

MATERIAL EDUCATIVO PARA EL FORTALECIMIENTO DE LA CULTURA NUCLEAR EN BOLIVIA

EDUCATIONAL MATERIAL TO ENHANCE NUCLEAR AWARENESS IN BOLIVIA

BUSTOS ESPINOZA R. O. E, POMA MAMANI I, & RAMÍREZ ÁVILA G. M.

Instituto de Investigaciones Físicas, Carrera de Física
Universidad Mayor de San Andrés
c. 27 Cota-Cota, Campus Universitario, Casilla de Correos 8635
La Paz - Bolivia

RESUMEN

Con el objetivo de fortalecer la cultura nuclear en Bolivia, el año 2008 se elaboró un texto para el último año de educación secundaria donde se introdujeron tópicos “nuevos” al currículum oficial, como ser “estructura nuclear”. Siendo éste el primer material con el que se contó, se lo intentó introducir como texto oficial en el sistema educativo boliviano; sin embargo, debido a la falta de formación de la mayoría de los profesores de física de colegio, ese intento no prosperó. Debido a eso se tomaron otras iniciativas, tales como la apertura de una página wikifísica y la inserción del módulo: “Introducción a la Física Nuclear” en el Diplomado en Física para Profesores de Colegio (DFIS), ambos proyectos desarrollados en la Carrera de Física, UMSA. La página wikifísica Nuclear es visitada frecuentemente y se la actualiza con regularidad a fin de optimizarla. En cuanto al DFIS, la interacción docenteestudiante (profesionales de Física, UMSA profesores del nivel secundario) se realiza a través de encuentros virtuales utilizando la plataforma de educación a distancia, *moodle*, y encuentros presenciales donde se realizan experimentos, exposiciones, evaluaciones y una monografía. El DFIS espera cubrir el vacío de cultura nuclear de los educadores de secundaria bolivianos y de esa manera capacitarlos para que puedan transmitir a sus estudiantes conocimientos de Física Nuclear. Otra actividad importante en relación al fomento de la cultura nuclear, es la realización de la Olimpiada Boliviana de Física (OBF) y la Olimpiada Boliviana de Astronomía y Astrofísica (OBAA) donde se incluyen tópicos relacionados con la física nuclear desde 1997 y 2006 respectivamente. Asimismo deseamos incluir el dictado de charlas técnicas y divulgativas sobre Física Nuclear a modo de coadyuvar en el objetivo de aumentar la cultura nuclear en Bolivia.

Código(s) PACS: 01.40.ek, 20

Descriptor: Educación, nivel secundario — Física nuclear.

ABSTRACT

In order to strengthen the nuclear culture in Bolivia, we prepared in 2008 a book to be used at the ending year of high school, where new topics were introduced, especially those concerned to modern physics, such as nucleostatics and nucleodynamics. We tried to include this book as the official contents to be taught in the Bolivian high schools; however, due to the lack of training of most teachers in physics, this attempt was unsuccessful. On the other hand, we carried out other initiatives, such as the opening of a wikifísica in the server of the Department of Physics of our University (UMSA), and the inclusion of the module “Introduction to Nuclear Physics” in the refresher course given to teachers in physics once a year. The number of visits of the Nuclear wikifísica page is increasing and we frequently update the contents of this website in order to improve it. The above mentioned refresher course, called DFIS is an outreach project, where physicists train high school teachers in physics that in the near future will teach these new topics to high school students. The development of DFIS is done using new information technologies that allow distance learning, and the virtual interaction between the trainers and students via a moodle platform. At the end of DFIS, the high-school teachers carry out experiments, prepare a monograph and pass a final test in order to obtain the grade. These activities pretend to enhance the knowledge on nuclear physics of high school students through the improvement of the level of high school teachers in physics. Another important activity, related with the enhancement of nuclear culture, are the Bolivian Olympiad on Physics and the Bolivian Olympiad on Astronomy and Astrophysics, both for high school students where it were included topics about nuclear

physics since 1997 and 2006 respectively. Finally, some other activities are in progress, such as informative talks and popularization publications on nuclear physics.

Subject headings: Education, secondary school — Nuclear physics.

1. INTRODUCCIÓN

En la gestión de 1997 un grupo de docentes de la Carrera de Física de la Universidad Mayor de San Andrés (UMSA) en La Paz, Bolivia, decidieron llevar a cabo competencias académicas para estudiantes de colegio en el área de la física. Poco tiempo después, esa misma gestión, la Sociedad Boliviana de Física (SOBOFI) y la Carrera de Física, UMSA, recibieron una invitación para participar en la II Olimpiada Iberoamericana de Física (OIbF) que se llevó a cabo en México (la I OIbF se llevó a cabo en Colombia en el año 1991 donde Bolivia no pudo participar), pero en el año 1997 las competencias académicas para estudiantes de colegio pasaron a conocerse como la Olimpiada Boliviana de Física (OBF), de donde se seleccionan anualmente las delegaciones bolivianas que participan en las OIbF.

En la gestión 2006 y de manera adelantada el Comité Olímpico de la OBF, creó el proyecto: Olimpiada Boliviana de Astronomía y Astrofísica (OBAA), antes de la realización de la 1ra Olimpiada Internacional de Astronomía y Astrofísica (IOAA: International Olympiad on Astronomy and Astrophysics) que se llevó a cabo en Tailandia en la gestión 2007.

En las olimpiadas bolivianas: OBF - OBAA, como es natural en una olimpiada por definición fundamental, se introdujeron tópicos no tradicionales, dando énfasis no solo a los contenidos mínimos de la curricula en Bolivia sino abordando tópicos nuevos como por ejemplo conceptos básicos de física nuclear, entre otros.

En la misma gestión, la empresa SANTILLANA de EDICIONES S. A. nos contactó para que escribamos textos de Física para los últimos 3 años de colegio en Bolivia. Se aceptó el reto y los textos salieron publicados y puestos a disposición del público estudiantil nacional en la gestión 2008 (Bustos 2008b,c,d). Los textos fueron planificados de un modo novedoso para no solo enseñar la física del siglo XVII, sino poder introducir, en los colegios y en consecuencia en l@s estudiantes, tópicos contemporáneos de la física del siglo XX.

Durante los primeros años de la OBF y la OBAA se pudo evidenciar un rendimiento no muy óptimo en l@s estudiantes participantes, el comité olímpico de ambos eventos, en conjunto con la Sociedad Boliviana de Física (SOBOFI) y la carrera de Física, UMSA, decidieron ofrecer a l@s profesor@s de todos los colegios del país un curso de actualización docente el cual se llevó a cabo con éxito durante dos semanas en la gestión 2006. Ahí nació la idea de llevar adelante el primer DIPLOMADO EN FÍSICA PARA PROFESORES DE COLEGIO (DFIS) para dar la oportunidad de actualizar y/o introducir nuevos conocimientos en l@s maestr@s normalistas (profe-

sor@s de colegio) para que como efecto multiplicador ell@s transmitan esos conocimientos a sus estudiantes y logremos incrementar el rendimiento en general. Para que el DFIS tenga más alcance se decidió utilizar la tecnología de comunicaciones InterNet y poder llegar así no solo a las zonas urbanas sino también rurales de todo el territorio nacional (Bustos 2008a).

El 5to DFIS se llevó a cabo durante el primer semestre de la gestión 2015, donde se dictaron nuevos módulos, como por ejemplo: INTRODUCCIÓN A LA FÍSICA NUCLEAR.

Como una nueva actividad pero ligada a las dos anteriores, se desarrolló material digital bajo la tecnología WIKI dando énfasis al tema denominado: Nucleoestática Nucleodinámica. Dicho material ha sido enriquecido con animaciones/simulaciones computacionales, exámenes den línea, etc. para que l@s usuarios puedan medir sus conocimientos en el campo de la Física en general y de los conceptos básicos de la Física Nuclear en particular (WIKIFISICA: Estructura Nuclear 2013).

2. LA OLIMPIADA BOLIVIANA DE FÍSICA, ASTRONOMÍA Y ASTROFÍSICA

Los proyectos Olimpiada Boliviana de Física (OBF) y Olimpiada Boliviana de Astronomía y Astrofísica (OBAA) nacen de la necesidad de dar una urgente respuesta al desafío sobre ¿cómo incentivar a la juventud Boliviana al estudio de la Física, la Astronomía y la Astrofísica?, para de esta manera generar mayores capacidades científicas y tecnológicas como aporte al desarrollo tanto cultural como económico y social del país.

Ambas olimpiadas se llevan a cabo anualmente buscando motivar a la juventud Boliviana al estudio de las ciencias físicas desde los últimos 7 años de colegio. En el sistema educativo de Bolivia se contempla 12 años de estudios divididos en 2 partes: 6 años de primaria y 6 años de secundaria. Las edades de ingreso al primer año de primaria oscilan entre los 5 y 6 años según la región, el tipo de unidad educativa, etc. Existen 3 tipos de unidades educativas: particulares o privados, de convenio y fiscales o del estado. Un estudiante de 6 de Primaria tiene entre 10 a 11 años de edad, es decir, los bachilleres en Bolivia tienen una edad entre 17 y 18 años en promedio general.

En la OBF y la OBAA se invita a que participen 7 categorías, es decir el último año de primaria (1) y toda secundaria (6). L@s jóvenes participantes tienen entre los 10 a 17 y/o 11 a 18 años de edad.

2.1. *La Olimpiada Boliviana de Física, Astronomía y Astrofísica y las Olimpiadas Internacionales organizadas en Bolivia.*

En el transcurso de las distintas gestiones, el comité olímpico de las OBF OBAA han organizado los siguientes eventos internacionales en el país:

- VI Olimpiada Iberoamericana de Física (VI OIBF), Sorata, La Paz, Bolivia, (2001) (SOBOFI 2001)
- 1ra Olimpiada Andina de Astronomía y Astrofísica (1ra OAAA ¹), Lago Titikaka, La Paz, Bolivia, (2009) (Bustos 2009)
- V Olimpiada Latinoamericana de Astronomía y Astronáutica (V OLAA), Cochabamba, Bolivia, (2013)
- XX OIBF, Cochabamba, Bolivia, (2015)

La 1ra OAAA ¹ se llevó a cabo en Junio de 2009, posteriormente Brasil creó la 1ra Olimpiada Latinoamericana de Astronomía y Astronáutica (OLAA) en Octubre de ese mismo año. Bolivia participa continuamente en la OLAA y ya no impulsó la OAAA para no difuminar esfuerzos en la región.

Mediante la organización de los mencionados eventos se ha motivado al estudio, en las distintas generaciones de estudiantes Bolivianos, a la profundización de conocimientos en el campo de la física y la astronomía.

2.2. La Olimpiada Boliviana de Física, Astronomía y Astrofísica y la Física Nuclear.

Se ha realizando un análisis de contenidos en cada una de las 7 categorías de la OBF OBAA, donde se resaltan los temas referentes a la física nuclear. Como se puede apreciar, se puede ver la estrecha relación existente entre el contenido mínimo de las olimpiadas y los temas que son la base para el comienzo del estudio de Física Nuclear.

2.3. La Olimpiada Científica Estudiantil Plurinacional Boliviana (OCEPB)

La OCEPB es un proyecto impulsado por el actual gobierno desde la gestión 2011. Se incentiva al estudio, a la juventud Boliviana, de las siguientes áreas de las ciencias puras, naturales y tecnológicas: Astronomía y Astrofísica, Biología, Física, Geografía, Informática, Matemática, Química y Robótica. Las olimpiadas OBF - OBAA se han acoplado a la OCEPB y los comités olímpicos de Física, Astronomía y Astrofísica se han vuelto específicamente en comités académicos de Física, Astronomía y Astrofísica, siendo sus principales actividades:

- Proponer/Actualizar los contenidos mínimos en cada una de las 7 categorías¹

¹ La 1ra OAAA se llevó a cabo en Junio de 2009, posteriormente Brasil creó la 1ra Olimpiada Latinoamericana de Astronomía y Astronáutica (OLAA) en Octubre de ese mismo año. Bolivia participa continuamente en la OLAA y ya no impulsó la OAAA para no difuminar esfuerzos en la región.

- Elaborar las pruebas (simultáneas a nivel nacional) y las metodologías de calificación.
- Seleccionar a los mejores estudiantes a nivel distrital, departamental y nacional.
- Realizar el entrenamiento de los equipos postulantes a eventos internacionales, con actividades como:
 - El DFIS (ver más adelante)
 - Exámenes en línea automatizados, tal que los usuarios pueden ver su nota inmediatamente haya acabado la prueba.
 - Entrenamientos concentrados en Universidades.
- Coordinar con el Ministerio de Educación, el Magisterio, etc. todo lo referente a temas educativos en el país, que se pueden resolver unificando esfuerzos.

3. DIPLOMADO EN FÍSICA PARA PROFESORES DE COLEGIO (DFIS)

El DFIS tiene como objetivo final el de otorgar al graduado las condiciones para desarrollar estudios que demuestren el dominio de los instrumentos conceptuales y metodológicos esenciales en su área, calificándolo como profesor y docente habilitado del nivel de Unidades Educativas en la rama de las ciencias puras y naturales, especializado en física con mención en los módulos aprobados.

El DFIS cuenta con una duración de 800 horas académicas de duración, según está estipulado en normas universitarias, de las cuales 80% son actividades virtuales y 20% actividades presenciales.

El DFIS en todas sus versiones contó con el respaldo institucional de la UMSA. El título otorgado es el de DIPLOMADO EN FÍSICA haciendo énfasis en el nombre de los módulos vencidos en el mismo. De igual modo el DFIS se amplía para que los mejores estudiantes de colegio, en el área de Física, Astronomía y Astrofísica ganadores de la OBF y de la OBAA puedan cursar los módulos como un mecanismo de entrenamiento para optimizar su aprendizaje en futuras competencias internacionales ².

En el 5to DFIS se dictaron 13 módulos (de los cuales el diplomante debió aprobar solo 4 a excepción de los estudiantes olímpicos que debían aprobar 12): MECÁNICA - MECÁNICA DE LOS FLUIDOS - ELECTRICIDAD Y MAGNETISMO - TEORÍA DE ERRORES Y EXPERIMENTOS - ONDAS MECÁNICAS RELATIVIDAD FÍSICA CUÁNTICA TERMODINÁMICA ASTRONOMÍA Y ASTROFÍSICA CAMBIO CLIMÁTICO DIDÁCTICA DE LA FÍSICA

² Los estudiantes de las olimpiadas que cursan el DFIS no reciben ningún título universitario ni certificado. Los docentes los evalúan como si fueran alumnos oficiales del módulo respectivo y su nota lo habilita para que sea parte de la selección boliviana respectiva.

INTRODUCCIÓN A LA FÍSICA NUCLEAR INTRODUCCIÓN A LA FÍSICA DE PARTÍCULAS.

Los dos últimos módulos han sido introducidos en el 5to DFIS, con una aceptable participación de profesores de colegio y estudiantes ganadores de las olimpiadas: OBF - OBAA.

El módulo titulado INTRODUCCIÓN A LA FÍSICA NUCLEAR ha cubierto el siguiente contenido mínimo (Poma 2015):

CAPITULO I:

DEFINICIONES NUCLEARES BÁSICOS:

Introducción. El átomo. El núcleo. Nomenclatura. Propiedades nucleares independientes del tiempo: tamaño, masa, carga, spin nuclear. Propiedades nucleares dependientes del tiempo: desintegraciones y reacciones nucleares. Problemas.

CAPITULO II:

ESTRUCTURA NUCLEAR: Introducción. Energía de enlace nuclear. Modelo de la gota líquida.- Fórmula semiempírica de masa. Parábolas de masa. Números mágicos. Modelo de capas. Niveles de energía de los núcleos. Problemas.

CAPITULO III:

INTERACCIÓN DE LA RADIACIÓN CON LA:

MATERIA: Introducción. Radiaciones de origen nuclear. Interacción de partículas cargadas con la materia. Interacción de neutrones con la materia. Interacción de la radiación gamma con la materia. Detección de las Radiaciones nucleares. Problemas.

CAPITULO IV:

DESINTEGRACIÓN RADIATIVA:

Introducción. Desintegración radiativa de núcleos inestables.- Series radiactivas naturales. Vida media. Producción de núcleos radiactivos por bombardeo. Producción de núcleos radiactivos por decaimiento. Desintegraciones: Alfa, Beta y Gamma. Problemas.

CAPITULO V:

REACCIONES NUCLEARES: Introducción. Aplicaciones de las leyes de conservación. Tipos de reacciones nucleares. Reacciones por núcleo compuesto. Reacciones directas. Sección eficaz. Fisión y Fusión. Problemas.

CAPITULO VI:

APLICACIONES NUCLEARES: Introducción.

Aplicaciones en la industria. Aplicaciones en la agricultura. Ciclotrón. Reactor nuclear.

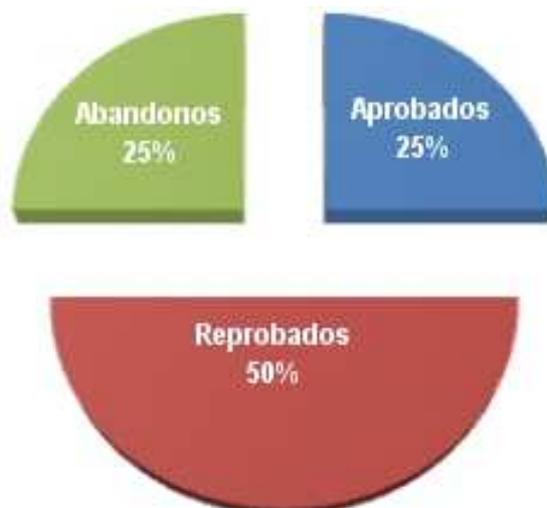


FIG. 1.— Estadísticas generales del módulo: INTRODUCCIÓN A LA FÍSICA NUCLEAR, 5to DFIS.

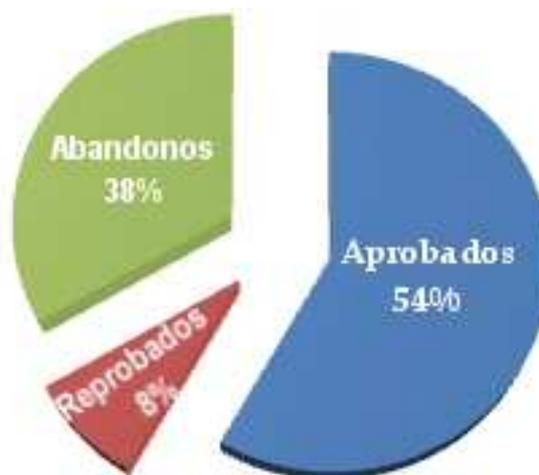


FIG. 2.— Estadísticas generales del módulo: INTRODUCCIÓN A LA FÍSICA NUCLEAR, 5to DFIS Estudiantes de Olimpiadas.

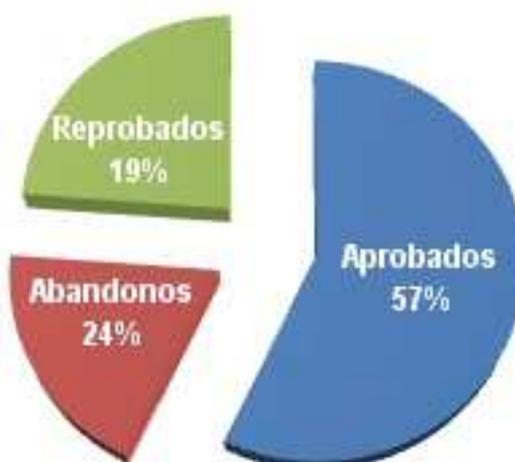


FIG. 3.— Estadísticas generales del 5to DFIS.

Lo más valioso de los módulos del DFIS es que reflejan las muchas gestiones de experiencia que tienen cada uno de los docentes de la carrera de Física en su módulo específico, es decir, se ha desarrollado en material original en ese sentido, además, todos los módulos han sido enriquecidos con animaciones/simulaciones computacionales, exámenes en línea, etc. El módulo sobre INTRODUCCIÓN A LA FÍSICA NUCLEAR ha tenido una buena demanda convirtiéndose en una de las principales novedades del 5to DFIS.

3.1. Resultados Estadísticos del 5to DFIS

A continuación se presentan algunos gráficos porcentuales del 5to DFIS. En la Figura 1. se muestran las Estadísticas generales, en la Figura 2. las Estadísticas generales del módulo titulado: INTRODUCCIÓN A LA FÍSICA NUCLEAR para los profesores y en la Figura 3. Las estadísticas generales del mismo módulo pero para los estudiantes de las olimpiadas: OBF y OBAA

4. PAGINA WIKI SOBRE LA INTRODUCCIÓN A LA FÍSICA NUCLEAR

La página WIKIFISICA se desarrolló en la gestión 2013 con el objetivo de ofrecer al público un sitio WEB donde se ofrezcan los conceptos básicos de la estática y la dinámica del núcleo no solo de una manera fría (solo texto) sino que se enriquezca, con gráficos explicativos, animaciones/simulaciones computacionales, exámenes en línea, etc, que permita una interacción más eficaz entre el usuario y el sis-

tema computacional.

El sistema está siendo constantemente enriquecido y también se ha puesto a consideración de la Red Latinoamericana para la Educación y la Capacitación en Tecnología Nuclear (LANENT) y ha sido presentado en el Organismo Internacional de Energía Atómico (OIEA) en reuniones de la red LANENT.

Los exámenes en línea permiten al usuario saber su rendimiento inmediatamente se haya concluido sus respuestas en línea (WIKIFISICA: Estructura Nuclear 2013).

5. CONCLUSIONES Y PERSPECTIVAS

Los proyectos presentados son material educativo dentro de las distintas actividades que la Carrera de Física, UMSA ha estado realizando para contribuir al desarrollo del país no solo científico y tecnológico sino cultural, económico y social.

Se espera que en un futuro próximo, la experiencia acumulada pueda servir de base para nuevos proyectos educativos que se preocupen fundamentalmente por el aumento de conocimiento en las nuevas generaciones, para que en un futuro próximo, gente joven pueda estar motivada para tener estudios y/o especializaciones en física nuclear y sus aplicaciones. Lo anterior será de gran importancia en el país que requiere ampliar el uso de tecnologías nucleares en el afán de garantizar una de las premisas del Estado boliviano que es “el vivir bien” siempre atendidos al lema del OIEA: “átomos para la paz”.

REFERENCIAS

- Bustos Espinoza R. (2008)a, *Revista Boliviana de Física* **14**, 150.
 —. (2008)b, *FÍSICA 2* (SANTILLANA DE EDICIONES S. A., La Paz, Bolivia).
 —. (2008)c, *FÍSICA 3* (SANTILLANA DE EDICIONES S. A., La Paz, Bolivia).
 —. (2008)d, *FÍSICA 4* (SANTILLANA DE EDICIONES S. A., La Paz, Bolivia).
 —. (2009), *Revista Boliviana de Física* **15**, 67.
- WIKIFISICA: Estructura Nuclear (2013),
http://fiumsa.edu.bo/olimpiada/fisicaenlinea/doku.php?id=contenido:fisica_nuclear:estructura_nuclear
 Poma I. (2015), *5to DIPLOMADO EN FÍSICA PARA PROFESORES DE COLEGIO (5to DFIS): Introducción a la Física Nuclear*
<http://www.fiumsa.edu.bo/dfis/>
 SOBÓFI (2001), *Revista Boliviana de Física* **7**, 179.

TABLA 1
TEMAS REFERENTES A LA FÍSICA NUCLEAR EN LA OBF - OBAA

CURSO	OBAA	OBF
6°P	El Sistema Solar: Teoría Geocéntrica (Ptolomeo). Teoría Helio-céntrica (Copérnico). Tierra Luna: Forma, alteraciones en la superficie. Distancias Tierra Sol, Tierra Luna. Tamaño, Masa. Volumen y Densidad de la Tierra y de la Luna. Origen, estructura interna. Superficies. Atmósfera. Puntos cardinales. Fases de la Luna.	Materia: Estados: sólido, líquido, gaseoso y plasmático. Propiedades: volumen, masa, peso. Densidad, punto de ebullición y punto de congelamiento. Constitución: Átomos y Moléculas. Tipos de Partículas: protón, electrón, neutrón. Energía: Renovables y No Renovables: eólica, geotérmica, hidráulica, solar, etc. carbón, centrales nucleares, energía atómica, etc.
1° S	El Sistema Solar: ¿Es el Sol una estrella? Sistema Tierra Sol, Tierra Luna. Fenómenos: Mareas, Estaciones, Eclipses. Tiempo: Día Solar Medio. Planetas Visibles a simple vista. El Sistema Solar Planetas. Planetas Enanos. Orden. Características. Orbitas. Cometas. Satélites Naturales. Asteroides. Fenómenos Auroras Boreales, Meteoroides, Meteoro y Meteorito. Lluvia de Meteoros.	Materia Clasificación: Tabla Periódica. Características: nombre, símbolo, número atómico, masa atómica, estado. Volumen de algunos cuerpos. Sistemas MKS y CGS. Conversiones. Potencias de diez. Cifras Significativas. Ondas de Sonido Eco. Velocidad del sonido. Energía: Mecanismos de Transferencia de Energía: Ondas Mecánicas.
2° S	Características Físicas: Masa, Volumen, Densidad. Temperaturas. Distancias. Viajes Interplanetarios: Velocidad y Tiempo de Viaje. Medidas Astronómicas: año luz, pársec, unidad astronómica. El Sol Estructura Solar. Ciclo Solar. Rotación Solar. Radiación. Relaciones Sol Tierra, Campos Magnéticos. Viento Solar.	Fundamentos El Método Científico. Mediciones Volumen. Masa. Longitud. Tiempo. Peso. Temperatura. Densidad. Carga eléctrica Positiva, Negativa y Neutra. Electricidad estática y dinámica. Movimiento Causas. Clasificación. Desplazamiento. Tiempo. Velocidad constante.
3°S	Esfera Celeste: Cenit, Nadir, Horizonte, Polos, Ecuador, Paralelos, Meridianos. Coordenadas Geográficas y Astronómicas: Latitud, Longitud. Sistema Horizontal, Ecuatorial Celeste, Ecuatorial Local. Solsticios y Equinoccios. Estrellas: Observación. Mapas Estelares básicos. Medición de distancias estelares. Magnitud estelar aparente y absoluta, módulo de distancia, Ley de Pogson.	Notación Científica. Prefijos. Errores Tipos. Clasificación. Error relativo y porcentual. Redondeo. Representación de un resultado de una sola medición. Cinemática 1D. Vectores y Escalares. Definición, Suma y Resta gráfica. Cinemática 1D Gráficos en 2D: v t , x t , en general x y .
4° S	Estrellas: Medición de la Distancia a las estrellas. Mapas Estelares y Catálogos. Galaxias: La Vía Láctea. Estructura. Composición, Rotación y Dimensiones. Óptica Leyes de Reflexión y refracción. Óptica Geométrica. Lentes. Espejos Planos y Esféricos. Formación de Imágenes. Instrumentos astronómicos: Telescopios. Binoculares, Cámaras, etc. Aumento. Poder de resolución.	Análisis de Datos Valor medio (promedio). Desviación Típica (Standard) de una muestra. Error de la media. Resultado de varias mediciones. Uso de la calculadora científica. Vectores Suma y Resta analítica. Cinemática 2D: Mov. Parabólico y Circular. Ondas Velocidad, Frecuencia, Período, Amplitud, Longitud de Onda. Ondas Transversales y Longitudinales. Sonido.
5°S	Mecánica Celeste: Leyes de Kepler. Ondas: Velocidad, Frecuencia, Período, Amplitud, Longitud de Onda. Intensidad. Ley Inversa del cuadrado. Polarización. Interferencia. Difracción. Instrumentos astronómicos: Telescopios. Mecánica Celeste Ley de la Gravitación Universal. Energía Potencial Gravitacional. Clasificación estelar: Secuencia de Harvard. Diagrama Hertzsprung Russell. Impactos de asteroides. Cráteres. Tiempo: Día Sideral, Día Juliano. Estrellas Estrelas Binarias. Medio Interestelar. Ondas: Efecto Doppler. Composición del Universo: El átomo. Elementos y Abundancias relativas. Formación del Sistema Solar. Nube de Oort. Constante Solar. Fenómenos en la superficie Solar. luminosidad, Índices de Color y Temperatura.	Vectores Tipos de Multiplicación. Regla de la mano derecha. Aplicaciones. Cinemática gráfica y vectorial. Aceleración Centrípeto y tangencial. Mecánica Fuerza. Momentum Lineal. Leyes de Newton. Energía, Trabajo y Potencia. Conservación: Conservación de la Energía y del Momentum Lineal. Ley de la Gravitación Vectores Tipos de Multiplicación. Regla de la mano derecha. Aplicaciones. Cinemática gráfica y vectorial. Aceleración Centrípeto y tangencial. Mecánica Fuerza. Momentum Lineal. Leyes de Newton. Energía, Trabajo y Potencia. Conservación: Conservación de la Energía y del Momentum Lineal. Ley de la Gravitación Universal. Energía Potencial Gravitacional. Hidromecánica: Presión. Principio de Arquímedes. Ecuación de continuidad. Ecuación de Bernoulli. Trabajo en Laboratorio instrumentos básicos de medida. Óptica Reflexión y Refracción de la luz. Fuerzas: Gravitacional. Electromagnética. Nuclear Fuerte y Nuclear Débil. Ecuaciones Despeje de variables. Mediciones y análisis de datos Propagación de Errores. Ajustes Lineales. Uso de la calculadora.

6° S	Termodinámica Temperatura. Leyes de la Termodinámica. Modelo de un Gas Ideal, Numero de Avogadro. Procesos Isotérmicos y Adiabáticos. Ciclo de Carnot, Eficiencia Termodinámica, Procesos Reversibles e Irreversibles. Equilibrio termodinámico. Radiación. Espectro electromagnético, Leyes de radiación, Radiación del cuerpo negro, Ley Planck, Ley Stefan-BoltzmannLey Wien. Galaxias: Galaxias espirales y elípticas. Clasificación de Galaxias. Astronomía en todo el Espectro Electromagnético. Observaciones en Radio, Microondas, Infrarrojo, Visible, Ultravioleta, Rayos X, Rayos Gamma. Efectos Atmosféricos. Estrellas Enanas Blancas. Estrellas de Neutrones. Agujeros Negros. Galaxias Galaxias de Núcleos Activos. Quásares. Evolución Estelar Formación Estelar. Clasificación estelar: Secuencia de Harvard, clases de luminosidad. Espectroscopia Absorción, Emisión. Espectro de objetos Celestes. Cosmología Materia Oscura. Ley de Hubble, Cúmulos de Galaxias, Big Bang.	Dinámica Fuerzas Conservativas y No conservativas. Sistemas Inerciales. Fricción: estática y dinámica. Ley de Conservación del Momentum Angular. Inercia. Centro de Masa. Torque. Energía Cinética Rotacional. Campo Eléctrico Conservación de la carga. Ley de Coulomb.Campo Eléctrico.Capacitores. Potencial Eléctrico. Corriente. Resistencia. Ley de Ohm. Dispositivos Eléctricos: Capacitores. Corriente. Resistencia. Ley de Ohm. Leyes de Kirchhoff. Termodinámica Leyes de la Termodinámica. Modelo de un Gas Ideal, Numero de Avogadro. Procesos Isotérmicos y Adiabáticos. Ciclo de Carnot, Eficiencia Termodinámica, Procesos Reversibles e Irreversibles. Calorimetría Calor. Temperatura. Dilatación de los cuerpos. Óptica Geométrica. Espejos Planos y Esféricos. Lentes. Formación de Imágenes. Campo Magnético Fuerza magnética. Campo magnético terrestre. Imanes. Campo Magnético y Corriente. Inducción Electromagnética. Análisis de Datos: Ajustes No Lineales.
------	---	---
