EL SABER DE MIS HIJOS
HARÁ MI GRANDEZA

UNIVERSIDAD DE SONORA

División de Ciencias Exactas y Naturales
Departamento de Física

Propuesta de Plan de Estudios para la

Licenciatura en Física

Presentación

En este documento se presenta la propuesta de reestructuración del "Plan de estudios de la Licenciatura en Física". El proyecto curricular que se describe corresponde a un programa ofrecido por la Unidad Regional Centro de la Universidad de Sonora, adscrito a su División de Ciencias Exacta y Naturales.

Para su funcionamiento los departamentos que le darán Servicio son: el Departamento de Física, el Departamento de Matemáticas, el Departamento de Letras y Lingüística, el Departamento de Derecho, el Departamento de Economía, el Departamento de Bellas Artes, el Departamento de Contabilidad, el Departamento de Sociología y Administración pública, el Departamento de Psicología y Ciencias de la comunicación. El nombre del programa de docencia es: *Licenciatura en Física* y el título que se conferirá a los egresados del mismo es: *Licenciado en Física o Licenciada en Física,* según sea el caso.

El programa de Licenciatura en Física de la Universidad de Sonora tiene reconocido prestigio a nivel nacional entre los diferentes grupos que se dedican a esta disciplina, lo cual también se ve reflejado en la evaluación que le ha otorgado el correspondiente Comité Interinstitucional para la Evaluación de la Educación Superior de la Secretaría de Educación Pública (tiene el nivel más alto de certificación otorgado por este Comité). Con la presente propuesta se espera continuar con la formación de profesionistas de la Física altamente capacitados al nivel de cualquier institución del país o del mundo.

Como se explica en el documento, esta propuesta es la culminación de un esfuerzo realizado por tres comisiones en distintos tiempos y está basado en el trabajo de diferentes miembros de la comunidad de físicos de la Universidad de Sonora.

Las comisiones que trabajaron previamente en la propuesta de modificación del plan de estudios estuvieron conformadas en diferentes momentos por los siguientes profesores de la Universidad:

- Primera Comisión:
  - M.C. Antonio Jáuregui Díaz
  - Dr. Marcelino Barboza Flores
  - Dr. Rodrigo Arturo Rosas Burgos
  - M.C. Alejandro Clark Bayón
  - L.F. Francisco Montes Barajas
  - Dr. Alvaro Posada Amarillas (Primer Coordinador de la Comisión)
  - Dr. Arnulfo Castellanos Moreno (Segundo Coordinador de la Comisión)

- M.C. Sergio Gutiérrez López
- Dr. Mario Enrique Alvarez Ramos

- Segunda Comisión:
  - Dr. Marcelino Barboza Flores
  - M.C. Alejandro Clark Bayón
  - M.C. Sergio Gutiérrez López
  - M.C. Antonio Jáuregui Díaz
  - Dr. Amir Darío Maldonado Arce
  - L.F. Francisco Montes Barajas
  - Dr. Rodrigo Arturo Rosas Burgos
  - Dra. Laura Lorenia Yeomans Reyna
  - Dr. Arnulfo Castellanos Moreno (Coordinador de la Comisión)

- Comisión Actual:
  - Dr. Heriberto Acuña Campa
  - Dr. Carlos Calcáneo Roldán (Coordinador de la Comisión)
  - Dr. Roberto Pedro Duarte Zamorano
  - M.C. Antonio Jáuregui Díaz
  - M.C. Horacio Munguía Aguilar
  - Dr. Arturo Ortiz Estardante
  - Dr. Thomas Maria Piters Droog
  - Dr. Christopher Watts Thorp

El texto de este documento ha sido parcialmente tomado del documento elaborado por la por la Segunda Comisión: "Proyecto de Revisión del Plan de Estudios del programa de Licenciatura en Física" el cual fue entregado al Director de la División de Ciencias Exactas y Naturales con fecha 14 de Mayo de 1999 por parte del coordinador de los trabajos, el Dr. Arnulfo Castellanos Moreno.

Indice

1. INTRODUCCIÓN. 4

2. METODOLOGÍA PARA LA ELABORACIÓN DEL PROYECTO. 6

3. FUNDAMENTOS. 10

4. OBJETIVOS GENERALES Y ESPECÍFICOS. 11

4.1. OBJETIVO GENERAL 12
4.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS 12

5. PERFIL CURRICULAR. 13

5.1. PERFIL DE INGRESO 13
5.2. PERFIL DEL EGRESADO 13

6. DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PLAN DE ESTUDIOS. 14

6.1. ESTRUCTURA CURRICULAR 14
6.2. DISTRIBUCIÓN DE ASIGNATURAS. 15
6.3. MAPA CURRICULAR 20
6.4. TABLA DE SERIACIÓN Y TABLA DE EQUIVALENCIAS CON EL PLAN ANTERIOR 25
6.5. MATERIAS OPTATIVAS 28

7. EGRESO Y TITULACIÓN. 28

8. ORIENTACIONES PARA PONER EN PRÁCTICA EL NUEVO PLAN DE ESTUDIOS. 29

9. PREVISIONES PARA LA EVALUACIÓN DEL NUEVO PLAN DE ESTUDIOS. 29

10. PREVISIONES PARA LA ACTUALIZACIÓN O ADECUACIÓN DEL NUEVO PLAN DE ESTUDIOS. 30

11. RECURSOS HUMANOS E INFRAESTRUCTURA REQUERIDA. 30

12. PROGRAMAS DE LAS ASIGNATURAS. 35

- EJE DE FORMACIÓN COMÚN 37
- EJE DE FORMACIÓN BÁSICA 59
- EJE DE FORMACIÓN PROFESIONAL 159
- EJE INTEGRADOR 211
- EJE DE FORMACIÓN ESPECIALIZANTE 223

• ANEXO I. CARTAS DE EXPERTOS EXTERNOS 467

• ANEXO II. RECURSOS HUMANOS DISPONIBLES PARA EL PROGRAMA 473

1. Introducción.

La Licenciatura en Física de la Universidad de Sonora se fundó en marzo de 1964[1] dentro de la Escuela de Altos Estudios, pasó a formar parte del Departamento de Física por acuerdo del Consejo Universitario en marzo de 1983 y, como resultado de la estructura planteada en la Ley 4 y su Estatuto, actualmente se encuentra adscrita a la División de Ciencias Exactas y Naturales (DCEN). El plan de estudios actual[2] data de 1978 cuando se incorpora, junto con las demás carreras de la Universidad, a un sistema de tronco común.

Después de 18 años de operación del Plan 1978, y de un desarrollo notable de la actividad en Física en la Universidad de Sonora, ha sido conveniente analizar el currículum para formar físicos en esta institución. Con ese fin se formó una comisión que operó desde 1996 hasta marzo de 1998 y que fue renovada en Abril de 1998. Esta última comisión llevó a cabo sus trabajos desde mayo de 1998 hasta 2003 y su actividad dio lugar a una propuesta que ha sido revisada y reformulada por la actual comisión, con los resultados que se presentan en este documento.

La conclusión fundamental, basada en el análisis del desempeño de los egresados de la Licenciatura, es que el plan de estudios ha funcionado con éxito (cuantificable por los índices establecidos en el documento: "Estudio de Egresados de la Licenciatura en Física"[3]) y que, siendo perfectible, resulta conveniente realizar las modificaciones presentadas más adelante en la sección titulada: "Metodología para la elaboración del proyecto". Así surge esta nueva propuesta de plan de estudios, que llamaremos "Plan 2005".

Para la estructura de este documento se han considerado las recomendaciones contenidas en una publicación de la Dirección de Desarrollo Académico[4] y en los "Criterios para la formulación y aprobación de planes y programas de estudio"[5] aprobados por el Colegio Académico y los "Lineamientos generales para un modelo curricular de la Universidad de Sonora"[6].

La organización de la propuesta es como sigue: en la segunda sección se expone la metodología utilizada por la comisión para elaborar el proyecto, en la tercera se plantean los fundamentos sobre los cuales descansa la nueva propuesta de plan de estudios, la cuarta sección está dedicada a la exposición de los objetivos en los que se basa la Universidad de Sonora para mantener el Programa de Licenciatura en Física, en la quinta sección se presenta el perfil

[1] M. Castellanos Moreno "Historia de la Universidad de Sonora 1953-1967". A. Castellanos Moreno y A. Jáuregui Díaz. "Desarrollo Histórico de la Física en la Universidad de Sonora", RMF **32** 559, (1986).
[2] En este documento nos referiremos a este plan de estudios como el Plan 1978.
[3] K. M. López Montes, B. Burgos Flores, C. C. López Gutiérrez. "Estudio de Egresados de la Licenciatura en Física", Colección: Documentos de Investigación Educativa, Universidad de Sonora (2003).
[4] E. H. Estévez Nénninger y P. Fimbres Barceló. "Como Diseñar y Reestructurar un Plan de Estudios", Dirección de Desarrollo Académico, Universidad de Sonora, p. 101-105
[5] "Criterios para la formulación y aprobación de planes y programas de estudios", aprobado por el H. Colegio Académico el 10 de diciembre de 1997 y el 8 de enero de 1998.
[6] "Lineamientos generales para un modelo curricular de la Universidad de Sonora", aprobado por el H. Colegio Académico el 13 de octubre de 2002.

curricular, en la sexta se describe el plan de estudios, en la séptima sección se exponen los requisitos de egreso y titulación, en la octava se presenta un conjunto de orientaciones para llevar a la práctica el Plan 2005, en la novena se plantean varias previsiones que se proponen como base para evaluar el Plan 2005 cuando se lleve a la práctica, mientras que en la décima sección se presentan las previsiones para la actualización y adecuación del nuevo plan, en la undécima sección se describen los recursos para desarrollar el programa, y finalmente en la duodécima se incluyen los programas de las diferentes asignaturas.

Para la elaboración de la presente propuesta se cuidó en todo momento su correspondencia con la reglamentación vigente. En particular cabe señalar que el artículo 8 de los "Criterios para la formulación y aprobación de planes y programas de estudio" encuentra respuesta en las secciones 1, 2, 3 y 11 de la propuesta, mientras que el artículo 9 del mismo documento lo hace en la "Presentación" y en las secciones 4, 5, 6 y 7. También se atendieron los artículos 19, 20 y 21; como se indica en las Tablas 1, 2 y 3, respectivamente.

Fracción	Contenido Esencial	Respuesta de este Documento
I	Contener una evaluación del plan vigente.	Ver sección 2 y documentos citados en ella.
II	Fundamentarse en el análisis de los factores socioeconómicos que influyen en el ejercicio de la profesión.	La sección 2 explica porqué la necesidad de formar científicos debe ser considerada de conocimiento público general.
III	Basarse en un análisis del estado actual de los fundamentos teóricos de la disciplina.	Ver secciones 3, 5.2 y 6, además de las descripciones de materias.
IV	Incorporar conocimientos, habilidades, valores y actitudes del ejercicio profesional.	Ver secciones 3, 5.2 y 6 además las descripciones de materias.
V	Además relación flexible.	Ver sección 6.4 (Materias optativas).
VI	Relación lógica y coherente con los programas de vinculación de la institución.	Ver sección 3 (Fundamentos).

Tabla 1. Cumplimiento del artículo 19 de los "Criterios para la formulación y aprobación de planes y programas de estudio" aprobados por el Colegio Académico.

Fracción	Contenido Esencial	Respuesta de este Documento
I	Adecuación a las estructuras académicas y administrativas.	Se evitan normas y procedimientos de ingreso, permanencia y titulación distintos a la legislación vigente.
II	Establecer lineamientos acordes a la reglamentación vigente	Se evitan normas y procedimiento de ingreso, permanencia y titulación distintos a legislación vigente.
III	Viabilidad económica.	Las nuevas exigencias no se apartan mucho de las condiciones actuales de operación.
IV	Relación congruente y lógica con otros programas	Permanencia del eje básico de la DCEN y relación de contenidos con el postgrado en Física (ver contenidos de materias).

Tabla 2. Cumplimiento del artículo 20 de los "Criterios para la formulación y aprobación de planes y programas de estudio" aprobados por el Colegio Académico**.**

Fracción	Contenido Esencial	Respuesta de este Documento
I	Seguir la normatividad vigente para formular y realizar los planes	Se sigue un procedimiento que parte de una comisión y busca avanzar hacia las instancias de gobierno contempladas en la legislación universitaria.
II	Ajustar el proyecto a las estructuras académicas y administrativas	Se ha cuidado armonizar con la estructura departamental y divisional de la Universidad.
III	Relación congruente y lógica con otros planes y programas académicos	Se cuidó la permanencia del eje básico de la DCEN y los contenidos son congruentes con el postgrado en Física.

Tabla 3. Cumplimiento del artículo 21 de los "Criterios para la formulación y aprobación de planes y programas de estudio" aprobados por el Colegio Académico.

2. Metodología para la elaboración del proyecto.

La base para el trabajo de esta comisión fueron los resultados de dos comisiones previas y el documento "Lineamientos generales para un modelo curricular de la Universidad de Sonora". Los elementos y criterios que fueron retomados de los trabajos de la primera comisión, que funcionó desde 1996 hasta febrero de 1998 y de la segunda comisión, que funcionó desde mayo de 1998 hasta 2000 pueden resumirse como sigue:

La historia de las sociedades en los últimos cuatro siglos, y particularmente la del siglo XX, indica que la ciencia básica es fundamental para toda nación con intenciones de alcanzar el desarrollo satisfactorio de su población. La Física es una ciencia básica que se encuentra dentro de este contexto y la mayoría de los desarrollos tecnológicos actuales descansan sobre el conocimiento de fenómenos físicos, es decir, se basan en resultados científicos obtenidos en la práctica de esta ciencia. Por otra parte, los conocimientos en Física son de importancia fundamental y creciente para otras ciencias y para las disciplinas de ingeniería. En consecuencia, la comisión actual asumió lo anterior como conocimiento público general lo cual pone de manifiesto la relevancia social y académica del Programa de Licenciatura en Física, así como su pertinencia teórica y práctica.

El número de estudiantes que ingresan y egresan del Programa de la Licenciatura en Física permite hacer un seguimiento cercano de los mismos. De este seguimiento se desprenden las siguientes estadísticas[7]:

El total de egresados a la fecha (Mayo de 2005) es de 176 estudiantes de los cuales 149 (más del 84%) están titulados. 124 (más del 70%) realizan o realizaron estudios de postgrado. Más del 28% tiene grado de Maestro en Ciencias y el 29% tiene el grado de Doctor.

Además, la Universidad de Sonora ha publicado dos estudios relevantes al seguimiento de egresados: Estudio de Egresados de la Licenciatura en Física[8] y Estudio de Empleadores de Egresados, Unidad Regional Centro[9]. En ellos encontramos índices de satisfacción altos por parte tanto de los egresados como de sus empleadores. Entre los indicadores positivos destacan (todas las cifras señaladas se refieren a los egresados o empleadores encuestados).

- El total de los egresados están empleados.
- Más del 86% de los egresados se dedican a labores de docencia o Investigación.
- Más del 93% de los egresados afirman que hay una coincidencia mediana (13%) o alta (80%) entre su actividad laboral y sus estudios.
- Más del 82% volvería a estudiar la misma licenciatura (es decir, el mismo programa que estudió y en la misma universidad).
- En una escala del 1 (totalmente insatisfecho) al 7 (totalmente satisfecho) el promedio registrado para los egresados de la Licenciatura en Física es de 6.3 con una desviación estándar de 0.7.
- En cuanto a los empleadores, más del 77% se dedican a actividades educativas.
- Los empleadores consideran, en general, como muy satisfactoria la formación académica de los egresados. Se considera que los Físicos responden ampliamente a exigencias relacionadas con habilidades para procesar y utilizar información; estos aspectos recibieron calificaciones arriba de 6 (en una escala de 1: totalmente insatisfecho al 7: totalmente satisfecho).

[7] Fuente: Archivos del Departamento de Física, Universidad de Sonora.
[8] Ver nota 3 de este documento.
[9] D. G. Valencia Higuera, E. Navarrete Hinojosa, K. M. López Montes, B. Burgos Flores. "Estudio de Empleadores de Egresados, Unidad Regional Centro", Colección: Documentos de Investigación Educativa, Universidad de Sonora (2004).

De lo anterior se desprende que existe una demanda social apreciable de esta Licenciatura y que la ocupación futura de sus egresados seguirá siendo positiva en tanto el programa continúe ofreciendo una formación de calidad.

Convencidos de estos aspectos, la comisión actual se centró en los conocimientos típicos de una Licenciatura en Física y las formas más indicadas para tener acceso a ellos en la actualidad, siguiendo las pautas dictadas por el documento "Lineamientos generales para un modelo curricular de la Universidad de Sonora".

La elaboración de este proyecto se basa en la revisión y actualización de los materiales y trabajos acumulados por la primera y segunda comisión los cuales representaron el punto de partida para esta comisión. Estos trabajos se pueden resumir como sigue:

a. Primera comisión:
   - Reunió diversos planes de estudios equivalentes a la Licenciatura en Física, prevaleciendo programas de universidades estadounidenses, francesas y de la Universidad Nacional Autónoma de México.
   - Realizó una convocatoria previa al personal académico para que presentara opiniones sobre el plan de estudios y su posible reforma.
   - Llevó a cabo diversos análisis para responder a las preguntas planteadas por la secretaría de Educación Pública para el desarrollo del Programa de Formación de Profesores (PROMEP)[10].
   - Dispuso de un seguimiento de egresados y de un documento de respuesta a las evaluaciones del Comité Interinstitucional de Evaluación de la Educación Superior (CIEES)[11].

b. Segunda comisión:
   - Revisó los lineamientos específicos acordados por el Colegio Académico.
   - Analizó un perfil del egresado de la Carrera de Física tomando en cuenta: (a) la experiencia en Sonora desde 1964 hasta 1998 y (b) las líneas de desarrollo moderno de la actividad del físico y las características que tendrá la Física en el Siglo XXI.
   - Evaluó la coherencia interna del plan de estudios actual, tomando como referencia los contenidos de las materias.
   - Acordó una revisión sobre la base de las conclusiones obtenidas en los puntos anteriores.
   - Elaboró un documento final que contiene el trabajo desarrollado y trató de consensuarlo con la comunidad de físicos de la Universidad de Sonora.

   En diversos períodos esta comisión consultó a una gama amplia de profesores caracterizados por una experiencia larga en la enseñanza en la Licenciatura en Física, incluyendo un experto externo a la institución, el Doctor Eugenio Ley Koo.

[10] Ver: "Proyecto de Desarrollo de los Cuerpos Académicos 1997-2006". Se encuentra en las oficinas de la División de Ciencias Exactas y Naturales y en la dirección http://www.dcen.uson.mx/planes_desarrollo,html.
[11] Ver: "Plan de Atención a las Recomendaciones de los CIEES". Se encuentra en las oficinas de la División de Ciencias Exactas y Naturales y en la dirección http://www.dcen.uson.mx/planes_desarrollo.html.

Considerando este trabajo previo y después de varias reuniones de trabajo en las que se revisó de nuevo el marco normativo, la comisión actual llegó a las conclusiones que se enumeran enseguida:

1. La experiencia obtenida con el plan de estudios actual es buena en el sentido de que un perfil general permite al estudiante encontrar posteriormente su especialización en disciplinas que cubren un abanico muy amplio. Los conocimientos alcanzados en cuatro años de estudios no suelen ser suficientes para incidir en los procesos de producción de la industria pero es indudable que con una preparación adicional los egresados pueden hacerlo
2. Una revisión de la literatura científica indica que en la actualidad la Física avanza hacia la interdisciplinariedad, en consecuencia, es necesario motivar al estudiante para que tome en cuenta esta nueva tendencia de desarrollo. En este sentido el Plan de Estudios de la Licenciatura en Física debe contener los elementos para crear y mantener un ambiente académico rico que genere el interés de los estudiantes en las demás ciencias básicas.
3. El ambiente académico que se menciona en el punto 2 puede intentarse por diversos caminos que serán evaluados por la comisión posteriormente, estos son: (a) a través de cursos básicos de la carrera, (b) mediante materias avanzadas de la carrera, (c) haciendo uso de formas novedosas para lograr estos nuevos objetivos, éstas podrían ser actividades extracurriculares o cursos libres que no impliquen necesariamente créditos.
4. Al considerar el punto 3 es necesario tomar en cuenta que incluir en ocho semestres todos los elementos que necesita un Licenciado en Física ya es muy complicado, lo cual se traduce en ausencia de tiempo disponible; en consecuencia, los espacios a utilizar para incluir nuevas materias son muy pocos.
5. Es necesario reforzar la formación experimental del Licenciado en Física y trascender más allá de la realización de experimentos de corte demostrativo. El nuevo plan de estudios debe contener un concepto de laboratorio más formativo y más profesional. La importancia que se dé al laboratorio permitirá al estudiante conocer en la práctica el método de las ciencias, ya que la Física experimental cumple, por la naturaleza del trabajo que en ella se desarrolla, con los elementos necesarios para formar científicamente al estudiante, orientándolo en la práctica de la duda razonable y el cuestionamiento de aquello que se le enseña.
6. Es necesario mantener y actualizar los conocimientos profundos, rigurosos y formales del egresado de la licenciatura en cuatro ramas básicas de la Física, a saber: Mecánica Clásica, Electrodinámica, Mecánica Cuántica y Física Estadística. Manejar con destreza las funciones especiales y demás métodos matemáticos. Reforzar el uso de la Programación y la Física computacional. La preparación consistente en estos aspectos facilitará al egresado su formación futura en ramas diversas como pueden ser: Estado Sólido, Óptica, etc.
7. De las observaciones al perfil del egresado actual se desprende lo siguiente: (a) requiere más claridad en los niveles en los cuales el Licenciado en Física puede realizar su trabajo de docencia, (b) es necesario ser más específicos en el papel que puede cumplir en la investigación un Licenciado en Física, (c) también debe expresarse con más precisión el trabajo de difusión que puede llevar a cabo.

Tomando como base estas conclusiones estudiamos un conjunto de objetivos a alcanzar en la formación del Licenciado en Física y el correspondiente sistema de elementos conceptuales de la Física y de la Matemática. Revisamos los contenidos de las asignaturas del plan de estudios y estructuramos un listado de materias y sus correspondientes programas, los cuales forman parte del cuerpo de este documento.

3. Fundamentos.

La enseñanza de la Física, a través del plan de estudios de esta Licenciatura, toma en cuenta el carácter científico de esta actividad humana. En este sentido, busca formar al estudiante en la metodología de la misma para que incorpore a sus habilidades las cualidades características de un científico que practica esta disciplina. Sobre esta base, las metas en la formación del egresado deben incluir.

1. El estudio sistemático de los fenómenos naturales tratando de encontrar las leyes básicas que los rigen.
2. El uso de las matemáticas como lenguaje y la combinación de estudios teóricos con experimentales para la obtención de las leyes.
3. La concepción metodológica clara de que una ley física es cierta cuando su comprobación experimental proporciona resultados positivos.
4. El cultivo de la expresión sistematizada del conocimiento disciplinar, tanto en forma oral como escrita.

La enseñanza en la Licenciatura en Física debe reflejar dos características contradictorias de esta ciencia:

1. El carácter estable de los conocimientos de Física, que se debe a que las teorías físicas, como generadoras de modelos para el estudio de la naturaleza, proporcionan leyes que establecen relaciones matemáticas entre elementos de un sistema físico pero con un carácter de verdad científica que tiene intervalos de validez bien determinados por el experimento. Ejemplo: la mecánica newtoniana es válida para velocidades muy pequeñas comparadas con la de la luz.
2. La Física es una ciencia en cambio permanente hacia la búsqueda de leyes con intervalos de validez cada vez más amplios.

La primera de estas características nos lleva a plantear en este documento contenidos fijos para cada curso y que están muy bien establecidos para las asignaturas de Física a través de los años. La segunda nos plantea la necesidad de educar al estudiante en algunos de los cambios más importantes y recientes de esta ciencia, motivándolo a que se acerque, especialmente en los últimos tres semestres de la Licenciatura, a las vivencias de la investigación científica.

Las cuatro necesidades epistemológicas señaladas al inicio de esta sección se pueden alcanzar mediante el proceso de enseñanza aprendizaje descrito en la sección de estructura

curricular de este documento, mientras que las dos características (de estabilidad y de cambio permanente) se logran mediante el estudio directo de las teorías físicas conforme a los contenidos de las asignaturas que se señalan más adelante.

Los métodos de enseñanza deben incluir la práctica de: (a) rigor en el pensamiento matemático, (b) habilidad en el cálculo hasta apropiarse de la herramienta y manejarla como lenguaje útil en el análisis físico, (c) capacidad para la realización primero, y diseño después, de experimentos de Física. La actividad curricular debe llevar como propósito primario el dominio de los elementos anteriores hasta un nivel que es considerado dentro de los estándares internacionales para una Licenciatura y que se muestra ampliamente en la literatura científica y en multitud de libros de texto. Además, debe llevar como propósito último la independencia de pensamiento en el análisis de teorías y fenómenos físicos, así como una serie de actitudes y habilidades que se detallan en la sección titulada: "Perfil del egresado".

4. Objetivos generales y específicos.

La historia reciente de las civilizaciones muestra que el desarrollo de toda nación tiene como uno de sus componentes fundamentales al conocimiento científico. Esta historia es rica en ejemplos indicativos de la necesidad que tienen las sociedades de prestar atención a la ciencia, particularmente a la Física, como una de las áreas más importantes en la investigación científica y en sus aplicaciones. En este sentido, es indispensable la existencia en México, y concretamente en el Estado de Sonora, de una oferta educativa que incluya a una ciencia básica como la Física.

En términos institucionales, la Universidad de Sonora desarrolla y mantiene el Programa de Licenciatura en Física como una de las formas de la Universidad para cumplir con uno de sus objetivos básicos, que es el siguiente:

> "La Universidad de Sonora tiene como objetivos la preservación, creación y difusión de la cultura científica, tecnológica y humanística en beneficio de la sociedad"[12]

Se enmarca, además, dentro de un esfuerzo institucional para cumplir con la siguiente misión de la educación superior:

> "…promover, generar y difundir conocimientos por medio de la investigación y, como parte de los servicios que ha de prestar a la comunidad, proporcionar las competencias técnicas adecuadas para contribuir al desarrollo cultural, social y económico de las sociedades, fomentando y desarrollando la investigación científica y tecnológica…"[13]

Dentro de este impulso al desarrollo científico, una de las funciones del Programa de Licenciatura en Física es responder al siguiente esfuerzo cultural generalizado:

[12]Artículo 5 de la Ley No. 4, Orgánica de la Universidad de Sonora.
[13]Declaración Mundial de la UNESCO, octubre de 1998.

"…incrementar la investigación en todas las disciplinas, comprendidas las ciencias sociales y humanas, las ciencias de la educación (incluida la investigación sobre la educación superior y la investigación en los establecimientos de enseñanza superior), la ingeniería, las ciencias naturales, las matemáticas, la informática y las artes, en el marco de políticas nacionales regionales e internacionales de investigación y desarrollo. Reviste especial importancia el fomento de las capacidades de investigación en los establecimientos de enseñanza superior con funciones de investigación puesto que cuando la educación superior y la investigación se llevan a cabo en un alto nivel dentro de la misma institución se logra una potenciación mutua de la calidad"[14]

4.1. Objetivo general

La Universidad de Sonora ofrece la Licenciatura en Física con el objetivo de formar profesionales dedicados al estudio sistemático y científico de los fenómenos naturales, utilizando las matemáticas como lenguaje y combinando estudios teóricos, experimentales y computacionales en la búsqueda de las leyes físicas que describen la naturaleza.

Como ciencia, la Física cumple dos funciones: una de enriquecimiento espiritual, que consiste en proporcionar al ser humano la satisfacción de comprender los fenómenos naturales e incorporar conocimientos científicos a la cultura general, y otra de beneficio en las aplicaciones tecnológicas potenciales, que se derivan del carácter predictivo de las teorías físicas.

4.2. Objetivos específicos

El desarrollo de la Física en la Universidad de Sonora, a partir de la fundación de la Licenciatura en Física, ha aportado experiencias y ha acumulado un número de egresados y de profesores e investigadores con preparación creciente; lo cual proporciona una planta académica con el nivel adecuado para aportar su contribución a la formación de seres humanos cultos, de acuerdo a los siguientes objetivos específicos:

- Formar profesionales con las características de:
  - Rigurosidad en el pensamiento físico y matemático.
  - Alto manejo técnico de la herramienta matemática.
  - Uso de modelos estructurados coherentemente para estudiar diversos sistemas.
  - Comprensión de manuales de equipo tecnológico.
  - Hábitos de trabajo apropiados en ambientes de laboratorio.
- Formar profesionales que pueden desenvolverse en la enseñanza de la Física a niveles que van desde la educación media hasta la licenciatura.
- Formar profesionales que pueden desenvolverse como colaboradores de un investigador en Física, actuando como auxiliar en labores específicas del trabajo que desarrolla.
- Formar profesionales capacitados para participar en grupos interdisciplinarios que desarrollen la difusión científica.

[14]Ibid.

- Formar profesionales que pueden continuar su preparación mediante estudios de postgrado.
- Formar profesionales que pueden desenvolverse como colaboradores en una empresa que requiera las habilidades del egresado, actuando como auxiliar en labores específicas del trabajo que ahí se desarrolla.

5. Perfil curricular.

5.1. Perfil de ingreso

Los estudiantes interesados en ingresar al programa de la Licenciatura en Física deben cumplir con lo establecido en el Reglamento Escolar de la Universidad de Sonora.

Por otra parte, el estudiante de la Licenciatura en Física que se desarrolla satisfactoriamente requiere un gusto generalizado por la ciencia y disposición al esfuerzo personal y al trabajo en equipo, con las siguientes cualidades:

- ✓ Curiosidad por describir la naturaleza.
- ✓ Inclinación por la lectura.
- ✓ Paciencia para analizar textos hasta comprender los razonamientos que respaldan las afirmaciones y demostraciones contenidas en el mismo.
- ✓ Disposición hacia el análisis crítico, que ayuda como semilla para desarrollar el pensamiento físico y matemático riguroso.
- ✓ Interés en el ejercicio de las matemáticas hasta obtener las habilidades para utilizarlas en los razonamientos físicos.

5.2. Perfil del egresado

El Licenciado en Física tiene conocimiento en cuatro áreas fundamentales de la Física, que son: la Mecánica Clásica, la Electrodinámica Clásica, la Mecánica Cuántica y la Física Estadística. Su formación incluye un aspecto teórico y otro experimental para desenvolverse en tres ámbitos, no necesariamente incluyentes: la docencia, la investigación y la consultoría en la difusión de temas científicos. El entrenamiento cotidiano en la solución de problemas académicos, lleva a que los egresados tiendan, en grados de desarrollo diverso, a la independencia de pensamiento y a la creatividad como parte de su actividad profesional.

En el ramo docente sus conocimientos le permiten desenvolverse a niveles que van desde la enseñanza media hasta la licenciatura.

En el ámbito de la investigación puede desenvolverse como colaborador de un investigador en Física, actuando como auxiliar en labores específicas del trabajo que éste desarrolla.

En la función de extensión, su capacitación le permite participar en grupos interdisciplinarios que desarrollan la difusión científica.

La experiencia que adquiere el Licenciado en Física para utilizar las matemáticas en el modelado de fenómenos físicos, así como el entrenamiento para resolver problemas científicos específicos mediante técnicas analíticas, experimentales o de cómputo, lo preparan para dirigir su área de interés en diversas direcciones que pueden incluir disciplinas distintas a la Física. En este sentido, la Licenciatura en Física puede entenderse como la fase inicial de un proceso en el cual sus estudiantes se preparan para continuar su preparación mediante estudios de postgrado, siendo el doctorado la etapa final de la misma. Por consiguiente, una de las metas de la licenciatura es preparar egresados que sean capaces de realizar con éxito estudios de postgrado dentro de los estándares internacionales reconocidos.

Además de las instituciones educativas, las empresas pueden aprovechar al Licenciado en Física por su facilidad para recibir entrenamiento, misma que descansa sobre las siguientes habilidades:

- ✓ Rigurosidad en el pensamiento físico y matemático.
- ✓ Capacidad para expresar sus ideas de una manera clara y objetiva.
- ✓ Alto manejo técnico de la herramienta matemática.
- ✓ Uso de modelos estructurados coherentemente para estudiar diversos sistemas.
- ✓ Comprensión de manuales de equipo tecnológico.
- ✓ Hábitos de trabajo apropiados en ambientes de laboratorio.

Como parte de la formación integral del individuo, mencionada en el Artículo 5 de la Ley Orgánica de la Universidad de Sonora, y tomando como base que el humanismo es la esencia de la Universidad de Sonora, el egresado de la Licenciatura en Física será un profesionista con un amplio desarrollo de la creatividad y la inteligencia, actitud crítica y capacidades suficientes para el autoaprendizaje y enfrentar, desde diversas perspectivas, los desafíos que se les presenten, manifestando en todo momento una conciencia social, de solidaridad y de justicia.

6. Descripción general del Plan de estudios.

6.1. Estructura curricular.

El plan de estudios de la Licenciatura en Física consta de 380 créditos, de los cuales 340 corresponden a asignaturas obligatorias, 8 a asignaturas electivas de las áreas de Humanidades, Ciencias Sociales y Económicas y 32 a asignaturas optativas. Las asignaturas se encuentran divididas en 5 ejes formativos como se indica en las tablas 4.1 y 4.2 ubicadas en páginas posteriores.

En cuanto a los créditos obligatorios, y de acuerdo con los "Lineamientos generales para un modelo curricular de la Universidad de Sonora", éstos se distribuyen de la siguiente manera:

23 asignaturas que pertenecen al área disciplinar, 11 que pertenecen al área de formación en Matemáticas, 7 que pertenecen a otras áreas de formación complementaria y una actividad extracurricular.

Procurando conservar la tradición de formar científicos altamente capacitados y cumpliendo con las nuevas formas de enseñanza mencionadas en los "Lineamientos generales para un modelo curricular de la Universidad de Sonora" −el cual, a su vez, se sustenta sobre el autoaprendizaje y la enseñanza centrada en el estudiante−, este plan de estudios incorpora espacios educativos novedosos que se concretan a través de los talleres y una mejor organización del trabajo de laboratorio.

Este plan de estudios se sustenta en una visión holística del aprendizaje, en la cual el estudiante adquiere las habilidades que garantizan su desempeño en los ámbitos de docencia, investigación y difusión. Lo anterior se logra mediante la actividad cotidiana que se organiza en cada espacio educativo.

En contraste con el plan que data de 1978, este nuevo plan de estudios incorpora y extiende la práctica, que ya existe en algunos cursos, de orientar al estudiante a través de talleres de resolución de problemas, talleres en el área de cómputo y talleres para la exposición de temas de clase. Para tal fin se han agregado 72 horas de taller, que representan más del 16% del currículo total, con las cuales se refuerzan las habilidades típicas que hacen posible el desempeño del egresado tanto como docente, investigador y/o divulgador. En cuanto al trabajo de laboratorio, éste se ha reorganizado mediante la incorporación de nuevos espacios para el desarrollo de dicha actividad (12 horas adicionales a las establecidas anteriormente para el laboratorio) que reforzarán las habilidades necesarias para el buen desempeño de los egresados en los tres ámbitos ya mencionados.

Tal como se expuso en la Introducción, la Licenciatura en Física, con su plan de estudios que data de 1978, es una licenciatura activa en la Universidad de Sonora. Con base en la experiencia acumulada durante el desarrollo de la misma, se espera que el número de alumnos a atender por el programa sea de 80 estudiantes distribuidos en los diferentes semestres, de los cuales 20 serán de nuevo ingreso cada año; además, se espera que el egreso previsible del programa sea de 10 estudiantes por año, es decir del orden de 50% de los estudiantes que ingresan.

6.2. Distribución de asignaturas.

De acuerdo a la estructura del mapa curricular la distribución sugerida permite cubrir el total de créditos de la licenciatura en un periodo de 8 semestres, que es la duración normal prevista para la licenciatura. Sin embargo, el estudiante podrá hacer un reacomodo de las materias, siempre y cuando se respete la seriación correspondiente, con la finalidad de cursar el programa en un periodo mayor. El plazo máximo para cursarlo es de 18 semestres.

En cumplimiento de la fracción VII del Artículo 9 de los "Criterios para la formulación y aprobación de planes y programas de estudio" se establece un mínimo de 3 créditos y un máximo

de 60 créditos que deberán cursarse por periodo escolar, siendo 48 el número promedio de créditos por periodo.

Plan 2005		
Eje de formación	**Asignatura**	**Créditos**
Común	Características de la sociedad actual	03
	Ética y desarrollo profesional	03
	Estrategias para aprender a aprender	03
	Nuevas tecnologías de la información y la comunicación	03
	Actividad extracurricular	04
	Total de créditos del eje	**16**
Básico	Álgebra superior I	08
	Geometría analítica	08
	Cálculo diferencial e integral I	08
	Física contemporánea	08
	Expresión oral y escrita	07
	Mecánica I con laboratorio.	10
	Cálculo diferencial e integral II	08
	Álgebra lineal I	08
	Programación y lenguaje Fortran	08
	Redacción de textos académicos	07
	Fluidos y fenómenos térmicos con laboratorio	10
	Mecánica II con laboratorio	10
	Cálculo diferencial e integral III	08
	Análisis numérico I	09
	Ecuaciones diferenciales I	08
	Probabilidad	08
	Cálculo diferencial e integral IV	10
	Estadística	08
	Electromagnetismo con laboratorio	10
	Didáctica general	08
	Electiva de Humanidades, Ciencias Sociales o Económico-Administrativas.	08
	Total de créditos del eje	**177**

Tabla 4.1. Relación de asignaturas y créditos por eje curricular

Plan 2005		
Eje de Formación	**Asignatura**	**Créditos**
Profesional	Física computacional I	08
	Introducción a la Física moderna I	10
	Métodos matemáticos de la Física I	10
	Mecánica teórica	10
	Introducción a la Física moderna II	10
	Óptica	10
	Instrumentación I	10
	Métodos matemáticos de la Física II	10
	Termodinámica clásica	08
	Introducción a la mecánica cuántica	10
	Instrumentación II	06
	Teoría electromagnética	10
	Física cuántica	10
	Desarrollo experimental I	08
	Total de créditos del eje	**130**
Integrador	Física moderna	10
	Física estadística	10
	Desarrollo experimental II	05
	Total de Créditos del Eje	**25**
Especializante	32 Créditos de Asignaturas Optativas	32
	Total de Créditos del Eje	**32**

Tabla 4.2. Relación de asignaturas y créditos por eje curricular (continuación de la tabla 4.1)

La carga semanal, en créditos y en horas, propuestas para un estudiante de tiempo completo, se distribuye como se indica en las tablas 5.1 y 5.2.

Semestre	Asignatura	Horas[15]			Créditos
		T	t	L	
I	Cálculo diferencial e integral I	3	2	0	8
	Álgebra superior I	3	2	0	8
	Geometría analítica	3	2	0	8
	Estrategias para aprender a aprender	0	3	0	3
	Nuevas tecnologías de la información y la comunicación	0	3	0	3
	Física contemporánea	3	2	0	8
	Expresión oral y escrita	2	3	0	7
	Actividad extracurricular[16]				4
	Total semestre:	**31**			**49**
II	Cálculo diferencial e integral II	3	2	0	8
	Mecánica I con laboratorio	3	2	2	10
	Programación y lenguaje Fortran	3	2	0	8
	Álgebra lineal I	3	2	0	8
	Características de la sociedad actual	0	3	0	3
	Ética y desarrollo profesional	0	3	0	3
	Redacción de textos académicos	2	3	0	7
	Total semestre:	**33**			**47**
III	Cálculo diferencial e integral III	3	2	0	8
	Análisis numérico I	4	1	0	9
	Ecuaciones diferenciales I	3	2	0	8
	Fluidos y fenómenos térmicos con laboratorio	3	2	2	10
	Mecánica II con laboratorio	3	2	2	10
	Probabilidad	3	2	0	8
	Total semestre:	**34**			**53**
IV	Cálculo diferencial e integral IV	4	2	0	10
	Estadística	3	2	0	8
	Electromagnetismo con laboratorio	3	2	2	10
	Introducción a la Física moderna I	4	1	1	10
	Física computacional I	3	2	0	8
	Optativa				4
	Total semestre[17]:	**31-33**			**50**

Tabla 5.1. Distribución de asignaturas por semestre.

[15] T = Teoría, t = taller, L = Laboratorio.
[16] Ver explicación en el texto que sigue a la tabla 5.2.
[17] Debido al carácter no uniforme de las materias optativas, en cuanto a su distribución de horas a la semana, el total de horas por semestre se establece como un intervalo, donde el valor mínimo aplica cuando son completamente teóricas y el valor máximo aplica cuando son completamente prácticas, ya sea en formato de taller o de laboratorio.

Semestre	Asignatura	Horas			Créditos
		T	t	L	
V	Óptica	4	0	2	10
	Introducción a la Física moderna II	4	0	2	10
	Métodos matemáticos de la Física I	4	2	0	10
	Mecánica teórica	4	2	0	10
	Instrumentación I	4	0	2	10
	Total semestre:	**30**			**50**
VI	Métodos matemáticos de la Física II	4	2	0	10
	Introducción a la mecánica cuántica	4	2	0	10
	Instrumentación II	2	0	2	6
	Termodinámica clásica	3	0	2	8
	Didáctica general	3	2	0	8
	Optativas				4
	Total semestre[18]:	**28-30**			**46**
VII	Física cuántica	4	2	0	10
	Teoría electromagnética	4	2	0	10
	Desarrollo experimental I	0	0	8	8
	Optativas				8
	Electiva de Humanidades, Ciencias Sociales o Económico-Administrativas				8
	Total semestre[18]:	**29-33**			**44**
VIII	Desarrollo experimental II	0	0	5	5
	Física estadística	4	2	0	10
	Física moderna	4	2	0	10
	Optativas				16
	Total semestre[18]:	**25-33**			**41**
Total de Créditos de la Carrera					**380**

Tabla 5.2. Distribución de asignaturas por semestre (continuación de la tabla 5.1).

Como parte de los "Lineamientos generales para un modelo curricular de la Universidad de Sonora" este plan de estudios requiere de la cobertura de 4 créditos mediante el cumplimiento de actividades seleccionadas libremente por los estudiantes, tales como el aprendizaje disciplinado de alguna modalidad o rama del arte, la práctica organizada de actividades deportivas, la selección de cursos formativos y de cultura general. Estos 4 créditos deberán

[18] Ver la nota 16 en la página anterior.

cumplirse antes de iniciar el quinto semestre, tomando como base una combinación de las actividades señaladas en la tabla 6, y otras actividades que en el futuro aprueben con esta finalidad las instancias correspondientes de la Universidad de Sonora. Para su acreditación el estudiante quedará inscrito a partir del primer semestre en la asignatura "Actividad extracurricular", y la acreditación estará a cargo de su tutor (como se puede ver de la tabla, esta acreditación puede ser parcial, distribuida en diversas actividades señaladas en la tabla 6, o global, eligiendo una actividad de 4 créditos).

Actividad	Valor en créditos
Pertenecer a un grupo cultural representativo de la institución (teatro, música, danza, etcétera) al menos durante dos semestres	4
Pertenecer a un equipo deportivo, al menos durante dos semestres	4
Participación en un Verano de la Ciencia o equivalente	4
Asistencia programática a eventos culturales: conciertos, puestas en escena, presentación de libros, exposiciones de artes plásticas, tertulias literarias (mínimo cinco al semestre)	2
Participación en grupos de formación artística y deportiva (talleres libres, clubes, etcétera), al menos durante todo el semestre.	2

Tabla 6. Actividades extracurriculares

Las materias optativas del eje especializante se norman conforme a lo establecido más adelante en el cuerpo de este documento.

6.3. Mapa Curricular

El mapa curricular se estructura siguiendo un modelo de organización que combina un sistema de asignatura con los ejes formativos que se enumeran enseguida:

Formación común: contiene actividades educativas comunes a todos los programas de la institución, e implica el compromiso de promover actitudes y habilidades que el alumno aplicará a lo largo de todo el plan de estudios y en su ejercicio profesional. La intención de este eje es que, en su experiencia educativa el alumno pueda utilizar la computadora, leer y analizar textos, redactar distintos tipos de documentos y desarrollar y aplicar habilidades de pensamiento, ubicar los problemas regionales en el marco de las disciplinas estudiadas, conducirse con ética profesional y con responsabilidad en el cuidado y conservación del medio ambiente, etc.

Este eje está formado por los cuatro cursos aprobados por el Colegio Académico, así como la actividad extracurricular.

Formación básica: proporciona la formación necesaria para acceder al estudio de una disciplina. Este eje está estructurado con un conjunto de materias que presentan todos los aspectos básicos de la Física, las matemáticas y de la expresión oral y escrita, de tal manera que

cumplen la función de enseñar al estudiante a pensar mediante las pautas características de los físicos y a desarrollar la intuición propia de los practicantes de esta ciencia para abordar los problemas de Física. En cuanto a la expresión oral y escrita, está formado por cursos dirigidos a reforzar en el estudiante la comprensión y lectura de textos, así como la transmisión de sus ideas de forma oral y escrita. En cuanto a la formación matemática, se compone de un conjunto de asignaturas que introducen al estudiante en la práctica del pensamiento matemático formal y lo entrenan para que obtenga habilidad para calcular, a fin de que la utilice como herramienta dentro del contexto de las teorías y los problemas de Física. En cuanto a la formación en Física contempla los cursos iniciales en esta disciplina que describen el movimiento, el comportamiento de los fluidos, y el estudio los cuerpos cargados. Estos temas son expuestos con la herramienta matemática mencionada anteriormente y con la componente experimental básica.

Formación profesional: está constituido por asignaturas que dan el carácter distintivo al programa. Este eje constituye el núcleo de la Licenciatura en Física y está integrado por catorce asignaturas. En él se estudian con rigor y formalidad las teorías físicas fundamentales, se entrena al estudiante en el uso de técnicas experimentales, se le proporcionan los métodos analíticos y las técnicas numéricas y computacionales, indispensables para su desarrollo profesional. Sus contenidos abordan los conocimientos que permiten el desarrollo profesional de un Físico y corresponden a las asignaturas adoptadas en planes de estudio similares.

Integrador: Este eje está formado por tres asignaturas, las cuales integran, en sus contenidos respectivos, los conocimientos adquiridos durante la trayectoria curricular, así como las diferentes modalidades del proceso de enseñanza aprendizaje. Por su carácter integrador en este eje se utilizan las habilidades y los conocimientos adquiridos durante el desarrollo de los ejes anteriores, sus contenidos son apropiados para los estudiantes que están finalizando la Licenciatura.

Formación especializante: constituye el conjunto de asignaturas optativas, ubicadas en el mapa curricular en forma creciente a partir del semestre IV de la Licenciatura, de las cuales el estudiante debe cubrir un mínimo de 32 créditos. Se busca que a través de su propia selección el estudiante diseñe personalmente su preparación especializada. Para ese fin el estudiante puede utilizar este eje para desarrollar su trabajo de titulación, para acercarse a colaborar en la investigación y descubrir cómo la Física es una ciencia en cambio permanente, para extenderse en la formación teórica, para consolidar su habilidad en la experimentación. Los profesores, dependiendo de su propia formación, pueden fomentar la interdisciplinariedad con otras ciencias mediante la incorporación de aplicaciones a problemas específicos en sus cursos.

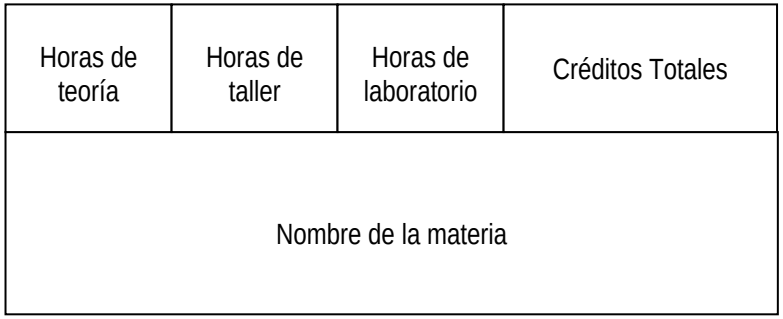
Siguiendo estos lineamientos, en la siguiente página se presenta el mapa curricular propuesto para la Licenciatura en Física, el cual recoge la experiencia previa del programa. Construido sobre los ejes común y básico, el eje profesional consta de un conjunto de materias estructuradas de manera secuencial, con una seriación que garantiza los antecedentes académicos que requieren dichas asignaturas y que desemboca a las materias del eje integrador que proporciona una formación terminal. Aunado a lo anterior, el eje especializante consta de una gran cantidad de materias optativas que permitirán al estudiante escoger de una amplia gama de tópicos y campos de la Física que se desarrollan en la Universidad de Sonora, lo que le imprime un carácter flexible al programa.

Mapa curricular de la Licenciatura en Física

Semestres

Se debe acreditar el nivel V de Inglés conforme a los niveles establecidos por el Departamento de Lenguas Extranjeras de la Universidad de Sonora.

Clave de significados del mapa curricular:



La seriación se indica con una línea continua que une los recuadros de dos cursos. En este mapa el flujo es siempre de izquierda a derecha. El cruce de líneas es circunstancial. La bifurcación de una línea se indica con un punto.

Eje de formación común

Eje de formación básica

Eje de formación profesional

Eje de formación especializante

Eje integrador

Asignaturas de Humanidades, etc.

En la tabla 7 se indica el cumplimiento de los "Lineamientos generales para un modelo curricular de la Universidad de Sonora" en términos del peso relativo de los distintos ejes en la Licenciatura.

Eje de Formación	Créditos	%
Común	16	4.21
Básica	177	46.58
Profesional	130	34.21
Integrador	25	6.57
Especializante	32	8.42
Total de Créditos de la Licenciatura	380	100

Tabla 7. Porcentaje de créditos por eje curricular.

Como se expresó en la sección “Introducción” de este documento, los egresados de la Licenciatura en Física desarrollan su profesión principalmente en espacios académicos, tanto de docencia como de investigación, por lo que se considera que el cumplimiento del lineamiento 20 está satisfecho, ya que durante el desarrollo de las diferentes asignaturas, sobre todo las de los ejes profesional e integrador, el estudiante realiza actividades en espacios donde se desarrolla principalmente la profesión de un Físico. En particular, esta propuesta se desarrolla pensando en 4 líneas disciplinarias: Física computacional, teórica y experimental además de los métodos matemáticos; es en este sentido que se proponen asignaturas representativas de cada una de ellas, donde se hace explícita la vinculación de las actividades del curso con las actividades profesionales que desarrolla principalmente un Físico. Estas asignaturas son: Física computacional I, Métodos matemáticos de la Física II, Física moderna y Desarrollo experimental II, las cuales representan más del 8% de los créditos totales del plan.

El cumplimiento del lineamiento 29 se considera satisfecho, ya que durante el desarrollo de las diferentes asignaturas, sobre todo las que pertenecen al eje especializante, el estudiante realiza actividades en espacios donde se fomentan actividades de Investigación que pueden conducir a proyectos de tesis o trabajo profesional para la titulación. Estas actividades se fortalecen con otras de carácter extracurricular como son: El Seminario de Investigación del Departamento de Física, el Seminario de Docencia del Departamento de Física, el Seminario de los Estudiantes de Física, las estancias en los Veranos de la Investigación (o sus equivalentes).

De acuerdo con el punto 21 de los lineamientos mencionados en el documento referido líneas arriba, que indican un mínimo del 10%, se han incluido en este plan: tres asignaturas del Eje Común: “Características de la Sociedad Actual”, “Ética y desarrollo profesional” y “Estrategias para aprender a aprender” que suman 9 créditos; tres asignaturas del eje básico: “Expresión oral y escrita”, “Redacción de textos académicos” y “Didáctica general” que suman 22 créditos; y 8 créditos correspondientes a asignaturas de carácter electivo, de tal forma que se completan 39 créditos de las áreas de Humanidades, Ciencias Sociales y Económicas correspondientes al 10.26%.

Para mantener una carga equilibrada entre los semestres se recomienda que las asignaturas electivas mencionadas en el párrafo anterior, sean cursadas a partir del séptimo semestre; estas asignaturas son las incluidas en la tabla 8.

Nombre de la Asignatura	Número de créditos	Departamento que ofrece el servicio
Acondicionamiento físico I	12	Bellas Artes
Apreciación musical	04	Bellas Artes
Arte y pensamiento I	04	Bellas Artes
Danza y expresión corporal	02	Bellas Artes
Dibujo I	10	Bellas Artes
Dicción I	03	Bellas Artes
Entrenamiento vocal I	01	Bellas Artes
Historia comp. de las artes visuales I	08	Bellas Artes
Literatura y análisis de textos I	05	Bellas Artes
Solfeo, teoría y entrenamiento auditivo I	06	Bellas Artes
Taller de escultura I	07	Bellas Artes
Taller de grabado I	07	Bellas Artes
Taller de pintura I	07	Bellas Artes
Taller de Sensibilización	02	Bellas Artes
Administración I	10	Contabilidad
Contabilidad I	07	Contabilidad
Principios de Derecho	10	Contabilidad
Microeconomía	10	Contabilidad
Economía política	08	Economía
Historia económica I	08	Economía
Introducción a las finanzas	06	Economía
Metodología de la ciencia económica	08	Economía
Teoría económica	10	Economía
Didáctica de la Física	08	Física
Enseñanza de la Física con Tecnología	08	Física
Historia de la Física	08	Física
Historia de las ideas básicas de la Física	08	Física
Filosofía de la Ciencia	08	Física

Tabla 8. Materias electivas de las áreas de Humanidades, Ciencias Sociales y Económicas.

6.4. Tabla de seriación y Tabla de equivalencias con el plan anterior

A continuación se presenta la tabla de asignaturas obligatorias con su nombre oficial y completo así como sus prerrequisitos empleando las claves provisionales que se indican.

Clave	Nombre de la asignatura	Horas			Créditos	Seriación
		T	t	L		
b1	Cálculo diferencial e integral I	3	2	0	8	
b2	Álgebra superior I	3	2	0	8	
b3	Geometría analítica	3	2	0	8	
ch1	Estrategias para aprender a aprender	0	3	0	3	
c2	Nuevas tecnologías de la información y la comunicación	0	3	0	3	
b4	Física contemporánea	3	2	0	8	
bh1	Expresión oral y escrita	2	3	0	7	
b5	Cálculo diferencial e integral II	3	2	0	8	b1
b6	Mecánica I con laboratorio	3	2	2	10	b1
b7	Programación y lenguaje Fortran	3	2	0	8	b2
b8	Álgebra lineal I	3	2	0	8	b3
ch3	Características de la sociedad actual	0	3	0	3	
ch4	Ética y desarrollo profesional	0	3	0	3	
bh2	Redacción de textos académicos	2	3	0	7	bh1
b9	Cálculo diferencial e integral III	3	2	0	8	b5, b8
b10	Análisis numérico I	4	1	0	9	b5
b11	Ecuaciones diferenciales I	3	2	0	8	b5, b8
b12	Fluidos y fenómenos térmicos con laboratorio	3	2	2	10	b6
b13	Mecánica II con laboratorio	3	2	2	10	b6
b14	Probabilidad	3	2	0	8	b5
b15	Cálculo diferencial e integral IV	4	2	0	10	b9
b16	Estadística	3	2	0	8	b14
b17	Electromagnetismo con laboratorio	3	2	2	10	b12
b18	Didáctica general	3	2	0	8	150 cred.
p1	Introducción a la Física moderna I	4	1	1	10	b13
p2	Física computacional I	3	2	0	8	b7, b11
p3	Óptica	4	0	2	10	b17
p4	Introducción a la Física moderna II	4	0	2	10	p1
p5	Métodos matemáticos de la Física I	4	2	0	10	b15
p6	Mecánica teórica	4	2	0	10	b11, b13
p7	Instrumentación I	4	0	2	10	b17
p8	Métodos matemáticos de la Física II	4	2	0	10	p5
p9	Introducción a la mecánica cuántica	4	2	0	10	p5, p6
p10	Instrumentación II	2	0	2	6	b16, p7
p11	Termodinámica clásica	3	0	2	8	b9, b17
p12	Física cuántica	4	2	0	10	p8, p9
p13	Teoría electromagnética	4	2	0	10	p3, p8
p14	Desarrollo experimental I	0	0	8	8	p3, p10
i1	Desarrollo experimental II	0	0	5	5	p9, p14
i2	Física estadística	4	2	0	10	p11, p12
i3	Física moderna	4	2	0	10	p12, p13

Tabla 9. Cuadro de seriación entre asignaturas del plan 2005.

A continuación se presenta la tabla de equivalencias entre asignaturas obligatorias del plan anterior (78-1) con las de esta propuesta.

Plan 1978	**Plan 2005**
Cálculo diferencial e integral I	Cálculo diferencial e integral I
Álgebra superior I	Álgebra superior I
Geometría analítica	Geometría analítica
Introducción a las disciplinas	Ética y desarrollo profesional
Mecánica I con laboratorio	Mecánica I con laboratorio
Metodología de la investigación	Estrategias para aprender a aprender
Cálculo diferencial e integral II	Cálculo diferencial e integral II
Álgebra lineal I	Álgebra lineal I
Programación de computadoras	Programación y lenguaje Fortran
Fluidos y calor con laboratorio	Fluidos y fenómenos térmicos con laboratorio
Mecánica II con laboratorio	Mecánica II con laboratorio
Análisis numérico I	Análisis numérico I
Cálculo diferencial e integral III	Cálculo diferencial e integral III
Ecuaciones diferenciales I	Ecuaciones diferenciales I
Electromagnetismo con laboratorio	Electromagnetismo con laboratorio
Introducción a la Física moderna I	Introducción a la Física moderna I
Probabilidad	Probabilidad
Cálculo diferencial e integral IV	Cálculo diferencial e integral IV
Introducción a la Física moderna II	Introducción a la Física moderna II
Óptica y ondas con laboratorio	Óptica
Teoría de circuitos	Instrumentación I
Estadística	Estadística
Métodos matemáticos de la Física I	Métodos Matemáticos de la Física I
Electrónica I	Instrumentación II
Mecánica teórica	Mecánica teórica
Física térmica	Física estadística
Introducción a la mecánica cuántica	Introducción a la mecánica cuántica
Métodos matemáticos de la Física II	Métodos Matemáticos de la Física II
Teoría electromagnética	Teoría electromagnética
Física cuántica	Física cuántica
Laboratorio I	Desarrollo experimental I
Física moderna	Física moderna
Laboratorio II	Desarrollo experimental II

Tabla 10. Cuadro de Equivalencias entre las asignaturas obligatorias de los planes 1978 y 2005

6.5. Materias Optativas

Como se mencionó, este conjunto de materias constituyen el medio para que el estudiante diseñe su especialización individual, de acuerdo a sus inquietudes y habilidades. Por ello se adopta un esquema flexible con las siguientes características:

- A partir del semestre IV, el estudiante tendrá acceso a un conjunto de materias optativas que podrá seleccionar de acuerdo al campo de estudio que más le interese.
- A través de los cursos optativos se orienta al estudiante hacia la especialización en alguna rama de la Física. Para lograrlo, algunos de estos cursos están organizados en forma secuencial a través de la seriación.

7. Egreso y titulación.

Son requisitos para ser Pasante de la Licenciatura en Física:

- Haber aprobado al menos 380 créditos de los cuales 340 corresponden a asignaturas obligatorias, 8 a asignaturas electivas y al menos 32 a asignaturas optativas.
- Haber cumplido con el Servicio Social cuya reglamentación establece:
  - Tener cubierto el 50% de créditos académicos para realizar el servicio en la Universidad de Sonora.
  - Tener cubierto el 70% de créditos académicos para realizar el servicio en el exterior de la Universidad de Sonora.
  - Asistir y participar a los eventos de formación u orientación convocados por la Coordinación de Vinculación y Servicio Social Divisional.
  - Contar con la disponibilidad de hasta cuatro horas diarias para la realización del servicio social y cubrir un total de 480 horas, en un tiempo mínimo de seis meses.
  - Registrarse en los períodos correspondientes.
  - Contar con la aprobación del Coordinador de Vinculación y Servicio Social Divisional.
  - Asistir a la entrevista con el responsable del programa por parte de Institución solicitante.
  - Contar con la carta de asignación debidamente formalizada.

Para obtener el título de Licenciado en Física o Licenciada en Física, según el caso, se requiere:

- Ser pasante y cubrir una de las opciones de titulación que marca el Reglamento Escolar de la Universidad de Sonora, que a la fecha incluye:
  - Tesis profesional.
  - Promedio.
  - Trabajo Profesional.
  - Examen nacional de calidad profesional.
  - Servicio Social Comunitario.

- Otras opciones que apruebe el Colegio Académico, a propuesta del Consejo Divisional de la División de Ciencias Exactas y Naturales.

- Acreditar el V nivel de inglés, conforme a los "Lineamientos Generales para un Modelo Curricular de la Universidad de Sonora".

8. Orientaciones para poner en práctica el nuevo plan de estudios.

Una vez aprobado el plan de estudios por las instancias señaladas en la normatividad universitaria, se llevará a la práctica cuidando de las siguientes medidas:

- Garantizar que cada uno de los profesores que imparten asignaturas en la Licenciatura en Física tenga conocimiento completo del contenido del plan, con énfasis en la aportación de la asignatura bajo su responsabilidad al logro del perfil del egreso.
- Impulsar la actualización del personal académico, cuando sea necesaria, proporcionando cursos o espacios de discusión.
- Mantener un sistema permanente de conocimiento del plan e impulsar la integración de una Comisión institucional de evaluación y seguimiento de la Licenciatura en Física.
- Establecer y mantener un inventario de las necesidades de laboratorios y espacios físicos para completar la infraestructura necesaria para garantizar el desarrollo de las asignaturas que poseen una componente experimental.
- Establecer y mantener un inventario de las necesidades de cómputo, tanto en espacio físico como actualización de software y hardware, para proveer la infraestructura necesaria que garantice el desarrollo del programa.
- Establecer y mantener un inventario de las necesidades de biblioteca, tanto en espacio físico como material bibliográfico, para proveer la infraestructura necesaria que garantice el desarrollo del programa.

9. Previsiones para la evaluación del nuevo plan de estudios.

Se propone que la evaluación del plan de estudios se realice en forma integral a través de la Comisión institucional propuesta en la sección anterior.

La cantidad de estudiantes que ingresa y egresa de la Licenciatura en Física permite realizar un seguimiento de los mismos, por lo tanto, se propone que la actividad fundamental para evaluar el plan en forma permanente parta de revisar si se presentan las características establecidas en los perfiles de ingreso y de egreso.

Se propone una revisión periódica del estado que guarda la formación de los profesores de la Licenciatura, para cuyo propósito se considerará:

- su capacitación académica,
- su conocimiento del plan de estudios y
- sus herramientas pedagógicas.

La evaluación incluirá al servicio que se recibe de los diferentes departamentos de la Universidad, para cuyo prepósito se proponen las mismas consideraciones del punto anterior.

La normatividad universitaria contempla instancias, mecanismos y procedimientos para la evaluación de los programas de la Universidad de Sonora y se espera que estas realicen su evaluación mediante criterios de calidad fundados en los objetivos listados en la sección llamada: "Perfil del egresado".

Desde los inicios de la Licenciatura en Física, la tutoría ha sido una actividad muy importante para la formación de los estudiantes de esta licenciatura. En particular, existe una rica tradición de tutoría académica que ha acompañado el Programa, lo que ha contribuido al éxito de los egresados. Se contempla que esta actividad continúe.

Como un complemento de la tutoría antes mencionada, la implementación del Programa Institucional de Tutorías (PIT) en el programa de la Licenciatura tiene hasta este momento las siguientes características:

- Más del 90% del total de inscritos en el programa de la Licenciatura, estudiantes pertenecientes a las cohortes generacionales 2003-2, 2004-2, 2005-2, 2006-2, están inscritos al PIT.
- Todos los tutorados tienen asignado como tutor un Profesor del Departamento de Física.

10. Previsiones para la actualización o adecuación del nuevo plan de estudios.

Se propone que la actualización del plan de estudios sea resultado de la evaluación descrita en la sección anterior y tome en cuenta las dos características de la Física señaladas en la sección "Fundamentos" de este documento. Estas son: 1) el carácter estable de los conocimientos en física, debido a que las teorías de esta ciencia tienen rangos de validez bien determinados por la experiencia; y 2) el cambio permanente de la ciencia en su búsqueda de leyes con rangos de validez cada vez más amplios.

11. Recursos humanos e infraestructura requerida.

El Departamento de Física cuenta con una planta docente constituida por 39 MTC, de los cuales 4 tienen licenciatura, 16 tienen maestría y 19 poseen doctorado. De los 16 que tienen maestría, 4 son candidatos a doctor, de los cuales 2 se encuentran actualmente inscritos en

programas de doctorado; lo anterior permite establecer que el 90% de los profesores tiene postgrado y casi la mitad (48.7%) de ellos son doctores. Además de lo anterior, de la planta de profesores del Departamento de Investigación en Física (DIFUS), 3 de ellos participan regularmente como profesores de cursos obligatorios del Programa de la Licenciatura en Física, lo que eleva el porcentaje de profesores con doctorado.

En este momento la planta docente se encuentra conformada por los siguientes profesores, agrupados por Academias:

1. Academia de Física Teórica (10 integrantes):
    - Dr. Adalberto Corella Madueño
    - M.C. Antonio Jáuregui Díaz
    - Mat. Angelina Uribe Araujo
    - Dr. Arnulfo Castellanos Moreno
    - M.C. José Clemente López Cervantes
    - M.C. Sergio Gutiérrez López
    - Dr. Rodrigo Arturo Rosas Burgos
    - Dr. Carlos Calcáneo Roldán
    - Dra. Ma. Elena Tejeda Yeomans
    - Dr. Ezequiel Rodríguez Jáuregui

2. Academia de Física de Materiales (8 integrantes):
    - Dr. Mario Enrique Álvarez Ramos
    - Dr. Miguel A. Valdés Covarrubias
    - Dr. Heriberto Acuña Campa
    - Dr. Amir Maldonado Arce
    - Dr. Rogelio Gámez Corrales
    - Dr. Ricardo López Esparza
    - Dr. Roberto Pedro Duarte Zamorano
    - Dra. Laura Lorenia Yeomans Reyna

3. Academia de Óptica (4 integrantes):
    - Dr. Alejandro Apolinar Iribe
    - Dr. Arturo Ortiz Estardante
    - M.C. Jorge Sandoval Chávez
    - M.C. Luis A. Domínguez Carballo

4. Academia de Instrumentación y Electrónica (4 integrantes):
    - Fis. Emiliano Salinas Covarrubias
    - M.C. Horacio Murguía Aguilar
    - M.C. Raúl Pérez Enríquez
    - L.F. Francisco Armenta Aguilar

5. Academia de Física Interdisciplinaria (10 integrantes):
    - Dr. Christopher Watts

- M.C. Saúl Robles García
- M.C. Carlos Lizárraga Celaya
- M.C. Filiberto Sabori Parra
- L.F. Francisco Montes Barajas
- M.C. Francisco J. Parra Bermúdez
- M.I.E. Ignacio Cruz Encinas
- M.C. Alfredo Figueroa Morfín
- M.I.E. Roberto Jiménez Ornelas
- Dra. Beatriz Castañeda Medina

6. Academia de Física de Sólidos (3 integrantes):
    - Dr. Eduardo Verdín López
    - M.C. Gilberto González Boue
    - M.C. Benito Cervantes Sánchez

Así como por 2 técnicos académicos, miembros de las Academias mencionadas entre paréntesis:

- Lic. Claudio Delgadillo (Academia de Instrumentación y Electrónica)
- M.C. Felipe Barffuson Domínguez (Academia de Física de Sólidos)

En el Departamento de Física se cultivan una gran variedad de líneas y proyectos de investigación que han sido registradas ante las instancias correspondientes, las cuales se listan a continuación, agrupadas por las diferentes academias que lo conforman.

1. <u>Líneas de investigación de la Academia de Física Teórica:</u>
    - Cosmología.
    - Aplicaciones y fundamentos de la Física Cuántica.
    - Aplicaciones de los procesos estocásticos.
    - Modelos teóricos de utilidad en materia condensada.
    - Formulaciones modernas de la mecánica clásica.
    - Física de partículas con altas energías.

    Proyectos:
        - *"Fricción dinámica en la interacción de galaxias dentro de cúmulos"*
        - *"Estudio de propiedades termodinámicas y estadísticas de sistemas confinados"*
        - *"Aplicaciones de los procesos estocásticos. En particular, ligadas a los aspectos conceptuales del movimiento browniano"*
        - *"Propiedades físicas de átomos y moléculas confinados"*
        - *"Estudio de propiedades ópticas y de transporte en nanoestructuras y semiconductores polares"*
        - *"Estudio del formalismo de la Funcional de Densidad"*
        - *"Topología de la superficie de energía asociada a la degeneración de resonancias"*

- *"Estudio perturbativo a altos órdenes de las amplitudes de producción de partones y sus repercusiones en las técnicas de resumado a todo orden"*

2. Líneas de investigación de la Academia de Física de Materiales.
   - Fluidos Complejos.
   - Propiedades luminiscentes de sistemas condensados.

   Proyectos:
   - *"Estudio de propiedades estructurales y dinámicas de suspensiones coloidales"*
   - *"Estudio de la relación comportamiento reológico y su correlación con la estructura inducida en fluidos autoasociativos"*
   - *"Materiales Biomoleculares"*
   - *"Estudio de las propiedades ópticas de los materiales con interés en aplicaciones en tecnología moderna"*
   - *"Estudio de propiedades ópticas de sistemas auto-asociativos ópticamente activos"*

3. Líneas de investigación de la Academia de Óptica.
   - Óptica No-Lineal

   Proyectos:
   - *"Investigación con cristales fotorefractivos"*
   - *"Control de luz con luz."*
   - *"Aplicaciones de métodos ópticos en medicina"*

4. Líneas de investigación de la Academia de Instrumentación y Electrónica.
   - Circuitos e instrumentación electrónica.
   - Sistemas de medición y control.
   - Microcontroladores e interfases a PC.

   Proyectos:
   - "*Desarrollo de Equipo e Instrumentos para la Enseñanza de la Física"*

5. Líneas de investigación de la Academia de Física Interdisciplinaria.
   - Medio Ambiente.
   - Física y Educación.

   Proyectos:
   - "*Física de la atmósfera y radiación solar"*
   - *"Física ambiental y micrometeorología"*
   - *"Hidrología ambiental"*
   - *"Física solar"*
   - *"Física-matemática e hidrodinámica"*
   - *"Física computacional y cómputo científico"*
   - *"Desarrollo de prototipos para la enseñanza de la física y elaboración de materiales de apoyo para el desempeño docente"*

6. Líneas de investigación de la Academia de Física de Sólidos.
   - Síntesis y caracterización de materiales.

- Simulación en materiales sólidos.

Proyectos:

- *"Síntesis de cerámicas termoeléctricas"*
- *"Aleaciones metálicas superconductoras con características de fermiones pesados"*
- *"Correlación de fototransferencia y características termoluminiscente y fotoluminiscente en materiales dosimétricos"*
- *"Activación de zeolitas naturales con iones metálicos"*
- *"Caracterización de parámetros termoeléctricos en diboruro de magnesio"*
- *"Simulación numérica de espectros fonónicos en diboruros de magnesio"*

Esta planta docente, así como sus diversas líneas de investigación, permiten satisfacer los requerimientos de recursos humanos para la impartición de las materias establecidas en el programa. Sin embargo, para fortalecer la parte computacional y experimental, son necesarios al menos 2 técnicos académicos especializados, que permitan apoyar a los profesores e investigadores que tendrán a su cargo aquellas materias relacionadas con la computación (en lo referente a la parte operativa del centro de cómputo) y con las asignaturas asociadas a la parte experimental.

La infraestructura actual donde se tienen 4 salones de clases, 6 laboratorios de docencia y 7 laboratorios de investigación distribuidos en tres edificios (3E, 3K y 3R), permiten contar con el espacio suficiente para el desarrollo de las clases. Además, los diferentes Programas Integrales de Fortalecimiento Institucional (PIFI) nos han dado la fortaleza en el equipamiento de los laboratorios de docencia, centro de cómputo y biblioteca, así como de algunas de las aulas, para enfrentar las diferentes actividades académicas contempladas en este nuevo plan. Apoyando este último renglón, nuestro departamento cuenta con 1 vehículo para ser utilizado como apoyo a las actividades realizadas por el mismo.

Los estudiantes tienen acceso a un centro de cómputo equipado con 12 computadoras con conexión a Internet, 3 impresoras, 1 plotter y 1 escáner. Además, el departamento cuenta con 4 equipos de proyección (cañones para PC), 3 computadoras de escritorio ubicadas en 3 aulas y 2 computadoras portátiles como apoyo a la impartición de clases.

12. Programas de las asignaturas.

En las siguientes páginas se encuentran los temarios de las materias del plan de estudios agrupadas en los 5 ejes delineados por el Nuevo Modelo curricular de la Universidad de Sonora, en el siguiente orden:

- Eje de formación común
- Eje de formación básica
- Eje de formación profesional
- Eje de formación integradora
- Eje de formación especializante
- Anexo I. Cartas de expertos externos
- Anexo II. Recursos Humanos disponibles para el programa