

*Una ventana a la actualidad científica y tecnológica*

# En el área de la Física



Ministerio de Educación

PROGRAMA VECE MEDIA

GRUPOS PROFESIONALES DE TRABAJO

Módulo de Física

Una ventana a la actualidad científica y tecnológica en el área de la Física

Material producido por el Componente Gestión Pedagógica  
para los Grupos Profesionales de Trabajo

Editores

María Inés Noguera E.

María Victoria Gómez V.

Jorge Galaz N.

1998

COPYRIGHT MINISTERIO DE EDUCACIÓN

Todos los derechos reservados

Inscripción R.P.I. N° En Trámite

ISBN N° En Trámite

Diseño: Mario Casassus

Impresión: JORDAN S.A.

Publicación del Programa MECE / Educación Media

Programa de Mejoramiento de la Calidad y Equidad de la Educación

Ministerio de Educación

República de Chile

Alameda 1371, Piso 9, Santiago

Tel. 699 10 15 Fax 699 10 30

MODULO DE FISICA

*Una ventana a la actualidad  
científica y tecnológica*

# **En el área de la Física**

*AUTOR*

*Luis Braga  
Universidad de Concepción*

GRUPOS PROFESIONALES DE TRABAJO  
MINISTERIO DE EDUCACION - PROGRAMA MECE MEDIA

# Palabras preliminares

## Módulos Didácticos

El desarrollo profesional docente es un eje fundamental en el proceso de reforma educativa, puesto que marca la posibilidad de generar transformaciones sustantivas en las prácticas pedagógicas. Para ello se hace necesario la creación de espacios para el intercambio de experiencias, el trabajo colaborativo y la reflexión crítica sobre el propio quehacer. Este espacio se constituye en el origen de construcción del saber pedagógico.

En este contexto el Programa Mece-Media ha promovido la creación de Grupos Profesionales de Trabajo (GPT) al interior de cada liceo, en los cuales participan profesores y jefes de Unidades Técnico-Pedagógicas. En consecuencia, el GPT es el espacio natural del desarrollo profesional.

Como una forma de contribuir a este desarrollo, el Componente de Pedagogía presenta los Módulos Didácticos, que se constituyen en una herramienta centrada en aspectos fundamentales disciplinarios y didácticos como un aporte a la revisión y rediseño de las prácticas de

enseñanza. Por otra parte, los Módulos Didácticos intentan conformarse como un referente que permita a los docentes encontrar los caminos más apropiados para la implementación del nuevo marco curricular.

## Ejes organizadores de los Módulos

- **Contenidos conceptuales**

Se inscriben en ámbitos temáticos referidos a un área disciplinaria particular, aportando a la actualización y profundización de conceptos claves para promover la comprensión y aprendizaje de contenidos curriculares relevantes.

Al mismo tiempo, y como correlato de lo anterior, los Módulos incorporan enfoques interdisciplinarios que permiten el trabajo con conceptos complejos desde miradas diversificadas. Lo que contribuye significativamente a los procesos de producción de conocimiento de los alumnos.

- **Procedimientos didácticos**

Los Módulos explicitan la relación que el docente establece entre los contenidos conceptuales, el aprendizaje y los modos de enseñar, surgiendo algunas actividades en las diferentes temáticas que se abordan.

Sin embargo, en su lectura y discusión es necesario tener presente permanentemente los diferentes contextos socioculturales donde está inserta la acción pedagógica de los profesores. Estos procesos de adecuación están marcados por los conocimientos que los docentes tienen de

- a) las formas de conocer y producir conocimientos de sus alumnos.
- b) los modos de producción de conocimiento de la disciplina específica objeto de enseñanza, y
- c) de la relación que es necesario establecer entre ambos.

## Una invitación

Registrar y compartir las diversas formas de trabajo pedagógico, las manifestaciones y producciones de los alumnos, la reflexión e interpretación sobre las instancias de búsqueda, como dijimos antes, es el inicio del proceso de construcción de saber pedagógico, que se concretiza, se hace real en la escritura. Para ello, el Componente de Pedagogía extiende una invitación a todos los docentes de Enseñanza Media a escribir sus prácticas y publicitarlas en las Páginas Didácticas.

# Índice

Primera Sesión HACIENDO UN ANALISIS CRITICO AL PROCESO DE ENSEÑANZA DE LA FISICA .....	11
Segunda Sesión EXPLORANDO EN TORNO A INTERESES DE LOS JOVENES EN TEMAS DE FISICA Y TECNOLOGIA.....	19
Tercera Sesión CONSTRUYENDO ESTRATEGIAS PARA LA ARTICULACIÓN ENTRE TEMAS DE FISICA CLASICA, MODERNA Y TECNOLOGIA.....	27
Cuarta Sesión SISTEMATIZANDO RECURSOS PARA EL DESARROLLO DE TEMAS DE FISICA MODERNA Y TECNOLOGIA .....	47
Anexo ENCUESTA DE INTERESES .....	59

# Presentación

Estimados colegas

El módulo que se presenta para el trabajo en equipo de los docentes del sector de Ciencias Naturales, de los diferentes establecimientos del país, tiene como propósito fundamental mostrarles algunos posibles caminos para abordar nuevos contenidos de enseñanza de la Física y Ciencias afines.

Poder combinar temas de Física Clásica, presentes en el currículum, conjuntamente, con el tratamiento de interesantes temas de estudio de la Física Moderna y Contemporánea ; es uno de los desafíos centrales de este material. Al mismo tiempo, explorar las relaciones, en el contexto de la enseñanza, entre los conocimientos de la Física y la producción tecnológica, es otro de los propósitos.

El cúmulo de ideas posibles de implementar con los fines antes indicados, no corresponde a una proposición sólo producto del pensamiento, sino que corresponde a una larga experiencia docente, tanto en el ámbito universitario, como en la Enseñanza Media.

En fin, el material propuesto viene a ser un referente concreto para estrechar la brecha escolar entre la Física Clásica y el desarrollo que hoy presenta esta interesante ciencia. A la vez que ayuda al alumno a comprender el mundo de la tecnología, en tanto hace explícita la vinculación entre esta con el desarrollo de las ciencias básicas. El problema de la relación Ciencia y Tecnología y la problemática del impacto del desarrollo tecnológico sobre la calidad de vida y el medio ambiente es también temática de análisis de este módulo.

Con el objeto de tener una panorámica de su estructuración, a continuación una breve descripción de lo que cubrirá cada sesión de trabajo. Así, la primera sesión aporta elementos para el análisis crítico de las prácticas cotidianas de enseñanza de la Física, de modo que a partir de tal proceso de explicitación, se construya una mirada evaluativa de consenso respecto de ellas.

La segunda sesión explora en torno a los intereses de los jóvenes respecto de ciertos tópicos de Física Clásica, Moderna y Tecnología. Para ello, se presenta una encuesta de intereses y el modo de análisis de los datos, como referente empírico para la selección de temáticas e imprimir los énfasis necesarios.

La sesión tercera, recogiendo el producto de la reflexión de las dos sesiones anteriores, plantea la necesidad de elaborar en conjunto, estrategias didácticas que refieran a la introducción de temas de la Física Moderna y la Tecnología en el desarrollo de un curso normal de Física en la enseñanza media, no olvidando los contextos particulares en donde ellas se implementarán.

Y finalmente, la cuarta sesión presenta a modo de inventario la revisión, discusión y sistematización de los recursos disponibles para llevar a cabo la implementación de las estrategias didácticas definidas en la sesión anterior.

A modo de cierre del trabajo realizado, se invita a los profesores a compartir con docentes de otras áreas los diseños a los que han arribado, como también a contar los resultados de dichas implementaciones en el aula.

¡ BIENVENIDOS A ESTA FASCINANTE EXPERIENCIA!

# SESION 1

## ENSEÑANZA DE LA FISICA

# Análisis crítico

A modo de Introducción

Hoy en día existe una opinión casi generalizada que la enseñanza de las ciencias y en especial, la enseñanza de la Física, requiere de una mirada actualizada de la disciplina y, contextualizada en el mundo cotidiano de los jóvenes, como modo de interesarlos a partir de sus propias vivencias, por tales saberes.

Es así como, en el artículo "Un mordisco a la manzana de Newton" (1997), publicado recientemente en el diario El Mercurio; dos destacados físicos chilenos analizan y comentan las dificultades que la enseñanza de esta asignatura enfrenta en los liceos, desde la perspectiva académica.

La enseñanza actual de la Física en la Educación Media, enfatiza una serie de contenidos enmarcados principalmente en la Física Clásica, muy poco se aborda contenidos disciplinarios de la Física Contemporánea y en menor grado aún lo que se relaciona con la producción tecnológica derivada de estos conocimientos.

Es en este escenario que se quiere situar un análisis crítico de las prácticas y contenidos de enseñanza, con el propósito de resignificar el saber pedagógico acumulado a lo largo de su experiencia profesional docente y a su vez, alimentar dichas prácticas con nuevos enfoques conceptuales y de procedimientos.

## Propósitos

— *Analizar el proceso de enseñanza y aprendizaje de la Física desde los enfoques programáticos.*

- *Autoevaluar la práctica pedagógica desde la perspectiva del trabajo cotidiano.*

# REFLEXIONANDO EN TORNO A NUESTRAS PRACTICAS DE ENSEÑANZA

Para el desarrollo de esta actividad se invita a los profesores y profesoras del GPT a leer individual o colectivamente, según lo defina el grupo, el artículo "Un mordisco a la manzana de Newton" (Diario El Mercurio, 1997).

## LECTURA 1

Extracto: "Un mordisco a la manzana de Newton"

*Para emerger hay que saber nadar. Muchos países lo hicieron desarrollando su infraestructura científica y tecnológica a través de una enseñanza de la física de gran calidad. Chile apenas chapotea, aunque la reforma educacional pretende ejercer de salvavidas.*

Para entender el trabajo de Stephen Hawking no basta con el entusiasmo. Tampoco bastaba ir a verlo a la Estación Mapocho y esperar que la osmosis surtiera efecto. Para atisbar saberes sobre astros y hoyos negros, así como para lograr el desarrollo tecnológico, se requiere algún conocimiento de física, que, por cierto, la gran mayoría de los chilenos no tenemos. Esta carencia tiene su causa próxima ; el estatus de asignatura optativa en Educación Media brindado a dicha disciplina a comienzos de la década pasada.

En Diciembre de 1981 el Decreto 300 del Ministerio de Educación declaraba optativa para la enseñanza media las asignaturas de física y química. Las postulaciones a pedagogía y licenciatura en esas especialidades decayeron tanto, que ya en marzo de 1988 la Universidad Federico Santa María sólo recibió dos interesados para estudiar Licenciatura en Física. El resto de las universidades presentaban un panorama igual de penoso.

Finalmente, el Decreto 129 publicado en septiembre de 1989 volvía a declarar los ramos de física y química obligatorios.

Pero aunque concretos y visibles, los decretos son sólo la superficie de un problema con fondos más complejos. Históricamente, la educación en Chile ha privilegiado las humanidades por sobre las ciencias naturales, incluso el desarrollo de las ciencias básicas tiene una corta vida - no más de 35 años en el caso de la física - por otra parte, está el sistema educacional vigente, cuestionado en sus métodos y eficiencia.

## Los tres elementos

Los programas demasiados ambiciosos para el tiempo que se dedica a la materia, poca motivación de los profesores y un sistema de enseñanza parco y frío son los tres elementos que el físico de la Universidad Católica Francisco Claro distingue para explicar la alicaída situación de la física en las aulas secundarias.

Al científico le toca conocer la realidad de los alumnos de los primeros años de ingeniería de la UC recién egresados de colegios y liceos. Este grupo representa una pequeña proporción de los mejores preparados de la enseñanza media, pero pese a los altos puntajes de la PAA, los conocimientos de Física que demuestran en su primera incursión universitaria son calificados por Claro como pobres. "Mi evaluación de la enseñanza de la física que se imparte en los colegios es mala, salvo en el caso de instituciones que han tenido la suerte de contar con profesores de mucha calidad", indica Claro.

El profesor de la Universidad Católica - quien asesoró al Ministerio de Educación en la elaboración del nuevo currículum de física - afirma que lo necesario y posible de hacer durante la educación media es una alfabetización de los alumnos en la materia.

"La esperanza de que un alumno de cuarto medio salga sabiendo física, en un sentido amplio, es una esperanza ilusoria", indica Francisco Claro, agregando que cada uno de los programas de los distintos ramos quiere lograr eso. "No podemos aspirar a crear una especie de mono sabio. El egresado de enseñanza media es un ser concreto que tiene que relacionarse con su medio ambiente en forma inteligente".

A juicio del científico de la UC, esta interacción inteligente entre el estudiante y su ambiente se logra enseñando algunos conceptos básicos, lograr que el alumno los domine y sea capaz de utilizarlos. "Que los estudiantes tengan nociones básicas que se originan en la física y puedan llevarlas a lo-concreto. Que sepan, por ejemplo, qué es un watt, cuántas estufas pueden encender sin que se quemen los tapones de la casa ; que tengan una idea del concepto de magnetismo, etc.

Francisco Claro y Sergio Hojman, doctor en Física en Princeton y profesor de la Universidad de Chile, coinciden en que el nuevo currículum pretende desterrar el rol pasivo que hasta hoy tienen los estudiantes además de conectar materias con la vida cotidiana.

La escena más común actualmente es la de estudiantes tomando nota la mayor parte del tiempo, en un curso dominado por la tiza y el pizarrón, "una clase frontal en donde el joven no participa del descubrimiento", explica Hojman.

La idea del nuevo currículum es que el alumno asuma un rol activo, y que a raíz de su propia experiencia surjan preguntas que pueda responder a través de la física. Hasta ahora lo que ocurre es que el profesor explica conceptos abstractos, y eventualmente hace referencia a cosas reales "Lo fundamental en la sala de clases es usar el recurso de la experiencia, y así lograr que el alumno se motive. Yo considero que si la física es una disciplina que trata de explicar lo que pasa, debe enseñarse a partir de lo que pasa", afirma Francisco Claro.

## **Protagonistas**

Los profesores de aula, son a juicio de Francisco Claro, el tema clave a tomar en cuenta si se habla de una reforma con futuro. El científico sostiene que un buen profesor, más allá de las técnicas y las materias, puede hacer maravillas con sus alumnos. "Lo más importante es un profesor capacitado, motivado, y con los conocimientos suficientes para hacer una buena labor, eso es lo básico, lo demás es secundario...".

## **Alfabeto**

El hincapié del nuevo curriculum es alfabetizar en física a los estudiantes. Profundizar en unos pocos conceptos básicos, relacionarlos con la vida cotidiana de los estudiantes y transformar el esquema que privilegia la actitud pasiva de los alumnos por uno en donde ellos mismos descubran las respuestas.

Por otra parte, Roberto Hojman rescata la importancia formativa de la disciplina: "la física tiene una forma de enfrentarse a los problemas que se puede extrapolar a los demás ámbitos de la vida. Todo tiene que ver con modelar un cierto sistema logrando entender lo central y lo que es meramente detalle".

Francisco Claro sostiene que las ciencias es fundamental en la cultura moderna, "tan fundamental en la cultura moderna, tan fundamental como el lenguaje". Agrega que la ciencia está ajena al fenómeno local o temporal y que las autoridades deberían tener esto muy en cuenta. Por

otra parte, está el rol del científico en la sociedad moderna: "el físico tiene interacción con las autoridades administrativas del país y les hace ver que un país que aspira al desarrollo necesita conocer el mundo en el que está inserto", puntualiza Claro.

1. Finalizada la lectura y para dar inicio a la discusión, algún integrante del grupo deberá hacer de moderador del intercambio de opiniones entre los docentes : de modo tal, que permita recoger los distintos puntos de vista que se expresan.
2. Sobre el conjunto de juicios construidos desde una mirada externa al sistema - en tanto, quienes opinan son científicos y no docentes de aula - vertidos en el artículo, contraste críticamente estos juicios con sus propias experiencias docentes.
3. Se sugiere generar un registro respecto de aquellas críticas a la enseñanza de la física que son compartidas mayoritariamente por el grupo, con el propósito de seguir siendo analizadas a lo largo del trabajo de este módulo.

# CONSTRUYENDO UNA MIRADA EVALUATIVA DE NUESTRAS PRACTICAS DE ENSEÑANZA

Siguiendo en el eje analítico de nuestras propias prácticas y con el fin de profundizar en ellas, les invitamos a reflexionar ahora sobre un conjunto de preguntas que permita ir construyendo una visión compartida respecto de qué es lo sustantivo de repensar en el contexto de la enseñanza de la Física en particular, y de la ciencia, en general.

Para ello se sugiere el siguiente procedimiento:

1. Un primer momento de reflexión personal en torno a las preguntas que se formulan. Si estima necesario agregar otras preguntas a las ya planteadas o precisar el ámbito de alguna de ellas, el análisis y la discusión en el grupo se verá enriquecido.
2. Finalizado este proceso, quien haga de conductor debe guiar la discusión grupal, de modo tal, que todos los participantes puedan expresar sus puntos de vista.
3. Registrar las ideas más relevantes vertidas en el grupo a juicio de los participantes, con el propósito de ir avanzando en la construcción de una mirada evaluativa conjunta sobre los aspectos tanto de formas como de contenidos. a fortalecer y/o innovar.

Las preguntas en torno a las cuales reflexionar son:

- A su juicio, desde el contexto de su práctica y experiencia y no de los programas ¿ Cuáles considera que son los objetivos de enseñanza de la Física en la Educación Media ?

- Dichos objetivos - que Ud. acaba de enunciar - necesitan estar vinculados al mundo cotidiano en que se desenvuelven los jóvenes ? ¿ Por qué ?
- Su trabajo diario ¿ da cuenta de los contenidos de sus respuestas respecto de las dos preguntas anteriores ?
- En la situación de que sus respuestas no se reflejen en el trabajo ¿ Cuáles serían, a su juicio, los nudos críticos de implementación de estos procesos de enseñanza ?
- ¿ Ha vinculado los temas la Física con otras asignaturas o con el mundo tecnológico? En el caso de que lo haya realizado ¿Cuál es su percepción de aquellos resultados en relación a los intereses e impacto en el aprendizaje de los alumnos ?
- ¿ En qué proporción percibe a sus alumnos interesados por las temáticas de Física y los modos de tratamiento de estas? ¿ Cómo lo explicaría ?

## **PARA LA SESIÓN II**

**Se espera que entre la Sesión 1 y la Sesión II, Ud. haya aplicado la encuesta de intereses a una muestra representativa de la heterogeneidad de sus alumnos y alumnas; en tanto, este será el material de trabajo de la Sesión 11.**

# SESION II

## INTERESES DE LOS JÓVENES

# Exploración en los campos de la Física y la Tecnología

El foco del trabajo realizado en la sesión de GPT anterior estuvo centrado, principalmente, en el análisis de los contenidos de las prácticas pedagógicas y su relación con los enfoques curriculares en que se sustentan. Pues bien, este es el momento de incorporar un nuevo elemento a esta línea analítica : los alumnos.

En tanto, la relación pedagógica remite no sólo al docente, sino también al alumno, es que en esta reunión de trabajo se les invita a indagar en torno a los intereses temáticos de ellos tanto, en el campo de la Física, como en el de la Tecnología.

Al mismo tiempo, volver el conocimiento disciplinario en conocimiento escolar, implica reconocer también por parte del docente, los intereses de los jóvenes ; en tanto son ellos, los sujetos primarios de esos aprendizajes.

Con tal propósito, se invita a los profesores a trabajar con un cuestionario como herramienta para la recolección de información de manera más sistemática respecto de los intereses de los alumnos y alumnas.

En primer lugar, se conocerá la estructura y tópicos que cubre el instrumento y, en segundo lugar, se trabajará lo referente a procesamiento y análisis de la información recolectada.

## Propósitos

- *Conocer y analizar un instrumento para recoger información respecto de los intereses de los jóvenes sobre tópicos de Física y Tecnología.*
- *Tabular y analizar los resultados obtenidos en la aplicación del cuestionario de interés.*

# CONOCIENDO UNA ENCUESTA DE INTERESES

Se iniciará el trabajo con el conocimiento de la estructura del instrumento ya mencionado, para posteriormente, profundizar en su análisis una vez aplicado a una muestra de alumnos y alumnas.

Es importante enfatizar que, la encuesta de intereses sobre tópicos Física y Tecnología con el que aquí se trabaja (Ver Anexo), es un instrumento exploratorio más, entre otros muchos que existen en este ámbito. En consecuencia, este puede ser complementado con otros procedimientos y técnicas adaptados a los requerimientos que se estime necesarios.

Las dimensiones temáticas que aborda el cuestionario de intereses son las siguientes

- Temas que contemplan los actuales programas.
- Tópicos que no están incorporado en los actuales programas referentes a la Física Moderna.
- Relación entre Ciencia y Tecnología.
- Ventajas y desventajas de la Tecnología.
- Funcionamiento de aparatos de uso común.

El formato de respuestas utilizado en el cuestionario es una escala ordinal de cinco niveles de interés, los que son

Muy Alto  
Alto  
Medio  
Bajo  
Muy Bajo

Algunas consideraciones, importantes a tener en cuenta al momento de su aplicación

Dado que el número de alumnos con que trabaja cada docente en su unidad educativa, por lo general, es muy elevado, la aplicación la puede realizar a una muestra de ellos.

A su vez, esta muestra debe cumplir la siguiente condición : cubrir la heterogeneidad del universo de alumnos y alumnas que atiende para evitar sesgos (sexo, edad, curso, entre otros) ; y de este modo, ser representativa de la realidad que se desea conocer.

# PROCESANDO Y ANALIZANDO LA INFORMACIÓN

## A. Procesando la Información

La información recolectada entre los docentes asistentes al GPT puede ser procesada de diversas maneras : en su aspecto más general, tomando a los jóvenes en su conjunto ; también por niveles de enseñanza ; o bien, pueden generarse otras categorías de análisis, tal como género, dependiendo de los propósitos que se persiguen.

El protocolo a utilizar para procesar la información es del modo que sigue

Vaciar en primer término cada una de las respuestas en términos de frecuencias, de cada uno de los docentes que haya aplicado la encuesta a sus alumnos, en una matriz de doble entrada como la que se presenta en la Figura 1. Recordar que a esta se pueden agregar otras categorías de análisis según lo defina el grupo, de acuerdo a lo señalado anteriormente.

Terminado este proceso, proceda con los resultados de los cinco primeros ítems. Estos están directamente relacionados con temas exclusivamente de Física Clásica. Exprese en porcentaje (%) las frecuencias declaradas por los alumnos respecto de los intereses en estos temas.

Los resultados de las preguntas de la 6 a la 11, están directamente relacionadas con temas de Física Moderna. Realice con ellos, el mismo procedimiento anterior.

Los resultados de las preguntas 12 a la 14, están directamente relacionados con aspectos de Ciencia y Tecnología, ventajas y desventajas ; y aplicaciones tecnológicas. Realice con ellos, el mismo procedimiento anterior.

Ahora proceda a un balance general de las preguntas 6 a la 14 inclusive. Esto dará cuenta en forma global de los intereses de alumnos y alumnas por temáticas de la Física Moderna y la Tecnología.



## B. Discusión de los resultados de la Encuesta de Intereses

Seguramente, el análisis individual de la información los ha llevado a cada uno de Uds. a reflexionar acerca de la relación entre los intereses de los jóvenes y los contenidos habituales de sus propias prácticas pedagógicas.

Con el objeto de socializar los resultados, la matriz a llenar con los resultados de cada uno de los participantes, debería ubicarse en un lugar visible para todos.

Una vez completada la matriz de datos con la información recogida por todos los participantes, analice y discuta los resultados de la encuesta. Probablemente, se encontrará con sorpresas; no sólo respecto de los tópicos por los cuáles expresan interés los jóvenes, sino también, por la cantidad de información que ellos manejan respecto de estos temas y que se han expresado en la pregunta abierta.

- ¿ Cuáles son los temas más recurrentes que emergen de las respuestas formuladas por los alumnos y las alumnas ?. Para ello, se sugiere el siguiente protocolo
  - Discusión de los resultados de las preguntas del 1 al 5. Recuerde que ellas representan el campo de la Física Clásica.
  - Discusión de los resultados de las preguntas 6 a la 11. Recuerde que ellas representan el campo de la Física Moderna.
  - Discusión de los resultados del bloque de preguntas de la 12 a la 14, inclusive. Recuerde que ellas representan la relación entre Ciencia y Tecnología.
  - Discusión de los resultados de la pregunta abierta.
  
- ¿ Dentro de qué áreas de la Ciencia y la Tecnología los podría clasificar ?
  - A juicio de Uds., ¿ cuáles de los temas emergentes sería importante de ser incluidos en las clases regulares de su asignatura (Física)? Discuta el por qué.
  - Discuta la factibilidad de implementación de tales temáticas en las clases regulares de Física.

Reconociendo que es importante incluir en los cursos de Física, tópicos de Física Moderna y Tecnología, como herramientas para desenvolverse en su entorno social y a futuro, laboral, se proseguirá el trabajo explorando en conjunto estrategias diversas para incorporar estos contenidos en las prácticas habituales de enseñanza.

# SESION III

## CONSTRUYENDO ESTRATEGIAS

# Articulación entre temas de Física Clásica, Moderna y Tecnología

Conocer los intereses manifiestos de los alumnos y reflexionar sobre cómo las prácticas pedagógicas dan cuenta de ellos, no representa un mero interés teórico de conocimiento. Como ya se anticipó en la sesión pasada, el producto del trabajo previamente realizado debe ser ahora articulado con estrategias didácticas para que estas nuevas temáticas y con ello nuevos enfoques conceptuales puedan integrarse efectivamente a la enseñanza de la Física.

Reconociendo la importancia de incluir en los cursos regulares de Física, tópicos de Física Moderna y Tecnología como herramientas de comprensión del mundo en que viven los jóvenes, y adecuando estas demandas a los contextos particulares en que cada uno de [Uds.se](#) desenvuelve, se presenta a continuación un repertorio de alternativas para la introducción de tales tópicos.

En síntesis, la enseñanza de las ciencias consiste en promover un cambio en las ideas y representaciones que los alumnos tienen del mundo natural y de equiparlos con herramientas cognitivas que perduren más allá de contenidos informativos puntuales.

# Propósitos

- *Revisar en profundidad los conceptos centrales de Física y Tecnología y los modos de vinculación entre ellos, presente en las alternativas de trabajo.*
- *Construir nuevas estrategias didácticas para la articulación entre temas de Física Clásica, Física Moderna y Tecnología, teniendo presente las características del contexto en que realiza su trabajo docente.*
- *Compartir con docentes de otras áreas el trabajo realizado, como aporte relevante en la construcción del saber pedagógico.*

# ¿CÓMO INTRODUCIR EN UN CURSO DE FÍSICA CLÁSICA IDEAS DE FÍSICA MODERNA Y TECNOLOGÍA?

Existen diversas maneras de responder al desafío que nos plantea esta pregunta. Sin embargo, existe una condición que es básica para responderla, cuál es, la disposición de Uds. los docentes para realizarla y con ello abrir el horizonte de los jóvenes a temas de la Física Moderna tales como la relatividad, comportamiento dual de la luz y partículas elementales, entre otros.

Recogiendo los intereses de alumnos y alumnas, el debate de las ideas se centrará en posibles modos de articular temáticas de Física Moderna y Tecnología a la matriz de conocimientos de la Física Clásica. Estamos ciertos que, en el despliegue de la discusión aflorarán nuevas ideas que invitamos a registrar, como un modo de enriquecer el repertorio de estrategias factibles de ser aplicadas en diversos contextos.

A continuación algunas alternativas concretas de trabajo.

## ALTERNATIVA 1

### **VINCULAR TEMAS DE FISICA MODERNA EN UN CURSO NORMAL DE FISICA CLASICA**

Las alternativas que se presentan, descansan como ya se dijo en su disposición y decisión para intentar concretamente cambios en sus prácticas pedagógicas. Un criterio a tener en cuenta para la articulación entre estos temas es, la naturaleza de los contenidos clásicos y sus posibles elementos de vinculación con el nuevo tema a introducir.

## EJEMPLO 1

En el tratamiento de la Cinemática, se introducen conceptos tales como los de posición y tiempo. Estos conceptos se consideran completamente independientes; además se desarrollan conceptos derivados de los conceptos primitivos, como son: velocidad, aceleración, ecuación de itinerario y otros. Quizás, de todos estos conceptos, uno de los más familiares a los estudiantes es el de velocidad. Este es un momento donde se podría introducir una colección de preguntas de modo que se llegue a cuestionar acerca si es posible impartirle cualquier velocidad a un cuerpo. De las respuestas posibles al conjunto de interrogantes se podrá llegar a inferir que, la velocidad más grande en el universo es la velocidad de la luz.

En el tratamiento de la Mecánica Clásica, se suele no hacer mención acerca de si hay o no un máximo de la velocidad que un cuerpo puede adquirir.

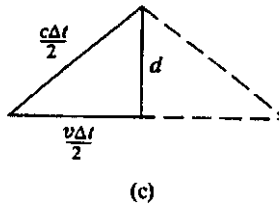
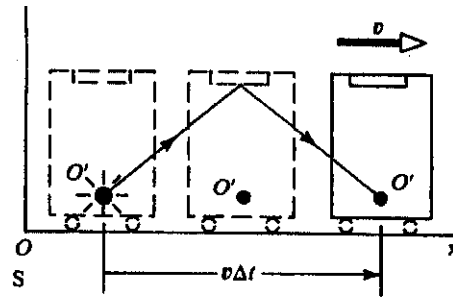
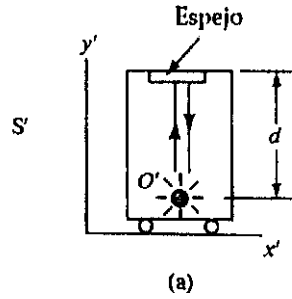
Articulando estos ejes de cuestionamiento y análisis, se puede aprovechar la oportunidad para introducir algunas ideas de Relatividad Especial y empezar a construir la idea de que hay un límite para la velocidad en el universo. Este límite corresponde a la velocidad de la luz.

Este descubrimiento, desde la perspectiva de aprendizaje de los alumnos, trae implicaciones notables pues surge la necesidad de reconocer que las nociones de posición y tiempo no son independientes, como se trabajó en la Cinemática Clásica, sino que son dependientes. En la argumentación se llegará a ver que el tiempo transcurre en forma distinta para dos observadores : uno en reposo y el otro en movimiento; a la vez que aparecerá la contracción de la longitud.

A partir de este modo de desplegar los conceptos, el alumno podrá empezar a tomar conciencia de que cuando nos movemos a velocidades pequeñas la descripción de la Cinemática Clásica es correcta ; sin embargo, si nos movemos a velocidades cercanas a luz, la Cinemática Relativista es la que se debe emplear.

FIGURA 2  
DILATACIÓN DEL TIEMPO

(a) El observador  $O'$  y el espejo están dentro de una nave espacial en el sistema  $S'$ . El tiempo que tarda el destello luminoso en llegar al espejo y regresar, según la medida realizada por  $O'$  resulta ser  $2d/c$ . (b) En el sistema  $S$ , la nave se está moviendo hacia la derecha con velocidad  $V$ . Si la velocidad de la luz es la misma en ambos sistemas, el tiempo que tarda la luz en llegar al espejo y regresar es más largo que  $2d/c$  en  $S$  porque la distancia recorrida es mayor que  $2d$ . (c) Triángulo rectángulo que sirve para calcular el tiempo  $\Delta t$  en el sistema  $S$ .



$$\left(\frac{c \Delta t}{2}\right)^2 = \left(\frac{v \Delta t}{2}\right)^2 + d^2$$

$$\Delta t = \frac{2d}{\sqrt{c^2 - v^2}} = \frac{2d}{c \sqrt{1 - v^2/c^2}}$$

$$\Delta t = \frac{\Delta t'}{\sqrt{1 - v^2/c^2}} = \gamma \Delta t'$$

## EJEMPLO 2

Cuando se estudia el comportamiento de la luz, en términos de que esta presenta los fenómenos de interferencia y difracción y se requiere, por tanto, asociarle a la luz un modelo ondulatorio para poder explicar su comportamiento, sugiérase a sus alumnos investigar acerca del fenómeno denominado Efecto Fotoeléctrico.

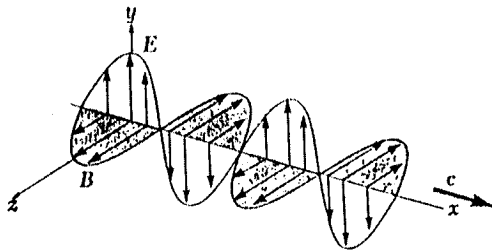
Una vez relatado los hallazgos, sería bueno discutir las ideas básicas acerca del efecto fotoeléctrico y a partir de dicha discusión llegar a reconocer que el modelo ondulatorio de la luz no da cuenta del fenómeno, y que en consecuencia, es preciso volver a un modelo corpuscular, pero con cuantos de energía. En verdad, un modelo corpuscular, pero (te corpúsculos de masa en reposo cero, el fotón.

Es importante aquí insistir en el comportamiento dual de la luz. A veces, es posible suponer un comportamiento ondulatorio y otras veces es necesario pensar en un modelo corpuscular, en que cada corpúsculo, un fotón, transporta consigo toda la energía y la entrega de una sola vez.

FIGURA 3  
COMPORTAMIENTO DUAL DE LA LUZ.

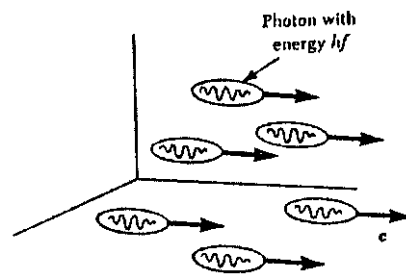
### Modelo ondulatorio

A un haz luminoso puede asociárcele un comportamiento ondulatorio para describir fenómenos de difracción e infracción.



### Modelo Corpuscular

Un haz luminoso hay que asociarle un modelo corpuscular (fotones) para describir el efecto fotoeléctrico.



### EJEMPLO 3

En el tratamiento de los Principios de Newton, se asume que la masa de los cuerpos es una constante propia de ellos.

Sin embargo, si se acelera más y más, como por ejemplo en un acelerador de partículas, los electrones de dicho cuerpo que se aproximan a la velocidad de la luz, permiten constatar que la masa deja de ser una constante y por lo cual depende de la velocidad, a tal grado, que se infiere que ningún cuerpo material puede moverse realmente a la velocidad de la luz, porque su masa se haría infinita.

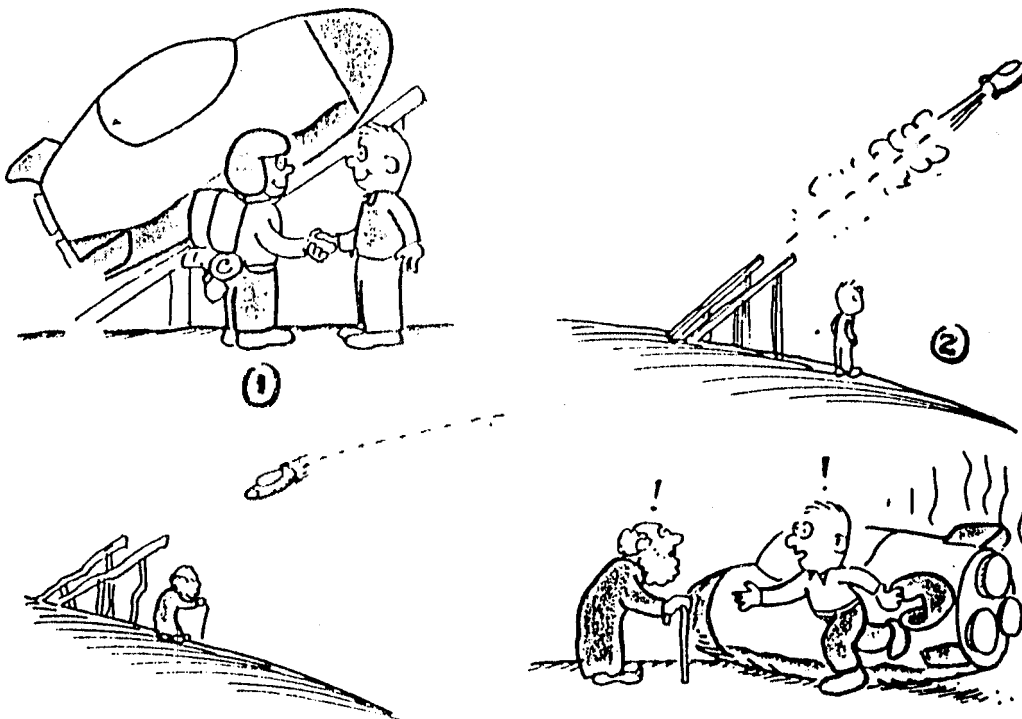
FIGURA 4

"EINSTEIN"  $E = m c^2$

NUEVA CONCEPCION DEL ESPACIO TEMPORAL

CONTRACCION DE LA LONGITUD

PARADOJA DE LOS MELLIZOS



Este tipo de intercalación de temas de Física Moderna o Contemporánea dentro de los contenidos tradicionales obedece a algo que uno como docente puede programar deliberadamente ; o bien puede aprovechar acontecimientos físicos de importancia que impacta a la opinión pública para transformarlos en un buen momento pedagógico para comentar con los alumnos.

Antes de pasar a la siguiente actividad, reflexione en conjunto en torno a las preguntas que se formulan a continuación

- Discuta con sus pares respecto de la factibilidad de implementar estas propuestas.
- ¿ Qué otros contenidos de Física Clásica presentes en el curriculum podría vincular a temas de Física Moderna y Tecnología de los manifestados por sus alumnos y qué enfoque le daría ? Lístelos y haga una breve descripción del enfoque que le daría, a modo de los ejemplos antes analizados.

## ALTERNATIVA 2

### **DISCUSION DE NOTICIAS DE ACTUALIDAD RELATIVAS A TEMAS DE FISICA Y TECNOLOGIA**

Esta alternativa de trabajo implica asignar un determinado tiempo escolar según cada contexto, para potenciar el desarrollo regular de las clases enriqueciéndolas a partir de las novedades científicas y tecnológicas que han aparecido o aparecen en los diversos medios de comunicación. Este tipo de actividad, posibilita en los estudiantes la comprensión de las noticias desde la disciplina específica y relacionarlo con su entorno desde una nueva mirada.

El requerimiento básico para el desarrollo de esta actividad, tanto para los profesores como para los alumnos, es estar informado del acontecer noticioso en el campo de la Ciencia y la Tecnología. En este sentido, el Centro de Recursos de Aprendizaje de su establecimiento le proporciona variadas fuentes de información: diarios y revistas, entre otros medios.

Un modo de hacer de esta actividad, no un evento esporádico en la sala de clases, sino un trabajo más periódico, dice relación con la construcción de Carpetas con noticias científicas y tecnológicas que pueden ser de responsabilidad de los alumnos y alumnas. De este modo tal tarea no descansa sólo en el profesor. Solo el hecho de buscar y seleccionar información científica en forma regular, es ya un aprendizaje significativo para el alumno.

Cada noticia archivada en la carpeta debiera contener un comentario personal respecto de las ideas centrales, como también la fuente donde se obtuvo tal información.

Sin embargo, el análisis de la información recolectada requiere de un proceso de discusión y análisis mayor, en donde el docente juega un rol fundamental al momento de enriquecer las interpretaciones naturales de los alumnos con la explicitación de los conceptos científicos en que se sustenta el hecho noticioso. Además, del cúmulo de noticias comentadas por los estudiantes, según concite el interés de ellos se puede promover la profundización en ciertos temas.

No importando que modalidad adopte el docente para poder integrar la información científica de actualidad a los contenidos de sus clases regulares, lo importante es, asignar un tiempo específico para que estos procesos se den con cierta regularidad. La flexibilidad en el uso del tiempo para incorporar oportunamente una noticia de gran impacto en la opinión pública, es un criterio a tener en cuenta.

A continuación se presentan algunas situaciones concretas recogidas de diversos medios de prensa escrita.

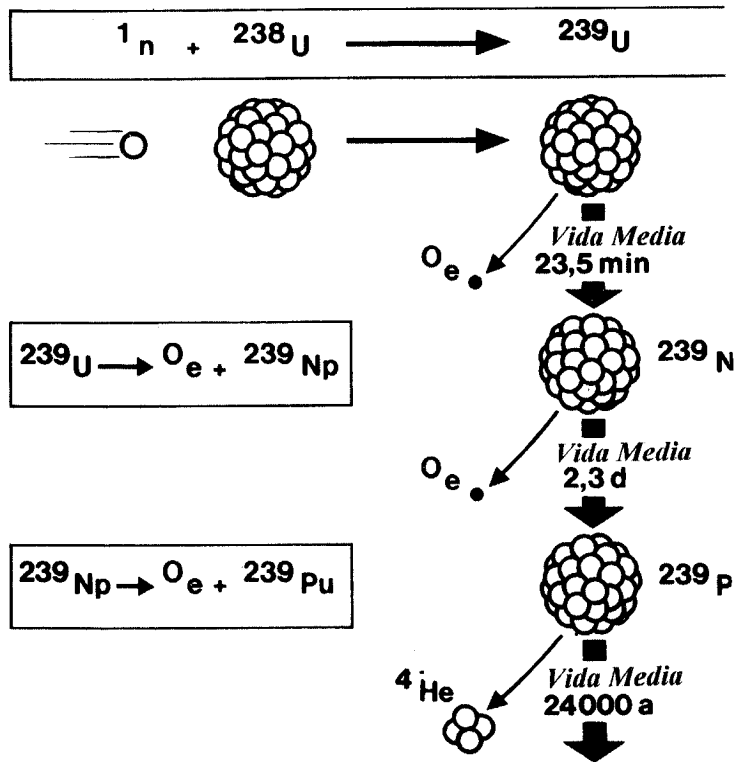
### EJEMPLO 1

"Noticias de que se hará un transporte de Plutonio vía marítima de Francia a Japón pasando por las costas chilenas"

Esta noticia que causa preocupación mundial, es un muy buen ejemplo para tratar el tema de las sustancias radioactivas y por tanto, la Radioactividad desde un punto de vista físico. La peligrosidad asociada a su transporte en la eventual situación de un accidente, y sus implicancias sobre la salud de las personas, es otra dimensión a tener en cuenta.

Esta noticia podría implicar que el docente haga un paréntesis en el trabajo regular del curso y dedique un tiempo a conversar sobre radioactividad, contaminación radioactiva y su impacto sobre el medio ambiente.

FIGURA 5  
LA TEMIDA GENERACIÓN DEL PLUTONIO.



## EJEMPLO 2

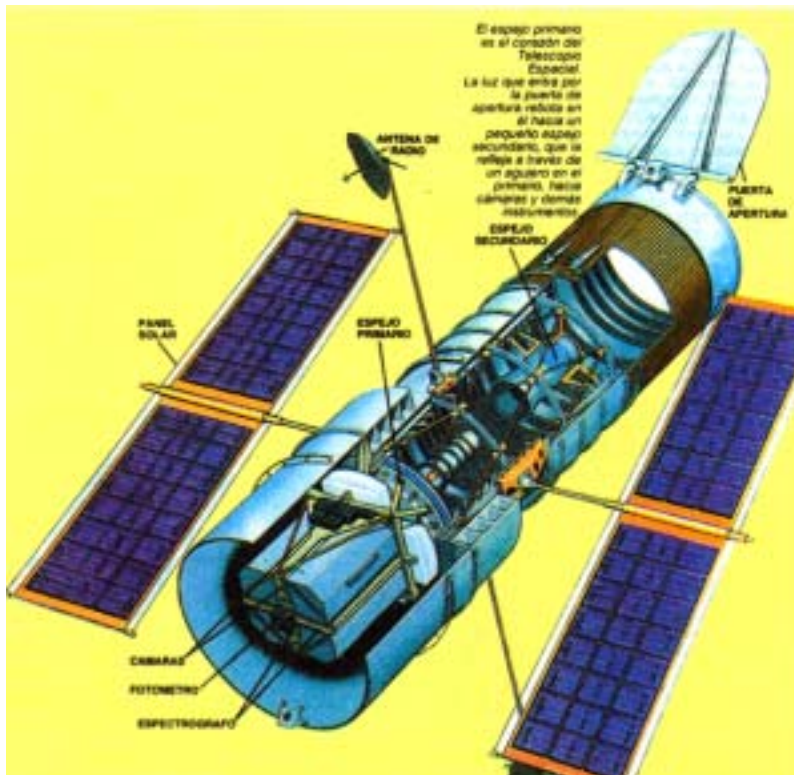
### "Misiones Espaciales"

Al inicio y término de las misiones espaciales, existe una cobertura noticiosa bastante importante. Es importante comprender a los alumnos y alumnas con estos temas de Ciencia y Tecnología asociados con el deseo del hombre de llegar a conocer más y más de lo que hay en el cosmos.

Explicitar el nivel de conocimiento científico que esto ha requerido y las competencias tecnológicas para llevar a cabo tal empresa, es otro punto a destacar, como profundización en la visión social de la producción de conocimientos en Ciencia y Tecnología.

Asignar un tiempo a la investigación espacial resulta importante, pues es una de las caras de la investigación científica y tecnológica más ampliamente difundida públicamente; y en consecuencia, un tema familiar para los jóvenes (a diferencia de otros sectores de investigación que tienen muy poca cobertura periodística).

FIGURA 6  
TELESCOPIO ESPACIAL.



### EJEMPLO 3

#### "Tecnología e Impacto Ambiental"

Algunas noticias de interés tecnológico también pueden ser aprovechadas oportunamente para tratar problemas de impacto y conservación del medio ambiente, como por ejemplo, la construcción de la Central Hidroeléctrica Raleo.

Es importante involucrar a los alumnos y alumnas en la discusión de temas del medio ambiente y analizarlo en su globalidad para tomar conciencia que estos problemas no es sólo ámbito de la Ecología. Para lograr tal propósito y en este tipo de situaciones, se les puede pedir a los alumnos y alumnas buscar información en fuentes diversas (científicas y otras) y luego armar mesas redondas de intercambio de puntos de vista.

FIGURA 7  
FUENTES DE GENERACIÓN DE ENERGÍA ELECTRICA.



#### **EJEMPLO 4**

"Visión Social de la Ciencia"

Durante los meses de octubre de cada año, la Academia Nobel de Estocolmo asigna los premios nobeles de Física, Química, Medicina.

Este es un buen momento para discutir con alumnos y alumnas la importancia que el hombre y la sociedad le asigna a la Ciencia y cuáles son los contenidos científicos que hoy merecen tal reconocimiento.

Al igual que con la alternativa anterior

- Discuta con sus pares respecto de la factibilidad de implementar esta propuesta.

Qué temas de los declarados de interés por sus alumnos podrían ser abordados del modo que se presenta en esta alternativa y qué enfoque le daría ? Liste posibles temas y haga una breve descripción del énfasis que le daría a ellos, a modo de los ejemplos presentados.

## ALTERNATIVA 3

### **UTILIZACIÓN DE PROGRAMAS CIENTÍFICOS EN VIDEO SOBRE FÍSICA CONTEMPORANEA Y TECNOLOGIA**

En sus manos esta la llave para poder introducir nuevas temáticas y enfoques pedagógicos de una manera sencilla, en el desarrollo de un curso tradicional de Física.

Cuando un tema cautiva el interés de los estudiantes, es posible avanzar hacia una comprensión mayor sobre dichos tópicos, que en algunos casos, ni siquiera están contemplados en los programas de estudio, pero que no obstante los enriquecen.

#### **EJEMPLO 1**

Normalmente, para un curso normal de Física en los liceos se dispone hoy de un Centro de Recursos de Aprendizaje (CRA), en donde entre otros materiales, existe un stock de videos cuyo objetivo básico es brindarle a los estudiantes nuevas evidencias para la comprensión de las temáticas en estudio y con ello, apoyar las prácticas de enseñanza diversificando las fuentes de información. En esta nueva alternativa didáctica que se presenta, justamente lo que se sugiere es el empleo de estos recursos para acercar a los alumnos a una mirada más actualizada de la Ciencia y la Tecnología ; en tanto ellos, reportan información respecto de nuevos campos de investigación, tecnologías de última generación y aventuras iniciadas por el hombre en el espacio.

#### **EJEMPLO 2**

A los videos disponibles en los CRA, pueden agregarse, como suele ocurrir, los que poseen los alumnos o pueden grabarse de los programas emitidos en canales científicos de cable o en canales nacionales,, que con mayor frecuencia empiezan a considerar en su programación este tipo de información.

Así, por ejemplo, si Ud. o algún alumno grabó un vídeo de un tema científico de actualidad, sería bueno hacer una ventana y exhibirlo de inmediato para su comentario. Si el contenido no fuera de su total dominio y la temática resulta relevante desde la perspectiva del aprendizaje, exhibalo de igual modo, e introduzca una nueva variable: solicite a los estudiantes que se informen sobre el tema, al igual que Ud., y abra la discusión en la clase siguiente.

### **EJEMPLO 3**

Para que los alumnos se interesen por ver temas científicos, es indispensable que Ud. los estimule a ello permitiéndole, posteriormente en sus clases socializar con sus compañeros lo observado. En situaciones en que los programas se difunden por canales de TV nacionales, entonces, puede solicitarle al curso que vean y analicen tales programas extrayendo las ideas fundamentales, formulando preguntas en torno los aspectos poco claros o aspectos sobre los que les interesaría profundizar, para luego discutirlos en el contexto de la clase.

### **EJEMPLO 4**

Existen los videos comerciales, de los cuáles algunos de ellos pueden representar otra estrategia didáctica para implementar esta alternativa de trabajo. A modo de ejemplo, la película "Tornado" representa una buena excusa para motivar a alumnos y alumnas en la introducción de temas de la Hidrodinámica.

Del mismo modo en que se ha procedido con las alternativas de trabajo anteriores, reflexionemos en torno a las preguntas siguientes

Respecto de estas sugerencias, discuta con sus pares las experiencias pedagógicas que alguno de Uds. pueda tener en este ámbito.

- Discuta luego, a la luz de las experiencias compartidas la factibilidad de implementar de forma más regular esta propuesta.
- ¿ Qué otros ejemplos podría agregar a los ya señalados?.  
Lístelos y haga una breve descripción de los contenidos, a modo de los ejemplos antes analizados.

## ALTERNATIVA 4

### **INTRODUCCION DE TEMAS DE FÍSICA MODERNA MEDIANTE LECTURA DE LIBROS DE ACTUALIDAD**

Otra forma de vincular a alumnos y alumnas con temas de la Física Moderna y la Tecnología es la entrada a través de la lectura de libros de actualidad u otro material escrito de divulgación científica y tecnológica de fácil acceso.

El trabajo pedagógico de concreción de esta alternativa, demanda del docente, articular una suerte de monitoreo sobre el proceso de lectura que desarrollan los alumnos ; en tanto la lectura del documento puede acotarse a un semestre escolar. De paso estará fomentando el interés por ella.

Lo anterior significa trabajar la lectura en relación a informes de avance de los jóvenes, los cuáles pueden tomar formas diversas : informes escritos, disertaciones, levantamiento de preguntas, entre otros. En todos ellos, se debe consignar los conceptos que no han sido comprendidos para ser trabajados por el profesor, del modo que estime conveniente. En general, toda forma de presentación debiera estar acompañada por un documento escrito ; de este modo contará con evidencias respecto de los avances logrados por cada alumno y así proceder a evaluarlos de modo más "objetivo".

Un ejemplo que ilustra bien esta alternativa es, asignar como libro a leer "Breve historia del tiempo" del autor Stephen W Hawking. En el se combina de modo extraordinario la Física Clásica con las ideas de la Mecánica Cuántica y la Gravitación.

La clave para utilizar eficientemente esta alternativa, además de las ya señaladas, está en buscar un texto que sirva de puente entre la Física Clásica y Contemporánea y que sea accesible para la mayoría de los estudiantes.

A continuación reflexione en torno a

- Intercambie experiencias relacionadas con esta alternativa y evalúelas a la luz del impacto en el aprendizaje de los jóvenes.
- ¿Cuál es la factibilidad de implementar esta nueva alternativa ?

¿ Qué otros libros o documentos de divulgación científica con las características señaladas conoce ? Lístelos y haga una breve descripción de los contenidos, a modo de los ejemplos antes analizados, con el propósito de determinar en qué niveles de la enseñanza se podrían utilizar.

## ALTERNATIVA 5

### TOUR POR LA FÍSICA CONTEMPORÁNEA Y LA TECNOLOGIA

Esta alternativa puede tener, al menos, dos variantes de trabajo, las cuales se describen a continuación.

#### EJEMPLO 1

Consiste en disponer dentro del tiempo escolar - final de semestre o final de año - de una semana para adentrarse específicamente en temas de Física Moderna y Tecnología. En el entendido que durante el desarrollo del curso han surgido problemas de naturaleza científica o tecnológica que concitan el interés de la mayoría de los alumnos y, respecto de las cuáles en su momento, no se pudo responder dentro de las matrices teóricas de la Física Clásica, esta es una opción concreta para abordarlos y explorar en las [ideas de](#) la Física Moderna y Tecnología que permita explicar tales fenómenos o situaciones.

Finalmente, a partir de las preguntas no resueltas, se puede pedir a los alumnos que estructuren sus propias Carpetas en donde ir registrando conceptos, procedimientos y reflexiones personales, de modo tal, que vaya tomando conciencia de sus propios avances ; lo que puede transformarse en un factor de incentivo por el conocimiento científico y tecnológico.

#### EJEMPLO 2

Si su liceo se encuentra cercano a una universidad donde exista un Departamento de Física, importante sería contactarse con los docentes con el propósito de conseguir charlas - ya sea dadas en la universidad misma o en las unidades educativas - en el [campo de](#) la Física Moderna o de las aplicaciones tecnológicas.

Entre los temas posibles de solicitar estarían: introducción a la Teoría de la Relatividad, introducción a la Mecánica Cuántica; Panorama de los Cielos, Investigación Espacial, principios básicos del Funcionamiento de Láser.

La definición de estos temas debería tomar en cuenta los intereses manifestados por los jóvenes.

Ambas modalidades de trabajo no son excluyentes ; más bien están abiertos a ser enriquecidos con innumerables estrategias que Ud. puede crear junto a su equipo de pares. La contribución que las universidades pueden prestar para complementar la formación de los jóvenes en temas de hoy de la Física y la Tecnología, puede ser mediante acciones tan simples, como el hecho de mantener informados a los liceos respecto del ciclo de actividades a realizar y en donde pueden participar docentes y alumnos de enseñanza media.

Reflexione en torno a los siguientes temas

- Intercambie experiencias en este campo y evalúelas a la luz del impacto que ellas han tenido en el aprendizaje de los jóvenes.
- ¿Cuál es la factibilidad de implementar esta nueva alternativa ?
- ¿ Qué otras iniciativas surgen producto de la reflexión ?  
Lístelas y haga una breve descripción de ellas, a modo de los ejemplos antes analizados.

Al finalizar esta sesión, sistematice todas las iniciativas surgidas en cada una de las actividades desarrolladas. Seguramente, le ha sorprendido constatar el gran cúmulo de estrategias didácticas creadas como producto del proceso de reflexión teórico y práctico desarrollado.

Adelante a seguir creando nuevas alternativas y a construir modos diversos de implementarlas.

# SESION IV

## DESARROLLO DE TEMAS DE FÍSICA MODERNA Y TECNOLOGÍA

# Recursos didácticos disponibles

Hemos llegado a la última sesión. Ojalá que el trabajo realizado hasta ahora se haya vivido como desafío, pero además también se haya percibido como productivo.

Se inició este módulo con un análisis crítico sobre la enseñanza actual de la Física, se continuó con la exploración de los intereses de los jóvenes respecto de temas de Ciencia y Tecnología y luego se abordó la discusión teórica sobre como desarrollar estrategias para vincular temas de Física Clásica con temas de Física Moderna y desarrollo tecnológico. Es entonces, el momento de revisar, reconocer y familiarizarse con los recursos de que se dispone en su liceo para apoyar los procesos de enseñanza y aprendizaje de los alumnos.

Los recursos que aquí se nominan representan fuentes de información variadas para el docente con el propósito de facilitar los procesos de apropiación de los jóvenes de los nuevos conocimientos sobre Ciencia y Tecnología.

Finalmente, se espera que el producto de este trabajo le permita poner las bases materiales a las estrategias de enseñanza elaboradas con anterioridad, haciendo realidad, de esta forma, la innovación en las prácticas pedagógicas.

## Propósitos

- ▬ *Definir algunos recursos asociados a las alternativas didácticas elaboradas en la sesión anterior.*
- *Generar una base de datos que se adjunte a la información que se entrega en esta sesión, la cual puede ser un aporte concreto al Departamento de Ciencias y al Centro de Recursos de Aprendizaje de su liceo.*
- *Diseñar un proyecto de trabajo para el aula que recoja algún tópico de interés señalado por sus alumnos y que incorpore alguna de las estrategias por Uds. elaboradas.*

# RECURSOS ASOCIADOS A LAS ESTRATEGIAS DE INTRODUCCION DE IDEAS DE FISICA MODERNA Y TECNOLOGIA EN UN CURSO DE FISICA CLASICA

A continuación se presenta una serie de recursos a tener en cuenta tanto para el docente como para el trabajo en aula. La serie sugerida es sólo una muestra que, requiere ser revisada y ampliada desde las realidades particulares de cada unidad educativa y el grupo de docentes que la integra. Del mismo modo, la lista de tales recursos debiera ser actualizada con cierta periodicidad.

Es importante tener presente que para un aprovechamiento eficiente de los recursos, no basta su mera clasificación por temas ; se requiere reflexionar también, sobre ciertos criterios que dicen relación con aspectos tales como

- Panorámica sobre los tópicos que cubre
- Enfoque teórico en que se sustenta
- Especificación o no de procedimientos metodológicos
- Nivel de complejidad que presenta para los alumnos

## ALTERNATIVA 1

### TEXTOS

Hoy existe una serie de libros de divulgación científica disponibles en distintos sitios. De ellos, se han elegido arbitrariamente algunos títulos que se listan a continuación, considerando su realación con los enfoque y temáticas planteadas.

<b>AUTOR</b>	<b>TITULO</b>	<b>EDITORIAL</b>
Alfven, H.	Atomo, hombre y universo	Universitaria
Capra, F.	Tao de la Física	Estaciones
Capra, F.	El punto crucial	Estaciones
Cornwell, J.	La imaginación de la naturaleza	Universitaria
Claro, F.	A la sombra del asombro	Andrés Bello
Einstein, A.	La Física aventura del pensamiento	Losada
Einstein, A.	Mi visión del mundo	Turkest
Feynman, R.	El carácter de las leyes físicas	Ariel
Fishbane, P.	Física	Prentice Hall
Flores, J	La gran ilusión, Monopolos magnéticos	Fondo Cultura Econ.
Flores, J.	La gran ilusión, los Quarks	Fondo Cultura Econ.
French, P.	Relatividad Espacial	Reverté
Hawking, S.	Historia del tiempo	Crítica
Hobson	Física	Prentice Hill
Hewitt, P.	Física Conceptual	Addison Wesley
Krauss, L.	Miedo a la Física	Andrés Bello
Landau	Introducción a la Teoría de la Relatividad	Mir
Menchaca, A.	El discreto encanto de las partículas diminutas	Fondo Cultura Econ.
Mills, R.	Espacio, tiempo y quantas	Freeman
PSSC	Física	Reverté, 7 edición
Rifkin, J.	Hacia un mundo invernadero	Urano
Rifkin, J.	Entropía	Urano
Russell, B.	La perspectiva científica	Ariel
Sagan, C.	Cosmos	Reverté
Serway, R.	Física	Mac Graw-Hill
Tippler, P.	Física Moderna	Reverté
Trefil, J.	La cara oculta del universo	Planeta
Zitzewitz	Física, principios y problemas	Mac Graw-Hill

De algunos de los libros citados se acompaña, a continuación, una breve descripción de los contenidos. En su gran mayoría, estos remiten a conceptos de la Ciencia y la Física Moderna y a los problemas derivados del desarrollo tecnológico.

- "Breve historia del tiempo", W. Hawking, Ed. Crítica.

Especialmente, indicada para tratar temas sobre Relatividad. Además, contiene una introducción a la Mecánica Cuántica, Cosmología, Evolución del Universo y Unificación de la Física.

- "El Tao de la Física", F. Capra, Ed. Estaciones.

Revisa ideas referente a la Física Clásica y establece relaciones con las nuevas ideas de la Física Moderna. Intenta unificar el pensamiento y la visión del mundo oriental con el occidental.

- "A la sombra del asombro", F. Claro, Ed. Andrés Bello.

Nos conduce por el mundo de la Física para adentrarse en los secretos del átomo. Además, contiene explicaciones acerca de los Agujeros Negros.

- "La cara oculta del universo", J. Trefil, Ed. Planeta.

Inicia al lector en el conocimiento del Universo y sus maravillas.

- "La imaginación de la naturaleza", J. Cornwell, Ed. Universitaria.

Nos conduce a las fronteras de la Visión sobre la Ciencia y a discutir los distintos enfoques dados por los científicos.

"Entropía", J. Rifkin, Ed. Urano.

Esta publicación con sólidos argumentos sitúa en su verdadera perspectiva los dos mayores Problemas Ambientales con que se enfrenta la humanidad : la Crisis de la Energía y el Calentamiento de la Atmósfera.

- "Espacio, tiempo y quantas", R. Mills, Ed. Freeman

En una primera parte presenta el desarrollo de la Física Moderna en dos perspectivas independientes: Espacio y Tiempo ; donde discute sobre Relatividad, Gravitación,

Naturaleza del Tiempo. En la segunda parte, referida a la Física Cuántica cubre tópicos como Fotones, Ondas Materiales, Niveles de Energía.

Ahora bien

- ¿ Qué otros libros puede agregar a los ya presentados ?
- Del total de libros anotados, seleccione los que estén disponibles en su entorno y agregue otros de que disponga. Así da inicio a la construcción de una base de datos de textos disponibles en su liceo.
- Elabore en grupo el mismo trabajo - de descripción de los tópicos centrales - con los nuevos libros que han sido adjuntados a la lista inicial.

Sería una buena experiencia como continuación del trabajo del módulo leer o re-leer, según corresponda, alguno de los libros citados para luego discutirlo con sus pares desde la perspectiva de la enseñanza y del aprendizaje. Podría resultar una interesante aventura de actualización de conocimiento conjunta.

FIGURA 8  
POSIBILIDAD DE VIDA EN UN SATÉLITE DE JÚPITER.



## ALTERNATIVA 2

### REVISTAS DE DIVULGACION CIENTIFICA

Entre las revistas de divulgación científica más conocidas en nuestro país y que por lo demás son de fácil acceso están

- Muy Interesante
- Conozca más
- Quantum

Si bien, las revistas de este tipo en nuestro medio no son abundantes, este tipo de recursos podría ser complementado con la recopilación con cierta periodicidad de artículos y separatas con temas científicos y tecnológicos que suelen aparecer en diarios y revistas.

A modo de ejemplo, se presenta una serie de artículos publicados en prensa escrita en el último tiempo.

- El plutonio se sigue acumulando
- El científico como rebelde
- Maternidades estelares
- El cielo inestable
- Vida en Marte
- Cuatro nobeles para la Ciencia
- Ciencia y eientismo
- Las puertas del antimundo
- René Descartes en el fin de siglo
- El sentido del universo son el tiempo y la creatividad
- La dimensión estética de la Ciencia
- El quinto elemento energía nuclear para obtener energía eléctrica
- No más plutonio
- Una sola ley para cuatro fuerzas
- Los misterios del olfato
- Cuando la máquina imita a la naturaleza
- Tiene límite la Ciencia

¿ Cuántos de ellos están disponibles en su entorno, por ejemplo en el Centro de Recursos de Aprendizaje ?

¿ Qué otros artículos que Ud. conoce puede agregar a los ya presentados ?

Para una mayor agilidad de uso, el listado final debe ser clasificado según tópicos o algún otro criterio que resulte práctico para Ud.

## ALTERNATIVA 3

### VIDEOS Y TV

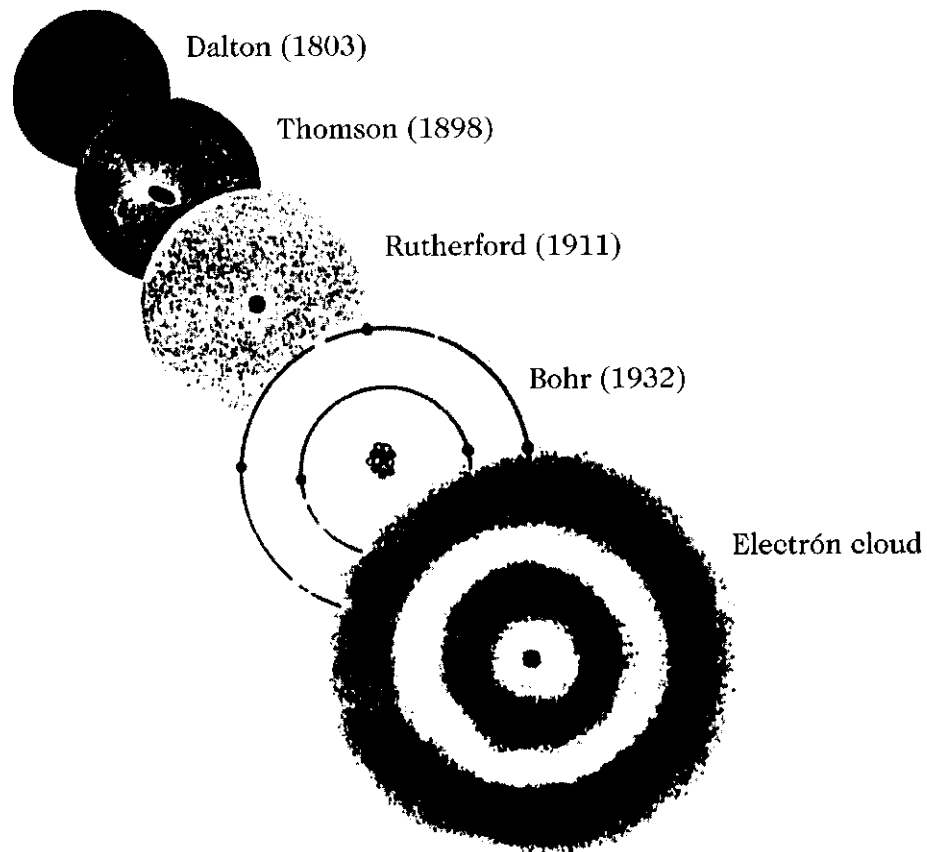
Los videos como recurso de enseñanza representan una herramienta bastante familiar y por tanto, de fácil encantamiento para los jóvenes.

Entre las series de videos más difundidas y de lenguaje sencillo se encuentran las siguientes:

- La Relatividad del Tiempo                      Serie Discovery en la Escuela
- El Secreto Mundo del Atomo                      Serie Discovery en la Escuela
- Imperio Solar                                      Serie de 7 programas
- Relatividad, Corrimiento al Rojo                      Serie del Programa Cosmos

Un comentario especial merece la serie "Cosmos" de Carl Sagan, la cual se estructura en 14 programas de 45 minutos cada uno ; es decir, de una hora pedagógica. En esta serie se muestra desde los inicios del desarrollo del mundo científico tecnológico hasta la era de la exploración espacial. Además, en el se combina de una forma espectacular, el desarrollo del pensamiento de la humanidad a través del tiempo, liderado por la Ciencia.

FIGURA 9  
MODELOS DE ATOMOS



Por último, existe un sinnúmero de videos sobre temas de Física diseminados en diferentes instituciones que, generalmente, son de fácil acceso y sin costo. Entre estas instituciones están : institutos culturales, universidades y museos.

En la actualidad se dispone de algunos canales de TV cables dedicados, casi exclusivamente, al mundo científico y tecnológico ; a la vez que los canales nacionales de TV están incluyendo en su programación, cada vez con mayor frecuencia, este tipo de informativos.

En especial, en TV cable existe un canal llamado "Discovery Channel". A continuación un listado de sus programas con una breve descripción sobre los contenidos.

<b>PROGRAMAS</b>	<b>DESCRIPTORES</b>
<b>Nova</b>	<b>Temas científicos de actualidad</b>
<b>Imperio Solar</b>	<b>Presenta maravillas del universo</b>
<b>Ultraciencia</b>	<b>Avances científicos de reciente data</b>
<b>Super Máquina</b>	<b>Principios generales de cada máquina y su desarrollo histórico</b>
<b>Discovery en la Escuela</b>	<b>Temas de Física general y su relación con la vida diaria</b>
<b>Horizonte Científico</b>	<b>Temas de actualidad científica</b>
<b>Discovery Magazine</b>	<b>Reportajes de temas científicos en general</b>
<b>Más allá del 2000</b>	<b>Serie sobre ideas de tipo futurista</b>
<b>Vida en Línea</b>	<b>Avances en computación y software</b>
<b>Ideas e Inventos</b>	<b>Inventos y los principios básicos de Física en que se sustentan</b>
<b>El secreto mundo del</b>	<b>Descripciones sencillas del funcionamiento de las funcionamiento de las máquinas</b>
<b>Conecciones</b>	<b>Relación entre producción de conocimiento científico y desarrollo de la humanidad</b>
<b>Planeta Tierra</b>	<b>Reportajes con énfasis en temas ecológicos y conservación del planeta</b>

En los canales nacionales, también existen informes científicos de actualidad ; los que son de más fácil acceso para todos, y por lo tanto, un recurso informativo a no perder de vista. Suele acontecer que este tipo de programas son grabados por los mismos estudiantes. Los de más frecuente divulgación en nuestro país son

- Enlace
- Informe Especial
- Contacto
- Una vez más, agregue a los listados otros a los que pueda acceder y proceda a señalar los tópicos que cubre.

De este modo, ha llegado a construir un "inventario pedagógico" de recursos disponibles en su liceo ; todos ellos válidos para ampliar el horizonte de conocimientos de los jóvenes. Aprovechemos las horas de GPT para crear nuevas formas de aproximación al conocimiento científico y tecnológico.

## **A MODO DE CIERRE**

Y si ha llegado hasta este punto ¿ por qué no atreverse a diseñar - en conjunto o independientemente- un proyecto de innovación para experimentar en el aula, en relación a un tópico de interés de los alumnos ? Ya no es excusa la carencia de materiales de laboratorio. Había notado que en todo el trabajo realizado no ha recurrido a ellos. Entonces, a elaborarlo.

- Defina el tópico por referencia a los de mayor interés de los declarados por alumnos y alumnas.
- Seleccione las estrategias didácticas que le aparezcan las más pertinentes de entre las creadas en la tercera sesión de trabajo de este módulo.
- Seleccione los recursos - de entre los disponibles - como soporte material a su acción pedagógica.
- Defina el tiempo que requiere para su implementación.
- Y finalmente, comparta con sus colegas periódicamente los resultados de tal implementación, con el propósito de ir sistematizando los aspectos bien logrados de dicho diseño, como también, de que le aporten ideas respecto de lo que requiere ajuste.

El desafío de esta tarea se verá compensado por la respuesta de los jóvenes, al contribuir en sus procesos de apropiación de explicaciones científicas del mundo natural y tecnológico en que viven.

**Con el objeto de dar continuidad al proceso aquí iniciado, de exploración de herramientas teóricas y prácticas como sustento a la renovación de las prácticas pedagógicas ; quedo a disposición de Uds. para ayudar en la solución de sus dudas, ampliar referencias bibliográficas, o alguna otra inquietud.**

**Prof. Luis Braga  
Departamento de Física  
Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas  
Universidad de Concepción  
Fax 41 - 245622 Fono 41 - 204331 ó 204425  
e-mail : luimar@entelchile.net  
Casilla 4009 - Concepción**

# ANEXO

## ENCUESTA DE INTERESES SOBRE FÍSICA Y TECNOLOGÍA

En las dos siguientes páginas Ud. encontrará una breve descripción respecto de un listado de tópicos específicos de Física y aplicaciones tecnológicas. Al lado de cada uno de ellos encontrará cinco categorías de interés, en donde Ud. marcará con una X en el casillero que mejor lo represente.

El propósito de esta encuesta es conocer los temas que a Uds. los motivan respecto de este campo de conocimiento, para así poder satisfacer en lo posible sus intereses.

Si Ud. desconoce algún término de los que aparece en la encuesta o no entiende lo que allí se señala, acérquese a su profesor o profesora a fin de aclarar totalmente sus dudas.

Ahora bien, si Ud. desea señalar otros temas que no aparecen incluidos en la encuesta y que resultan de su interés, al final de las preguntas encontrará un espacio específico donde puede anotarlos.

## ENCUESTA DE INTERESES EN FISICA Y TECNOLOGIA

EDAD:

CURSO:

ESTABLECIMIENTO:

MUY ALTO ALTO

MEDIO

BAJO

MUY BAJO

1. Mi interés por llegar a conocer en detalle la Física del Sonido, su forma de producción, propagación, características del funcionamiento de instrumentos musicales es
2. Mi interés por relacionar los movimientos de los cuerpos con las fuerzas que lo producen, principios de Newton, movimiento de satélites, movimiento en el espacio es
3. Mi interés por conocer las principales propiedades de la luz y sus múltiples aplicaciones es
4. Mi interés por estudiar el movimiento de las cargas eléctricas en un circuito eléctrico, intensidad de corriente, resistencia eléctrica y sus aplicaciones en circuitos grandes y en miniatura, funcionamiento de un motor es
5. Mi interés en conocer los mecanismos de transferencia de energía entre cuerpos a diferente temperatura mediante calor, principios de la Termodinámica, funcionamiento de máquinas térmicas es
6. Mi interés por estudiar la relatividad de Einstein, descripción de la materia cuando se mueve a velocidades cercanas a la de la luz, relatividad del espacio tiempo, contracción del tiempo, paradoja los mellizos es
7. Mi interés por estudiar sistemas muy pequeños como los ladrillos, de que está constituida la materia "los átomos", modelos de átomos, niveles de energía en el átomo es
8. Mi interés por estudiar la física de lo muy chico, la mecánica cuántica y sus aplicaciones como los láser, cristales, líquidos, chips, efecto túnel, superconductores, chips CCD es
9. Mi interés por estudiar la física del núcleo especialmente la Radioactividad, Fisión Nuclear, aplicaciones de la energía nuclear a la medicina y a la obtención de energía eléctrica, modelos de núcleo, quarks es
10. Mi interés por estudiar física del espacio (Astronomía), sistema solar, estrellas, galaxias, pulsares, supernovas, estrellas enanas, cosmología es

