobre la materia y el tiempo.

Es importante que los docentes universitarios se capaciten a través de talleres, ya que con dichos talleres se asegura el crecimiento profesional continuo; es decir, docentes con calidad científica capaz de aprender la manera de evaluar sus propios métodos didácticos, su propio estilo de enseñanza y el progreso de sus estudiantes. Aunque pocos profesores universitarios gozan del tiempo suficiente para llevar a cabo una rigurosa investigación científica, así, un programa de formación docente tendrá más probabilidades de ser eficaz si incluye la cátedra talleres periódicos de capacitación científica, además de contar con los siguientes elementos: La autorreflexión, la oportunidad de observar y trabajar con varios profesores universitarios en el aula.

Siendo dicho proyecto dirigido a docentes del Departamento de Física de EFPEM específicamente, no significa que no beneficia a otros departamentos como biología y química y humanístico (en temas antes mencionados) y en especial el departamento de matemática ya que está enfocado en gran parte a cálculos aplicados de lo aprendido en los cursos de matemática. Y es por ello que sirve como incentivo a dicho departamento para fundamentar el quehacer matemático.

Para entender mejor la astronomía se definen algunos aspectos como lo que es Astronomía. Astronomía es el estudio de cuerpos celestes y su composición, movimientos y orígenes. La mayoría de los astrónomos se concentran en un campo particular o área de astronomía, por ejemplo ciencia planetaria, astronomía solar, el origen y la evolución de estrellas, o la formación de galaxias. Astrónomos observacionales diseñan y cargan programas de observación con un telescopio o una nave espacial, para contestar preguntas o probar predicciones de teorías. Teóricos trabajan con un computador complejo haciendo modelos de los interiores de las estrellas por ejemplo, para entender los procesos físicos responsable para la apariencia de la estrella. Los primeros astrónomos científicos aparecieron con los griegos, estos tuvieron un instrumento de incalculable valía científica, la geometría la que desarrollaron junto a la astronomía. (Bergamini, 2004).

La astronomía es diferente de la mayoría de las otras ciencias en donde no se puede relacionar directamente con los objetos que se estudia. Es decir, es imposible tocar, pesar, medir o hacer experimentos con una estrella. En general, se puede aprender sobre objetos astronómicos indirectamente observando la luz que emiten o reflejan y midiendo sus movimientos. El conocimiento astronómico se hace con investigaciones, un proceso sistemático, donde científicos definen una pregunta, se juntan datos, formulan una hipótesis y después hacen una prueba de las predicciones de esta hipótesis.

Las habilidades necesarias para llevar a cabo un laboratorio son tener buenas habilidades de observación, darle sentido a lo que observa. Debe ser hábil para la computadora, mientras no es necesario ser un programador profesional, debe saber usar su computador para editar archivos, traspasando datos por la red, y analizando sus propios datos e imágenes. También debe ser muy paciente para resolver algún problema que puede tomar para resolverlo.

Los Astrónomos solares pueden fácilmente justificar su objeto del estudio desde que el sol sostiene vida en la tierra. Ciertos comportamientos del sol pueden afectar dramáticamente nuestra vida diaria. El ciclo de once años de la actividad solar incluye grandes llamas y largas manchas solares. Estos causan el bombardeo de partículas eléctricas a la tierra que interfieren con las telecomunicaciones, fuentes de poder, e incluso en la producción de semiconductores. Gracias a Faraday, Maxwell y a la teoría atómica la astronomía desarrolló una nueva clase de ciencia, la Astrofísica. (Bergamini, 2004).

La elaboración del laboratorio de astrofísica y astronomía busca preparar a los futuros profesores de enseñanza media y superior especializados en Física, con calidad técnica y científica para mejorar el nivel de enseñanza aprendizaje de esta ciencia a nivel nacional

La creación del laboratorio práctico de Astronomía y Astrofísica es una iniciativa de colaboración con EFPEM específicamente en el departamento de física a través de un proyecto de graduación cuyo objetivo es ofrecer una formación superior especializada, tanto teórica como práctica, en todas las áreas relacionadas con la instrumentación científica de última tecnología, haciendo especial hincapié en la instrumentación astronómica además de contribuir a la formación integral del futuro profesional de enseñanza media de la física, en armonía con los procesos tecnológicos, pedagógicos y científicos que el país necesita y la globalización demanda. (EFPEM, 2003).

La intención es que, las y los alumnos estén preparados para asumir, entre otras funciones, la iniciativa de incrementar los equipos necesarios que se puedan diseñar y construir durante su participación en el curso conjuntamente con instrumentos para la observación espacial; y preparar laboratorios sencillos de astronomía que les permitan la comprensión del tema tanto a nivel superior como en el nivel medio, además de efectuar prácticas que tendrán lugar dentro y fuera del salón de clases.

Este proyecto contará además con la participación activa de la asociación guatemalteca de astronomía AGA, quienes son una asociación científica, no lucrativa, cuyo objetivo es la promoción y divulgación de la astronomía en el país lo que mejora las condiciones actuales del departamento de física; además de desarrollar programas de capacitación dentro de EFPEM (como por ejemplo los instrumentos de observación como el telescopio), Cabe también mencionar que dicho proyecto no solo beneficia al estudiante de física y matemática sino que al estudiante de química y biología en el curso de geobiología el cual contiene dentro de su estructura temática aspectos relevantes del universo, un evento de formación científica un proyecto como este permite explicar la física de nuestro entorno.

4. Objetivos:

Generales:

- Contribuir al aprendizaje de física en el ámbito espacial de los estudiantes de licenciatura en física y matemática de EFPEM.
- Asumir y diferenciar en la evolución del conocimiento humano las distintas visiones sobre el Cosmos.

Específicos:

- Dar a los docentes las condiciones para interpretar y expresar con rigor lógico y científico informaciones orales o escritas, datos, gráficas, símbolos, diagramas, etc., referidos a la materia.
- Dar a conocer por medio de un estudio congruente las condiciones actuales del departamento de física de EFPEM.

5. Resultados:

- Docentes formados con capacidad de implementar laboratorios experimentales
- Construidos prototipos didácticos adecuados que contribuyan a la formación de los estudiantes con base en modelos didácticos establecidos
- Establecidas guías para las prácticas de laboratorios experimentales de Astronomía y Astrofísica.
- Contenidos actualizados de Astronomía y Astrofísica.
- Desarrollado el carácter investigativo de los docentes universitarios mediante las prácticas realizadas.
- Memorias del evento:

Para el uso del laboratorio se apoya en proyecciones, animaciones y vídeos. Se cuenta con material como telescopio, prismáticos, cámara, maquetas, recortables y actividades como observación nocturna en fechas establecidas de observación de cuerpos celestes y de acuerdo al curso de la licenciatura en enseñanza de física - matemática y de química – biología según el semestre correspondiente.

6. Plan o programa:

Complementa los temas impartidos en el curso: Elementos de astronomía, astrofísica y cosmología de la licenciatura en enseñanza de física y matemática de EFPEM.

El programa piloto ofrece un extracto de las actividades que se pretenden desarrollar en el curso de Astronomía y Astrofísica de la licenciatura en enseñanza de física y matemática que servirá para definir el formato final y el alcance del mismo.

Las prácticas tendrán lugar en el laboratorio de física con colaboración de unidades académicas de la USAC que cuentan con desarrollo del tema de calidad nacional e internacionalmente reconocida, en colaboración con entidades, avaladas por su amplia experiencia en el campo de investigación científica.

7. Temas selectos de Astronomía:

MODULO I Instrumento Cartográfico

- Fabricación de la carta celeste
- Uso de la carta celeste

MODULO II Instrumento de medición del tiempo

- Fabricación El Reloj de Sol
- Interpretación de la hora con el reloj de sol

MODULO III Instrumento de observación

- Fabricación de El telescopio de Galileo/Newtoniano
- Uso del telescopio

MODULO IV Instrumento de dispersión de luz

- Fabricación y uso de:
 - El Espectroscopio

MODULO VI La informática y la astronomía

- Simulaciones virtuales con celestia y stellarium

MODULO VII Instrumento de recepción de ondas electromagnéticas

- Construcción de un radiotelescopio
- Uso del radiotelescopio

A continuación se presenta el cronograma con el cual cada objetivo específico se debe agotar en las actividades y tareas que se programen en el cronograma y en los horizontes temporales del proyecto. El cumplimiento ordenado y puntual es clave para el desarrollo del proyecto conjuntamente con la logística que es uno de los procesos determinantes que requiere su incorporación a la dirección estratégica del proyecto con el objetivo de lograr la disponibilidad del suministro de los recursos necesarios de acuerdo con el cronograma de ejecución previsto.

1. Descripción de las actividades programadas:

Selección de los escenarios de implementación:

Entrevista al Jefe de Cátedra de Física de EFPEM

Se sostuvo una entrevista con el director de cátedra a quien se le plantea el proyecto, y quien manifiesta interés por el mismo, así también determina organizar un conceso entre docentes del área de física para delimitar los horarios de capacitación.

Recorrido por instalaciones de EFPEM

Se recorrieron las instalaciones de EFPEM tomando en consideración ubicación de salones, servicios sanitarios, distribución de ambientes y parqueos.

Observación de áreas físicas de EFPEM

Dentro de las áreas físicas de EFPEM se pudo observar que cuenta con bancos de trabajo, equipo y algunos materiales didácticos.

Revisión de los materiales audiovisuales y bibliografías de la biblioteca de la cátedra

Consistió en indagar dentro de la biblioteca del departamento de física acerca de las bibliografías con las que cuenta y el material audiovisual que pueda emplearse o que debería tener.

Selección de métodos de implementación

Análisis documental de materiales utilizados en otras universidades

No en todas las universidades de Guatemala se cuenta con un área específica de laboratorios en donde se realizan prácticas de física.

Entrevistar a expertos

Tuvo como objetivo determinar la calidad del taller en función de los expositores y consiste esencialmente en la recaudación de información acerca del futuro facilitador.

Entrevistar catedráticos de otras universidades

Aquí se indagó en el trabajo desempeñado por docentes en temas similares y se adquirió la información acerca de la forma de impartir docencia.

Entrevistar catedráticos de otras unidades académicas

Aquí se indagó en el trabajo desempeñado por docentes en temas similares y se adquirió la información acerca de la forma de impartir docencia.

Recorrido por otras unidades académicas de la USAC

Se observó la disponibilidad de laboratorios y salones en donde se imparte docencia en otras carreras.

Búsqueda y solicitud de materiales y documentales científicos

Fue el proceso de búsqueda tanto dentro como fuera de las instalaciones de EFPEM los materiales que puedan servir a la cátedra en cuanto a la ejecución del proyecto, de manera impresa o visual

Selección de la infraestructura

Proceso de observación de salones

Evaluación del ambiente, el cual debía reunir las condiciones necesarias para el buen desempeño acorde a las expectativas de desarrollo.

Selección de los miembros del equipo de facilitadores

Definición del perfil de los candidatos

Actividad donde se determinaron las características mínimas que debe reunir el facilitador de acuerdo con el nivel que se pretende alcanzar y en base a los objetivos del proyecto.

Proceso de convocatoria

En este apartado se tomó en consideración la misión y visión de la EFPEM en base a las metas trazadas del proyecto la objetividad en los criterios de elección y el mejoramiento de la calidad de los Profesores en el quehacer docente en el trabajo práctico.

Entrevista

Se consideró el perfil que el candidato posee como mínimo, el currículo que tiene, el grado académico adquirido, su recorrido investigativo, y la experiencia que conlleva a un desempeño óptimo y confiable.

Comunicación y notificación

En este proceso se obtuvo una consolidación de la comunidad científica con el propósito final de lograr la excelencia académica a través de expositores de calidad.

Selección del proceso de sustentabilidad

Promoción del proyecto a instituciones, empresas y entidades

Establecida la estrategia de comunicación empleada para la difusión del Proyecto en aras de encontrar los medios de sustentabilidad, se buscó a través de Fundaciones, Empresas, para aliviar disparidades económicas y financieras.

Selección del personal a inducir

Proceso de convocatoria

Actividad que se realizó con el afán de incentivar al personal de distintas cátedras de EFPEM en la participación y contribución del desarrollo del taller.

Confirmación

Proceso en el cual se realizó de manera cuantitativa la población de personas a Inducir.

Diseño del programa

Consistió en desarrollar la temática del taller, ajustando horarios adecuados y la determinación del nivel.

Invitación

Proceso de confirmación de manera formal para la participación del personal a inducir en el taller.

2. Indicadores de éxito:

6. Prototipos de laboratorio experimental elaborados para uso didáctico
7. Elaboración de guías de laboratorio
8. Material científico impreso
9. Material para videoteca
10. Memoria del evento
11. Estudio del estado actual del departamento de física de EFPEM
12. Propuestas para el mejoramiento del departamento de física de EFPEM.

Prototipos de laboratorio experimental elaborados para uso didáctico

Consistió en llevar a cabo la fabricación de los materiales y objetos que servirán en la práctica.

Elaboración de guías de laboratorio

Fue el producto del equipo conjunto de participantes en donde se propone la actividad en la cual lleve al estudiante durante la práctica a entender de una manera eficaz la utilidad de los prototipos experimentales.

Material científico impreso

Consistió en enriquecer la biblioteca del departamento de física de EFPEM a través de material impreso.

Materiales para videoteca

Fue la obtención de material digital que pretende servir a la cátedra.

Memoria del evento

Fue la recaudación de todas las prácticas y actividades realizadas durante el evento.

Estudio del estado actual del departamento de física de EFPEM

Fue el informe de la situación actual del departamento en donde se dió a conocer las fortalezas, debilidades, oportunidades y amenazas del mismo.

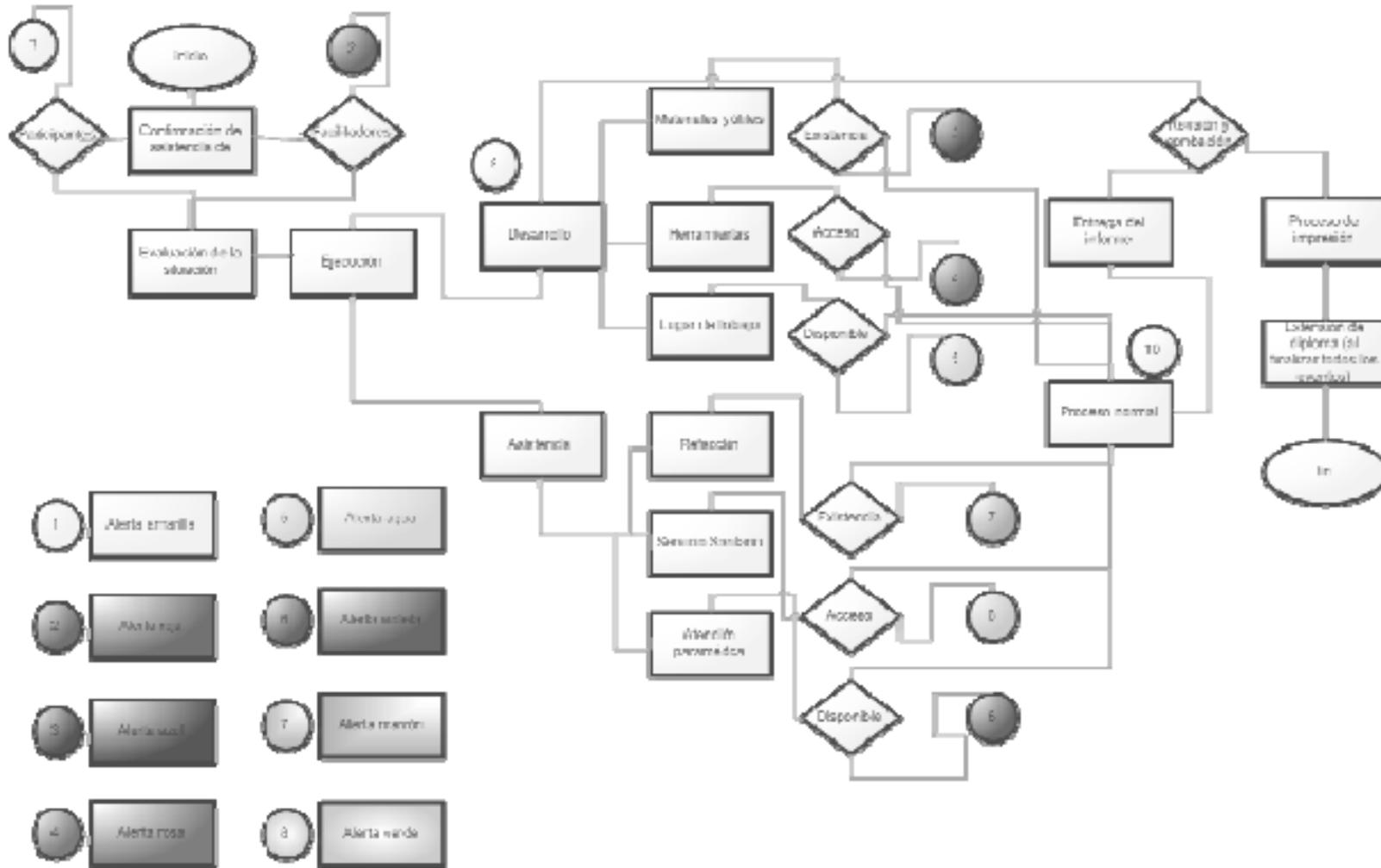
Propuestas para el mejoramiento del departamento de física de EFPEM.

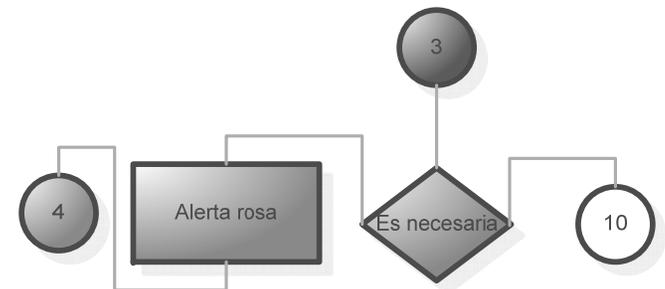
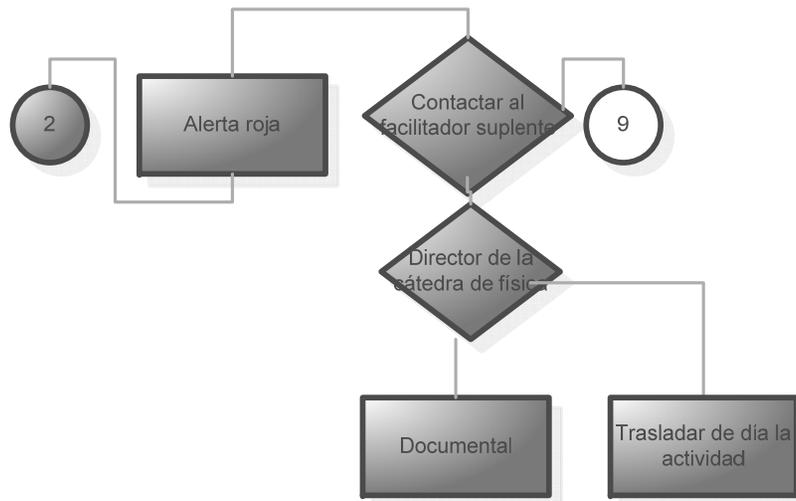
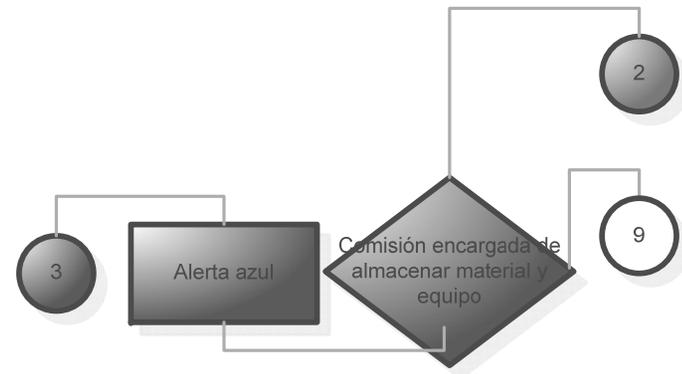
Consistió en una serie de posibles alternativas en pro del mejoramiento del departamento de física.

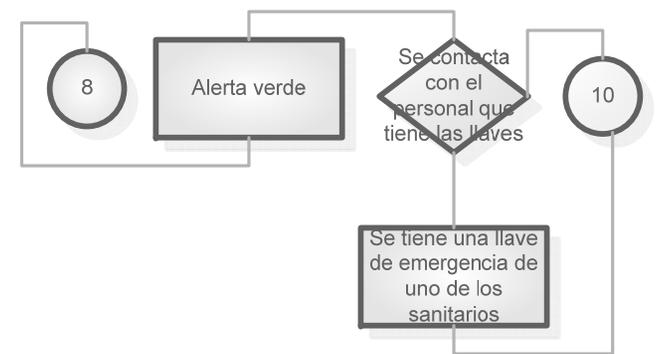
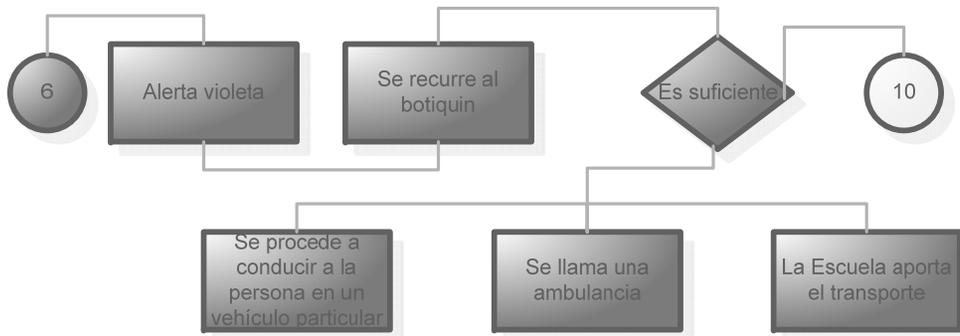
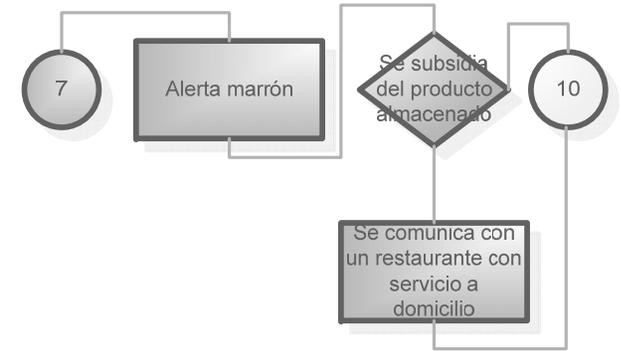
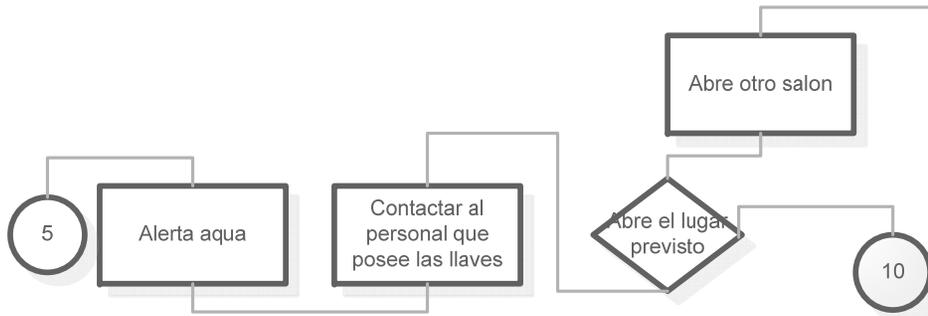
MATRIZ DEL DISEÑO DEL PROYECTO

<p>OBJETIVO GENERAL Contribuir al aprendizaje de física en el ámbito espacial de los estudiantes de licenciatura en física y matemática de EFPEM.</p>	<p>MEDIOS DE VERIFICACIÓN</p> <ul style="list-style-type: none"> • Ubicar las constelaciones • Determinar el tiempo mediante la sombra producida por un marcador expuesto a la luz solar. • Observar un cuerpo celeste • Utilizar el radiotelescopio como receptor de las ondas de radio provenientes del espacio. • Utilizar el espectroscopio como receptor de las ondas luminicas provenientes del espacio. • Generar entornos virtuales que simulen ubicaciones estelares y del universo • Presenciar las conferencias impartidas 	<p>HIPÓTESIS O SUPUESTOS</p> <p>Al observar la bóveda celeste con ayuda de la carta celeste puede ubicar la localización de cuerpos celestes en el cielo.</p>																																																						
<p>OBJETIVO ESPECÍFICO Dar a los docentes las condiciones para interpretar y expresar con rigor lógico y científico informaciones orales o escritas, datos, gráficas, símbolos, diagramas, etc., referidos a la materia.</p>	<p>INDICADORES</p> <p>De los resultados se deduce que el 100% de los estudiantes reconoce que utilizando la carta celeste puede ubicar cuerpos celestes en el cielo así como constelaciones y otros.</p>	<p>Al usar el reloj de sol se visualiza la diferencia en que nuestros relojes funcionan en base al concepto de que hay exactamente veinticuatro horas entre un día y otro, pero, a causa de la naturaleza elíptica de la órbita terrestre, el tiempo que mide el reloj de sol variará de acuerdo a las estaciones.</p>																																																						
<p>RESULTADOS</p> <p>Docentes formados con capacidad de implementar laboratorios experimentales</p> <p>Construidos prototipos didácticos adecuados que contribuyen a la formación de los estudiantes con base en modelos didácticos establecidos</p> <p>Establecidas guías para las prácticas de laboratorios experimentales de Astronomía y Astrofísica</p>	<p>En relación al uso del reloj de sol se determina que, según los docentes, el 43% de los encuestados afirma que algunas veces evidencian la diferencia entre la hora del reloj de sol y del reloj moderno. El 57% dicen que si es evidente.</p> <p>El 57% de los estudiantes manifiesta que Si adquiere mas detalle el cuerpo celeste cuando se observa a través del instrumento óptico llamado telescopio pero el 43% indica que Algunas veces.</p> <p>De los datos obtenidos se infiere que el 57% de los docentes reconocen que se necesita observar el cuerpo celeste para poder detectarlo y el 29% dicen que Algunas veces pero llama la atención que el 14% aduce que No es necesario.</p> <p>El 86% de los docentes entrevistados indica que mediante el uso del espectroscopio Si se puede determina la composición de la fuente de luz mientras que el 14 % dice que Algunas veces.</p> <p>De los encuestados el 100% respondió que el uso de software de animación estelar Si permite un aprendizaje mediante ensayo y error de los distintos entornos expuestos.</p>	<p>Algunos objetos celestes en la oscuridad de la noche adquieren color y detalle al ser observados por el ojo a través del telescopio</p> <p>Mediante la luz emitida por diversas fuentes durante la realización de análisis se puede descubrir la composición de dichas fuentes.</p> <p>El uso de software de animación estelar permite un aprendizaje mediante ensayo y error de distintos entornos expuestos en condiciones provocadas</p> <p>Después de participar en la conferencia se tendrá además de los conocimientos previos, otras formas de ver el universo.</p>																																																						
<p>ACTIVIDADES</p> <p>MODULO I Instrumento Cartográfico Ø Fabricación de la carta celeste Ø Uso de la carta celeste</p> <p>MODULO II Instrumento de medición del tiempo Ø Fabricación El Reloj de Sol Ø Interpretación de la hora con el reloj de sol</p> <p>MODULO III Instrumento de observación Ø Fabricación de El telescopio de Galileo/Newtoniano Ø Uso del telescopio</p> <p>MODULO IV Instrumento de dispersión de luz Ø Fabricación y uso de: o El Espectroscopio</p> <p>MODULO VI La informática y la astronomía Ø Simulaciones virtuales con celestia y stellarium</p> <p>MODULO VII Instrumento de recepción de ondas electromagnéticas Ø Construcción de un radiotelescopio Ø Uso del radiotelescopio</p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>cantidad</th> <th>concepto</th> <th>tiempo en horas</th> <th>costo</th> <th>donación</th> <th>total</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>Investigador/Director</td> <td>560</td> <td></td> <td>Q 5.600,00</td> <td>Q 5.600,00</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>Asesor/Consultor</td> <td>10</td> <td></td> <td>Q 1.000,00</td> <td>Q 1.000,00</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>Supervisor</td> <td>36</td> <td></td> <td>Q 3.600,00</td> <td>Q 3.600,00</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>Facilitadores</td> <td>66</td> <td>Q 1.600,00</td> <td>Q 5.000,00</td> <td>Q 6.600,00</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>Expositores</td> <td>4</td> <td></td> <td>Q 1.000,00</td> <td>Q 1.000,00</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>Estadista/sociólogo</td> <td>4</td> <td></td> <td>Q 400,00</td> <td>Q 400,00</td> </tr> <tr> <td>19</td> <td>Catedráticos capacitados</td> <td>66</td> <td></td> <td>Q 6.600,00</td> <td>Q 6.600,00</td> </tr> <tr> <td colspan="3">TOTALES</td> <td>Q 1.600,00</td> <td>Q23.200,00</td> <td>Q24.800,00</td> </tr> </tbody> </table> <p>TOTAL Q 24, 800.00</p> <p>RESUMEN</p> <p>Q 2,355.12 Q 24,800.00 Q 2,456.00 Q 29,611.12</p>	cantidad	concepto	tiempo en horas	costo	donación	total	1	Investigador/Director	560		Q 5.600,00	Q 5.600,00	1	Asesor/Consultor	10		Q 1.000,00	Q 1.000,00	1	Supervisor	36		Q 3.600,00	Q 3.600,00	3	Facilitadores	66	Q 1.600,00	Q 5.000,00	Q 6.600,00	3	Expositores	4		Q 1.000,00	Q 1.000,00	1	Estadista/sociólogo	4		Q 400,00	Q 400,00	19	Catedráticos capacitados	66		Q 6.600,00	Q 6.600,00	TOTALES			Q 1.600,00	Q23.200,00	Q24.800,00	<p>CONDICIONES PREVIAS</p> <p><u>Selección de escenarios de implementación</u></p> <p>Entrevistar a Jefe de Cátedra de Física</p> <p>Recorrido por instalaciones de EFPEM</p> <p><u>Selección de métodos de implementación</u></p> <p>Análisis documental de materiales utilizados en otras universidades</p> <p>Entrevistar catedráticos de otras universidades</p> <p><u>Selección de la infraestructura</u></p> <p>Proceso de observación de salones</p> <p>Evaluación del ambiente</p> <p><u>Selección de los miembros del equipo de facilitadores</u></p> <p>Definición del perfil de los candidatos</p> <p><u>Selección del personal a inducir</u></p> <p>proceso de convocatoria</p> <p>Confirmación</p> <p>Diseño del programa</p> <p>Invitación</p>
cantidad	concepto	tiempo en horas	costo	donación	total																																																			
1	Investigador/Director	560		Q 5.600,00	Q 5.600,00																																																			
1	Asesor/Consultor	10		Q 1.000,00	Q 1.000,00																																																			
1	Supervisor	36		Q 3.600,00	Q 3.600,00																																																			
3	Facilitadores	66	Q 1.600,00	Q 5.000,00	Q 6.600,00																																																			
3	Expositores	4		Q 1.000,00	Q 1.000,00																																																			
1	Estadista/sociólogo	4		Q 400,00	Q 400,00																																																			
19	Catedráticos capacitados	66		Q 6.600,00	Q 6.600,00																																																			
TOTALES			Q 1.600,00	Q23.200,00	Q24.800,00																																																			

3. Logística del desarrollo del evento:







4. Monitoreo y evaluación:

Resultados	Indicadores
13. Docentes formados con capacidad de implementar laboratorios experimentales utilizando determinados espacios físicos en EFPEM con el apoyo de facilitadores expertos, demostrando así que los laboratorios experimentales desarrollan la capacidad de observación, reflexión y análisis, fomentando el espíritu crítico.	14. Prototipos de laboratorio experimental elaborados para uso didáctico
15. Establecidas guías para las prácticas de laboratorios experimentales de Astronomía y Astrofísica, con el trabajo conjunto de los participantes convocados quienes disfrutarán la observación de la bóveda celeste a través de los instrumentos elaborados.	16. Guías de laboratorio
17. Fomentado el carácter investigativo, para reconocer y diferenciar las interpretaciones míticas de las lógicas del universo a través de las bases teóricas que fundamentan las leyes del universo.	18. Material impreso de lectura
19. Observadas las documentales se pretende concientizar del lugar de la tierra en el universo y del papel que el ser humano debe desempeñar para contribuir a la conservación y mejora del medio físico, biológico y social para que estos logren transmitir al estudiante una manera diferente de ver el entorno, con el material adquirido durante el proceso de solicitud de materiales y documentales científicos.	20. Materiales para videoteca
21. Conocidos los contenidos actualizados de Astronomía y Astrofísica de conformidad al programa elaborado, debido a la proximidad de la celebración del Año de la Astronomía	22. Memoria del evento
23. Realizada la investigación, dar a conocer el informe del estudio congruente de las condiciones actuales del departamento de física de EFPEM mediante las observaciones efectuadas.	24. Estudio del estado actual del departamento de física de EFPEM 25. Propuestas para el mejoramiento del departamento de física de EFPEM.

CAPITULO V

PRESENTACION DE RESULTADOS

A. Presentación de resultados:

1. Breve descripción del proyecto:

Título del Proyecto:

“Equipamiento del laboratorio e inducción a catedráticos de física de la EFPEM para desarrollar laboratorios experimentales en el curso de Astronomía y Astrofísica”

Área Geográfica: EFPEM sede central, ciudad universitaria zona 12

Fecha de elaboración del documento: 25 de febrero de 2009

2. Datos de formulación del proyecto:

Nivel académico: Educación Universitaria

Entidades públicas o privadas, guatemaltecas o extranjeras, participantes en el proyecto:

- Directivos, Docentes y estudiantes de EFPEM
- Ing. Edgar Castro, Presidente de AGA
- Lic. Edgar Cifuentes, Miembro de AIA
- Arq. Leonel López, Facultad de Arquitectura, USAC, Especialista en diseño 3D
- Licda. María Paniagua, Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia, Tesis de Astrobiología

- Eva Gramajo, Fernando Tobar y José Tobar, Estudiantes de Licenciatura en Física Aplicada de la Facultad de Ingeniería USAC.
- Auxiliares de la cátedra de Física de EFPEM
- Lic. Manuel Castellanos, Sociólogo USAC.
- Lic. Barrios, Proyectos educativos USAC.
- Embajada de México a través de Julieta Ahumada
- Embajada de Japón a través de Kyoko Ikegami
- Dr. Alejandro Gangui, Instituto de *Astronomía* y Física del Espacio , Argentina

3. Duración:

Fecha de inicio: 15 de noviembre de 2008

Fecha de finalización: 21 de febrero 2009

Periodo total de ejecución del proyecto: 66 horas

4. Costo del proyecto:

El costo total para la implementación del proyecto en el periodo 2008- 2009 asciende a la cantidad de Q 29,611.12

5. Descripción resumida del proyecto:

La creación del laboratorio práctico de Astronomía y Astrofísica es una iniciativa de colaboración con EFPEM específicamente en el departamento de física a través de un proyecto de graduación cuyo objetivo es ofrecer una formación superior especializada, tanto teórica como práctica, en todas las áreas relacionadas con la instrumentación científica de última tecnología, haciendo especial hincapié en la instrumentación astronómica además de contribuir a la formación integral del futuro profesional de enseñanza media de la física, en armonía con los procesos tecnológicos, pedagógicos y científicos.

Es un proyecto de formación docente dirigido a los catedráticos y auxiliares del área de física en la EFPEM quienes imparten el curso de astronomía y astrofísica en la licenciatura en enseñanza de física y matemática. En dicho laboratorio se trató de asegurar la formación integral del estudiante en el ámbito de la física tomando en consideración que en el año 2009 se celebró el año internacional de astronomía. Se dió a conocer a nivel macroscópico la aplicación de la física y la observación de cuerpos celestes además de aplicar desde una perspectiva interdisciplinaria (Matemáticas, Química, Física, Filosofía, Biología, Pedagogía...) las actividades una de las ciencias más antiguas.

6. Objetivos:

Objetivo general

- Contribuir al aprendizaje de la física en el ámbito de la astronomía en los estudiantes de licenciatura en física y matemática de EFPEM, explicando a los docentes ciertos comportamientos de los fenómenos físicos a nivel macroscópico y la observación de los mismos a través de instrumentos elaborados por los mismos docentes.

Objetivo específicos

- Armar y utilizar un instrumento cartográfico que permita determinar una posición y latitud terrestre
- Construir y emplear un instrumento de medida del tiempo que se base en la velocidad de rotación de la Tierra sobre su propio eje, o en la aparente velocidad de rotación del Sol en torno a la Tierra.

- Fabricar y usar un instrumento óptico que permita ver objetos lejanos con mucho más detalle que a simple vista.
- Fabricar y emplear un instrumento que sirva para captar ondas electromagnéticas NO perceptibles por el ojo proveniente de cuerpos celestes.
- Fabricar y emplear un instrumento que sirva para captar ondas electromagnéticas perceptibles por el ojo proveniente de cuerpos celestes.
- Conocer los distintos tipos de objetos presentes en el Universo al navegar de manera simulada utilizando las tecnologías digitales

7. Resultados más relevantes alcanzados en el proyecto:

Capacitación técnica-profesional a docentes

8. Resultados esperados:

8. a. Resultado 1 Selección de escenarios de implementación

El director de cátedra mostró interés por el proyecto además de contemplar dentro de la estructura administrativa y organizativa la capacitación y mejoramiento continuo de la misma.

Dentro de la infraestructura física del departamento, se observó que cuenta con mobiliario y equipo de laboratorio tanto de cristalería como reactivos y escritorios asignados a cada docente.

El departamento de física cuenta con áreas apropiadas para el desempeño tanto de clases magistrales como salones para talleres prácticos, con suficiente ventilación e iluminación propicias para el entorno educativo.

La cátedra tiene material audiovisual y bibliografías tanto en inglés como en español de autores extranjeros, sin embargo hasta el 2008 carecía de programas virtuales que simularan escenarios espaciales además de manuales prácticos de laboratorio del ámbito astronómico.

8. b. Resultado 2 Selección de métodos de implementación

Para elaborar un laboratorio de prácticas de índole Astro espacial, se citaron personas altamente relacionadas con la temática quienes mostraron una aceptación inmediata por el proyecto.

El observatorio que se encuentra en la universidad Rafael Landívar de Guatemala, abre sus puertas en fechas específicas, de manera que no se encuentra abierto al público ni es de uso cotidiano en las aulas universitarias.

Dentro de los docentes los Físicos Puros de la facultad de ingeniería de la USAC argumentan que la mayoría del contenido temático se imparte a nivel teórico, sin embargo se exhortó por realizar un proyecto en donde se ponga de manifiesto el uso y aplicación de medios experimentales para la enseñanza aprendizaje de dicha ciencia. Químicos Puros para el desarrollo del tema de Exobiología, un Sociólogo para determinar el impacto social, un Arquitecto con conocimiento de presentaciones simuladas. Representantes de asociaciones de astronomía.

Se pudo comprobar que en la biblioteca central y en la facultad de ingeniería en la USAC se cuenta con material impreso de astronomía.

8. c. Resultado 3 Selección de la infraestructura

De acuerdo con la observación se concluyó la existencia de espacios físicos de apoyo a la enseñanza, además de las aulas, apoyo directivo-administrativo hacia los docentes en la escuela. Mantenimiento y conservación de las instalaciones, orden, limpieza en el plantel, mobiliario escolar y un ambiente de cordialidad hacia el estudiante, además de sala de profesores, biblioteca personalizada, centro de cómputo y el ambiente físico está libre de fisuras o muestras visibles de deterioro.

8. d. Resultado 4 Selección de los facilitadores

El proyecto exige para la vinculación como instructor, expositor, facilitador, o docente, acreditar la competencia del conocimiento cosmológico y astrofísico además del manejo de las herramientas de la tecnología de la información, la comunicación, y la experiencia. El proceso de convocatoria fue de carácter privado bajo el cual se abrió un espacio para facilitadores y expositores.

Luego de haber establecido el perfil del candidato en la etapa respectiva, el director del proyecto realizó la convocatoria mediante invitación privada para estimular la participación de un número plural de candidatos. Citados los supuestos facilitadores a la entrevista, se recopiló la información en forma verbal, a través de preguntas que propuso el director del proyecto. Se entrevistó de manera grupal e individual tanto para los facilitadores como los expositores. Llegado a un acuerdo entre el director del proyecto y los participantes facilitadores y expositores se les notificó la fecha y hora correspondiente para su presentación.

8. e. Resultado 5 Selección del proceso de sustentabilidad

Se llevó a cabo la promoción del proyecto y la atenta invitación de participar a entidades y empresas privadas de renombre, no obteniendo así, el apoyo solicitado.

8. f. Resultado 6 Selección del personal a inducir

Se realizó la publicación del taller Andrómeda durante los primeros días del mes de noviembre a todas las cátedras, dirigido tanto a docentes como a personas interesadas para lograr una difusión mayor del proyecto. Sin hacerse esperar uno a uno llegaron a inscribirse tanto estudiantes como catedráticos de las siguientes áreas: Física, Matemática, Química, y Biología. Fue el proceso en donde se registraron de manera formal en una lista la participación.

8. g. Actividades previstas:

Distribución de Actividades 2008-2009

Día	Hora	Actividad
Sábado 15 de noviembre 2008 (Módulo 1)	8 00 – 9 00 9 00 – 10 00 10 00 – 11 00 11 00 – 12 00 13 00 – 14 00 14 00 – 15 00 15 00 – 16 30	Coordenadas celestes Movimiento aparente de la esfera celeste Construcción de carta celeste – Asignación de grupos de trabajo para telescopio y reloj de sol. Planificación de la construcción de telescopio. Introducción a los sistemas de detección y medición (<i>Disección</i> de un telescopio reflector y uno refractor) Inicio de la construcción del reloj de sol. Corte de piezas metálicas. Rolado de hembra metálica.
Lunes 17 de noviembre 2008 (Módulo 2)	17 00 – 20 00	Soldar piezas del reloj. Inicio del conformado del Paraboloide. Abrasivo 30
Miércoles 19 de noviembre 2008	17 00 – 20 00	Armado de Reloj de Sol y pintado de la estructura. Espejo: abrasivo 80
Viernes 21 de noviembre 2008 (Módulo 3)	17 00 – 20 00	Armado de diales del reloj y planificación de emplazamiento del reloj. Espejo: abrasivo 120 y 180
Sábado 22 de noviembre 2008	8 00 – 9 00 9 00 – 10 00 10 00 – 11 00 11 00 – 12 00 13 00 – 14 00 14 00 – 15 00 15 00 – 16 30	Inducción del armado de radiotelescopio. Grupo de Reloj conmuta a espejo o inicia radiotelescopio. Equipo espejo conmuta a radiotelescopio o continúa con abrasivo 220 Grupo del radiotelescopio inicia con corte de piezas y armado. Puesta a punto de la antena. Prueba del reloj de sol. Pruebas de parabolicidad del espejo. Trabajo con abrasivo 330 y 500. Medición de la distancia focal. Conformado de herramienta de pulido. Grupo de montura inicia corte de piezas. Espejo: pulido con óxido de cerio. Listo para platear.
Lunes 24 de noviembre 2008	17 00 – 20 00	Armado de Montura y de espejo en montura. Pintado del mismo.
Miércoles 26 de noviembre 2008	17 00 – 20 00	Inducción sobre el Espectroscopio. Armado del espectroscopio.
ves 27 de noviembre Sábados del mes de Febrero de 2009	16 00 – 18 00 18 00 – 20 00	Prueba de los equipos y observación.

8. h. Resultado 1 Capacitación en construcción

Se tecnicó al equipo de trabajo tanto en aspectos rudimentarios como soldadura, corte de metal, pintura, como de especialización como pulir espejo, determinar el punto focal del espejo.

8. i. Resultado 2 Prototipos de laboratorio

Se construyeron los prototipos los cuales son el material didáctico para el laboratorio de astronomía.

8. J. Resultado 3 capacitación en el uso de prototipos

Se asignaron nuevas prácticas para obtener el mejor desempeño del equipo.

8. k. Resultado 4 Manuales de construcción y de usuario

Se elaboraron con la finalidad de dejar una guía detallada para el uso de los materiales didácticos.

8. l. Resultado 5 Material de videoteca

Se dejaron instalados los programas STELLARIUM, CELESTIA y SHADOW como parte de las simulaciones de entornos espaciales

8.m. Resultado 6 certificación

Se entregaron diplomas de participación a los docentes capacitados con el aval y el respaldo de la dirección de EFPEM, Dirección de la Cátedra de Física, AGA y el personal del Nodo del año internacional de astronomía.

8. n. Resultados no previstos:

Los resultados de la puesta en funcionamiento del Proyecto Andrómeda, presentó efectos no previstos, tanto positivos como negativos, fundamentalmente, se enmarcan las siguientes situaciones, en los aspectos negativos: 1) La ausencia en la participación de algunas cátedras, 2) La falta de tiempo para docentes los cuales pueden ser considerados como uno de los factores importantes de este proyecto. Entre los principales resultados no esperados de carácter positivo, se pueden mencionar los siguientes: 1) Mayor número de asistencia por parte de personas interesadas, lo que repercute en el mayor desarrollo de características afectivas y actitudinales como: Motivación y participación, lo que conlleva a presentar perfeccionamientos y aumento en el intercambio de experiencias con otros docentes

8. o. Estrategia del proyecto:

Reunidos los permisos respectivos y de aprobación, se convocaron tanto expositores y facilitadores como personal a capacitar. Se solicitó a entidades públicas y privadas el apoyo financiero del mismo. El proyecto se desarrolló en dos meses cubriendo un mínimo de 66 horas, lo que debería haber generado para entonces resultados finales. En la práctica el proyecto, denominado “Andrómeda” divide cada fase y sus acciones terminales en cada caso específico, logrando así la participación conjunta de los docentes, técnicos, facilitadores y expositores en la elaboración de los prototipos.

En cuanto a la secuencia de acciones dentro del marco de la metodología el proyecto siguió los pasos correctos, a lo largo de las etapas, excepto por la ya observada ausencia de los criterios económico-sociales debido a la nula colaboración de entidades que aporten capital desde el inicio del proyecto. Además se reconoce que la investigación es un proceso continuo, pero también debe reconocerse que el proyecto va generando resultados útiles para apoyar la

didáctica de la física en el marco de las políticas educativas del sistema nacional.

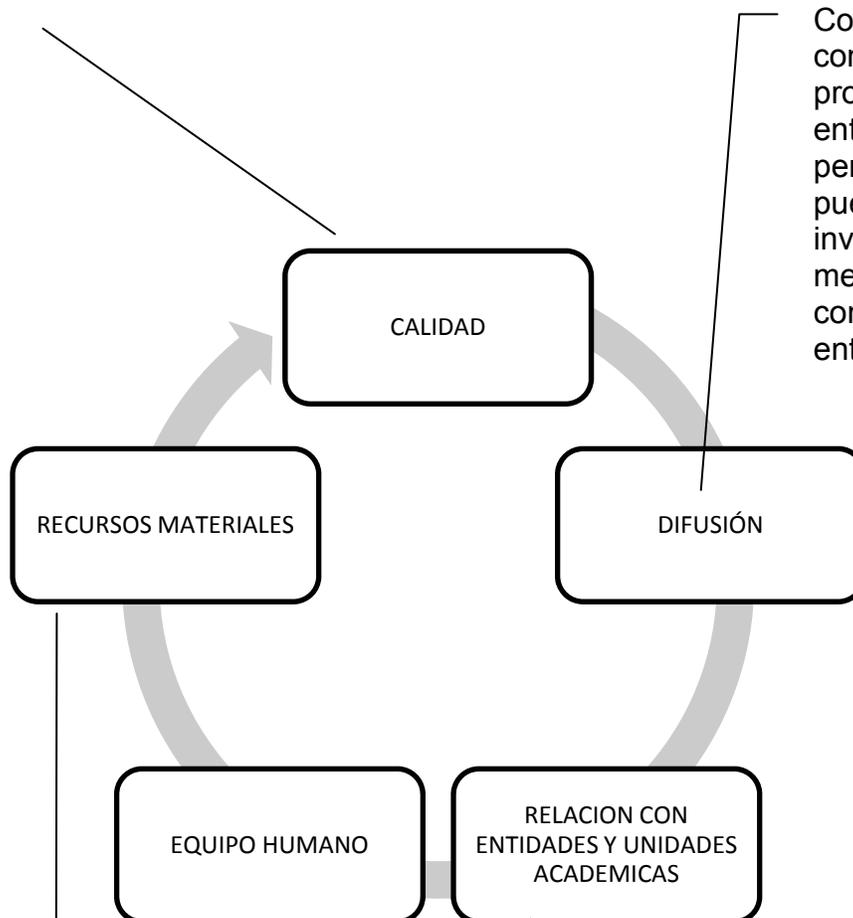
En cuanto a la participación interinstitucional, como elemento de la estrategia esta fue respaldada en términos de la relación con EFPEM y estudiantes de las distintas unidades académicas que pertenecen a la USAC; además se reconoce la participación positiva de los profesionales de la AGA. La relación con dichas entidades fortaleció al proyecto.

En relación a la estrategia del proyecto, un elemento incluido fue un sistema de seguimiento y evaluación; cuyos resultados permitieran ajustes en la estrategia. Las reuniones con el supervisor y asesores jugaron en alguna medida el papel de instancias de formación, información, reflexión y recomendaciones, que conjuntamente provocaron cambios positivos al programa. Así mismo, los facilitadores y conferencistas fueron una valiosa instancia de consulta, para mantener una asesoría técnica externa. La utilidad de los sistemas de seguimiento y evaluación se hace cada vez más evidente para contribuir a que los proyectos respondan mejor a las condiciones del entorno.

ESQUEMA DE EJECUCIÓN

El proyecto se inicia con el fin de mejorar la calidad del egresado por lo que su origen debe partir de ciertos requerimientos de calidad

Consiste en dar a conocer el proyecto a entidades y personas que puedan involucrarse mediante convocatorias y entrevistas



Se obtienen de aportes y compras del recurso financiero con el cual cuenta el proyecto

Una vez dado a conocer la finalidad del proyecto se trata de mantener las relaciones con dichas instituciones para futuras colaboraciones

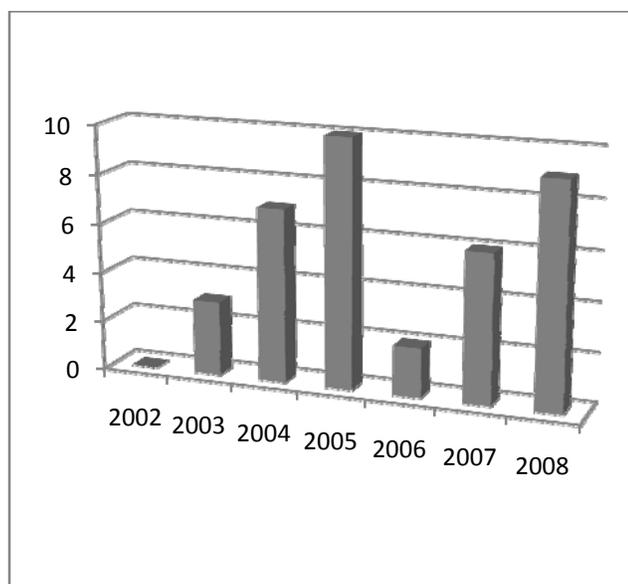
Se insta a colaborar con el proyecto a todos aquellos participantes interesados

8. p. Gráficas y Estadística:

8. p.1 Estudiantes egresados:

DESDE EL 2003 AL 2008

Año	cantidad
2003	3
2004	7
2005	10
2006	2
2007	6
2008	9
total	37



Gráfica 1. Estudiantes egresados del curso de Astronomía, Astrofísica y Cosmología desde que inició la carrera de Licenciatura en Enseñanza de la Matemática y Física.

8. p.2. Determinando la media aritmética

$$\bar{x} = \frac{\sum x_i}{N}$$

$$N = 6$$

$$\bar{x} = \frac{3 + 7 + 10 + 2 + 6 + 9}{6}$$

$$\bar{x} = 6.16 \approx 6$$

Se obtiene que en promedio aprueban 6 estudiantes del curso de astronomía por año.

8. p.3 Determinando la desviación estándar:

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum (x_i - \bar{x})^2}{N}}$$

$$\sigma = \sqrt{\frac{(3-6)^2 + (7-6)^2 + (10-6)^2 + (2-6)^2 + (6-6)^2 + (9-6)^2}{6}}$$

$$\sigma = \sqrt{\frac{51}{6}} = 2.91 \approx 3$$

Se obtiene una desviación de 3 por lo que se deduce que el 68% de estudiantes que aprueban por año según la distribución de medidas se encuentra en un estimado de 6 ± 3 lo que corresponde a un intervalo de entre 3 y 9.

8. p.4. La estimación de probabilidad:

$$z = \frac{\bar{x} - M}{\sigma}$$

$$z = \frac{5 - 1}{3}$$

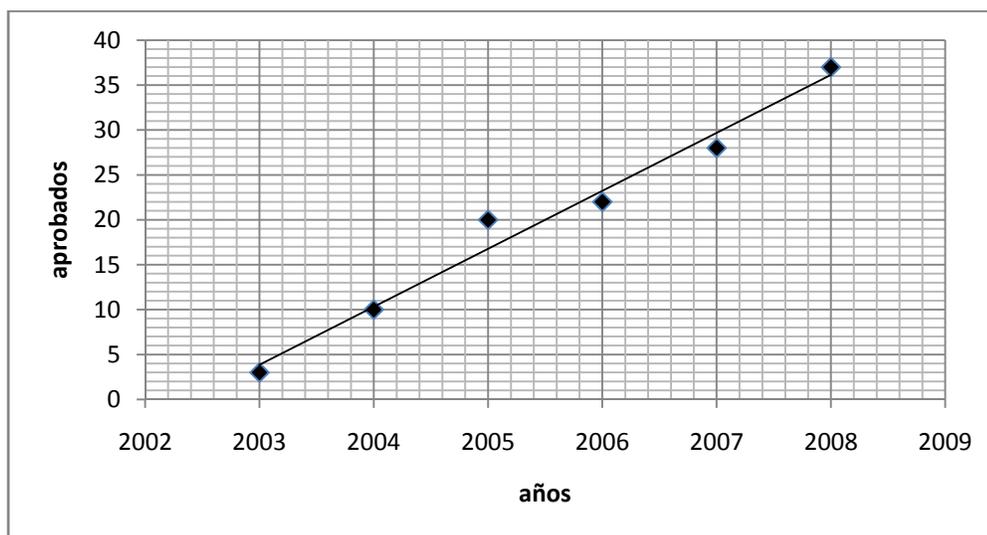
$$z = 1.33$$

Lo que representa que existe el 90.82% de probabilidad de que por lo menos un estudiante apruebe el curso de astronomía por año.

EGRESADOS HASTA 2008 DEL CURSO DE ASTRONOMIA

variables	x	Y	x ²	y ²	Xy
No.	año	aprobados	año ²	aprobado ²	(año)(aprobó)
1	2003	3	4012009	9	6009
2	2004	10	4016016	100	20040
3	2005	20	4020025	400	40100
4	2006	22	4024036	484	44132
5	2007	28	4028049	784	56196
6	2008	37	4032064	1369	74296
totales	12033	120	24132199	3146	240773

8. p.5. Diagrama de dispersión



8. p.6. Calculando el coeficiente de Pearson "r" para determinar la relación entre años y egresados

$$r = \frac{N \sum XY - \sum X \sum Y}{\sqrt{[N \sum X^2 - (\sum X)^2][N \sum Y^2 - (\sum Y)^2]}}$$

$$r = \frac{6(240773) - (12033)(120)}{\sqrt{[6(24132199) - (12033)^2][6(3146) - (120)^2]}}$$

$$r = \frac{678}{685.55}$$

$$r = 0.99$$

Lo que significa que no existe una independencia entre ambas variables y manifiestan una relación directamente proporcional entre años transcurridos y egresados del curso de astronomía.

8. p.7. Uso de la ecuación de regresión lineal $Y = a_1x + a_0$

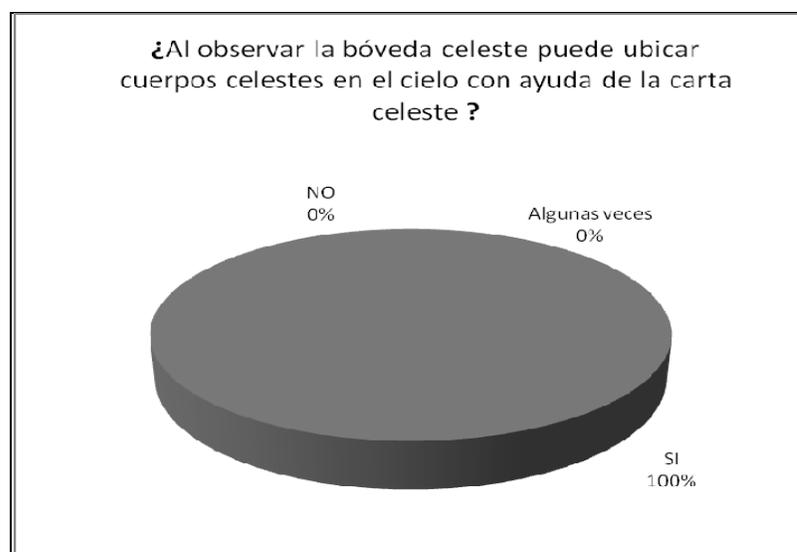
$$a_0 = \frac{\sum Y \sum X^2 - \sum X \sum XY}{N \sum X^2 - (\sum X)^2}$$

$$a_1 = \frac{N \sum XY - \sum X \sum Y}{N \sum X^2 - (\sum X)^2}$$

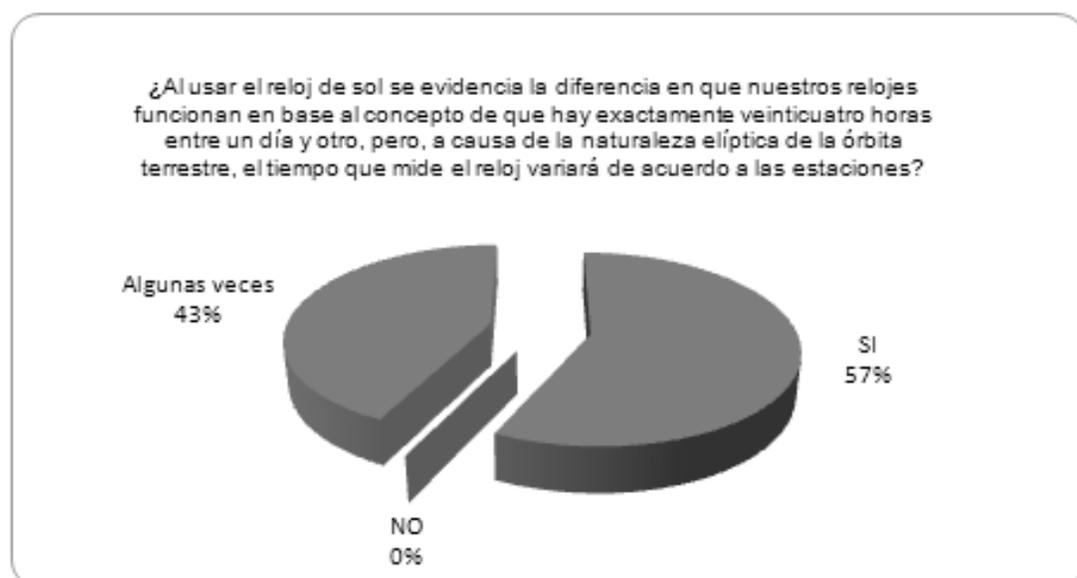
$$a_0 = \frac{(120)(24132199) - (12033)(240773)}{6(24132199) - (12033)^2} \quad a_0 = -12929.8$$

$$a_1 = \frac{(6)(240773) - (12033)(120)}{6(24132199) - (12033)^2} \quad a_1 = 6.457$$

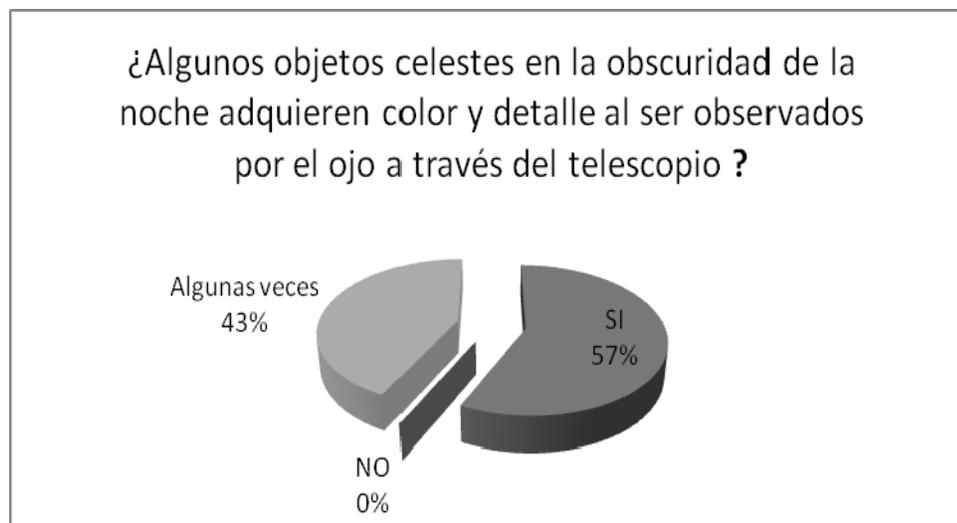
$$Y = 6.457X - 12929.8$$



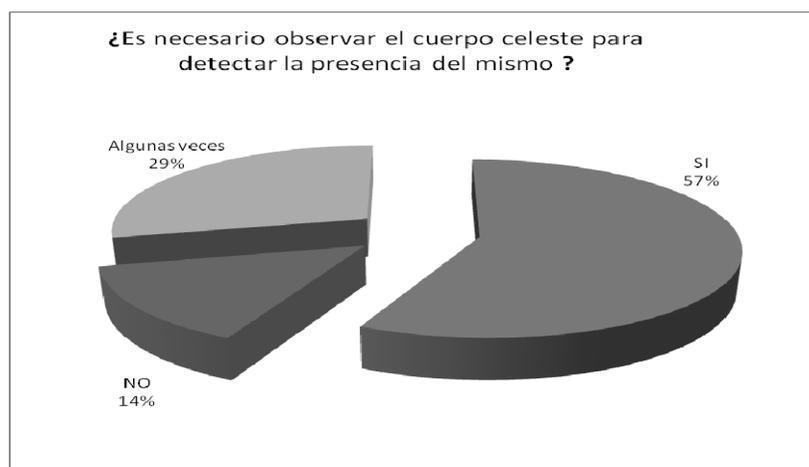
Gráfica 2. INTERPRETACIÓN: De los resultados se deduce que el 100% de los docentes reconocieron que utilizando la carta celeste puede ubicar cuerpos celestes en el cielo así como constelaciones y otros.



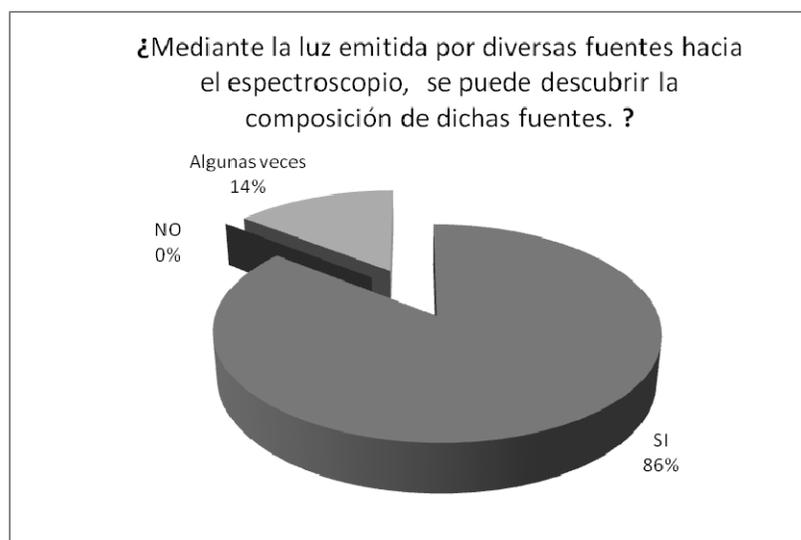
Gráfica 3. INTERPRETACIÓN: En relación al uso del reloj de sol, según los docentes, el 43% de los encuestados afirmó que algunas veces evidencian la diferencia entre la hora del reloj de sol y del reloj moderno. El 57% dijo que si es evidente.



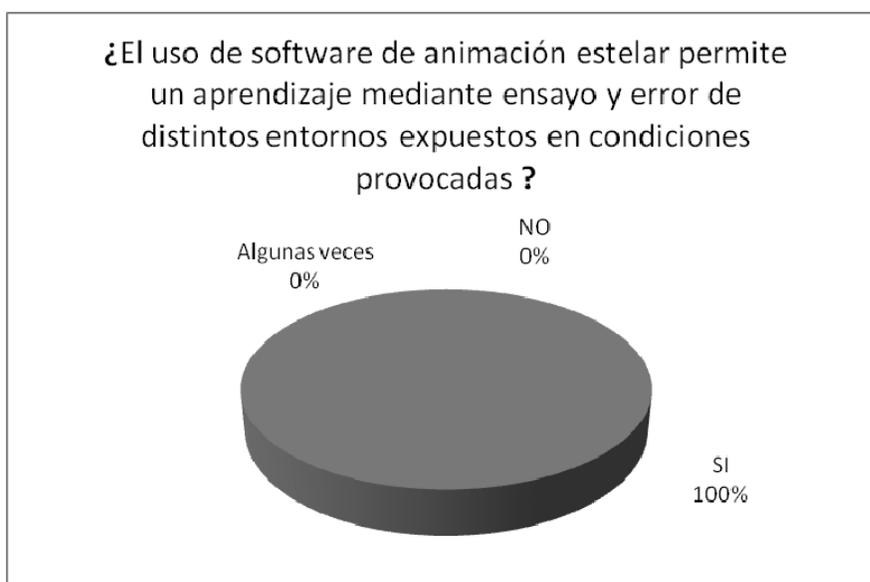
Gráfica 4. INTERPRETACIÓN: El 57% de los docentes manifestaron que Si adquiere mas detalle el cuerpo celeste cuando se observa a través del instrumento óptico llamado telescopio pero el 43% indicó que algunas veces.



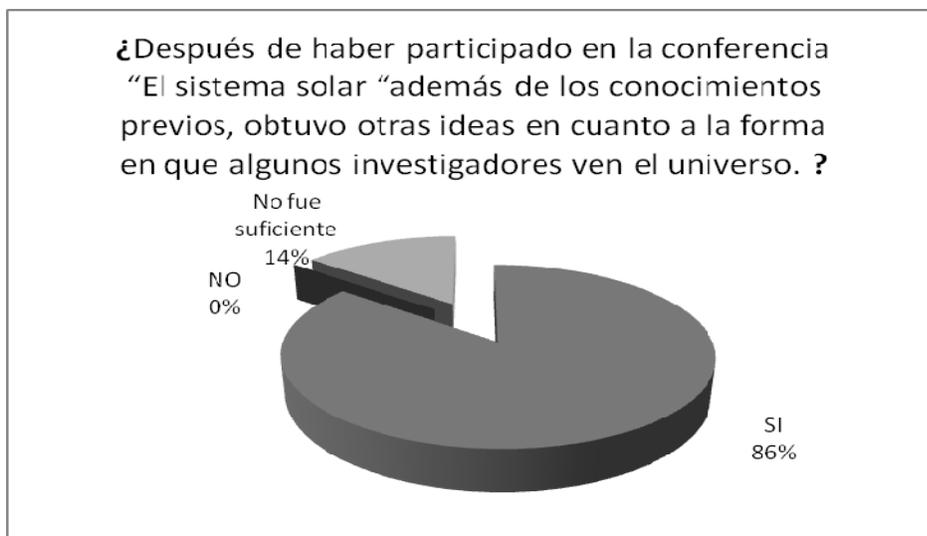
Gráfica 5. INTERPRETACIÓN: De los datos obtenidos se infiere que el 57% de los docentes reconocieron que se necesita observar el cuerpo celeste para poder detectarlo y el 29% dijeron que algunas veces pero llama la atención que el 14% adujo que No es necesario.



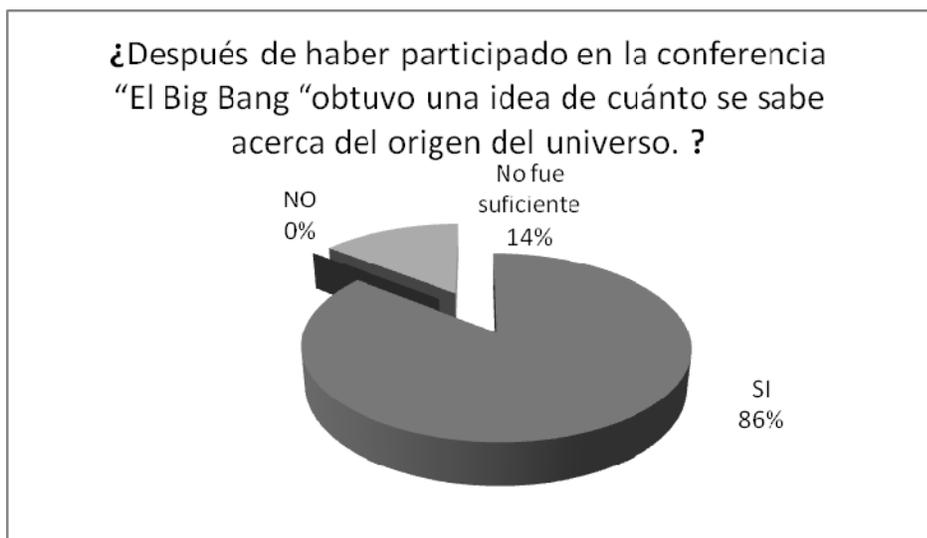
Gráfica 6. INTERPRETACIÓN: El 86% de los docentes entrevistados indicó que mediante el uso del espectroscopio Si se puede determina la composición de la fuente de luz mientras que el 14 % dijo que Algunas veces.



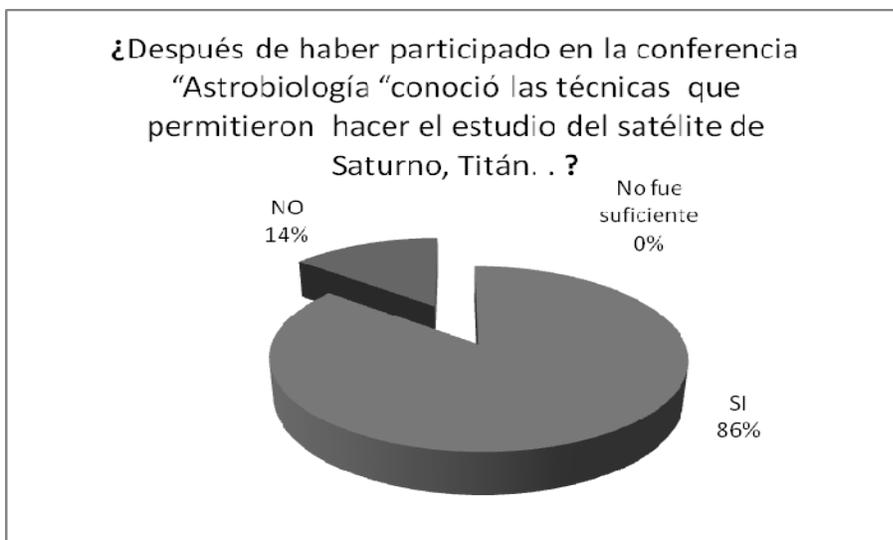
Gráfica 7. INTERPRETACIÓN: De los encuestados el 100% respondió que el uso de software de animación estelar Si permite un aprendizaje mediante ensayo y error de los distintos entornos expuestos.



Gráfica 7. INTERPRETACIÓN: La opinión por parte de un 86% se ve reflejado en que después de haber participado en la conferencia “el sistema solar” Si obtuvo otras ideas en cuanto a la forma de ver el universo, no obstante el 14% expresó que no fue suficiente.



Gráfica 8. INTERPRETACIÓN: El 86% de los entrevistados argumentaron que después de haber participado en la conferencia “El big bang” se obtuvo una idea de cuánto se sabe sobre el universo, no obstante el 14% afirmó que No fue suficiente.



Gráfica 9. INTERPRETACIÓN: La opinión por parte de un 86% se ve reflejado en que después de haber participado en la conferencia “Astrobiología” Si conoció las técnicas en cuanto al estudio de la luna de Saturno: Titán, no obstante el 14% expresó que no fue suficiente

8.p.8. Resumen de los resultados del proyecto:

Formación del personal

Personal formado: (09) Titulares y (09) Técnicos

Personal formado o en formación que se

Ha transferido al sector Educativo: (18)

Artículos de divulgación en medios de

Información (01)

Manuales impresos (05)

Material audiovisual (03)

Conferencias (05)

Material didáctico y equipo de laboratorio (05)

MANUALES IMPRESOS Y MEDIOS AUDIOVISUALES

Autores: Edwin Marroquín, Fernando Tobar, José Tobar, Eva Gramajo

Manuales de construcción y de usuario:

Telescopio, Radiotelescopio, Carta celeste, Espectroscopio y reloj de sol.

CONFERENCIAS EN CONGRESOS, SIMPOSIOS Y REUNIONES

Autores: Ing. Edgar Castro, Arq. Leonel López, Licda. María Paniagua

Nombre de las conferencias:

- Conferencia acerca de El Universo.
- Conferencia acerca de El Big Bang.
- Uso del simulador Celestia.
- Uso del simulador Stellarium.
- Conferencia acerca de Astrobiología.

Lugar: Laboratorio de física de EFPEM.

MATERIAL DIDACTICO Y EQUIPO MANUFACTURADO

Carta Celeste:

El grupo que asistió en el proyecto Andrómeda participó en la elaboración de la carta celeste, para ello se dio una breve explicación de la misma, posteriormente se recortaron plantillas impresas las que se pegaron en cartón chip. Cada participante recortó su modelo con la ayuda de tres facilitadores que asistieron en el proceso. Se explicó la forma de utilizar la carta celeste y se dio una fase de preguntas hacia los facilitadores. Posteriormente se localizaron en el firmamento constelaciones con ayuda de la carta celeste.

Telescopio:

El grupo que asistió en el proyecto Andrómeda participó en la inducción sobre tipos de telescopios, disección de los Telescopios como Galileano o refractor, tipos de aberraciones, correcciones de la aberración cromática, funcionamiento de los oculares y funcionamiento del telescopio refractor. También recibieron la explicación del funcionamiento del espejo secundario o diagonal. Parámetros que caracterizaron a un espejo reflector, depresión máxima del paraboloides. Luego se inició con una breve explicación sobre como desbastar la pieza de vidrio, medición de distancia focal y depresión al centro del espejo. Cada participante desbastó durante 45 minutos la pieza de vidrio aplicando para ello óxido de cerio y se continuó con el espejo secundario el que se colocó en el tubo del telescopio. Posteriormente se enfocaron cuerpos celestes como la luna y nebulosas los cuales se observaron con mayor detalle que a simple vista.

Radiotelescopio:

El grupo que asistió en el proyecto Andrómeda trabajó en la formación de la antena con cable coaxial y el soporte de madera tipo plywood. Se procedió a realizar las pruebas al conectar dicha antena con el radio de onda corta (short wave) y dirigir la antena hacia el sol lo cual permitió escuchar y medir a través de un osciloscopio la frecuencia de las ondas electromagnéticas.

Reloj de Sol:

El grupo que asistió en el proyecto Andrómeda armó la base del reloj, luego moldeó la hembra metálica y se trabajó con el Gnomon. Se aplicó pintura anticorrosiva del dial del horario, se soldaron tensores en la base del reloj, se pintaron del dial de la fecha. Posteriormente se determinó mediante la sombra que se proyectó en el dial la hora en ese momento.

Montura Dobsoniana:

El grupo que asistió en el proyecto Andrómeda participó en la explicación con un modelo a escala de la caja de sujeción del telescopio, luego se realiza el armado por el grupo de participantes al cortar las piezas de madera tipo plywood. Se colocó el telescopio sobre la montura que permite que este gire en dirección horizontal y vertical.

Espectroscopio:

El grupo que asistió en el proyecto Andrómeda participó en la explicación y elaboración de una armazón de madera tipo plywood en donde se colocó un prisma adquirido de unos binoculares, se determina el ángulo en donde debe quedar sujeto y se coloca una pantalla en donde se proyectará la dispersión de los colores. Luego se hace incidir un haz de luz el cual al atravesar el prisma proyecta sobre la pantalla los distintos colores que componen la luz blanca para determinar la temperatura y componentes de la fuente de emisión de luz.

CAPITULO VI

ANALISIS DE RESULTADOS

A. Análisis de resultados:

1. Contexto y análisis de la situación:

1. a. Antecedentes

“El 7 de febrero de 1967 se firmó el convenio de cooperación entre el ministerio de educación y la universidad de San Carlos de Guatemala, por medio del cual se persigue coordinar esfuerzos para promover el mejoramiento y desarrollo de la educación nacional en general y de manera especial la educación media.

En diciembre de 1967 se publico el proyecto de creación de la Escuela de Formación de Profesores de enseñanza media, como la institución rectora de la formación de maestros de educación media a nivel nacional.

El 12 de noviembre de 1968 por acuerdo No. 6733 de la rectoría de la universidad de San Carlos de Guatemala, se creó la Escuela de Formación de Profesores de Enseñanza Media EFPEM con una entidad académica ejecutara dependiente de la facultad de humanidades.

Antes de 1968, Guatemala, no contaba con institución especializada para formar profesores de enseñanza media, por lo que surgió entonces, la escuela de formación de profesores de enseñanza media para dar respuesta a la demanda de profesores que el país presentaba. Inicialmente, EFPEM surge como parte de un convenio de cooperación entre el ministerio de educación, la universidad de San Carlos y el fondo de las naciones unidas para la ciencia y la cultura UNESCO.” (EFPEM, 2001)

1. b. Descripción de los beneficiarios del proceso de actualización

docente:

El beneficiario directo:

Es aquella persona a quien va dirigido y ha sido objeto de estudio. Llámese usuario. El análisis del usuario tiene por objeto caracterizar a los usuarios actuales y potenciales, identificando sus preferencias, hábitos, motivaciones, etcétera, La determinación de la oferta se le ser compleja, por cuanto no siempre es posible visualizar todas las alternativas de sustitución del producto. (Sapag Chain, 2000)

La administración:

Entre las funciones generales del director de un centro educativo se puede citar que propicia un acercamiento del centro educativo hacia su medio, a fin de promover y coordinar las acciones administrativas, teniendo en cuenta el desarrollo del plantel en beneficio de la comunidad, además de programar y preparar el desarrollo de actividades de capacitación para el personal (Morales, 1982).

El proyecto logra contribuir de manera significativa con los objetivos de la institución como lo expresa el bosquejo histórico y curricular de la EFPEM inciso (a) Formar profesores para las diferentes materias y disciplinas del plan oficial del sistema educativo nacional. Inciso (b) Organizar y ejecutar programas de profesionalización para el personal docente en servicio que no cuentan con especialización en la enseñanza de las materias bajo su responsabilidad. Inciso (c) Desarrollar investigación científica en el marco de la educación nacional para contribuir a la solución de problemas educativos nacionales.

Se apega a las atribuciones del director de la escuela porque coadyuva Al mejoramiento de la escuela al dirigirse con estricto apego a las atribuciones ordinarias del director en su inciso e) presentar, recibir y dar trámite a todas las iniciativas y proyectos que para la mejor marcha de la escuela sean presentadas por docentes, estudiantes y organismos de la escuela (Manual de organización, 2006)

Sistema Educativo Nacional:

El sistema educativo nacional es el conjunto ordenado e interrelacionado de elementos procesos y sujetos a través de los cuales se desarrolla la acción educativa, de acuerdo con las características, necesidades e intereses de la realidad histórica, económica y cultural guatemalteca. (Portillo, 1993). El desarrollo de la acción educativa se promueve a través de docentes capacitados en y que de manera significativa cumple con la ley de educación nacional de acuerdo con los principios y fines de la educación en el capítulo I, artículo 2º inciso (a) Proporcionar una educación basada en principios humanos científicos, técnicos, culturales y espirituales que formen integralmente al educando, lo preparen para el trabajo la convivencia social y le permitan el acceso a otros niveles de vida. Y en las políticas educativas del país. (Ley de educación Nacional, 1991)

El educador:

El educador actúa en función social de vida y en función de su conducta (Coloma, 1998) El proyecto contribuye con que se cumpla con las obligaciones del educador de acuerdo al artículo 36 del capítulo I obligaciones incisos (d) y (g) que expresan: Actualizar los contenidos de la materia que enseña y la metodología educativa que utiliza. Participar activamente en actualización y capacitación pedagógica. (Anibal, 2003)

Entidades Relacionadas:

La disponibilidad de insumos, tanto humanos como materiales y financieros, es un factor que condiciona el tamaño del proyecto (Sapag, 2000), Por lo que debe tomarse en cuenta su incidencia al colaborar y difundir la ciencia en el ámbito espacial con entidades que se asocien para el crecimiento conjunto.

AGA cuyas siglas son Asociación Guatemalteca de Astronomía, una asociación científica, no lucrativa, cuyo objetivo es la promoción y divulgación de la astronomía en el país. Fue fundada en Octubre de 2001, por un grupo de astrónomos aficionados, con el deseo de brindar una correcta información de lo que acontece en el Cosmos a toda aquella persona que esté interesada en los sucesos del universo, independientemente de su edad, religión, nivel económico y afiliación política.

Centros Educativos:

Los centros educativos son establecimientos de carácter público, privado o por cooperativa, a través de los cuales se ejecutan los procesos de educación escolar. El proyecto contribuye a elevar el nivel acorde a los contenidos curriculares conforme al Artículo 24 del capítulo VI Centros educativos inciso (b) deben garantizar adecuados niveles académicos. (Anibal, 2003)

El beneficio social refleja el valor que tiene para la sociedad el aumento de disponibilidad de un determinado bien (Sapag Chain, 2000). El proyecto fabricó para la cátedra equipos didácticos para el estudio de astronomía beneficiando así a la comunidad EFPEMISTA de los actuales y posteriores estudiantes del curso de astronomía de la licenciatura.

Departamento de Física:

De acuerdo a la naturaleza que consiste en organizar y ejecutar actividades de capacitación, actualización y especialización de acuerdo con los lineamientos metodológicos y administrativos estipulados además de sus atribuciones ordinarias en su inciso (b) gestionar apoyo de materiales y equipo para la labor de docentes y apoyo logístico en general. El proyecto permite de manera globalizada contribuir con las funciones del director de cátedra.

2. b. Principales problemas detectados:

Los principales problemas detectados para el desarrollo del programa de mejoramiento educativo se pueden sistematizar en:

1. Falta de equipo y herramienta de soldadura eléctrica:

Los procesos de soldadura y corte con arco eléctrico son aquellos en que se utiliza una corriente eléctrica para producir calor intenso en una zona pequeña entre el extremo del electrodo y la cara de los metales que se van a soldar. (Hogg, 1991)

2. Falta de una toma de corriente de 220 v para conectar equipo de soldadura

Se utiliza la CA de las líneas de transmisión y se puede conectar en tableros de distribución para tener circuitos de 110 y 220 volts. Los circuitos de 110V tienen fusibles de 15 amperes y se emplean para las luces y algunos contactos. Los circuitos de 220 V tienen fusibles de 40 amperes; en ellos se emplean contactos y clavijas especiales de trabajo pesado para conducir una corriente más alta. Para el equipo de soldadura se necesitan circuitos de 20, 30 y 40 amperes. (Hogg, 1991)

3. Informática:

Se requerirán equipos de computación necesarios tanto para la ejecución del proyecto como para la simulación digital de los programas.

La informática es el conjunto de conocimientos científicos y técnicas que hacen posible el tratamiento automático de la información por medio de ordenadores (computadores). La palabra proviene del francés, ya que ellos crearon el concepto *informatique*, o sea, informática. La conjunción entre las palabras información y automatización. (Klein, 1988)

Los programas celestia, shadow y stellarium que quedaron en la cátedra como resultado de la conferencia requieren ciertos requerimientos básicos en el computador para su ejecución.

3. b. Análisis de los objetivos:

Los objetivos para dar respuesta a los problemas señalados solo se pueden cubrir si se sitúan las acciones en un marco de desarrollo más amplio que abarque la problemática en tres acciones sucesivas que permitan crear una estructura sólida de trabajo conjunto y de toma de decisiones entre todos los actores implicados.

1. El fortalecimiento y ampliación de la estructura organizativa y administrativa adecuada para la enseñanza de la física, en la que se encuentren representados todos los docentes y alumnos que han de trabajar para garantizar el éxito y la sostenibilidad del Proyecto.
2. La adecuación de la infraestructura existente. Trasladar donde se encarga del reacondicionamiento de la infraestructura y capacitación de los equipos de trabajo además del seguimiento.

3. Ejecución de las estrategias didácticas de acuerdo con lo experimental.
4. La capacitación de los docentes.
5. La búsqueda de acuerdos institucionales entre el Ministerio de educación y empresas patrocinadoras, universidades, unidades académicas

TEMATICA	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	INDICADOR	FUENTE DE VERIFICACION	HIPOTESIS
CARTA CELESTE	Armar y utilizar un instrumento cartográfico que permita determinar una posición ,latitud terrestre	Ubicar las constelaciones	Durante 5 noches salen a observar las estrellas y comparan con su mapa celeste	Al observar la bóveda celeste con ayuda de la carta celeste puede ubicar la localización de cuerpos celestes en el cielo.
DEL RELOJ DE SOL	Construir y emplear un instrumento de medida del tiempo que se base en la velocidad de rotación de la Tierra sobre su propio eje, o en la aparente velocidad de rotación del Sol en torno a la Tierra	Determinar el tiempo mediante la sombra producida por un marcador expuesto a la luz solar.	ajusta el reloj de sol y de acuerdo con las orientaciones compara con la hora oficial	Al usar el reloj de sol se visualiza la diferencia en que nuestros relojes funcionan en base al concepto de que hay exactamente veinticuatro horas entre un día y otro, pero, a causa de la naturaleza elíptica de la órbita terrestre, el tiempo que mide el reloj de sol variará de acuerdo a las estaciones.
TELESCOPIO	Fabricar y usar un instrumento óptico que permita ver objetos lejanos con mucho más detalle que a simple vista.	Observar un cuerpo celeste	Describe verbalmente las características visibles del cuerpo celeste y compararlas con lo visto en los libros o documentales.	Algunos objetos celestes en la oscuridad de la noche adquieren color y detalle al ser observados por el ojo a través del telescopio
RADIOTELESCOPIO	Fabricar y emplear un instrumento que sirva para captar ondas electromagnéticas NO perceptibles por el ojo proveniente de cuerpos celestes.	Utilizar el radiotelescopio como receptor de las ondas de radio provenientes del espacio.	Se escucha el "ruido" procedente de cuerpos celestes	No es necesario observar el cuerpo celeste para detectar la presencia del mismo.

ESPECTROSCOPIO	Fabricar y emplear un instrumento que sirva para captar ondas electromagnéticas perceptibles por el ojo proveniente de cuerpos celestes.	Utilizar el espectroscopio como receptor de las ondas lumínicas provenientes del espacio.	Se observa la dispersión de la luz	Mediante la luz emitida por diversas fuentes durante la realización de análisis se puede descubrir la composición de dichas fuentes.
SOFTWARE DE ANIMACIÓN CELESTIA, STELLARIUM Y SETI@HOME	Conocer los distintos tipos de objetos presentes en el Universo al navegar de manera simulada utilizando las tecnologías digitales	Generar entornos virtuales que simulen ubicaciones estelares y del universo	Uso de los comandos del programa en la ubicación de coordenadas celestes	El uso de software de animación estelar permite un aprendizaje mediante ensayo y error de distintos entornos expuestos en condiciones provocadas
EL SISTEMA SOLAR	Conocer y aplicar en la enseñanza las diferentes formas de representación del sistema solar, y reconocer la relación con nuestra galaxia. Contribuyendo al CNB	Presenciar las conferencias impartidas	Lista de asistencia y discusión del tema	Después de participar en la conferencia se tendrá además de los conocimientos previos, otras formas de ver el universo.
EL BIG BANG	Comprender el origen del Universo y su desarrollo posterior a partir de una singularidad espaciotemporal .	Presenciar las conferencias impartidas	Lista de asistencia y discusión del tema	Después de participar en la conferencia se tendrá una idea de cuánto se sabe acerca del origen del universo.
ASTROBIOLOGIA “Vida en otros planetas”	estudiar a los entornos y seres vivientes terrestres para poder aplicar ese conocimiento a otros sitios del universo	Presenciar las conferencias impartidas	Lista de asistencia y discusión del tema	Después de haber participado en la conferencia “Astrobiología” conoció las técnicas que permitieron hacer el estudio del satélite de Saturno, Titán.

4. b. Con base en factores internos y externos:

LISTA DE FORTALEZAS	ESTRATEGIA PARA MAXIMIZAR	RESULTADO
Docentes comprometidos en la formación académica y personal de los estudiantes	Motivar e incentivar a continuar con la disposición de mejorar la escuela con charlas, conferencias y capacitaciones	Docentes motivados que permanecieron durante la capacitación
Infraestructura física para el área de laboratorios adecuada	Utilizar para llevar a cabo congresos y actividades de formación académica	Asistencia de personal a capacitar y capacitadores
Ser una de las instituciones que imparte educación superior en el ámbito de la enseñanza de la física en la modalidad Científico-Humanista	No descuidar el factor tecnológico y científico de la profesión y especialización con material didáctico innovador.	Docentes con mayor calidad didáctica
Inserción de los egresados en el medio	Promocionar las carreras en los medios de información.	
Bibliografía de física existente en la cátedra	Dar a conocer a través de boletines	

LISTA DE OPORTUNIDADES	ESTRATEGIA PARA APROVECHAR	RESULTADO
Apoyo por parte de universidades extranjeras a través de convenios internacionales.	Enviar solicitudes a las distintas entidades	Ofrecimientos por parte de entidades diplomáticas
Implementar la carrera de licenciatura en la jornada sabatina	Desarrollar laboratorios durante el día	Docente de plan sábado con las mismas competencias del plan diario.
Taller de prototipos		
Apoyo de otras unidades académicas	Difundir actividades a distintas unidades académicas	Participación activa de estudiantes y miembros de distintas unidades académicas

LISTA DE DEBILIDADES	ESTRATEGIA PARA MINIMIZAR	RESULTADO
<p>Poca aplicación de metodologías activo participativas en el aula</p>	<p>Distribuir material digital de manera gratuita</p>	<p>El estudiante utiliza los recursos informáticos</p>
<p>Ausencia de criterios evaluativos y elaboración adecuada de instrumentos de evaluación</p>	<p>Utilizar la experimentación como criterio de evaluación</p>	
<p>Algunos docentes tienen poco horario para la disponibilidad de asesoría para estudiantes.</p>	<p>Abrir un sitio virtual que permita poner de manifiesto las inquietudes de los estudiantes</p>	
<p>Falta de actualización de los laboratorios acorde a la tecnología actual.</p>	<p>Implementar equipo moderno</p>	<p>Laboratorio actualizado</p>
<p>Las condiciones de los espacios físicos del laboratorio no son en gran medida para práctica sino también son utilizados como salón de clases.</p>	<p>Construcción de nuevos salones</p>	
<p>Horario limitado para la preparación académica del docente de EFPEM</p>	<p>Establecer un horario al final del semestre entre la última clase y la evaluación final</p>	<p>Capacitación efectuada</p>
<p>Ausencia de práctica de laboratorio en todos los cursos de licenciatura</p>	<p>Implementar y desarrollar material didáctico que permita realizar prácticas de laboratorio</p>	<p>Formación académica experimental</p>
<p>Falta de docentes altamente Especializados en la disciplina.</p>	<p>Realizar jornadas de capacitación</p>	<p>Docentes certificados</p>

LISTA DE AMENAZAS	ESTRATEGIA PARA EVITAR	RESULTADO
Falta de credibilidad en la formación de profesionales en la docencia de las ciencias.	Promocionar las actividades de ciencia	Asistencia de personas interesadas en la ciencia
Problemas para cumplir con las necesidades y requerimientos cognitivos de los establecimientos educativos de alto nivel.	Poner en practica las políticas educativas nacionales	Docentes capacitados acordes a las políticas educativas nacionales
Deserción de personas inscritas en los profesorados y licenciaturas.	Dar oportunidad para llevar cursos a solicitud del estudiante	
Malos calificativos frente a otras escuelas y facultades al solicitar equivalencias.	Revisión curricular del pensum de estudios	Mejora en la calidad del profesional de la educación egresado de la EFPEM
Aparición de nuevas instituciones que Ofrezcan la carrera.	Promocionar las carreras	
Falta equipo experimental de apoyo en todos los temas y subtemas del contenido temático de los cursos.	Diseñar y construir material didáctico para la enseñanza de la ciencia	Equipo experimental para apoyo del curso
Egresados deficiencia en el ámbito experimental.	Incorporar prácticas experimentales de laboratorio en los cursos	Egresados con experiencia en el ámbito experimental

5. b. Con base a la problemática de falta de laboratorios experimentales:

En el ámbito de la física es de decisiva importancia que el alumno aprenda por medio de un método de elaboración mental y manual. La aplicación de los métodos inductivo y deductivo ayuda a desarrollar, además del pensamiento lógico en general la capacidad de abstracción del alumno (Knoll, 1974)

La utilización de experiencias en el ámbito científico proporciona nuevas posibilidades de dinamización al proceso de enseñanza-aprendizaje. La construcción de equipo abre nuevas posibilidades de interacción entre alumnos y docentes. Su aplicación en el proyecto propició la planificación y la ejecución de las actividades de observación de escenarios espaciales en forma colectiva y simultánea al evento tanto real como virtual, superando la permanencia de los alumnos de la escuela para participar en horario de capacitación y obviando las barreras de distancia.

Para esta actividad fue utilizado el laboratorio de física combinado con equipo de informática previamente en la cual pudieron anotarse los alumnos con la debida anticipación.

A través de esta actividad, docente y alumno pudieron realizar comparaciones en tiempo real, levantar hipótesis y construir nuevos conocimientos sobre el objeto de estudio, utilizando la transmisión de datos escritos y fotográficos

6. b. Con base a la institución:

Demandas:

Los consumidores o usuarios logran una utilidad o satisfacción a través del consumo de bienes o servicios. Una variación en la metodología modificará las preferencias para cada uno de ellos. El objetivo principal que se pretende alcanzar con el análisis de la demanda es determinar los factores que afectan el comportamiento del mercado (Sapag, 2000).

CAPITULO VII

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

A. Conclusiones:

- Se armó y utilizo de manera sistemática un instrumento cartográfico que permitió determinar una posición del panorama celeste, orientado a una latitud terrestre, con la ayuda de dicho instrumento, llámese esta carta celeste,
- Al construirse un instrumento de medida del tiempo que se basa en la velocidad de rotación de la Tierra sobre su propio eje, o en la aparente velocidad de rotación del Sol en torno a la Tierra se determinó y comparó con relojes análogos y digitales la hora.
- Se fabricó un instrumento óptico que permitió ver objetos lejanos con mucho más detalle que a simple vista, durante algunas observaciones nocturnas, en donde estudiantes del curso efectuaron dichas observaciones.
- Se fabricó un radiotelescopio el cual permitió captar ondas electromagnéticas NO perceptibles por el ojo proveniente de cuerpos celestes, y luego de conectarlo a un osciloscopio se mostró gráficamente la trayectoria de la onda.
- Se fabricó y empleó un instrumento que permite la separación de la luz en sus espectros visibles, al captar ondas electromagnéticas perceptibles por el ojo proveniente de cuerpos celestes, en este caso la luz del sol.

B. Recomendaciones:

- Incentivar a los estudiantes para que se involucren en actividades educativas de experimentación científica.
- Establecer programas piloto de cooperación entre instituciones y/o departamentos de la EFPEM para desarrollar cursos modelo de introducción a la ciencia para actuales o futuros docentes.
- fortalecer las cátedras y las carreras de formación de profesores la dotación de recursos didácticos, pedagógicos y tecnológicos, que permitan mejorar la enseñanza de las ciencias naturales y la matemática.
- Que las distintas cátedras apoyen la formación profesional y la especialización de los docentes en ejercicio y de los formadores de formadores de manera de contribuir al mejoramiento de la enseñanza de las ciencias naturales y la matemática.
- La revisión y actualización permanente de los contenidos y los métodos de enseñanza de manera que el tratamiento de temáticas socialmente significativas y con validez científica resulte convocante para los alumnos y favorezca mejores aprendizajes.
- Promoción y fortalecimiento de espacios de investigación en educación en ciencias naturales y matemática de modo que incida en la mejora de la enseñanza y el aprendizaje de las disciplinas.
- Que el énfasis en el método experimental para la enseñanza de las disciplinas científicas, en la formación docente, sea apoyado significativamente garantizando un adecuado equipamiento a todas las instituciones educativas.

- Que las autoridades educativas generen iniciativas que aseguren la calidad de los libros de texto existentes en el sistema.
- Se recomienda la promoción de actividades que integren el trabajo en las distintas unidades académicas en el trabajo científico.
- Valorizar la enseñanza de las disciplinas científicas a través de acciones de difusión y la divulgación del conocimiento científico a través de medios de comunicación de la escuela.
- Promover la edición de nuevos textos y colecciones de divulgación científica de elaboración local, y distribuir una selección de calidad en forma masiva en las bibliotecas escolares.
- Se recomienda la promoción de iniciativas extracurriculares que logren atraer a los alumnos hacia el mundo de las ciencias naturales y la matemática.
- Prever la disposición de recursos financieros en forma prioritaria, continua y sostenida en el tiempo, que asegure el cumplimiento de las metas establecidas por las políticas educativas, a través de los mecanismos que se consideren más adecuados.

CAPITULO VIII

PLAN DE SOSTENIBILIDAD

A. Plan de sostenibilidad:

1. Estudio de viabilidad y sostenibilidad

Introducción:

Uno de los procesos del proyecto es el de promover la continuidad de los laboratorios en la licenciatura y la actualización en el área de física en la materia de astronomía, no solo en la EFPEM sino involucrar directamente a los docentes del nivel medio. Con este Taller se ven satisfechas las expectativas que se tienen de los alcances del proyecto. Este taller ha sido desarrollado, con la total participación del departamento de física de EFPEM, auxiliares, conferencistas y personas interesadas con la finalidad de ser tomado en cuenta como parte del curso de astronomía. En este taller participaron profesores, auxiliares y conferencistas esto se llevo a cabo durante el mes de noviembre 2008, enero y febrero de 2009, por tanto, las finalidades del plan de Sostenibilidad son en primera, la referida participación de la comunidad educativa como estudiantes de licenciatura tanto en la jornada vespertina como en la sabatina, facilitando el compromiso y la acción individual y colectiva al promover el conocimiento y la comprensión de los temas de astronomía, especialmente en su interrelación con las políticas educativas de nuestro país y la preservación del equipo dándole un trato adecuado, considerando el desafío de construir una sociedad con interés científico a partir de una educación de calidad para todos y todas debe incluir entre sus principales líneas de acción a la educación científica.

También la participación de auxiliares conjuntamente con el catedrático toman las acciones para la sostenibilidad del equipo al crear los mecanismos que afecten a la calidad educativa como la actualización y revisión periódica del equipo y el material digital.

Esta formación implica el desarrollo de ciertas capacidades para las cuales la enseñanza de las ciencias adquiere un rol fundamental; la capacidad de abstracción para ordenar el gran caudal de información que hoy en día está a nuestro alcance a partir de las nuevas tecnologías de la información y la comunicación; la capacidad de experimentación, para llegar a comprender que existe más de un camino para llegar a descubrir nuevos conocimientos.

Sin lugar a duda la participación del director de cátedra desarrolla una importante labor de actualización docente como parte de sus funciones al propiciar eventos en donde personal calificado logre la participación directa con tendencias del momento.

El gran desafío de la educación para el trabajo consiste en dar los conocimientos que sean útiles y desarrollar competencias que sirvan para aprender. En esta línea está el aporte de la UNESCO, en otro de sus pilares fundamentales de la educación llamado APRENDER A HACER, es decir, ¿Cómo enseñar al alumno a poner en práctica sus conocimientos y, al mismo tiempo, cómo adaptar la enseñanza al futuro mercado de trabajo, cuya evolución es incierta? (Olmedo, 2008)

OBJETIVOS

- Contar con un plan de acción coherente para darle continuidad y sostenibilidad al proyecto Andrómeda.
- Contar con planes que promuevan los programas de enseñanza de la astronomía en la asignatura de la licenciatura en la enseñanza de la Matemática y Física, acorde con la finalidad de ésta, la orientación actual y los perfiles profesionales.
- disminuir la problemática del departamento de física de EPFEM de la falta de equipo didáctico.

ANTECEDENTES

El “Proyecto Andrómeda 2008” se llevó a cabo en los laboratorios de la cátedra de física, en la Escuela de Formación de Profesores de Enseñanza Media, EFPEM de la Universidad de San Carlos de Guatemala, USAC; realizado del 15 al 26 de noviembre de 2008 y del 15 de enero al 21 de febrero de 2009. Contó con la presencia de 15 participantes el primer día variando ligeramente alrededor de éste número los siguientes días del evento. El proyecto de construcción de equipo para un laboratorio de astronomía y astrofísica llegó al conocimiento del profesor Edgar A. Cifuentes, de la Licenciatura en Física Aplicada de la Universidad de San Carlos de Guatemala USAC, por medio del profesor Edwin Marroquín Albizures de la Escuela de Profesores de Enseñanza Media EFPEM.

La propuesta de un laboratorio experimental de astronomía y astrofísica, Proyecto Andrómeda 2008, fraguada en su totalidad por el profesor Edwin Marroquín Albizures, consistió al inicio en construir los siguientes dispositivos: un gnomon o reloj de sol, un telescopio, un radiotelescopio, un planisferio (carta celeste), un espectrógrafo y la fabricación de un cometa con ingredientes caseros.

El profesor Edgar Cifuentes trasladó la propuesta a algunos de sus estudiantes de la licenciatura en física que consideró con el entusiasmo y las capacidades mecánicas para desarrollar los dispositivos. Como invitados a participar en calidad de facilitadores en la construcción del equipo de astronomía y astrofísica del proyecto Andrómeda 2008, la y los estudiantes de Física Aplicada de la Facultad de Ingeniería Eva Gramajo, José Tobar y Juan Tobar accedieron al mismo.

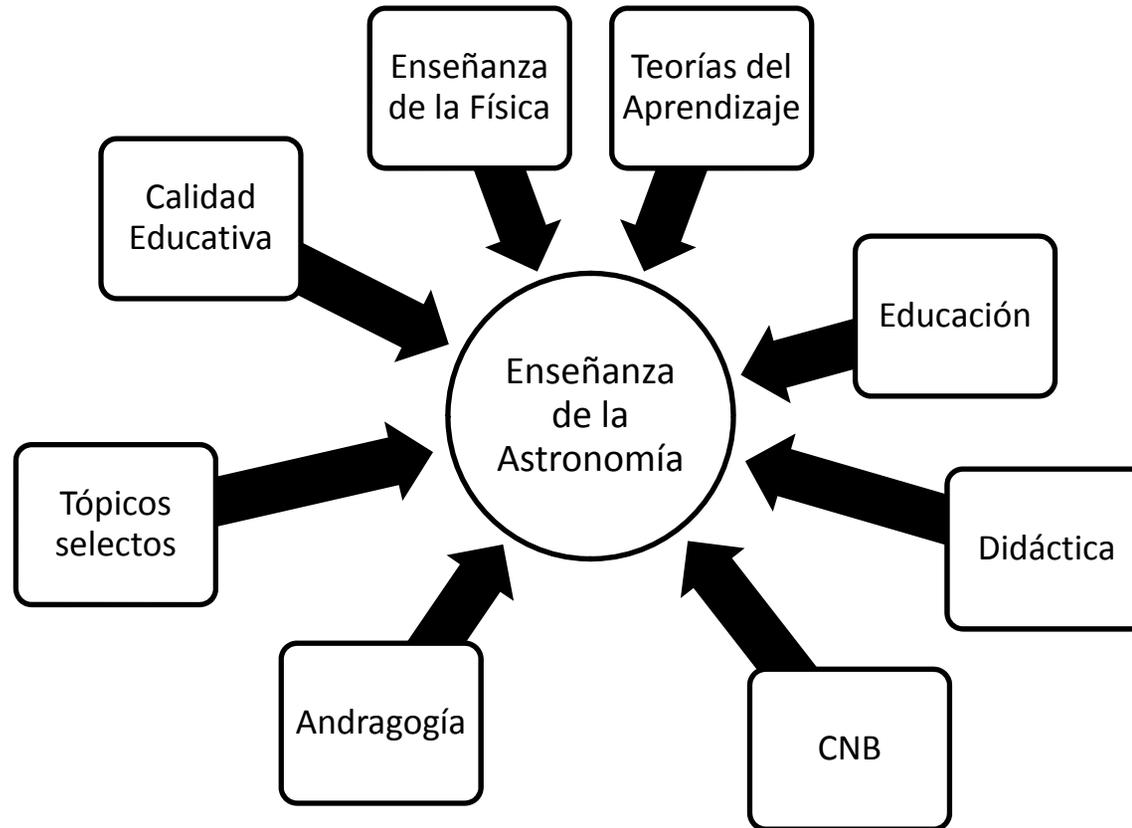
El proyecto Andrómeda 2008, sufrió una pequeña modificación, debido a la falta de un conocimiento amplio en el tema de cometas y como fabricar uno con ingredientes caseros, éste último no pudo ser construido.

Así también, otra modificación al plan original que se presentó fue la inclusión de conferencias sobre astronomía y temas afines por expertos en la materia. Modificación que enriqueció mucho el proyecto.

PLAN DE SOSTENIBILIDAD

ASPECTOS	METODOLOGÍA	PERÍODO	RESPONSABLE	SUPUESTOS
Durabilidad del equipo	Mantenimiento preventivo y un trato adecuado	Durante el semestre en que se imparte el curso comprendido de enero a mayo en el plan diario	Estudiantes del curso de astronomía de la licenciatura en enseñanza de la matemática y física	Continua siendo parte del curso como laboratorio
Actualización del software de animación virtual	Descarga del programa periódicamente	En enero de cada año y al inicio del curso	Auxiliares del departamento de física	Se imparte clase haciendo uso del software virtual
Prueba del equipo	Manipulación del equipo	Al finalizar el semestre en que se impartió el curso	Catedrático titular del curso	Se utiliza como parte práctica de la clase
Conferencias dictadas por expertos	Presentaciones virtuales o presenciales	En los períodos de junio y/o noviembre de cada año según se requiera	Jefe de cátedra del departamento de física	Se desea actualizar al personal docente
Instituido como laboratorio tiene carácter obligatorio para aprobar el curso	Aprobación por el jefe de cátedra de física de EFPEM	Ninguno una vez constituido como laboratorio	Jefe de cátedra del departamento de física	Respaldo legal como parte de la ponderación del curso

DIAGRAMA DE SOL DE LOS ELEMENTOS QUE INCIDEN EN LA ENSEÑANZA DE LA ASTRONOMÍA



CAPITULO IX

MARCO TEÓRICO

A. Pedagogía

1. Andragogía

Es la disciplina educativa que trata de comprender al adulto(a), desde todos los componentes humanos, es decir como un ente psicológico, biológico y social.

Por tanto, la Andragogía se auxilia de otras disciplinas para su desarrollo. En esencia, es un estilo de vida, sustentado a partir de unas concepciones de comunicación, respeto, y ética, a la vez de un alto nivel de conciencia y compromiso social.

En educación, la referencia principal de la Andragogía está escrita a partir de la Educación de Adultos, y ésta en función de la alfabetización,

Un conjunto de acciones, actividades y tareas que al ser administradas aplicando principios y estrategias andragógicas adecuadas, hace posible facilitar el proceso de aprendizaje en el adulto. Toda educación genuina viene de la experiencia. (Malcoms, 2005).

2. Calidad Educativa:

La educación de calidad es aquella que ayuda al educando a satisfacer plenamente sus necesidades y a desarrollar al máximo sus posibilidades de manera integral y contribuyendo a la sociedad.

La participación cooperativa de los profesores puede constituirse en un modo adecuado para reducir las dificultades que estos encuentran para entender.

El proceso de innovación en educación también involucra la implementación de metodologías participativas con profesores. (Velasco, 2000).

3. Educación:

El término educación se refiere a el acto de transmitir los conocimientos de una generación a otra, desde los comienzos de la humanidad como una agrupación de seres humanos con la capacidad de pasar sus conocimientos a través de las sucesivas generaciones, se puede decir de una especie con el intelecto necesario y suficiente para permitir su propio crecimiento. (Piaget, 1975).

Concepto de Educación:

Spranger dice: “La educación es una actividad humana que se ha realizado por sí misma desde los tiempos más primitivos aun sin una teoría manifiesta”. Dewey afirma: “Lo que la nutrición y la reproducción son para la vida fisiológica, es la educación para la vida social. Petersen sostiene: “La educación es y ocurre tan originariamente como la vida y sus funciones son y se realizan. El educar pertenece, pues, al ser del hombre originaria e inseparablemente. La educación es algo dado, es una función de lo que es, la realidad. Finalmente, Locke advirtió ya en su tiempo: “Pienso que puede afirmarse que de todos los hombres con que tropezamos, las nueve décimas partes son lo que son, buenos o malos, útiles o inútiles, por la educación que han recibido. Esta es la causa de la gran diferencia entre los hombres”. (Luzuriaga, 1991).

La educación es una función real y necesaria de la sociedad humana mediante la cual se trata de desarrollar la vida del hombre y de introducirle en el mundo social y cultural, apelando a su propia actividad. (Luzuriaga, 1991).

La Educación como necesidad:

La educación es también una necesidad, tanto para la vida del individuo como para la sociedad. Dewey: “En términos generales, la educación significa la suma total de proceso por los cuales una comunidad o grupo social transmite sus poderes y fines adquiridos con el fin de asegurar su propia y continuada existencia y crecimiento”.

La Educación como aspiración:

La educación es en efecto, una realidad y una necesidad para la vida individual y social, pero es también algo más, existe una tendencia al desarrollo y perfeccionamiento.

La Educación como desarrollo:

El hombre pasa por fases y etapas sucesivas durante toda su vida: Infancia, adolescencia, juventud, adultez y senectud. Estas etapas constituyen una curva de desarrollo en la cual se asciende hasta llegar a una altura máxima, a partir de la cual se empieza a descender. Para John Dewey “La función de la educación es ayudar al crecimiento de un joven en un joven animal indefenso en un ser humano, feliz, moral y eficiente... La educación es un proceso continuo de crecimiento que tiene como aspiración en cada etapa una capacidad adicional de crecimiento”. (Dewey, 1961).

La educación como función cultural:

La cultura comprende no sólo los productos espirituales elevados, como las obras artísticas, las teorías científicas, los descubrimientos técnicos, las reglas morales y los sentimientos religiosos, sino que también incluye objetos y creaciones materiales humanas más modestas, de carácter utilitario, como las casas, los vestidos, los instrumentos agrícolas, los utensilios domésticos, etc.

De aquí las dos funciones de la educación respecto a la cultura. De una parte, facilitar la creación, conservación y reproducción de la cultura, y de otra posibilitar el desarrollo cultural del hombre. En el primer caso, se trata de una educación cultural objetiva; en el segundo de una formación cultural subjetiva. Ambas formas de educación están en una relación mutua e inseparable.

La educación como función social:

La educación ejerce directamente sobre el individuo como tal; trata de desarrollar o facilitar el desarrollo o la formación de su vida personal. En este sentido toda educación es educación individual.

Pero el individuo no vive solo en el mundo, sino en relación directa con los demás. De ellos recibe ayuda y estímulos y él a su vez influye sobre los demás. En este sentido toda educación es una educación social.

La sociedad condiciona a la educación; no cabe educación sin influencia social; pero a su vez la educación es necesaria para la sociedad; no hay sociedad sin una educación de los individuos que la componen.

Educar es socializar. La dependencia del proceso educativo de la sociedad es indiscutible. La sociedad "dicta" los fines educacionales. Las instituciones de cada sociedad (familiares, escolares, religiosas, industriales,

etcétera, atendiendo a la institución política que es el Estado) son “transmisores”, aunque en diversos grados y modalidades, de los estereotipos culturales dominantes en dicha sociedad. Es resultado de esta relación se traduce con los educandos en conocimientos, actitudes, aptitudes y habilidades, que los configuran de tal modo que cada vez son más parecidos al resto de los componentes de esa sociedad. (Pimienta, 2007)

4. Enseñanza de la Física

De acuerdo con el objeto de la física, la tarea formativa general de su enseñanza consiste en conducir a los alumnos a enfrentarse con los fenómenos naturales. Se trata de desarrollar los pensamientos que es característico de la física, así como de las cuestiones fundamentales para el ser humano como explorar los procesos y leyes de la naturaleza y la técnica.

La comunicación de estrategias y métodos experimentales:

Además de llevar a la cognición, la enseñanza de la física tiene la misión de transmitir al alumno comprensiones fundamentales acerca de es materia.

La formación técnica y la enseñanza de la física:

Los métodos físicos de investigación, inductivos y deductivos, deben ir acompañados de la imitación de inventos y de la propia inventiva.

La estructura lógica del contenido didáctico:

Al establecer los objetivos didácticos de acuerdo con el nivel de comprensión de los alumnos y alumnas, tiene que preceder le el análisis lógico de la estructura del contenido de la materia. (Konll, 1974).

5. El constructivismo:

Se puede decir mucho acerca de este paradigma, teoría, concepción epistemológica, punto de vista acerca de cómo se construyen los conocimientos, etcétera. Cabe señalar claramente que el constructivismo es una posición epistemológica y psicológica y que no se trata de una concepción educativa. (Pimienta, 2007).

En el último siglo se han propuesto muchas teorías de aprendizaje. Hasta hace poco, la psicología conductista ha influenciado la educación a tal grado que ha dictado la forma en que se redactan los libros de texto y la forma en que los maestros planean e implementan sus clases.

La teoría constructivista no es nueva. Ha tenido varios exponentes tales como:

- **Jean Piaget** - Los niños construyen activamente su mundo al interactuar con él y pone énfasis en el rol de la acción en el proceso de aprendizaje.
- **John Dewey**- es considerado como el verdadero creador de la escuela activa y fue uno de los primeros autores en señalar que la educación es un proceso interactivo. El aprendizaje se realiza sobre todo a través de la práctica.
- **Jerome Bruner**- Todo conocimiento real es aprendido por uno mismo, auto descubrimiento.
- **Vigotsky** - Da al estudiante un rol activo en el proceso de aprendizaje. Se logra desviar la atención desde el aprendizaje memorístico y mecánico, hacia el significado de los aprendizajes para el sujeto, y la forma en que éste los entiende y estructura.

El constructivismo es una filosofía centrada en el sujeto que aprende. Propone que el ambiente de aprendizaje debe apoyar las múltiples perspectivas o interpretaciones de la realidad, la construcción del conocimiento y las actividades contextualizadas y basadas en la experiencia.

El constructivismo se enfoca en:

- La construcción del conocimiento, no en la reproducción del mismo.
- El conocimiento se construye basándose en las experiencias propias, las estructuras mentales y aquellas creencias que se usan para interpretar objetos y eventos.
- La mente es instrumental y esencial al interpretar eventos, objetos y perspectivas sobre la base que es personal e individual.
- Nuestro punto de vista del mundo externo es diferente de persona a persona porque cada ser humano tiene un cúmulo diferente de experiencias.

El aprendizaje según el constructivismo

El aprendizaje dentro de un contexto constructivista es la respuesta a la situación, comprensión o toma de conciencia o el comportamiento nuevo. Es un proceso de construcción y asimilación de una respuesta nueva. Un proceso en el cual el estudiante construye activamente nuevas ideas o conceptos basados en conocimientos presentes y pasados. En otras palabras, el aprendizaje se forma construyendo nuestros propios conocimientos desde nuestras propias experiencias.

Aprender es, por lo tanto, un esfuerzo muy personal por el que los conceptos interiorizados, las reglas y los principios generales puedan consecuentemente ser aplicados en un contexto de mundo real y práctico. De acuerdo con Jerome Bruner y otros constructivistas, el profesor actúa como facilitador que anima a los estudiantes a descubrir principios por sí mismo y a construir el conocimiento trabajando en la resolución de problemas reales o simulaciones, normalmente en colaboración con otros alumnos. Esta colaboración también se conoce como proceso social de construcción del conocimiento. Algunos de los beneficios de este proceso social son:

- Los estudiantes pueden trabajar para clarificar y para ordenar sus ideas y también pueden contar sus conclusiones a otros estudiantes.
- Eso les da oportunidades de elaborar lo que aprendieron.

Planteamiento básico del constructivismo

El planteamiento básico del constructivismo consiste en que el individuo realiza una construcción propia de su conocimiento.

Esta construcción:

- Se logra mediante la interacción entre conocimiento previo e interno y su interacción con el medio ambiente produciéndose así la construcción de un aprendizaje nuevo.
- Es el resultado de la representación inicial de la información y de la actividad externa o interna, que desarrollamos al respecto. Esto implica que el aprendizaje es un proceso activo de parte del sujeto que aprende.
- Se logra mediante el proceso de ensamblar, extender, restaurar e interpretar, por lo tanto, construir su propio conocimiento desde la experiencia y la información que recibe de su medio ambiente.

El aprender no es un proceso de “todo o nada” sino que los estudiantes aprenden la nueva información que se les presenta construyendo sobre el conocimiento que ya poseen. El Constructivismo promueve la exploración libre de un estudiante dentro de un marco o de una estructura dada”.

6. Implicaciones del constructivismo:

El Maestro Constructivista

El maestro es visto como un facilitador del proceso de enseñanza-aprendizaje. El maestro guía al estudiante estimulando y provocando pensamiento crítico.

El maestro debe:

- Establecer y guiar el proceso para sentar las bases de manera que el estudiante pueda internalizar el conocimiento.
- Proveer tiempo para que el estudiante construya el conocimiento.
- Explorar continuamente.
- Evaluar para ver que necesitan los estudiantes.
- Tomar decisiones.
- Identificar recursos y utilizarlos efectivamente.
- Investigar constantemente.
- Planificar actividades propias para el aprendizaje a la luz de los resultados de su investigación.
- Dar participación a sus estudiantes.
- Promover el aprendizaje activo.

Dentro del enfoque constructivista, la relación entre estudiante y maestro y entre los mismos estudiantes debe ser dinámica

- El estudiante construye su propio conocimiento de manera dinámica.
- El estudiante construye su propio conocimiento de manera idiosincrásica.
- Los procesos de pensamiento se desarrollan a partir del trabajo y de las actividades en los laboratorios, proyectos o talleres de los estudiantes.

7. Metodología constructivista para la planeación de la enseñanza:

Este modelo se ha validado en investigaciones cuasi experimentales y se está poniendo en práctica en diversas asignaturas. Si se concibe la clase como la forma fundamental de organizar la enseñanza en la escuela, como un proceso planeado con una intención específica, entonces ésta deberá desarrollarse en forma estructurada, con base en un plan diario que contenga los siguientes componentes:

1. Número de clase
2. Tema
3. Nivel de asimilación
4. Objetivos
5. Título de la clase
6. Método
7. Estrategias de enseñanza aprendizaje
8. Recursos
9. Reactivación de los conocimientos previos
10. Situación problemática
11. Construcción de significados
12. Organización del conocimiento
13. Aplicación de los conocimientos
14. Evaluación del proceso
15. Tarea

1. Número de clase

Se refiere a la secuencia de las sesiones, comenzando por el número 1 y continuando con un consecutivo a cada una de las clases planeadas.

2. Selección del tema:

Se selecciona directamente del programa de la asignatura.

3. Determinación del nivel de asimilación del conocimiento:

Se sabe que algunas personas reproducen los conocimientos con mayor facilidad de lo que pueden aplicarlos, otros los aplican con mayor destreza, otros más resuelven situaciones nuevas rápidamente, y hay quienes llegan a proponer y solucionar de manera creativa nuevos problemas.

En cada una de estas formas de conocimiento, hay determinado nivel de profundización de las actividades cognoscitivas; de ahí que se plantee la existencia de distintos niveles de asimilación de los conocimientos. La fase inicial está dada en la actividad de imitación, de reproducción; y la fase superior es inherente a la capacidad de crear. Por ello algunos pedagogos advierten cuatro niveles de asimilación: 1. Comprensión o conocimiento, 2. Saber o reproducción, 3. Saber hacer o aplicación, y 4. El nivel de creación. (Labarrere, 2001)

4. Determinación y formulación de los objetivos:

Se entiende por actividad como una categoría social, determinada fundamentalmente por dos condiciones: El hombre tiene conciencia de sí mismo y se plantea objetivos que guían su actividad. Se considera entonces, que la determinación y formulación de los objetivos es parte de la misma naturaleza del hombre. (labarrere, 2001).

5. Título de la clase:

Es un enunciado que se redacta par cada sesión de clase y está basado en el tema seleccionado del programa de la asignatura.

6. Elección del método de enseñanza:

Etimológicamente, el término método proviene del griego *methodos* que significa “camino, vía o medio para llegar a un fin”. Existen muchas clasificaciones de los métodos de enseñanza. Aquí se describen los que utilizan Lerner y Skatkin.

6.1 Explicativo-Ilustrativo:

Este método actúa preferentemente sobre el nivel de asimilación reproductiva, desarrollando la memoria comprensiva de los estudiantes y los hábitos para reproducir los hechos de la realidad. La esencia de este método radica en que el profesor ofrece soluciones a los problemas, y hace demostraciones con la ayuda de distintos recursos de enseñanza; los estudiantes asimilan y reproducen el contenido. Externamente, este método se expresa de variadas formas: Descripción, narración, lectura de textos, explicación basada en láminas, explicaciones mediante presentaciones virtuales, etcétera. Como su nombre lo indica, el

profesor realiza explicaciones con el apoyo de algún recurso. Los estudiantes mantienen más bien una actitud de “recepción activa”.

6.2 Reproductivo:

Posibilita el desarrollo de habilidades, de tal manera que provee a los estudiantes de un modelo, una secuencia de acciones o un algoritmo para resolver una situación con distintas condiciones. La secuencia de acciones o algoritmo es el resultado de la repetición, que es inherente a este método de enseñanza y que estará en concordancia con las habilidades que se desee formar y con las características de los estudiantes.

6.3 Exposición problémica:

La esencia de este método reside en que el docente plantea un problema, el mismo lo resuelve, pero durante este proceso muestra la vía para su solución en sus auténticas contradicciones aunque accesibles a los alumnos, y al mismo tiempo revela el hilo conductor que siguió el pensamiento hasta llegar a la solución.

Por una parte la aplicación de este método permite al docente mostrar modelos del pensamiento matemático, modos de actuación propias del quehacer matemático, o sea se muestra la - embriología del conocimiento" (Lerner y Skatkin). Por otra, los alumnos controlan la autenticidad de este movimiento o proceso, siguen mentalmente su lógica y asimilan las etapas de la resolución de problemas importantes.

Los problemas reales que se plantearon a la comunidad matemática a lo largo de la historia son una fuente de inapreciable valor para su selección y exposición problémica en el aula, en virtud de su valor epistemológico, metodológico, heurístico y cognoscitivo. Estos problemas son tales que es imposible su resolución por los estudiantes en el marco y tiempo académicos, luego, debe ser la exposición problémica, el método por excelencia a seleccionar para su presentación en el contexto áulico.

El resultado directo e inmediato de la exposición problémica es la asimilación por los estudiantes del método y la lógica de la resolución del problema planteado o de un tipo determinado de problemas. Es un método a usar en las etapas motivacional y de elaboración de las bases de orientación del nuevo contenido en proceso de asimilación, pues aún el estudiante no posee los procedimientos y conceptos necesarios para enfrentar la resolución de dichos problemas ni de forma independiente ni siquiera con la ayuda de sus compañeros. Por eso, para el uso de este método, el profesor puede elegir problemas más complejos que aquellos que son factibles para su resolución independiente por parte de los alumnos.

El profesor puede auxiliarse en el desarrollo de este método, no sólo de su palabra, el juicio lógico y la lectura de textos, sino además de otros medios de enseñanza, en particular los recursos informáticos (multimedia, software matemático, etc.)

Es importante comprender la singularidad de este método, que consiste en que el alumno no sólo recepciones, fije en la conciencia y recuerde las conclusiones elaboradas por el docente, sino que siga la lógica de la resolución o la demostración, la dinámica del pensamiento

del profesor y del medio didáctico que lo auxilia y controle su autenticidad. En el alumno deben surgir dudas y preguntas sobre la lógica y la autenticidad del procedimiento de solución o demostración que se esté utilizando y cuando esto ocurre el aprendizaje está siendo verdaderamente activo, a pesar incluso que no las plantee en la clase. Lo ideal sería que la exposición fuera dialogada y que el estudiante tenga la posibilidad de intercambiar opiniones con el profesor, pero en determinadas condiciones pudiera ser una exposición monologada por parte del profesor, con comentarlos al final de la exposición.

6.4 De búsqueda parcial o heurística:

Con el objetivo de aproximar paulatinamente al estudiante a la solución independiente de los problemas, es necesario que previamente aprenda los elementos que deben conformar su base de orientación (y ésta debe ser lo más generalizada y completa posibles) para la resolución de problemas.

Esta comienza a elaborarse por el estudiante desde que, de forma activa, siguió la lógica y los modos de actuación y por tanto del pensamiento matemático del profesor, el cual en primera instancia juega el rol de modelo de experto en resolución de problemas.

Sin embargo, esto no es suficiente, el estudiante debe tomar conciencia de todos y cada uno de los elementos, los cuales deben ser destacados por el docente explícitamente y debatidos en el grupo.

La conversación heurística tiene su antecesor primero en la Mayéutica, método empleado por Sócrates con sus discípulos para lograr que arribaran por sí mismos al nuevo conocimiento.

La esencia del método de búsqueda parcial o heurístico reside en que el maestro planifica los pasos de la búsqueda, descompone la tarea problémica en sub-problemas, mientras que los alumnos realizan estos pasos de forma independiente o colectiva. Cada uno de estos pasos, o la mayoría, exige que se manifiesten determinados rasgos de actividad creadora, pero la solución íntegra del problema es competencia de todos: del profesor y de los alumnos.

También pueden citarse, entre las técnicas a emplear en este método, la descomposición en sub-tareas asequibles, que consiste en descomponer el problema o tarea compleja en tareas subordinadas realizables por el propio estudiante, cada una de las cuales facilitan la aproximación a la tarea principal: la formulación de preguntas sobre un contenido expuesto o un documento (por ejemplo al concluir la aplicación del método de exposición problémica monologada), la formulación de hipótesis y elaboración de un plan de comprobación después de derivar conclusiones a partir de hechos presentados.

También puede adoptar la modalidad siguiente: el profesor planifica previamente la actividad, descompone la tarea principal en tareas auxiliares las cuales pueden ser desarrolladas individual o colectivamente por los estudiantes y traza los pasos de la búsqueda. El papel del estudiante consiste en realizar los pasos previstos por el profesor. Quizás ateniéndose a esta última modalidad existen autores que separan el método heurístico y el de búsqueda parcial como dos métodos, prefiriendo reservar este nombre para la variante descrita en el párrafo anterior, donde lo que prevalece es un proceso de búsqueda parcial, sin embargo en él también están presentes los recursos heurísticos y el intercambio de opiniones entre el profesor y los estudiantes durante la realización de las tareas.

6.5 Método investigativo

La esencia de este método puede definirse como el método de organización de la actividad creadora de los estudiantes, tendiente a solucionar problemas nuevos para ellos. Los estudiantes resuelven problemas ya resueltos por la sociedad y por la ciencia, pero que son nuevos para ellos.

El profesor presenta uno u otro problema para la investigación independiente, conoce su resultado, el proceso que conduce a su solución y las habilidades y conocimientos que son necesarios para su resolución.

Este método permite el uso de las estrategias y recursos heurísticos en general, así como el desarrollo de procedimientos en la investigación.

Las Tesis y Proyectos de cursos son un ejemplo de aplicación del método investigativo, aunque también aparece en formas más simples donde puede ser utilizado, como por ejemplo: revisiones bibliográficas sobre determinado contenido, elaboración de monografías, resolución de problemas integradores de varios sistemas de conocimientos, resolución de problemas de un grado de dificultad, para el cual haya que "emplearse a fondo" en su resolución.

La aplicación de este método debe tomar en cuenta las características particulares de los alumnos y aunque en principio es - aplicable a cualquier estudiante, resulta muy útil en la atención a los alumnos de alto rendimiento. Pueden orientarse trabajos individuales o colectivos, donde se asegure la participación activa de cada miembro del equipo de trabajo.

7. Determinar las estrategias de enseñanza-aprendizaje

La Estrategia es la operación particular, práctica o intelectual, de la actividad del profesor o de los estudiantes, que complementa la forma de asimilación de los conocimientos que presupone determinado método. Entre las estrategias se encuentran:

- a. Cuadro Sinóptico
- b. PNI (Positivo, negativo, interesante)
- c. Preguntas literales
- d. Preguntas exploratorias
- e. Cuadro comparativo
- f. Mapa cognitivo
- g. Ra-P-Rp
- h. SQA
- i. Mapa conceptual
- j. Diagrama de secuencias
- k. Hipertexto

8. Selección de los recursos didácticos:

Los recursos didácticos son los medios de enseñanza que constituyen distintas imágenes y representaciones que se confeccionan especialmente para la docencia; también abarcan objetos naturales e industriales, tanto en su forma natural como preparada, los cuales contienen información y se utilizan como fuentes.

9. Reactivación de los conocimientos:

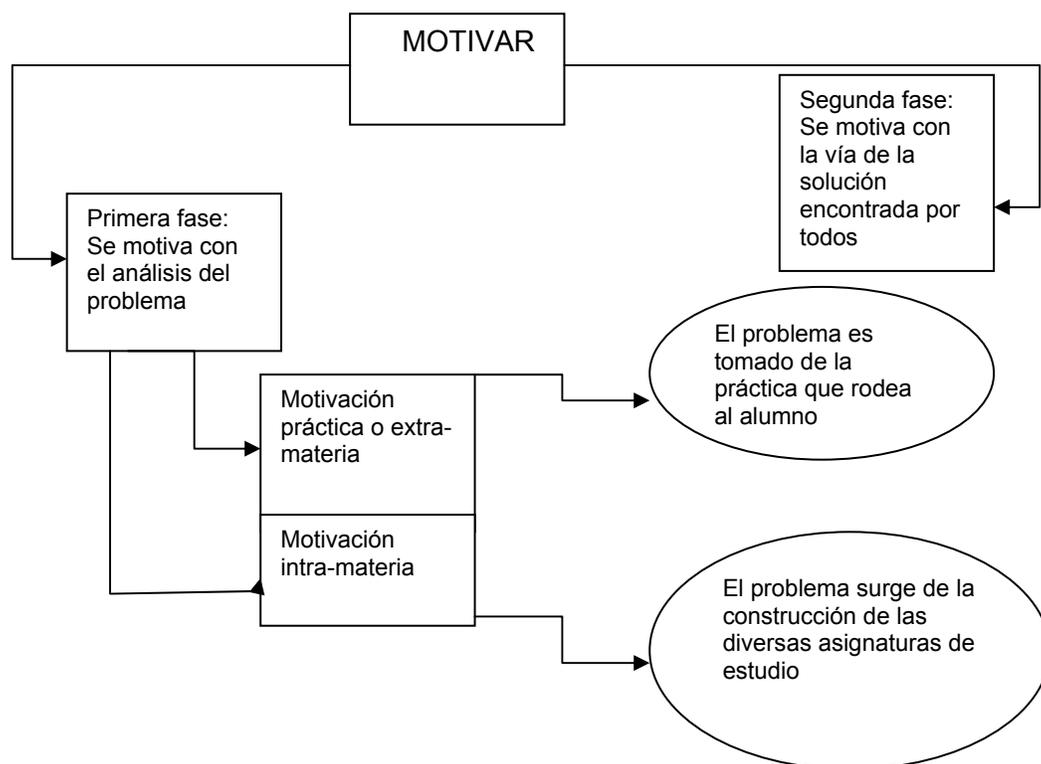
Determinar los conocimientos previos que se encuentran en estrecha relación con los contenidos a tratar y que servirán para engarzar la nueva información.

Es evidente que sin claridad en el material que se habrá de relacionar no es posible establecer nexo alguno.

10. Planteamiento de una situación problemática:

El problema docente o situación problemática es una categoría fundamental de la enseñanza problémica, que refleja la asimilación de la contradicción por parte del estudiante. Este problema no es ni para la ciencia ni para el profesor, sino para el estudiante que asume el papel de hombre de ciencia que se encamina a solucionar tal problema con la mediación del maestro.

Fases del proceso de motivación pedagógica



11. Construcción de significados

Cuando el estudiante tiene las herramientas necesarias, es decir, que se reactivaron sus conocimientos previos, entonces podemos comenzar el trabajo de comprender lo nuevo. Esto significa construir significados, que no es más que comprender lo nuevo, el estudiante debe agregar lo que está aprendiendo lo que sabe, en una relación sustancial, de significado para él.

La construcción de significados es el proceso mediante el cual se establecen Las relaciones que permiten la creación de los puentes cognitivos (los organizadores previos) para la comprensión del contenido.

12. Organización del conocimiento:

Es importante darle la información una organización especial y personal que la clarifique de forma particular al que la trabaja. Esta organización ayuda a tomar de forma privada el contenido, pues éste se reestructura para asignarle una forma única con sentido propio.

Una vez que el estudiante ha construido significados (es decir, lo ha comprendido) para un contenido de habilidad o teórico, está en posibilidad de organizar la información de manera más estructurada.

13. Aplicación de los conocimientos por su fijación:

Los contenidos procesales deben practicarse hasta el punto donde puedan ejecutarse con relativa facilidad en situaciones semejantes y diferentes. Técnicamente hablando, cuando se aprende un nuevo procedimiento, se transita por lo menos por tres etapas.

- a. Comprensión: construir significados.
- b. Darle forma: Organizar la información de manera personal-
- c. Automatización: práctica del procedimiento o la habilidad.

14. Evaluación del proceso desarrollado durante la clase:

La fase de evaluación permite al estudiante darse cuenta de sus deficiencias y habilidades, en tanto que al maestro le permite realimentarse y así efectuar las correcciones necesarias para futuras clases: esto constituye la autoevaluación del proceso.

15. Orientación de la tarea (estudio independiente o colaborativo extra clase)

La tarea constituye una actividad que se deja para realizar en casa, generalmente de forma individual. La misma persigue que se consoliden los contenidos vistos en clase y, además, que se logre su sistematización, provocando la revisión de conocimientos anteriores al tema tratado en el día.

B. Astronomía

1. La teoría del Big-Bang:

El Big Bang, literalmente gran estallido, constituye el momento en que de la "nada" emerge toda la materia, es decir, el origen del Universo. La materia, hasta ese momento, es un punto de densidad infinita, que en un momento dado "explota" generando la expansión de la materia en todas las direcciones y creando lo que conocemos como nuestro Universo.

Inmediatamente después del momento de la explosión, cada partícula de materia comenzó a alejarse muy rápidamente una de otra, de la misma manera que al inflar un globo éste va ocupando más espacio expandiendo su superficie. Los físicos teóricos han logrado reconstruir esta cronología de los hechos a partir de un 1/100 de segundo después del Big Bang. La materia lanzada en todas las direcciones por la explosión primordial está constituida exclusivamente por partículas elementales: Electrones, Positrones, Mesones, Bariones, Neutrinos, Fotones y un largo etcétera hasta más de 89 partículas conocidas hoy en día.

En 1948 el físico ruso nacionalizado estadounidense George Gamow modificó la teoría de Lemaître del núcleo primordial. Gamow planteó que el Universo se creó en una explosión gigantesca y que los diversos elementos que hoy se observan se produjeron durante los primeros minutos después de la Gran Explosión o Big Bang, cuando la temperatura extremadamente alta y la densidad del Universo fusionaron partículas subatómicas en los elementos químicos.

Cálculos más recientes indican que el hidrógeno y el helio habrían sido los productos primarios del Big Bang, y los elementos más pesados se produjeron más tarde, dentro de las estrellas. Sin embargo, la teoría de Gamow proporciona una base para la comprensión de los primeros estadios del Universo

y su posterior evolución. A causa de su elevadísima densidad, la materia existente en los primeros momentos del Universo se expandió con rapidez. Al expandirse, el helio y el hidrógeno se enfriaron y se condensaron en estrellas y en galaxias. Esto explica la expansión del Universo y la base física de la ley de Hubble.

Según se expandía el Universo, la radiación residual del Big Bang continuó enfriándose, hasta llegar a una temperatura de unos 3 K (-270 °C). Estos vestigios de radiación de fondo de microondas fueron detectados por los radio astrónomos en 1965, proporcionando así lo que la mayoría de los astrónomos consideran la confirmación de la teoría del Big Bang.

Uno de los problemas sin resolver en el modelo del Universo en expansión es si el Universo es abierto o cerrado (esto es, si se expandirá indefinidamente o se volverá a contraer).

Un intento de resolver este problema es determinar si la densidad media de la materia en el Universo es mayor que el valor crítico en el modelo de Friedmann. La masa de una galaxia se puede medir observando el movimiento de sus estrellas; multiplicando la masa de cada galaxia por el número de galaxias se ve que la densidad es sólo del 5 al 10% del valor crítico. La masa de un cúmulo de galaxias se puede determinar de forma análoga, midiendo el movimiento de las galaxias que contiene. Al multiplicar esta masa por el número de cúmulos de galaxias se obtiene una densidad mucho mayor, que se aproxima al límite crítico que indicaría que el Universo está cerrado.

La diferencia entre estos dos métodos sugiere la presencia de materia invisible, la llamada materia oscura, dentro de cada cúmulo pero fuera de las galaxias visibles. Hasta que se comprenda el fenómeno de la masa oculta, este método de determinar el destino del Universo será poco convincente.

Muchos de los trabajos habituales en cosmología teórica se centran en desarrollar una mejor comprensión de los procesos que deben haber dado lugar al Big Bang. La teoría inflacionaria, formulada en la década de 1980, resuelve dificultades importantes en el planteamiento original de Gamow al incorporar avances recientes en la física de las partículas elementales. Estas teorías también han conducido a especulaciones tan osadas como la posibilidad de una infinidad de universos producidos de acuerdo con el modelo inflacionario.

Sin embargo, la mayoría de los cosmólogos se preocupa más de localizar el paradero de la materia oscura, mientras que una minoría, encabezada por el sueco Hannes Alfvén, premio Nobel de Física, mantienen la idea de que no sólo la gravedad sino también los fenómenos del plasma, tienen la clave para comprender la estructura y la evolución del Universo. La teoría cosmológica que concuerda mejor con los hallazgos experimentales es la cosmología del Big Bang. De acuerdo con esta teoría, el Universo comenzó hace unos 10 a 20 mil millones de años en un estado de densidad y temperatura extremas. (Holliday, 1999)

2. El Universo:

El Universo es más comúnmente definido como todo lo que existe físicamente: la totalidad del espacio y del tiempo, de todas las formas de la materia, la energía y el impulso, y las leyes y constantes físicas que las gobiernan. Sin embargo, el término "universo" puede ser utilizado en sentidos contextuales ligeramente diferentes, para referirse a conceptos como el cosmos, el mundo o la naturaleza.

Observaciones astronómicas indican que el Universo tiene una edad de $13,73 \pm 0,12$ mil millones de años y por lo menos 93 mil millones de "años luz" de extensión. El evento que dio inicio al Universo se llama Big Bang. En aquel instante toda la materia y la energía del universo observable estaban concentradas en un punto de densidad infinita. Después del Big Bang, el universo comenzó a expandirse para llegar a su condición actual, y lo continúa haciendo.

Ya que, de acuerdo con la teoría especial de la relatividad, la materia no puede moverse a una velocidad superior a la de la luz, puede parecer paradójico que dos objetos del universo puedan haberse separado 93 mil millones de años luz en un tiempo de sólo 13 mil millones de años; sin embargo, esta separación es una consecuencia natural de la teoría de relatividad general.

Dicho simplemente, el espacio puede ampliarse a un ritmo superior que no está limitado por la velocidad de la luz. Por lo tanto, dos galaxias pueden separarse una de la otra más rápidamente que la velocidad de la luz, si el espacio entre ellas es el que crece.

Mediciones sobre la distribución espacial y el desplazamiento hacia el rojo ("*redshift*") de galaxias distantes, la radiación cósmica de fondo de microondas, y los porcentajes relativos de los elementos químicos más ligeros, apoyan la teoría de la expansión del espacio, y más en general, la teoría del Big Bang, que propone que el espacio en sí se creó a partir de la nada en un momento específico en el pasado.

Observaciones recientes han demostrado que esta expansión se está acelerando, y que la mayor parte de la materia y la energía en el universo es fundamentalmente diferente de la observada en la Tierra, y no es directamente observable. La imprecisión de las observaciones actuales ha limitado las predicciones sobre el destino final del Universo.

Los experimentos sugieren que el Universo se ha regido por las mismas leyes físicas y constantes a lo largo de su extensión e historia. La fuerza dominante en distancias cosmológicas es la gravedad, y la relatividad general es actualmente la teoría de la gravitación más exacta. Las otras tres fuerzas fundamentales y las partículas en las que actúan son descritas por el Modelo Estándar. El Universo tiene por lo menos tres dimensiones del espacio y una de tiempo, aunque experimentalmente no se pueden descartar dimensiones adicionales muy pequeñas. El espacio-tiempo parece estar conectados de forma sencilla y sin problemas, y el espacio tiene una curvatura media muy pequeña, de manera que la geometría euclidiana es, como regla general, exacta en todo el universo.

En filosofía se denomina Universo al mundo, o conjunto de todo lo que sucede. La ciencia modela al universo como un sistema cerrado que contiene energía y materia adscritas al espacio-tiempo y que se rige fundamentalmente por principios causales.

Basándose en observaciones del universo observable, los físicos intentan describir el continuo espacio-tiempo en que nos encontramos, junto con toda la materia y energía existentes en él. Su estudio, en las mayores escalas, es el objeto de la cosmología, disciplina basada en la astronomía y la física, en la cual se describe todos los aspectos de este universo con sus fenómenos. El primero de los grandes descubrimientos fue hecho por el astrónomo Edwin Hubble en la década de 1920. Hubble estaba estudiando los objetos en racimo que se conocían entonces como nebulosas, Al resolver finalmente las estrellas individuales en las nebulosas, Hubble fue capaz de demostrar que éstas son galaxias iguales a nuestra Vía Láctea. (Hollidays, 1999)

3. Diferencia entre Astronomía y Astrología:

La astrología es un conjunto de creencias que pretende conocer y predecir el destino de las personas, y con ese conocimiento pronosticar los sucesos futuros. Supone el llegar a ese conocimiento mediante la observación de la posición y el movimiento de los astros. Las personas que practican la astrología sostienen que las posiciones de estos ejercen influencia o tienen correlación con los rasgos de la personalidad de la gente, los sucesos importantes de sus vidas, e incluso sus características físicas.

En la antigüedad, la astrología concurría con la astronomía (estudio científico de los cielos), pero ambas se fueron separando después del Renacimiento a raíz del racionalismo (al igual que la alquimia de la química). El empleo de esta disciplina en el mundo actual, con la pretensión de ser conocimiento válido, la vuelve una pseudociencia.

Mientras que la **astronomía** es la ciencia que se ocupa del estudio de los cuerpos celestes, sus movimientos, los fenómenos ligados a ellos, su registro y la investigación de su origen a partir de la información que llega de ellos a través de la radiación electromagnética o de cualquier otro medio. La astronomía ha estado ligada al ser humano desde la antigüedad y todas las civilizaciones han tenido contacto con esta ciencia. Personajes como Aristóteles, Tolomeo, Copérnico, Brahe, Kepler, Galileo, Newton, Kirchhoff y Einstein han sido algunos de sus cultivadores.

Astrofísica y Cosmología:

El término **astrofísica** se refiere al estudio de la física del universo. Si bien se usó originalmente para denominar la parte teórica de dicho estudio, la necesidad de dar explicación física a las observaciones astronómicas ha llevado a que los términos astronomía y **astrofísica** sean usados en forma equivalente.

Una vez que se comprendió que los elementos que forman los "objetos celestes" eran los mismos que conforman la Tierra, y que las mismas leyes de la física se aplican a ellos, había nacido la **astrofísica** como una aplicación de la física a los fenómenos observados por la astronomía.

La mayoría de los astrónomos (si no todos) tienen una sólida preparación en física, y las observaciones son siempre puestas en su contexto astrofísico, así que los campos de la astronomía y astrofísica están frecuentemente enlazados.

Se entiende por cosmología física el estudio del origen, la evolución y el destino del Universo utilizando los modelos terrenos de la física. La cosmología física se desarrolló como ciencia durante la primera mitad del siglo XX como consecuencia de los acontecimientos detallados a continuación:

- 1915-16. Albert Einstein formula la Teoría General de la Relatividad que será la teoría marco de los modelos matemáticos del universo. Al mismo tiempo formula el primer modelo matemático del universo conocido como Universo estático donde introduce la famosa constante cosmológica y la hipótesis conocida como Principio Cosmológico que establece que universo es homogéneo e isótropo a gran escala, lo que significa que tiene la misma apariencia general observado desde cualquier lugar.
- 1916-1917. El astrónomo Willem de Sitter formula un modelo estático de universo vacío de materia con la constante cosmológica donde los objetos astronómicos alejados tenían que presentar corrimientos al rojo en sus líneas espectrales.
- 1920-21. Tiene lugar el Gran Debate entre los astrónomos Heber Curtis y Harlow Shapley que estableció la naturaleza extragaláctica de las nebulosas espirales cuando se pensaba que la Vía Láctea constituía todo el universo.
- 1922-24. El físico ruso Alexander Friedmann publica la primera solución matemática a las ecuaciones de Einstein de la Relatividad General que

representan a un universo en expansión. En un artículo de 1922 publica la solución para un universo finito y en 1924 la de un universo infinito.

- 1929. Edwin Hubble establece una relación lineal entre la distancia y el corrimiento al rojo de las nebulosas espirales que ya había sido observado por el astrónomo Vesto Slipher en 1909. Esta relación se conocerá como Ley de Hubble.
- 1930. El sacerdote y astrónomo belga Georges Édouard Lemaître esboza su hipótesis del átomo primitivo donde sugería que el universo había nacido de un solo cuanto de energía.
- 1931. El colaborador de Hubble Milton Humason dio la interpretación de los corrimientos al rojo como efecto Doppler debido a la velocidad de alejamiento de las nebulosas espirales.
- 1933. El astrónomo suizo Fritz Zwicky publicó un estudio de la distribución de las galaxias sugiriendo que estaban permanente ligadas por su mutua atracción gravitacional. Zwicky señaló sin embargo que no bastaba la cantidad de masa realmente observada en la forma de las galaxias para dar cuenta de la intensidad requerida del campo gravitatorio. Se introducía así el problema de la materia oscura
- 1948. Herman Bondi, Thomas Gold y Fred Hoyle proponen el Modelo de Estado Estacionario donde el universo no sólo tiene las misma apariencia a gran escala visto desde cualquier lugar, sino que la tiene vista en cualquier época.
- 1948. George Gamow y Ralph A. Alpher publican un artículo donde estudian las síntesis de los elementos químicos ligeros en el reactor nuclear que fue el universo primitivo, conocida como nucleosíntesis primordial. En el mismo año, el mismo Alpher y Robert Herman mejoran los cálculos y hacen la primera predicción de la existencia de la Radiación de fondo de microondas.

4. Inicios documentados de la Astronomía:

“Los sumerios fueron los primeros en dividir el año en 12 unidades, fueron ellos también los primeros en dividir el día, y lo hicieron siguiendo el mismo patrón de divisiones. Así como su año constaba de 12 meses y cada uno de ellos de 30 días, sus días consistían en doce *danna* (cada *danna* duraría dos de nuestras horas) de 30 *ges* cada uno (cada *ges* duraría 4 de nuestros minutos).

Sin embargo la división del día en 24 horas, así como el año de 365 días, se le debe a los antiguos egipcios. Es posible que el sistema de horas se estableciera en aquellas sociedades por motivos religiosos, pues la palabra egipcia correspondiente a hora equivalía también a "deber sacerdotal", palabra de la misma raíz que "vigía de las estrellas" (o vigía del tiempo). Estos vigilantes de las estrellas desempeñaban sus deberes sacerdotales anotando la aparición de los *decan* (determinadas estrellas o constelaciones) en el horizonte oriental. Dividían la noche en doce horas, de intervalos iguales, señalándose cada hora por la aparición del *decan* correspondiente.

Los conocimientos astronómicos de los egipcios les permite orientar la pirámide de Keops, c. 2550 a. C., mediante referencias estelares. Mil años después, en la época del faraón Tutmosis III (c. 1500 a. C.), se diseña un instrumento denominado *setjat*, se trata de un pequeño reloj solar para medir el tiempo mediante la longitud de las sombras que constaba de dos piezas prismáticas, pétreas, de unos tres decímetros de longitud, situadas perpendicularmente, donde una tenía marcadas las horas y otra servía de *aguja*. Debió ser un instrumento muy popular entre los sacerdotes egipcios pues, por sus dimensiones, permitía que fuese un instrumento portátil.

La gran mayoría de los instrumentos empleados en aquella época no eran portátiles, de esta forma encontramos los zigurats que eran construcciones con peldaños en los que se podían visualizar las horas mediante el conteo de los peldaños que estaban oscurecidos por la sombra de sus propios bordes. La primera referencia literaria conocida a un reloj de sol es el famoso Cuadrante de Achaz cerca del siglo VII a. C.”

La Época Grecorromana

La percepción acerca del tiempo de la sociedad griega del siglo V a. C. resulta patente de la lectura de varios escritores Griegos y Romanos de la época que describen, y dan referencias, de instrumentos identificados como los primeros relojes de Sol. El autor griego más antiguo, y tal vez más importante, ha sido Heródoto de Halicarnaso (484-426 a. C.), que hace una pequeña reseña en su *Historia* (II, 109, 3) a los conocimientos griegos del tiempo, diciendo que adquirieron la división del día en doce partes de los babilonios.

Por lo tanto el sistema horario de los griegos era temporario: con ello se quiere decir que la hora se entendía como la doceava parte del arco diurno recorrido por el Sol, pero como tal arco varía a lo largo del año, la hora también varía. Por esta razón a este sistema se le denomina también de horas desiguales. Los romanos, a su vez, heredaron este sistema de división del día de los griegos.

Plinio el Viejo (ca. 23-79) en su *Historia Natural* (Libro XXXVI, Capítulo XIV) relata la historia del reloj que el emperador Augusto hizo construir en el Campo de Marte, aprovechando un obelisco egipcio, del faraón Psamético II, el denominado Reloj Solar de Augusto.

Al obelisco que está en el Campo de Marte, el divino Augusto le atribuyó la admirable función de medir la sombra proyectada por el Sol, determinando así la duración de los días y las noches: hizo colocar placas que estaban en proporción respecto a la altura del obelisco, de manera que en la hora sexta del solsticio de invierno la sombra fuese tan larga como las placas, y disminuyese lentamente día a día para volver a crecer siguiendo las marcas de bronce insertadas en las piedras; es un aparato que merece la pena conocer y que debe su existencia al insigne matemático Facundo Novio. Éste añadió, sobre el extremo, una bola dorada que proyectaba una sombra definida, porque si no el extremo puntiagudo del obelisco hubiera arrojado una sombra imprecisa (se dice que tomó la idea de la cabeza humana). Al cabo de treinta años estas medidas se hicieron erróneas. No se sabe la causa: quizás el curso del Sol no ha permanecido igual, o ha cambiado por algún motivo astronómico, o porque toda la tierra se ha movido o simplemente porque el gnomon se ha movido debido a sacudidas telúricas, o porque las avenidas del río Tíber han provocado un descenso del obelisco.

A finales del siglo I a. C. y reinando ya en Roma el emperador Augusto, un ingeniero militar llamado Marco Vitruvio Poliión escribió el único tratado sobre arquitectura que, de la antigüedad, haya llegado hasta nosotros. Se sabe que fue arquitecto en Roma, donde construyó y dirigió diversas obras, entre ellas la Basílica de Fanum. El tratado está dividido en diez libros y se titula *De Architectura*. Los primeros siete libros tratan de arquitectura, el octavo de construcciones hidráulicas, con especial aplicación a los métodos para alumbrar y conducir el agua, el noveno trata de la gnomónica y el décimo de la maquinaria. En el Libro IX, Capítulos VIII-IX describe un método geométrico para diseñar relojes de sol denominado analema. El autor no se atribuye la invención de este método sino que lo asigna a los que él denomina como sus maestros.

Época Medieval

En los primeros siglos de la era cristiana, la gnomónica, débilmente iluminada por los estudios de la astronomía helénica, entra en una decadencia que caracteriza a toda la ciencia de la Europa cultural y económica del medioevo. Son pocos los elementos (sobre todo arqueológicos), que podemos encontrar: apenas existen escritos que muestren nuevos avances. Aunque en este periodo la medida del tiempo interesaba poco a la población general, tampoco existen descripciones científicas precisas. No obstante, como rarezas de la época, se encuentran los agrimensores Beda el Venerable e Higinio Gromático (siglo II).

Paladio en el siglo IV escribe una obra denominada *Re Agrícola* compuesta en catorce libros, divididos de tal forma que cada libro corresponde a las tareas agrícolas típicas de cada mes. Al final de cada libro pone una especie de tabla que denomina *horologium* típico del mes en cuestión. En dicho *horologium* indica la longitud de las sombras en pies para cada hora durante los días del mes en cuestión. Indica así el uso que se hacía del cuerpo humano para substituir a los relojes de sol. En gnomónica se denomina a estos relojes como reloj de pie.

En el siglo VII tomaron relevancia las órdenes benedictinas. En el año 529, el fundador de esta orden religiosa, san Benito, prescribe desde su monasterio unas *Reglas* precisas por las que todos los monjes benedictinos de Europa deben regirse. Ya desde sus orígenes, la Iglesia Católica quiso santificar determinadas horas del día con una oración común. San Benito denominó a estas horas de rezo "horas canónicas", y así se haría desde el siglo VI. El nombre proviene de las normas o cánones proporcionados por la Iglesia.

La gnomónica de estos siglos derivó a la construcción de relojes de misa o relojes de horas canónicas, en ellos se indicaban las horas de rezo, estos relojes se encuentran ubicados generalmente en las fachadas meridionales de iglesias o monasterios.

En este oscuro periodo medieval, en el que la gnomónica "oficial" era la impuesta por la Iglesia Católica, mediante el uso de las horas canónicas, existieron autores innovadores como Cayo Julio Solino que en siglo IV escribió un libro titulado *Tractatus de umbra et luce* ('Tratado de la sombra y la luz') que mantiene el enlace de conocimiento de la cultura grecolatina. Existe también otro oscuro autor del siglo VI, Antemio, al que se le atribuye el código titulado *Problema Sciatéricum*.

Ya a comienzos del siglo I los estudios realizados acerca de las obras Vitrubio y Ptolomeo permiten reconocer por primera vez que hay dos parámetros importantes para el diseño de un reloj de sol.

- **La latitud geográfica**, que determina el lugar geográfico de la Tierra donde se ubicará el reloj. Esto da pie a pensar que estos autores sabían que la Tierra no es plana, la determinación de su valor depende de la distancia angular de la ubicación del reloj con respecto al ecuador terrestre, y que fue determinada en la antigüedad observando la duración del día y la longitud de la sombra equinoccial del gnomon al mediodía (*umbra gnomonis aequinoctialis*); ambas funciones determinan de forma unívoca la latitud geográfica.

- **La oblicuidad de la eclíptica**; parámetro que no dependía de la ubicación geográfica del reloj solar y del que se suponía erróneamente que era una constante invariable en el tiempo. Eudemus de Rodas (320) fue el primero en observar (que no medir) la oblicuidad de la eclíptica. Los astrónomos posteriores determinaron su valor en 1/15 de un círculo, e Hiparco adoptó un mejor valor de 11/83 partes del semicírculo. El primero de los valores es el que emplea Vitrubio en la construcción de su *analematos*.

Auge Árabe

En el siglo IX entra en escena la astronomía árabe. El califato de Al Mamun marca el comienzo de una intensa actividad cultural que continuaría en siglos sucesivos con autores como Averroes, Thabit Ibn Qurrá (826-901), Costa Ebn Luca, Abulphetano, Hazemio, Al-Biruni (973-1048). Mientras la Europa cristiana de la época seguía la obra del venerable Beda, los árabes tenían una actividad intelectual muy agitada continuada a partir de la destrucción de la Biblioteca de Alejandría. Es sólo a partir del siglo X cuando en Europa se empieza a ver tímidamente la inmensa labor recopilatoria del conocimiento antiguo realizada por los árabes.

Los relojes árabes de esta época medieval eran todos, por lo menos en su gran mayoría, planos, denominados *al-basit* ('superficie plana'), construidos en mármol (Ruchâmet), o en placas de cobre. Todos ellos sin inclusiones de elementos esféricos, y con indicación de la dirección del santuario de la Kaaba en La Meca, debido al precepto religioso de rezar con el rostro dirigido a ese lugar independiente del lugar en el que se hallara ubicado. Tal dirección se denomina Al Qibla. Todos ellos con curiosas curvas para los rezos cotidianos.

En el año 1000 en España se emplea por primera vez el *Quadrans vetus cum cursorem* del que se desconoce el inventor. Pero este cuadrante será la primera avanzadilla de los instrumentos de navegación que emplee Cristóbal Colón. Fue Ermanno Contratto (1013-1054), matemático alemán conocedor del idioma árabe, el que escribe el primer tratado sobre el astrolabio cerca del año 1026 conservando algunas de las terminologías árabes. En este libro *De mensura astrolabii liber* se encuentran algunas indicaciones para realizar el reloj de pastor. En el terreno de la gnomónica la traducción de dos códices árabes fue el punto de traspaso cultural más importante.

En España, el Rey de Castilla y León Alfonso X apodado "el Sabio" (1224-1284) reúne en la ciudad de Toledo un numeroso grupo de astrónomos cristianos, griegos, hebreos y árabes. Con esta mezcla de sabios pudo traducir al latín gran parte de las obras escritas en árabe. De esta manera se abrirá aun más la puerta del saber árabe de los siglos anteriores a Europa. Ni que decir tiene que este fenómeno permitió a la gnomónica europea salir del oscurantismo medieval en que se hallaba inmersa. De todas formas esta absorción fue lenta.

A comienzos del siglo XIV aparecen unos instrumentos mecánicos capaces de medir regularmente el tiempo a lo largo del día. De esta forma en el año 1386 se coloca un reloj en la Catedral de Salisbury y en el 1400 durante el reinado de Carlos II "*el doliente*" se instala en Sevilla, en la torre de la iglesia de Santa María, el primer reloj mecánico con campanas.

Renacimiento

En el siglo XV cabe destacar en Europa el esfuerzo inmenso de divulgación que existió en el campo de la Gnomónica. En este terreno cabe destacar en España al arquitecto y matemático Tomás Vicente Tosca. el reloj de sol fue uno de los primeros instrumentos que existieron para medir el tiempo.

En las colonias europeas de América también se construyeron muchos relojes de sol, algunos de los cuales todavía se conservan. En el caso de la zona Intertropical hay que construirlos con un doble disco horario, como el que se ve en la imagen: el disco que queda hacia el sur (el que aparece en la foto) se emplea durante una parte del año (de agosto a abril) y el disco del otro lado, que mira hacia el norte se usaría el resto del año, cuando el sol se encuentra entre la latitud de La Asunción (Isla de Margarita, Venezuela) y el trópico de Cáncer. Dos días al año, a fines del mes de abril y a comienzos de agosto, el sol pasa por la vertical del lugar (el cenit) y entonces, como es lógico, pueden verse las horas en ambos lados." (Babylon, 2008).

La Astronomía en la época moderna

“Uno de los primeros grupos en representar tal comunidad científica fue la «Royal Society of London for Improving Natural Knowledge» (Real Sociedad de Londres para el Desarrollo del Conocimiento Natural), conocida en todo el mundo, simplemente, por «Royal Society». Nació, hacia 1645, a partir de reuniones informales de un grupo de caballeros interesados en los nuevos métodos científicos introducidos por Galileo. En 1660, la «Society» fue reconocida formalmente por el rey Carlos II de Inglaterra. Sin embargo, todavía no gozaba de prestigio entre los eruditos de la época.

Esta mentalidad cambió gracias a la obra de Isaac Newton, el cual fue nombrado miembro de la «Society». A partir de las observaciones y conclusiones de Galileo, Tycho Brahe y Kepler, Newton llegó, por inducción, a sus tres leyes simples del movimiento y a su mayor generalización fundamental: la ley de la gravitación universal.

El mundo erudito quedó tan impresionado por este descubrimiento, que Newton fue idolatrado, casi deificado, ya en vida. Este nuevo y majestuoso Universo, construido sobre la base de unas pocas y simples presunciones, hacía palidecer ahora a los filósofos griegos. La revolución que iniciara Galileo a principios del siglo XVII, fue completada, espectacularmente, por Newton, a finales del mismo siglo.

Newton además modificó los telescopios creando los telescopios reflectores Newtonianos que permitieron la observación mas claras de objetos muy tenues. El desarrollo de este y otros sistemas ópticos, dieron a la astronomía un vuelco fundamental y se comenzaron a descubrir, describir y catalogar miles de objetos celestes nunca observados.

En el Siglo XVII esta gran revolución dio a conocer a grandes astrónomos que fueron construyendo la astronomía moderna y actual: Simon Marius (detectó de la Nebulosa de Andrómeda en 1612), Christoph Scheiner (Estudió las manchas solares 1630), Johannes Hevelius (Realizó precisas observaciones de la luna y cometas desde su observatorio en Dantzing), Christian Huygens (descubrió el anillo de Saturno y su satélite Titán), Giovanni Domenico Cassini (descubridor de 4 satélites de Saturno), Olaus Römer (determinó la velocidad de la luz a partir de los eclipses de los satélites de Júpiter en 1676) y John Flamsteed (fundó el Observatorio de Greenwich en 1675 y realizó un gran catálogo celeste).

Tras la época de Newton, la astronomía se ramificó en diversas direcciones. Con la ley de la gravitación universal, el viejo problema del movimiento planetario se volvió a estudiar como mecánica celeste. El perfeccionamiento del telescopio permitió la exploración de las superficies de los planetas, el descubrimiento de muchas estrellas débiles y la medición de distancias estelares.

El sistema de medición mas adecuado era el de triangulación o paralaje, que consiste en realizar dos observaciones del mismo objeto en lugares diferentes y a la misma hora. El objeto observado parecerá desplazarse con respecto al fondo estrellado de acuerdo a su distancia. Al calcular el ángulo de desplazamiento y conociendo la distancia que separa los dos puntos de observación se puede encontrar la distancia al objeto.

La realización del paralaje requirió la utilización de sistemas de medida de tiempo precisas, así como de medición exacta de las distancias geográficas,

esto solo se logró cuando las necesidades principalmente navieras llevaron al desarrollo de cronómetros mas exactos y de la ciencia de la cartografía.

En 1718 el astrónomo inglés Edmund Halley (que ya había calculado la órbita elíptica de "su" cometa, en 1682), descubrió que tres de las estrellas más brillantes - Sirio, Proción y Arturo - no se hallaban en la posición registrada por los astrónomos griegos. Halley llegó a la conclusión de que las estrellas no se hallaban fijas en el firmamento, sino que se movían de una forma independiente. El movimiento es muy lento y tan imperceptible que, hasta que pudo usarse el telescopio, parecían encontrarse fijas.

En 1785, Herschel sugirió que las estrellas se hallaban dispuestas de forma lenticular en el firmamento. Si contemplamos la Vía Láctea, vemos un enorme número de estrellas; pero cuando miramos el cielo en ángulos rectos a esta rueda, divisamos relativamente menor número de ellas. Herschel dedujo de ello que los cuerpos celestes formaban un sistema achatado, con el eje longitudinal en dirección a la Vía Láctea. Hoy sabemos que, dentro de ciertos límites, esta idea es correcta, y llamamos a nuestro sistema estelar Galaxia, otro término utilizado para designar la Vía Láctea (galaxia, en griego, significa «leche»).

Herschel intentó valorar el tamaño de la Galaxia. El recuento de muestras de estrellas en diferentes puntos de la Vía Láctea permitió a Herschel estimar que debían de existir unos 100 millones de estrellas en toda la Galaxia. Y por los valores de su brillo decidió que el diámetro de la Galaxia era de unas 850 veces la distancia a la brillante estrella Sirio, mientras que su espesor correspondía a 155 veces aquella distancia.

Por su parte, el matemático y astrónomo francés Joseph Louis Lagrange dirige la comisión para el establecimiento de un nuevo sistema de pesos y medidas, el Sistema métrico decimal). En 1788 publica "Mecánica analítica", que servirá de base para futuras investigaciones astronómicas. Entre sus investigaciones en astronomía también destacan los cálculos de la libración de la Luna y los movimientos de los planetas.

También durante este siglo, Charles Messier publica el valioso catálogo de objetos celestes con aspecto nebuloso que recopiló desde 1758 hasta 1784. Kant atribuye en 1755 la génesis del sistema solar a un proceso mecánico. Lagrange estudia en 1788 el conocido problema de los tres cuerpos y algunos casos especiales con solución. Laplace publica en 1799 su Mecánica Celeste y descubre la invariabilidad del eje mayor de las órbitas planetarias

El interés de los astrónomos por los cometas y al cálculo de sus órbitas aumenta con el regreso, entre otros, del famoso cometa de Halley y en el año 1835. Schiaparelli, en Milán, descubre la conexión entre los enjambres

meteoríticos y los cometas. Así, avanzan paso a paso la comprensión de nuestro sistema planetario y de las estrellas fijas.

Friedrich Bessel consigue medir por primera vez la distancia de una estrella fija, 61 Cygni, en la constelación del Cisne. Bessel calcula una distancia de 9,3 años luz lo que se acerca a la realidad. Con ello se consigue poco a poco una imagen de la distancia de las estrellas fijas. Bessel deduce en 1844, por las perturbaciones del movimiento propio de Sirio, la existencia de su compañera desconocida, que efectivamente es observada en 1862.

Friedrich Argelander, director del observatorio de Bonn, elabora el «Bonner Durchmusterung», un meritorio inventario estelar del hemisferio norte (con Atlas) y da a la investigación de las estrellas variables una base científica.

Leverrier y Adams predicen la existencia de Neptuno por las perturbaciones que sufre Urano y el planeta es descubierto en 1846 en el Observatorio de Berlín.

Joseph Fraunhofer, vidriero de mucha inteligencia y de gran agudeza visual, llegó a fabricar los espejos de telescopios más perfectos para su época. Hacia 1814 en experimentos dirigidos a corregir las aberraciones cromáticas de sus telescopios utilizó las líneas espectrales de la luz y pronto se sintió fascinado por ellas. Detectó centenares de rayas verticales en el espectro del Sol e idénticas irregularidades en los espectros de la Luna y los Planetas.

También, la técnica instrumental maduró en el siglo XIX, lo mismo que las técnicas y métodos de medida experimentan un avance continuo. Con las investigaciones sobre el espectro solar y las rayas oscuras, con la creación del análisis espectral y con la introducción de los métodos de fotografía y los fotómetros en la segunda mitad del siglo XIX, se funda la astrofísica.

Los avances en astronomía (en realidad, en todas las ciencias) durante el siglo XX superan con creces las de todos los siglos anteriores. Se construyeron telescopios de reflexión cada vez mayores. Los estudios realizados con estos instrumentos revelaron la estructura de enormes y distantes agrupamientos de estrellas, denominados galaxias, y de cúmulos de galaxias.

Al llegar a este siglo varias de las creencias precopernicanas habían resurgido al hablar de las galaxias, se consideraba que el Sol se encontraba cerca del centro de la Vía Láctea, que constituía el universo entero. Mas allá de los confines de la galaxia se consideraba que no existía nada más que un vacío infinito.

El estudio bajo espectroscopia de las nebulosas elípticas a principios de siglo, demostró que no tenían características de ser nubes de gases sino más

bien características estelares, lo que señaló que al menos algunas nebulosas espirales estaban constituidas por estrellas.

El estudio de estrellas variables por parte de Harlow Shapley lo llevo a descubrir variables cefeidas, estrellas que pulsan cambiando de brillo. El ciclo de variación de brillo de las cefeidas esta directamente relacionado con su brillo intrínseco, descubrimiento realizado por Henretta Swan Leavitt. Esta propiedad de las cefeidas permitió conocer su magnitud absoluta.

Shapley al estudiar las variables de los cúmulos globulares se dio cuenta que su distancia era mucho mayor de la que se creía y que se hallaban hacia el centro de la galaxia, al calcular su distancia al Sol, este debería estar localizado en la periferia de la Vía Láctea. de esta manera se desplazo el Sol del centro del universo conocido a una periferia de el.

Aunque varios astrónomos defendían la teoría de los Universos Islas expuesta por Kant y seguida por Herschel, no se tenía pruebas confirmatoria del hecho. Esta prueba provendría de las observaciones de Edwin Hubble, quien el 19 de Febrero de 1924 escribió a Shapley: "Seguramente le interesará saber que he hallado una variable cefeida en la nebulosa de Andrómeda". de esta manera se reabatió la idea de Shapley de una única galaxia, la nuestra, como constituyente del universo entero y reveló la presencia de otras galaxias en el espacio.

En trabajos independientes a principios del siglo XX Albert Einstein propuso su Teoría de la Relatividad General en la que se deduce que el universo no debe ser estático sino que se encuentra en expansión, sin embargo, esto no coincidía con lo que se creía era realmente un universo estático, de esta manera Einstein introdujo en su formula la constante cosmológica para adecuarla a las teorías vigentes.

Vesto Slipher, miembro del observatorio Lowell bajo las ordenes del celebre Percival Lowell, fue encargado de estudiar el movimiento circular de las nubes de gas durante la formación de estrellas, teoría que era defendida por su jefe. Encontró aparte de la rotación de dichas nebulosas un corrimiento al rojo persistente en sus espectros, este hallazgo se debió a que el efecto Doppler indica que las longitudes de onda emitidas por un objeto que se aleja del observador, se alargan corriéndose hacia el rojo en el espectro estudiado. Sin embargo Slipher no encontró la explicación a su hallazgo.

Fue nuevamente Hubble quien al medir las distancias de 25 galaxias encontró una correlación directa entre su distancia y el grado de corrimiento o en otras palabras la velocidad en que se alejan. Acababa de descubrir la expansión del Universo.

El Hombre que unió los hallazgos de Slipher, Hubble y Einstein fue un matemático sacerdote llamado Georges Lemaitre, quien en 1927 publicó un artículo donde desarrollaba la relación del corrimiento al rojo con un universo en expansión.

Posteriormente cuando su artículo se promulgó entre la comunidad científica se comenzó a pensar que si el universo se encuentra en expansión alguna vez todo debió estar unido en un punto de luz al cual llamó singularidad o "átomo primordial" y su expansión "Gran Ruido". Más tarde el astrónomo Fred Hoyle, quien era opuesto a esta propuesta, la llamó despectivamente "Big Bang". Así es como se conoce a la teoría más aceptada actualmente como origen del universo.

En la segunda mitad del siglo XX los progresos en física proporcionaron nuevos tipos de instrumentos astronómicos, algunos de los cuales se han emplazado en los satélites que se utilizan como observatorios en la órbita de la Tierra. Estos instrumentos son sensibles a una amplia variedad de longitudes de onda de radiación, incluidos los rayos gamma, los rayos X, los ultravioletas, los infrarrojos y las regiones de radio del espectro electromagnético.

Los astrónomos no sólo estudian planetas, estrellas y galaxias, sino también plasmas (gases ionizados calientes) que rodean a las estrellas dobles, regiones interestelares que son los lugares de nacimiento de nuevas estrellas, granos de polvo frío invisibles en las regiones ópticas, núcleos energéticos que pueden contener agujeros negros y radiación de fondo de microondas, que puede aportar información sobre las fases iniciales de la historia del Universo.

En la actualidad conocemos que vivimos en un sistema solar localizado en la periferia de la Vía Láctea compuesta por miles de millones de soles, la cual hace parte de un conjunto galáctico llamado grupo local, el cual, a su vez, se localiza en un supercúmulo de galaxias distribuidas por un universo de más de 15 mil millones de años luz que se encuentra en expansión". (Commons, 2009).

5. Planisferio Celeste:

La carta celeste o planisferio es uno de los elementos cartográficos más antiguos. Los egipcios empleaban las estrellas como referencia para navegar y pronto adoptaron la terminología babilonia del Zodiaco. La imaginación de los astrónomos dio forma a las constelaciones que permitían identificar con rapidez las agrupaciones de estrellas. Pronto empezaron a aparecer los primeros mapas del cielo con dibujos de las formas figuradas que recogen los mitos y leyendas de la antigüedad. En la actualidad siguen siendo muy empleados por astrónomos y navegantes.

El planisferio celeste es el instrumento generalizado para las observaciones estelares nocturnas, y al servir para observar cosas en movimiento es más complejo que un planisferio terrestre.

En primer lugar, dados los movimientos de rotación y traslación de La Tierra, se hace evidente que lo que se observa en el cielo varía con el tiempo.

Un primer análisis del planisferio permite ver que se compone de dos partes: una a la que le llama la base del mismo, con las estrellas y anotaciones en los extremos; y una región blanca de arriba con las respectivas indicaciones de norte, este y oeste, así como las horas en los bordes. La parte superior se mueve para ajustarse al cielo que se observa en cada época del año. (Commons, 2009).

6. Reloj de Sol:

El reloj de sol es un instrumento usado desde tiempos antiguos con el fin de medir el paso de las horas, minutos y segundos. En castellano se le denomina también cuadrante solar. Emplea la sombra arrojada por un gnomon o *estilo* sobre una superficie con una escala para indicar la posición del Sol en el movimiento diurno. Según la disposición del gnomon y de la forma de la escala se puede medir diferentes tipos de tiempo, siendo el más habitual el tiempo solar aparente. La ciencia encargada de elaborar teorías y reunir conocimiento sobre los relojes de sol se denomina gnomónica. El intervalo de tiempo entre el mediodía solar verdadero y el medio día solar medio se conoce con el nombre de ecuación del tiempo. (Paluzie, 1984)

TIPOS DE RELOJES DE SOL

RELOJ DE SOL ANALEMÁTICO

“Se llama así al reloj de sol cuyo gnomon tiene que ser desplazado a lo largo del año según la declinación solar. Una variante consiste en desplazar la elipse que contiene las horas en lugar de desplazar el gnomon. En el primer caso se hablaría de un reloj analemático de gnomon móvil y en el segundo de gnomon fijo.

Los relojes analemáticos son muy adecuados para lugares públicos, patios de colegios, plazas, etc. porque pueden carecer de gnomon y de cualquier elemento que pueda resultar peligroso. Es el mismo observador quien situado de pie sobre la fecha correspondiente señala la hora con su propia sombra.

RELOJ DE SOL ÁNULO O ANULAR

Es el reloj inscrito en la superficie interior de un anillo. La hora viene marcada por un punto de luz que penetra por un pequeño orificio e incide sobre el trazado de fechas donde señala la hora. Es un reloj de los llamados “de altura”.

RELOJ DE SOL AZIMUTAL

Es un reloj horizontal cuya hora se lee por medio de la sombra proyectada por un gnomon vertical sobre un trazado de líneas que indican el azimut del sol para cada hora de cada día.

RELOJ DE SOL BIFILAR

En lugar de gnomon tiene dos hilos fijos en el espacio. La sombra producida por el cruce de los hilos da la hora.

RELOJ DE SOL CILÍNDRICO

Reloj en el cual el trazado de las horas se ha realizado sobre una superficie cilíndrica. Podemos clasificarlos según la posición del cilindro en:

Cilíndrico paralelo al eje de la tierra: En este caso las líneas horarias serán rectas paralelas y pueden estar inscritas en el interior del cilindro en cuyo caso el gnomon estará formado por el mismo eje del cilindro. O pueden las líneas horarias estar dibujadas en el exterior cuya hora estará indicada por la misma línea de sombra del propio cilindro.

Se acepta comúnmente que este tipo de relojes son ecuatoriales, siendo de tipo armillar en el primer caso. Sin embargo, si nos atenemos a las definiciones de reloj *ecuatorial* y reloj *polar* veremos que no hay ninguna razón que impida considerarlos como relojes polares ya que de hecho, su superficie es paralela al eje de la tierra.

Cilíndrico vertical: Se trata de un cilindro vertical orientado, con el gnomon paralelo al eje de la tierra como en cualquier otro reloj vertical. En este caso las líneas horarias están formadas por elipses.

RELOJ DE SOL DE REFLEXIÓN

Reloj trazado en el techo de una habitación cuya hora viene indicada por un punto de luz reflejado por un espejo situado en una ventana. Curiosamente, en este caso quien señala la hora es el sol, precisamente, y no la sombra.

RELOJ DE SOL DE REFRACCIÓN

Dícese del reloj trazado sobre una superficie en la que el rayo de sol es refractado al atravesar una capa de agua, cristal, plástico, etc.

RELOJ DE SOL ESFÉRICO

Son los relojes trazados en una esfera. Pueden ser:

Esférico o terrella: los trazados en el exterior de la esfera.

Scaphe: los trazados en el interior de una semiesfera hueca.

RELOJ DE SOL HORIZONTAL

Se llama al reloj que tiene el plano horizontal y el gnomon tiene una inclinación igual a la Latitud del lugar.” (“Reloj de Sol”, 2009)

7. El Telescopio:

“Se denomina telescopio al instrumento óptico que permite ver objetos lejanos con mucho más detalle que a simple vista. Es herramienta fundamental de la astronomía, y cada desarrollo o perfeccionamiento del telescopio ha sido seguido de avances en nuestra comprensión del Universo. Gracias al telescopio, desde que Galileo en 1609 lo usó para ver a la Luna, el planeta Júpiter y las estrellas pudo el ser humano empezar a conocer la verdadera naturaleza de los objetos astronómicos que nos rodean y nuestra ubicación en el Universo.

Galileo Galilei, en 1609 mostró el primer telescopio astronómico registrado. Gracias al telescopio, hizo grandes descubrimientos en astronomía, entre los que destaca la observación, el 7 de 1610, de cuatro de las lunas de Júpiter girando en torno a ese planeta. Existen varios tipos de telescopio, notablemente refractores, que utilizan lentes, reflectores, que tienen un espejo cóncavo en lugar de la lente del objetivo, y catadióptricos, que poseen un espejo cóncavo y una lente correctora. El telescopio reflector fue inventado por Isaac Newton en 1688 y constituyó un importante avance sobre los telescopios de su época al corregir fácilmente la aberración cromática característica de los telescopios refractores.” (“El telescopio”, 2009).

El parámetro más importante de un telescopio es el diámetro de su "lente objetivo". Un telescopio de aficionado generalmente tiene entre 76 y 150 mm de diámetro y permite observar algunos detalles planetarios y muchísimos objetos del cielo profundo (cúmulos, nebulosas y algunas galaxias). Los telescopios que superan los 200 mm de diámetro permiten ver detalles lunares finos, detalles planetarios importantes y una gran cantidad de cúmulos, nebulosas y galaxias brillantes. Los rayos paralelos que parten de un objeto distante inciden sobre el objetivo, formando un ángulo con el eje del telescopio y una imagen real invertida en el punto focal común. (Halliday, 1999).

Orígenes del Telescopio:

LA HISTORIA del telescopio es una de las más interesantes e importantes en la trayectoria de la evolución de la ciencia. El interés sobre el telescopio se despertó intensamente tan pronto se le descubrió, pues le dio al hombre algo de sensación de poder al permitirle observar lo que sucedía a distancias grandes de él y ampliar así su campo de acción. Esto es rigurosamente cierto, ya que el conocimiento humano estaba confinado a los límites terrestres, pero con las primeras observaciones astronómicas se amplió a todo el Sistema Solar, y más tarde a todo el Universo.

A fin de comprender bien los hechos que condujeron a su invención, debemos primero examinar los orígenes de la óptica. Quizá la primera lente que hubo en el mundo fue la que Construyó Aristófanés con un globo de vidrio soplado, lleno de agua, en el año 424 a.C. Sin embargo, la construcción de ésta no tenía el propósito de amplificar imágenes, sino de concentrar la luz solar. Naturalmente, el interés en el fenómeno de la refracción de la luz se había despertado desde mucho antes; los primeros estudios experimentales los realizó Alhazen en Arabia, alrededor del año 1000 a.C. Estos estudios fueron realmente primitivos, y no lograron llegar a descubrir la ley física que gobierna la luz.

Después del globo de Aristófanés tuvieron que pasar casi 1 500 años, hasta que en el año 1200 d.C. el fraile franciscano inglés Roger Bacon talló los primeros lentes con la forma de lenteja que ahora conocemos. En su libro *Opus maius*, Bacon describe muy claramente las propiedades de una lente para amplificar la letra escrita. El siguiente paso obvio era montar las lentes en una armazón que permitiera colocar una lente en cada ojo con el fin de mejorar la vista de las personas con visión defectuosa. Esto se hizo en Italia casi un siglo después, entre los años 1285 y 1300 d.C. Queda, sin embargo, la duda de si fue

Alexandro della Spina, monje dominico de Pisa, o su amigo Salvino de Armati, de Florencia.

La historia del telescopio propiamente dicha comienza a fines del siglo XVI o principios del XVII. Se han mencionado tres posibles inventores. El primero de ellos es el italiano Giambattista della Porta, quien en 1589 hizo en su libro *De magia naturalis* una descripción que parece ser la de un telescopio. Sin embargo, la mayoría de los historiadores creen que no fue él el descubridor, aunque quizá estuvo a punto de serlo.

Otro posible inventor que se ha mencionado es Zacarias Jansen, en 1590, en Holanda, pues se han encontrado escritos donde se afirma esto. Sin embargo, hay serias razones basadas en la personalidad de Jansen para creer que son afirmaciones falsas.

El más probable descubridor es el holandés Hans Lippershey, quien según cuidadosas investigaciones históricas se ha confirmado que construyó un telescopio en el año de 1608. Lippershey era fabricante de anteojos en Middlesburgh, Zelandia, y nativo de Wesel. No era muy instruido, pero a base de ensayos descubrió que con dos lentes, una convergente lejos del ojo y una divergente cerca de él, se veían más grandes los objetos lejanos. Llegó incluso a solicitar una patente, pero por considerarse que el invento ya era del dominio público, no le fue otorgada. Esta negativa fue afortunada para la ciencia, pues así se difundió más fácilmente el descubrimiento. Como es de suponerse, Lippershey no logró comprender cómo funcionaba este instrumento, pues lo había inventado únicamente a base de ensayos experimentales sin ninguna base científica. El gobierno holandés regaló al rey de Francia dos telescopios de Lippershey. Estos instrumentos se hicieron tan populares que en abril de 1609 ya podían comprarse en las tiendas de los fabricantes de lentes de París.

TELESCOPIO REFRACTOR

Este tipo de telescopio tiene un tubo largo, relativamente delgado con el lente principal (objetivo) en el frente, el cual recolecta y enfoca la luz.

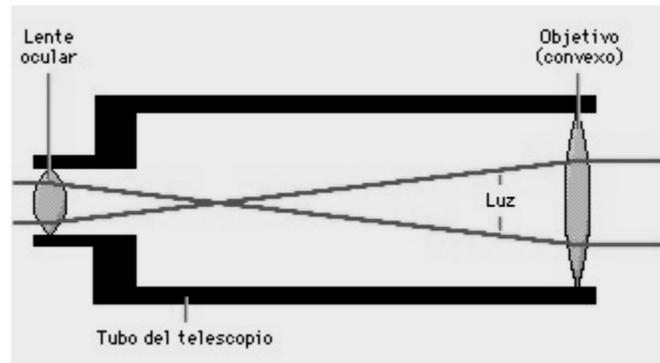


Figura 1. Del telescopio refractor

El tipo de telescopio astronómico más sencillo tiene dos lentes. Ambas son convexas; es decir, más gruesas en el centro que en los extremos. La lente más cercana al objeto se llama objetivo. La luz de una fuente distante pasa por esta lente y llega a un foco como una imagen "real" e invertida dentro del tubo del telescopio. La lente del ocular aumenta la imagen formada por el objetivo. En un telescopio astronómico, la imagen "virtual" formada por el ocular queda invertida.

TELESCOPIO REFLECTOR

Utiliza un espejo cóncavo grande y pesado, en vez de lentes, para recolectar y enfocar la luz. Se mira a través del ocular situado a un lado del tubo, cerca del extremo superior.

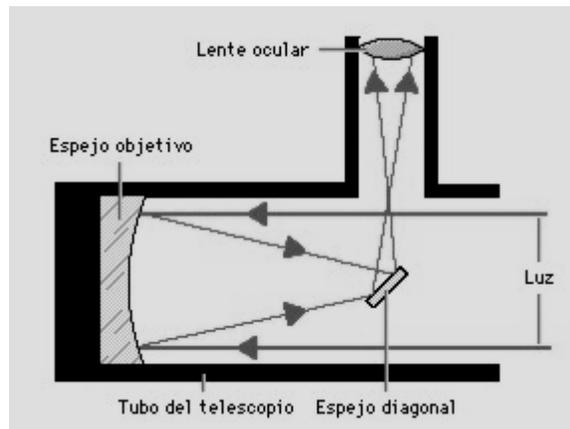


Figura 2. Del telescopio reflector

La luz de objetos lejanos como las estrellas entran en el tubo del telescopio en rayos paralelos, que se reflejan en el espejo cóncavo hacia un espejo plano diagonal. El espejo diagonal refleja la luz a través de una abertura en un lado del tubo del telescopio a una lente del ocular.

Los telescopios reflectores pueden ser mayores que los refractores porque el espejo curvo se puede apoyar en toda su superficie, mientras que una lente grande sólo se puede apoyar en sus extremos.

Los espejos más grandes tienen ventajas porque pueden recoger más luz. Entre los telescopios reflectores modernos se encuentra el reflector de 508 cm del Observatorio Monte Palomar en California (EEUU) y el de 400 cm del Observatorio Interamericano de Cerro Tololo cerca de La Serena, Chile.

TELESCOPIO CATADIÓPTRICO

También se les llama telescopios complejos. Utilizan lentes y espejos. El objetivo es un espejo cóncavo pero en la abertura hay una lente correctora que sostiene además un espejo secundario. El tubo es ancho y corto, el ocular va situado en el extremo posterior a la lente.

Los catadióptricos generalmente son instrumentos potentes y de alta calidad que gracias a un diseño más complejo gozan de un tamaño compacto y por tanto más fácil de transportar y manejar.

TELESCOPIOS ESPACIALES

El **Telescopio Espacial Spitzer (SST)** por sus siglas en inglés) (conocido inicialmente como Instalación de Telescopio Infrarrojo Espacial o SIRTf de sus siglas en inglés), es un observatorio espacial infrarrojo, el cuarto y último de los Grandes Observatorios de la NASA. Otros telescopios espaciales en el infrarrojo que han precedido al Spitzer fueron los telescopios IRAS e ISO.

Fue lanzado el 25 de 2003 desde el Centro Espacial Kennedy usando como vehículo un Delta 7920H ELV. Mantiene una órbita heliocéntrica y va equipado con un telescopio de 85 cm de diámetro. La duración de la misión del Spitzer es de un mínimo de 2,5 años, con una posible extensión hasta 5 años. El coste total de la misión se ha estimado en 670 millones de dólares. Entre los retos tecnológicos de esta misión se encontraba la realización del espejo principal de Berilio.

Manteniendo la tradición de la NASA, el telescopio fue renombrado después de su demostración de operación exitosa, en 18 de 2003. A diferencia de la mayoría de los telescopios, que son nombrados por un panel de científicos, el nombre de éste fue obtenido de un concurso abierto sólo a niños. El nombre final proviene del Dr. Lyman Spitzer, Jr., considerado uno de los científicos más influyentes del siglo XX y uno de los primeros impulsores de la idea de telescopios espaciales proponiendo esta posibilidad en los años 40.

Con el **Spitzer** se quiere estudiar objetos fríos que van desde el Sistema Solar exterior hasta los confines del universo. Este telescopio constituye el último elemento del programa de Grandes Observatorios de la NASA, y uno de los principales elementos del Programa de Búsqueda Astronómica de los Orígenes (*Astronomical Search for Origins Program*). El telescopio contiene tres instrumentos capaces de obtener imágenes, realizar fotometría en el rango de 3 a 180 micras y obtener espectros de gran resolución en el rango de 5 a 100 micras.

El **Telescopio espacial Hubble (HST)** por las siglas en inglés) es un telescopio robótico localizado en los bordes exteriores de la atmósfera, en órbita circular alrededor de la Tierra a 593 km sobre el nivel del mar, con un periodo orbital entre 96 y 97 min. Denominado de esa forma en honor de Edwin Hubble, fue puesto en órbita el 24 de 1990 como un proyecto conjunto de la NASA y de la ESA inaugurando el programa de Grandes Observatorios. El telescopio puede obtener imágenes con una resolución óptica mayor de 0,1 segundos de arco. La ventaja de disponer de un telescopio más allá de la atmósfera radica, principalmente, en que de esta manera se pueden eliminar los efectos de la turbulencia atmosférica, siendo posible alcanzar el límite de difracción como resolución óptica del instrumento. Además, la atmósfera absorbe fuertemente la radiación electromagnética en ciertas longitudes de onda, especialmente en el infrarrojo, disminuyendo la calidad de las imágenes e imposibilitando la adquisición de espectros en ciertas bandas caracterizadas por la absorción de la atmósfera terrestre. Los telescopios terrestres se ven también afectados por factores meteorológicos (presencia de nubes) y la contaminación lumínica ocasionada por los grandes asentamientos urbanos, lo que reduce las posibilidades de ubicación de telescopios terrestres.

El Telescopio Espacial Hubble ha sido uno de los proyectos que, sin duda, más han contribuido al descubrimiento espacial y desarrollo tecnológico de toda la Historia de la Humanidad. Gran parte del conocimiento científico del que los estudiosos disponen del espacio interestelar se debe al Telescopio Hubble. (Commons, 2009).

VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE INSTRUMENTOS ÓPTICOS:		
	VENTAJAS	DESVENTAJAS
Binoculares, apertura típica entre 1.4" y 4"	<ul style="list-style-type: none"> • La mayoría son relativamente baratos. • Extremadamente portátiles. • Su campo amplio los hace ideales para buscar en el cielo. 	<ul style="list-style-type: none"> • Su poca amplificación los hace inconvenientes para objetos que requieren gran aumento. • Su pequeña apertura restringe el límite de magnitud.
Refractores acromáticos, apertura típica entre 2.4" y 5", mayores a f/10 inclusive.	<ul style="list-style-type: none"> • Portátiles para pequeñas aperturas. • Imágenes nítidas. • Precio moderado en comparación con su apertura. • Bueno para la Luna, el Sol, los planetas, estrellas dobles y astrofotografía de objetos brillantes. 	<ul style="list-style-type: none"> • Pequeñas aperturas. • Las monturas pueden ser endeables. • Posible aberración cromática.
Refractores apocromáticos, apertura típica entre 3" y 8", mayores a f/5 inclusive.	<ul style="list-style-type: none"> • Portátiles para pequeñas aperturas. • Imágenes muy nítidas de alto contraste. • Excelente para la Luna, el Sol, los planetas, estrellas dobles y astrofotografía. 	<ul style="list-style-type: none"> • Muy alto costo en comparación con su apertura.
Reflectores Newtonianos de campo normal (NFTs), apertura típica mayores a 4", mayores a f/7 inclusive.	<ul style="list-style-type: none"> • El mejor de los telescopios en general. • Bajo costo en comparación con su apertura. • Fácil de colimar. • Bueno para la Luna, el Sol, los planetas (especialmente con f/10 y mayores), objetos de cielo profundo y astrofotografía. 	<ul style="list-style-type: none"> • Aparatosos y pesados para aperturas mayores a 8". • La colimación debe revisarse seguido. • El tubo abierto permite la entrada de polvo y contaminantes.
Reflectores Newtonianos de campo amplio (RFTs), apertura típica mayores a 4", menores a f/7.	<ul style="list-style-type: none"> • Muy bajo costo en comparación con su apertura. • Campo amplio de visión. • Aperturas grandes implican máxima magnitud de penetración. • Fácil de colimar. • Bueno para objetos de cielo profundo tanto brillantes como débiles. (es adecuado para objetos del Sistema Solar pero no tanto como con instrumentos de mayor distancia focal) 	<ul style="list-style-type: none"> • Pesados. • Para aperturas grandes se puede requerir alguna escalera o andamio para alcanzar el ocular. • Bajo costo podría implicar comprometer la calidad. • La montura no sigue el movimiento de las estrellas. • La colimación es crítica (debe revisarse cada vez que se use). • El tubo abierto permite la entrada de polvo y contaminantes. • Susceptible a la contaminación lumínica.

<p>Reflectores Cassegrain, apertura típica mayores a 6", mayores a f/12 inclusive.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Portabilidad. • La posición del ocular es conveniente. • Bueno para la Luna, el Sol, los planetas y pequeños objetos de cielo profundo (como estrellas dobles, nebulosas planetarias y algunas galaxias). 	<ul style="list-style-type: none"> • Secundario grande. • Costo de regular a alto en comparación con su apertura. • Campo angosto. • Lo ofrecen pocas compañías.
<p>Schmidt-Cassegrain (catadióptrico), apertura típica entre 4" y 14", con f/6.3 ó f/10.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Costo regular en comparación con su apertura. • Portabilidad. • La posición del ocular es conveniente. • Gran cantidad de accesorios. • Fácilmente adaptable para astrofotografía. • Bueno para ver la Luna, el Sol, los planetas y objetos de cielo profundo brillantes y especialmente astrofotografía. 	<ul style="list-style-type: none"> • Secundario grande. • La calidad de imagen no es tan buena como en los refractores o reflectores (pensando que requieren componentes ópticas con recubrimientos especiales) • Relaciones focales lentas implica exposiciones mas largas que los rápidos Newtonianos y refractores. • Las lentes correctoras son propensas a empañarse. • Posible dificultad para encontrar objetos sin usar un buscador auxiliar. • Posición inestable del primario (debido al movimiento que tiene al enfocar).
<p>Maksutov-Cassegrain (catadióptrico), aperturas entre 3.5" y 12", f/12 a f/15</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Imágenes nítidas. • La posición del ocular es conveniente. • Fácilmente adaptable para astrofotografía. • Bueno para fotografiar la Luna, el Sol, los planetas y objetos de cielo profundo brillantes. 	<ul style="list-style-type: none"> • Costo muy alto en comparación con su apertura. • Algunos modelos usan oculares enroscados, siendo necesario un adaptador para usar de otro tipo. • Difíciles de colimar. • Relaciones focales lentas implica exposiciones mas largas que los rápidos Newtonianos
<p>Harrington, P. S., <i>Star Ware: the amateur astronomer's ultimate guide to choosing, buying, and using telescopes and accessories</i>, John Wiley & Sons, Inc, 1994.</p>		

8. El Espectroscopio:

Es un instrumento adecuado para descomponer la luz en su espectro, por medio de un retículo de difracción o de un prisma. Antes el análisis con el espectroscopio, esto se hacía a simple vista, pero con la invención de la fotografía los espectros se captan sobre una emulsión fotográfica

La dispersión se puede realizar por refracción (espectroscopio de prisma) o por difracción (espectroscopio de red).

El espectroscopio de prisma está formado por una rendija por la que penetra la luz, un conjunto de lentes, un prisma y una lente ocular. La luz que va a ser analizada pasa primero por una lente colimadora, que produce un haz de luz estrecho y paralelo, y después por el prisma, que separa este haz en las distintas radiaciones monocromáticas (colores) que lo componen. Con la lente ocular se enfoca la imagen de la rendija. Las líneas espectrales que constituyen el espectro no son en realidad sino una serie de imágenes de la rendija.

El espectroscopio de red dispersa la luz utilizando una red de difracción en lugar de un prisma. Una red de difracción es una superficie especular de metal o vidrio sobre la que se han dibujado con un diamante muchas líneas paralelas muy finas. Tiene mayor poder de dispersión que un prisma, por lo que permite una observación más detallada de los espectros. Cada línea es en efecto una imagen de la rendija correspondiente a una de las muchas longitudes de onda individuales emitidas desde la fuente. Por esta razón tales imágenes se llaman líneas espectrales. La luz de un objeto caliente luminiscente como el filamento de una lámpara o el sol, da un espectro continuo. (Halliday, 1999).

HISTORIA

“Durante los años 1665 y 1666 Isaac Newton comenzó a experimentar con la luz para tratar de determinar su naturaleza. Observó que al hacer pasar la luz a través de un prisma, esta se descomponía en los colores del espectro, y al volver a hacer pasar la luz por otro prisma la luz se podía recomponer dando lugar de nuevo a luz blanca. Esto llevó a Newton a concebir la luz solar como un compuesto de luz de diferentes colores. Este fue un importante paso hacia lo que más tarde se conocería como espectroscopía.

En 1802 William Wollaston, un científico inglés construyó un instrumento con el cual esperaba separar los colores del espectro. Para ello hizo pasar la luz solar a través de una rendija. Tras ella colocó una lente que convertía la luz en un haz de rayos paralelos que atravesaban un prisma y se dispersaban. Tras este montaje colocó un pequeño telescopio con el cual examinar la luz emergente. Este fue el primer espectroscopio. Utilizando este instrumento Wollaston observó unas rayas oscuras en el espectro solar que interpretó como los límites de los distintos colores concluyendo aquí su investigación.

Poco después Joseph Fraunhofer construyó en Alemania un espectrógrafo de precisión con el que estudió estas rayas con detalle, dibujando y clasificando 574 de ellas aunque no llegó a saber a que se debían. Durante los años que siguieron, los astrónomos, los físicos y los químicos estuvieron tratando de dar una explicación a estas líneas, pero no fue hasta 1860 que dos científicos alemanes, Gustav Kirchhoff y Robert Bunsen resolvieron el problema. Encontraron que el espectro continuo era la radiación que emitía un gas denso o un cuerpo sólido denso cuando es calentado. Además cada elemento tenía su propio espectro de rayas brillantes, que aparecían como oscuras si el gas se ponía delante de un emisor de continuo más caliente. De este modo sería posible averiguar la composición de la atmósfera solar con tan sólo comparar las líneas observadas en el espectro del Sol con las que se obtenían en el laboratorio. Este fue el verdadero nacimiento de la espectroscopía.

A partir de este momento se empieza a utilizar la espectroscopía como método de análisis de la luz para conocer la naturaleza de los astros, convirtiéndose en la herramienta astronómica más importante del último siglo, ya que la única fuente de información que podemos analizar de los objetos situados fuera de nuestro sistema solar es la radiación electromagnética. Así pues, un estudio detallado de esta radiación es fundamental para conocer los fenómenos que están interviniendo en su generación.

A lo largo del siglo XX se ha desarrollado la espectroscopía impulsada por la física cuántica hasta el punto de que el análisis espectral de una fuente de luz nos permite conocer parámetros como la composición, temperatura o velocidad radial. Gracias a los modelos que se han realizado analizando los espectros de gran número de objetos podemos llegar mucho más allá al estudiar un espectro.

En el caso de las estrellas podemos deducir su gravedad superficial, viento estelar, envolturas circunestelares, rotación estelar, actividad estelar, edad de la estrella, etc. Al estudiar una galaxia, el estudio espectroscópico nos permite conocer la proporción de estrellas de cada tipo que la componen, la existencia de formación estelar, la edad de los brotes de formación estelar, la distancia a la que se encuentra, la cantidad de gas que contiene” (Commons, 2008).

ANÁLISIS ESPECTRAL

La luz se emite en fotones, y la energía de cada fotón es directamente proporcional a la frecuencia, e inversamente proporcional a la longitud de onda. Esta energía se halla mediante la siguiente fórmula:

$$\varepsilon = h\nu = \frac{hc}{\lambda}$$

Donde h es el factor de proporcionalidad denominado constante de Planck, ν es la frecuencia, λ la longitud de onda y c la velocidad de la luz en el vacío. Puesto que al moverse los electrones de un átomo de una órbita a otra producen energía, midiendo la longitud de onda de los fotones emitidos mediante los espectros que producen, es posible deducir gran información sobre la estructura y distintos modos de movimiento de los componentes del átomo o molécula.

APLICACIONES DEL ANÁLISIS ESPECTRAL

El análisis espectral centra sus aplicaciones en dos campos principalmente:

- **Análisis químico:** Puesto que el espectro de un elemento determinado es absolutamente característico de ese elemento, el análisis espectral permite estudiar o identificar la composición y la estructura de las moléculas.

- **Aplicaciones astrofísicas:** La distancia a la que puede situarse un espectroscopio de la fuente de luz es ilimitada, lo que permite que el estudio espectroscópico de la luz de las estrellas permita un análisis preciso de su estructura, especialmente en el caso del Sol. De hecho el helio fue descubierto antes en el Sol que en la Tierra. Además permite medir con cierta precisión la velocidad relativa de cualquier fuente de radiación.

- La espectroscopia también es empleada en el campo de la física nuclear, para estudiar la influencia del tamaño y la forma del núcleo de un átomo sobre su estructura atómica externa.

ESPECTRO ELECTROMAGNETICO

Se denomina **espectro electromagnético** a la distribución energética del conjunto de las ondas electromagnéticas. Referido a un objeto se denomina *espectro electromagnético* o simplemente *espectro* a la radiación electromagnética que emite (espectro de emisión) o absorbe (espectro de absorción) una sustancia. Dicha radiación sirve para identificar la sustancia de manera análoga a una huella dactilar. Los espectros se pueden observar mediante espectroscopios que, además de permitir observar el espectro, permiten realizar medidas sobre éste, como la longitud de onda, la frecuencia y la intensidad de la radiación.

El espectro electromagnético se extiende desde la radiación de menor longitud de onda, como los rayos gamma y los rayos X, pasando por la luz ultravioleta, la luz visible y los rayos infrarrojos, hasta las ondas electromagnéticas de mayor longitud de onda, como son las ondas de radio. Se cree que el límite para la longitud de onda más pequeña posible es la longitud de Planck mientras que el límite máximo sería el tamaño del Universo (véase Cosmología física) aunque formalmente el espectro electromagnético es infinito y continuo.

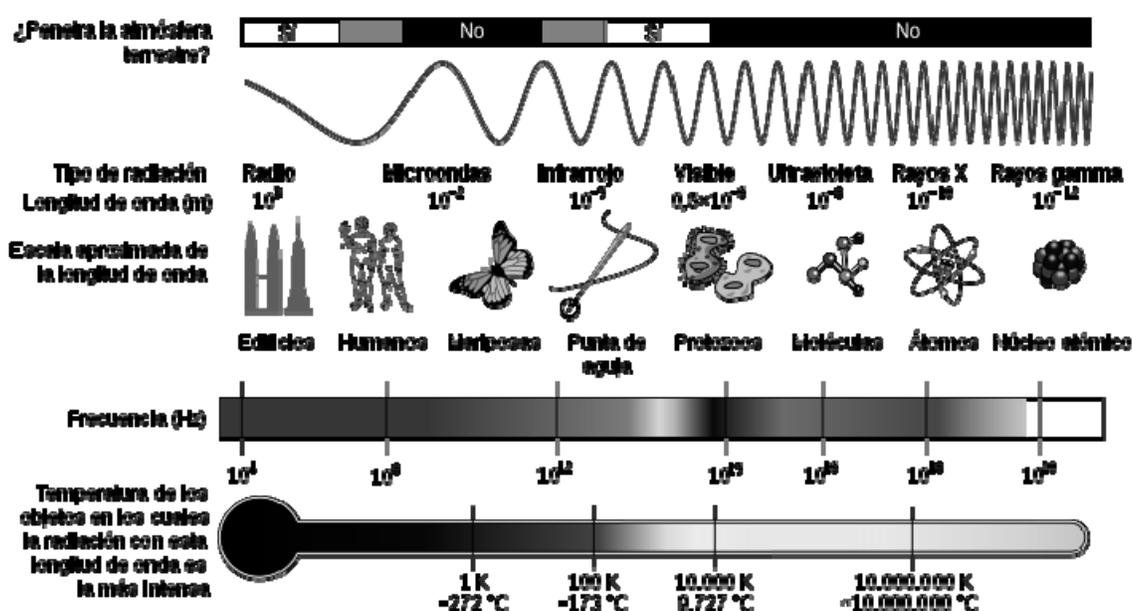


Figura 3. Longitud de onda

LONGITUD DE ONDA

La **longitud de una onda** es la distancia entre dos crestas consecutivas, en otras palabras describe lo larga que es la onda. La distancia existente entre dos crestas o valles consecutivos es lo que llamamos longitud de onda. Las ondas de agua en el océano, las ondas de aire, y las ondas de radiación electromagnética tienen longitudes de onda.

La letra griega " λ " (lambda) se utiliza para representar la longitud de onda en ecuaciones. La longitud de onda es inversamente proporcional a la frecuencia de la onda. Una longitud de onda larga corresponde a una frecuencia baja, mientras que una longitud de onda corta corresponde a una frecuencia alta.

La longitud de onda de las ondas de sonido, en el intervalo que los seres humanos pueden escuchar, oscila entre menos de 2 cm (una pulgada) y aproximadamente 17 metros (56 pies). Las ondas de radiación electromagnética que forman la luz visible tienen longitudes de onda entre 400 nanómetros (luz violeta) y 700 nanómetros (luz roja).

En el Sistema Internacional, la unidad de medida de la longitud de onda es el metro, como la de cualquier otra distancia. Dados los órdenes de magnitud de las longitudes de ondas más comunes, por comodidad se suele recurrir a submúltiplos como el milímetro (mm), el micrómetro (μm) y el nanómetro (nm).

RELACION CON LA FRECUENCIA

La longitud de onda λ es inversamente proporcional a la frecuencia f , siendo ésta la frecuencia del movimiento armónico simple de cada una de las partículas del medio. (La longitud de onda no se debe confundir con la frecuencia angular ω).

$$\lambda = \frac{c}{f}$$

donde λ es la longitud de onda, c es la velocidad de la onda, y f es la frecuencia. Para la luz y otras ondas electromagnéticas que viajan en el vacío, la constante c vale 299.792.458 m/s (186,282 millas/s) y es la velocidad de la luz. Para las ondas de sonido que se desplazan por el aire, la constante c es aproximadamente 343 m/s (767 millas/hora).

V I S I B I L E	
Color	Longitud de onda
violeta	380–450 nm
azul	450–495 nm
verde	495–570 nm
amarillo	570–590 nm
naranja	590–620 nm
rojo	620–750 nm

Figura 4. Patrones de longitud

9. El Radiotelescopio:

Un radiotelescopio capta ondas de radio emitidas por fuentes de radio, generalmente a través de una gran antena parabólica (plato), o un conjunto de ellas, a diferencia de un telescopio ordinario, que produce imágenes en luz visible.

El primer radiotelescopio fue la antena de 9 metros construida por Grote Reber en 1937. A principios de los 50's el Interferómetro Cambridge realizó un análisis del cielo que dio lugar a los famosos mapas 2C y 3C de fuentes de radio. A finales de los 50 y principios de los 60's el radiotelescopio de una sola antena más grande del mundo era el telescopio de 76 metros en Jodrell Bank, puesto en funcionamiento en 1957. Este fue el último de muchos radiotelescopios construidos a mediados del siglo XX y ha sido superado por telescopios y conjuntos de telescopios más modernos.

El radiotelescopio individual más grande del mundo es el RATAN-600 (Rusia) consistente en 895 reflectores rectangulares dispuestos en un círculo de 576 metros de diámetro (Descripción del RATAN-600). El radiotelescopio más grande de Europa es la antena de 100 metros de diámetro situada en Effelsberg, Alemania, que además fue el telescopio totalmente móvil más grande durante 30 años, hasta que se inauguró el Green Bank Telescope en el 2000. El radiotelescopio más grande de los EEUU hasta 1998 era el Big Ear de la Universidad Estatal de Ohio. El tamaño típico de una antena de radiotelescopio es de 25 metros. Hay docenas de radiotelescopios de dimensiones similares funcionando en radio observatorios de todo el mundo.

El radiotelescopio más conocido (a pesar de que no es móvil) probablemente sea el radiotelescopio de Arecibo, situado en Arecibo, Puerto Rico. El Very Large Array. Como muchos otros telescopios, éste es un array interferométrico formado por muchos telescopios más pequeños.

Otro radiotelescopio muy conocido es el Very Large Array (VLA), en Socorro, Nuevo México. Éste telescopio es un array interferométrico compuesto por 27 antenas. El mayor conjunto de radiotelescopios existente en el 2007 es el GMRT.

Otro conjunto aun más grande, el 'LOW Frequency ARray' (LOFAR), está en construcción en Europa occidental (Holanda y Alemania), formado por 25000 pequeñas antenas distribuidas en un área de varios cientos de kilómetros de diámetro. La parte de la astronomía dedicada a las observaciones a través de radiotelescopios se denomina radioastronomía.

Muchos objetos celestes, como los pulsars o galaxias activas (como los quasars) emiten radiaciones de radiofrecuencia y son por ello más "visibles", o incluso sólo visibles en la región de radio del espectro electromagnético. Examinando la frecuencia, potencia y tiempos de las emisiones de radio de estos objetos, los astrónomos son capaces de ampliar nuestra comprensión del Universo. De acuerdo con la teoría electromagnética, por la que luz, calor y radio son ondas de la misma naturaleza, diferenciándose sólo por su longitud, se creyó que los astros enviaban al espacio ondas de radio. (Paluzie, 1984)

Los radiotelescopios también se utilizan en ocasiones en proyectos como SETI y en el seguimiento de vuelos espaciales no tripulados.

10. Astrobiología:

Es una rama de la astronomía que investiga la vida en la Universo, en el significado más amplio del término. Sinónimo de astrobiología es "exobiología", es decir, la biología del espacio exterior. La astrobiología empieza por el estudio de la aparición de la vida en nuestro planeta. Partiendo de aquí, es posible determinar los procesos químicos y bioquímicos que constituyen un episodio fundamental del ciclo de la evolución cósmica.

Según las hipótesis más sólidas, el proceso que condujo a la presencia de vida en la Tierra se inició precozmente después de la formación de nuestro planeta, apenas lo permitieron las condiciones ambientales, hace unos 4.500 millones de años. Los estudios de paleontología han puesto en evidencia restos de organismos primordiales en estado fósil, en rocas que se remontan a unos 3.500 millones de años. Por tanto, podemos suponer que el período de tiempo en que las primeras células vivas se organizaron a partir de la materia inanimada, fue efectivamente bastante breve con respecto a la edad de nuestro planeta.

La opinión más consistente ofrece el siguiente panorama de la aparición de la vida sobre la Tierra. Una atmósfera primordial a base de hidrógeno, amoníaco, metano y vapor de agua proporcionó, a través de las lluvias, los principales elementos para la formación de charcos en los cuales se llevaron a cabo las primeras síntesis orgánicas. En un segundo momento, fecundado por las radiaciones solares ultravioletas y por las descargas eléctricas, este "caldo primordial", como ha sido definido por algunos científicos, dio origen a cadenas de aminoácidos y proto-proteínas que representan las piezas fundamentales de la célula viva. Por último se llegó a la organización espontánea de la primera célula dotada de capacidad auto productiva.

Partiendo del principio que la vida puede nacer, afirmarse y evolucionar, por selección darwiniana, en una multiplicidad de especies diferentes, muchos estudiosos se dicen también convencidos que no hay razones plausibles para que este hecho se limite sólo a nuestro planeta. Los estudios más recientes en astrofísica han demostrado una sorprendente unidad genética y estructural de todo el Universo visible: estrellas, galaxias y materia cósmica se forman en todas partes obedeciendo a los mismos principios. Sabiendo que la espectroscopia infrarroja puede aplicarse a las estrellas o a cualquier otro cuerpo celeste en 1944 se detectó metano en Titán y con ello surgió una amplia gama de hipótesis acerca de la composición de la atmosfera de este cuerpo celeste. (Paniagua, 2006)

11. Software de Aplicación:

CELESTIA

Celestia es un programa de simulación espacial en tiempo real y en tres dimensiones que permite experimentar recorridos virtuales a través del sistema solar, la galaxia o, incluso, *viajes* fuera de la Vía Láctea. **Celestia** es un software planetario, de libre distribución bajo licencia GNU (software libre), desarrollado por CHRIS LAUREL (ingeniero desarrollador de programas, graduado en matemáticas y física en el St. Olaf College, Northfield MN) y por el grupo de Código Abierto de Celestia, que posibilita explorar el Universo, simular viajes a través de nuestro sistema solar, viajar a más de 100.000 estrellas de la vía láctea o incluso fuera de nuestra galaxia. Celestia viene con un catálogo grande de estrellas, de galaxias, de planetas, de lunas, de asteroides, de cometas, y de naves espaciales. (Aclantis, 2008).

STELLARIUM

Stellarium es un software que permite simular un planetario en la computadora, es software libre y esta disponible para los principales sistemas operativos, entre ellos Linux, Windows y Mac OS.

Permite calcular la posición del Sol, luna, planetas, constelaciones y estrellas, además simula el cielo dependiendo de la localización y tiempo del observador. También simula fenómenos astronómicos, tales como lluvias de meteoros y eclipses lunares y solares.

Stellarium opera simulando en la pantalla la vista esférica del cielo (en todas las direcciones, incluso "bajo el suelo"). La vista se desarrolla en forma tridimensional, ajustada a una forma "visual" o a una forma "binocular" ("*fish-eye projection*").

El programa tiene la opción de tomar la **latitud y longitud** de cualquier ubicación geográfica, con lo que es posible observar el cielo en distintas partes del mundo. La visualización se lleva en **tiempo real**, o en un tiempo de velocidad ajustable hacia adelante y hacia atrás en el tiempo, con lo que es posible "observar" el cielo en cualquier momento y lugar en la Tierra.

Para una visualización más realista, permite simular el **efecto de la atmósfera**, el cual resulta en una difuminación de la luz de las estrellas de noche, y en el brillo y tono azul que cubre el cielo de día.

Stellarium permite simular una "vista de mundo real" la cual incluye un **efecto de suelo** con paisajes (de ciudad, bosque u otros modelos), tamaño y brillo aparente de los cuerpos celestes (en particular el Sol), efecto de neblina, y otros.

Otras opciones incluyen: una **visualización de carácter "artístico"** con diseños de las constelaciones; **plano ecuatorial/azimutal** para seguir el movimiento de los cuerpos celestes; y compatibilidad con **catálogos de cuerpos celestes** como cometas y nebulosas. (Commons, 2009).

Requisitos del Sistema

Las capacidades del programa requieren un sistema computacional mediano, se pide mínimo 256 MB de memoria RAM, tarjeta de video 3D preferiblemente compatible con OpenGL para una renderización más efectiva

Utilización

Stellarium tiene también gran utilidad para los interesados en la astronomía en regiones geográficas donde el clima no es muy benevolente con esta actividad: por ejemplo, los cielos casi siempre nublados en algunos climas mediterráneos.

El sitio web reporta que el Stellarium es ampliamente utilizado en varios planetarios, y que varios profesores y académicos alrededor del mundo han comentado lo lamentable que es que "pocas personas le presten la atención que merece".

A la fecha de junio de 2006, Stellarium aparece como "**el proyecto del mes**" en el sitio de desarrolladores de Sourceforge.net.

SHADOW

Es un programa para hacer un **reloj de sol**, es de muy fácil manejo ya que las salidas a impresora son en tamaño real. Se pueden **construir** distintos tipos de **relojes de sol**:

- Cuadrante plano con estilo polar (el más clásico) para cualquier orientación e inclinación
- Cuadrantes Analemáticos
- Cuadrantes cilíndricos (Anillo armilar, cuadrante esférico)
- Cuadrante Bifilar (también conocido como cuadrante de Mitchnik)

Relojes de Sol Polares

Relojes de Sol Verticales

Relojes de Sol Planos

Relojes de Sol Ecuatoriales

Relojes de Sol Cilíndricos

La geometría de la construcción debe ser exacta y la precisión se corresponderá. (Commons, 2009).

CAPITULO X

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

B. Referencias bibliográficas, documentales y webgráficas:

BIBLIOGRÁFICAS

1. Basil, C. (1974). *El efecto de estímulos múltiples en la retención del aprendizaje*. México: Centro Regional de Ayuda Técnica.
2. Bergamini D. (2004). *El Universo*. México: Ediciones Culturales Internacionales
3. Ducongé, *Orientaciones metodológicas*. Holanda
4. Fainholc, B. (1995). *Formación del profesorado para el nuevo siglo*. Lumen 2000
5. Freeman, Pérez (1988). *Innovaciones en educación*.
6. Guatemala. Ministerio de Educación. (2007). *Curriculum Nacional Base*.
7. Halliday, (1999). *Física*. México
8. Hernández, R. (2003) *Metodología de la investigación* (3ª edición). México: McGraw-Hill.
9. Holmes, A. (1962). *Geología Física*. Barcelona: Omega
10. Klein, A. (1988). *Informática*. Barcelona
11. Knoll, (1974). *Didáctica de la física*. Argentina: Kapelusz
12. Luzuriaga, L. (1991). *Pedagogía*. Buenos Aires Argentina: Lozada
13. Nassir, Sapag, Chain. (2000). *Preparación y evaluación de proyectos* (4ª. edición). México : McGraw-Hill,
14. Paluzie, A. (1984). *Astronomía*. Barcelona

15. Piaget, J. (1975). Educación. Barcelona España
16. Piloña, G. (2004). *Métodos y técnicas de investigación*. Guatemala : GP Editores
17. Pimienta, J. (2007). Metodología Constructivista. México: Prentice Hall.
18. Sagan, C. (1970). *Los planetas*. Alemania: Netherland: Time-Life
19. Sapag, N. (2000). *Preparación y Evaluación de Proyectos*. Chile: McGraw-Hill.
20. Sprinthall, N. (1999). Psicología de la Educación. Madrid: McGraw-Hill

DOCUMENTALES

1. Escuela de Formación de Profesores de Enseñanza Media. (2008). *Información General*. Guatemala.
2. Escuela de Formación de Profesores de Enseñanza Media. (2006). *Guía Informativa*. Guatemala.
3. Escuela de Formación de Profesores de Enseñanza Media. (2001). *Bosquejo Histórico y Curricular*. Guatemala.
4. Mizuno, K., Toshio, y M., Molina, Z. (1999). *Guía Básica para formulación de proyectos con aplicación del Marco Lógico*. Guatemala: UCONIME-SIMAC.
5. Paniagua, M. (2006). *Caracterización, Mediante Espectrometría de Masas, de un Análogo de los Aerosoles del Satélite de Saturno: Titán*. Tesis de Licenciatura, Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia, Universidad de San Carlos de Guatemala.
6. Proyecto USAC-UTRECHT. *Mejoramiento de la Enseñanza de la Física*. Guatemala.

7. Proyecto USAC-UTRECHT. *Cuarto Seminario-Taller de Guatemala, Tercer Seminario- Taller Regional de Quetzaltenango y Primer Seminario –Taller Regional de Zacapa de Actualización de la Enseñanza de la Física, Nivel Medio*. Guatemala: Departamento de Física.

WEBGRÁFICAS:

1. Aclantis (2008, Febrero). Celestia un simulador espacial en tiempo real. Consultado en febrero de 2009, <http://www.aclantis.com/celestia-un-simulador-espacial-en-tiempo-real-art12295.html>
2. Albendea, A, (2009, Abril). Los Telescopios. Orígenes del Telescopio. Consultada el 4 de abril de 2009, http://astronomiaesp.com/index.php?option=com_content&task=view&id=213&Itemid=95
3. Babylon T. (2008). Diccionario de Historia. Consultada el 17 de junio de 2009, http://diccionario.babylon.com/Carta_Celeste
4. Commons C. (2009, Mayo). El Reloj de Sol. Consultada el 20 de junio 2009, http://es.wikipedia.org/wiki/Reloj_de_sol
5. Commons C. (2009, Mayo). Stellarium. Consultado en mayo de 2009, <http://es.wikipedia.org/wiki/Stellarium>
6. Commons C. (2009, julio). El Reloj de Sol. Consultada el 20 de junio 2009, http://wapedia.mobi/es/Reloj_de_sol

7. Commons C. (2009, Febrero). El Reloj de Sol. Consultada en febrero de 2009, <http://es.wikipedia.org/wiki/Telescopio>
8. Commons C. (2009, Enero). Longitud de Onda. Consultada en febrero de 2009, http://es.wikipedia.org/wiki/Longitud_de_onda
9. Commons C. (2009, Junio). Radiotelescopio. Consultada el 4 de junio de 2009, <http://es.wikipedia.org/wiki/Radiotelescopio>
10. Commons C. (2009, Junio). Telescopio espacial Spitzer. Consultada en junio de 2009, http://es.wikipedia.org/wiki/Telescopio_espacial_Spitzer
11. Commons C. (2009, Abril). Telescopio espacial Hubble. Consultada el 13 de mayo de 2009, http://es.wikipedia.org/wiki/Telescopio_espacial_Hubble
12. Commons C. (2008, Noviembre). Espectro Electromagnético. el 13 de noviembre de 2008, http://es.wikipedia.org/wiki/Espectro_electromagn%C3%A9tico
13. Construcción de espectroscopios sencillos (n.d.) Consultada enero de http://www2009.jpimentel.com/ciencias_experimentales/pagwebciencias/pagweb/la_ciencia_a_tu_alcance/Experiencias_fisica_construccion_de_espectroscopios.htm
14. Espectroscopia (2009). Consultada en diciembre de 2008, <http://html.rincondelvago.com/espectroscopia.html>
15. Espectros de Emisión y Series Espectrales (n.d). Consultada el 5 de abril de 2009, www.itescham.com/Syllabus/Doctos/r575.DOC

16. Glosario de Astronomía (n.d.). Consultada el 13 de noviembre de 2009, <http://www.glosario/astrobiologia.htm>
17. Solo para Entendidos (2009). Programa para Hacer Relojes de Sol - Shadows. Consultada en mayo de 2009, <http://deltomate1.blogspot.com/2008/07/programa-hacer-reloj-sol-shadows.html>
18. Tipos de Relojes del Sol. (2009) Consultada en enero de <http://www.2009.bernisol.com/Menu/tiposderelojesdesol.htm>
19. Tipos de Relojes del Sol. (2009) Consultada en enero de <http://www.bernisol.com/Menu/tiposderelojesdesol.htm>
20. [bernisol.com/Menu/tiposderelojesdesol.htm](http://www.bernisol.com/Menu/tiposderelojesdesol.htm)

ANEXOS

Encuestador: _____

Lugar y fecha: _____

Cuestionario

Evaluación sobre el desarrollo de laboratorios experimentales Proyecto de inducción de catedráticos de física de EPFEM

Este instrumento está diseñado para medir el desarrollo del laboratorio experimental de astronomía y astrofísica en el curso implementado para docentes. Las respuestas ayudará a replicar el modelo de promoción e investigaciones de la escuela.

PROCEDIMIENTO

El entrevistador formulará cada una de las preguntas y presentará las opciones de respuesta. El entrevistado deberá escoger una sola de estas opciones, según coincida o más se acerque a su respuesta.

Al observar la bóveda celeste puede ubicar cuerpos celestes en el cielo con ayuda de la carta celeste.

- SI
- NO
- ALGUNAS VECES

Al usar el reloj de sol se evidencia la diferencia en que nuestros relojes funcionan en base al concepto de que hay exactamente veinticuatro horas entre un día y otro, pero, a causa de la naturaleza elíptica de la órbita terrestre, el tiempo que mide el reloj de sol variará de acuerdo a las estaciones.

- SI
- NO
- ALGUNAS VECES

Algunos objetos celestes en la oscuridad de la noche adquieren color y detalle al ser observados por el ojo a través del telescopio

SI

NO

ALGUNAS VECES

Es necesario observar el cuerpo celeste para detectar la presencia del mismo.

SI

NO

ALGUNAS VECES

Mediante la luz emitida por diversas fuentes hacia el espectroscopio, se puede descubrir la composición de dichas fuentes.

SI

NO

ALGUNAS VECES

El uso de software de animación estelar permite un aprendizaje mediante ensayo y error de distintos entornos expuestos en condiciones provocadas

SI

NO

ALGUNAS VECES

Después de haber participado en la conferencia “El sistema solar “además de los conocimientos previos, obtuvo otras ideas en cuanto a la forma en que algunos investigadores ven el universo.

SI

NO

NO FUE SUFICIENTE

Después de haber participado en la conferencia “El Big Bang “obtuvo una idea de cuánto se sabe acerca del origen del universo.

SI

NO

NO FUE SUFICIENTE

Después de haber participado en la conferencia “Astrobiología “conoció las técnicas que permitieron hacer el estudio del satélite de Saturno, Titán.

SI

NO

NO FUE SUFICIENTE

Universidad de San Carlos de Guatemala -USAC-
Escuela de Formación de Profesores de Enseñanza Media –EPFEM-

FICHA DE INFORMACIÓN

Este instrumento está diseñado para recolectar información acerca del departamento de Física de la Escuela de Formación de Profesores de Enseñanza Media EFPEM. Las respuestas ayudarán a replicar el modelo de promoción e investigaciones de la escuela.

PROCEDIMIENTO

El entrevistador formulará cada una de las preguntas y escribirá en el espacio la respuesta. El entrevistado deberá responder, según coincida o más se acerque a su respuesta.

Institución: _____

Dirección: _____

Tipo de
Organización: _____

Servicios: _____

Cobertura:
Financiamiento: _____

Administración y
Estructura: _____

Infraestructura: y
Equipos: _____

Materiales de aprendizaje: _____

Organización de las Instalaciones
Horarios de atención: _____

Otros servicios

Evaluación: _____

Promedio de alumnos por aula: _____

Formación del docente asistente:

Capacitación: _____

