

# PROGRAMA FÍSICA

## SEGUNDO AÑO BACHILLERATO OPCIÓN BIOLÓGICO Y CIENTÍFICO

*“Ofrezco esta obra como los principios matemáticos de la filosofía, porque todo el problema filosófico parece consistir en lo siguiente: investigar las fuerzas de la naturaleza a partir de los fenómenos de los movimientos y entonces partiendo de estas fuerzas, demostrar los otros fenómenos.”*

*Sir. Isaac Newton,*

*Prefacio de los Principia (1686)*

### FUNDAMENTACIÓN.

La asignatura Física en el Segundo Año de Bachillerato en las orientaciones biológica y científica está incluida dentro del marco de asignaturas específicas.

Merece citarse lo dicho en el prefacio por los autores de uno de los textos de física <sup>1</sup> con respecto a la enseñanza de física:

*“...había dos referencias para nosotros sagradas. Se trataba de dos físicos y, al mismo tiempo de dos grandes renovadores de la enseñanza de la física. Uno era el soviético Lev Landau (1908-1968), el otro el norteamericano Richard*

*Feynman (1918-1988). De uno queríamos extraer el rigor, del otro queríamos buscar la claridad. Ambicionábamos el rigor sin austeridad y la claridad sin superficialidad. ¡Nada más y nada menos!”*

El conocimiento de física es un conocimiento que como otros es un producto cultural de la humanidad y como tal es necesario transmitirlo a las generaciones futuras. La enseñanza de las ciencias básicas en general y de la Física en particular forma parte de ese producto cultural. También lo es el “aprender a aprender” que involucra en términos generales la cognición, la emoción y la comunicación. De acuerdo con ello la enseñanza de física contribuye al desarrollo y dominio de estrategias de aprendizajes necesarias para lograr un proyecto personal de vida.

Si ese es el objetivo fundamental, como integrantes de la comunidad educativa y como profesores de física en particular, se considera que se debe enseñar a que los estudiantes aprendan a pensar críticamente, pero: ¿Cómo se caracteriza el pensamiento crítico? A título de ejemplo se señala aquí una “situación” para reflexionar:

*“El primer día de clase, el profesor trajo un frasco enorme:*

*\_-Esto está lleno de perfume- dijo a Miguel Brun y a los demás alumnos\_. Quiero medir la percepción de cada uno*

---

<sup>1</sup> Días de Deus, Jorge y otros; Introducción a la Física; Segunda Edición; Mc Graw Hill; España 2001.

de ustedes. A medida que vayan sintiendo el olor, levanten la mano.

Y destapó el frasco. Al ratito nomás, ya había dos manos levantadas. Y luego cinco, diez, treinta, todas las manos levantadas.

-¿Me permite abrir la ventana, profesor?- suplicó una alumna, mareada de tanto olor a perfume, y varias voces le hicieron eco. El fuerte aroma, que pesaba en el aire, ya se había hecho insoportable para todos.

Entonces el profesor mostró el frasco a los alumnos, uno por uno. El frasco estaba lleno de agua.”<sup>2</sup>

### **¿Cómo entendemos el conocimiento científico especialmente el de Física?**

Esta es una pregunta de segundo orden porque implica una reflexión sobre el conocimiento científico. Los conocimientos científicos son parte de la cultura del hombre moderno por lo que se entiende que tendrán que ser enseñados teniendo en cuenta el carácter social de las ciencias, su lugar en la cultura y la incidencia que los mismos pueden tener en la formación integral del estudiante. Las citas expresan lo que al respecto manifiestan dos físicos de relevancia en el siglo XX.

*“Cada parte del todo de la naturaleza es siempre sólo una aproximación a la verdad completa o la verdad completa hasta donde la conocemos. En realidad, todo lo que sabemos*

---

<sup>2</sup> Eduardo Galeano; Celebración de la desconfianza En “El libro de los abrazos” (p. 144)

*es sólo una cierta forma de aproximación, porque sabemos que aún no conocemos todas las leyes. Por eso las cosas deben ser aprendidas, sólo para luego desaprenderlas o, más a menudo para corregirlas.”<sup>3</sup>*

*“Manifiestamente, pues, el término “definitivo” se refiere en el sentido de la ciencia natural exacta a la siempre renovada aparición de sistemas, de conceptos y de leyes cerrados y matemáticamente formulables; sistemas que concuerdan con determinados sectores de la experiencia son válidos para cualquier localidad del cosmos dentro de los cotos del sector correspondientes, y no son susceptibles de alteración, ni de perfeccionamiento; sistemas empero de cuyos conceptos, leyes no puede esperarse naturalmente que sean más adelante aptos para expresar nuevos sectores de la experiencia.”<sup>4</sup>*

Además hay que tener en cuenta que en el caso de la enseñanza se agrega a lo anterior la “transposición didáctica”, un proceso complejo por el cual se selecciona el contenido de física a ser enseñado. Esta selección se da en un nivel social (científicos que escriben para enseñar, autoridades, padres, profesores...) La transposición no es lo que realiza individualmente el profesor cuando planifica (el curso, la unidad, la clase), implementa y regula el acto educativo; el profesor trabaja en la transposición.

### **¿Qué implicancias tiene la concepción de conocimiento científico en la enseñanza de física?**

---

<sup>3</sup> Richard Feynmann. Física Vol. 1. Pearson Educación. 1998. México.

<sup>4</sup> Heisenberg, Werner. (1985) La imagen de la naturaleza en la Física actual. Orbis. Madrid.

En la enseñanza de física cuando se tratan los diferentes temas se adhiere en forma implícita a cierto modo de entender el conocimiento que se enseña. Es necesario reflexionar sobre este tema. Por ejemplo, cuando se trata la segunda ley de la dinámica hay que considerar que los conceptos de masa y fuerza no se definen uno sin el otro. Si quisiéramos deducirlos paso a paso no podríamos, no estaríamos dentro de la teoría que estamos enseñando. Estos conceptos sólo se entienden en la segunda ley. Mediante este ejemplo expresamos que al enseñar física también enseñamos implícitamente conceptos de segundo orden (filosofía de la física) sin explicitarlos. Sin embargo no podemos generalizar, todos los conceptos que enseñamos no caen bajo esta clasificación. En las interacciones en el grupo-clase es inevitable que no fluya la concepción de Ciencia que cada uno posee. No debemos esperar que todos los docentes tengan idéntica concepción filosófica sobre la Ciencia, pero es necesario que de alguna manera se posibilite que el estudiante pueda apropiarse de las ideas más aceptadas de la época.

Una aproximación a la forma con que se adquiere conocimiento científico, y que se espera actúe preventivamente contra todo tipo de enseñanza dogmática, se sitúa en las relaciones entre el lenguaje científico de una comunidad y el pensamiento de cada participante. Al mismo tiempo el pensamiento individual no es independiente del de la comunidad, pensemos en el caso de Planck que se encontró con serias dificultades cuando desde la visión del electromagnetismo, quiso encontrar una formulación matemática de la radiación del cuerpo negro. Cuando postuló la cuantización de la energía para lograr una explicación del fenómeno comenta que nunca quedó convencido de sus

conclusiones. Tampoco la comunidad como vemos en este ejemplo determina totalmente el pensamiento individual. Es muy probable que tengamos que prestar más atención a la relación entre ambos, especialmente si estas consideraciones las trasladamos al grupo-clase.

Merece citarse este párrafo de Hodson: *“La ciencia es una actividad condicionada social e históricamente, llevada a cabo por científicos individualmente subjetivos, pero colectivamente críticos, selectivos, poseedores de diferentes estrategias metodológicas que abarcan procesos de creación intelectual, validación empírica y selección crítica, a través de las cuales se construye un conocimiento temporal y relativo que cambia y se desarrolla permanentemente”*<sup>5</sup> Esta noción de Ciencia, por su amplitud y generalidad puede ser una guía de acción.

### **¿Cómo entendemos el pensamiento crítico?**

Como un conjunto de capacidades y actitudes interdependientes orientadas hacia la valoración de ideas y acciones. Implica elaborar juicios basados en criterios, sin perder de vista el contexto y con la capacidad de autocorregirse. Para ello se tendría que lograr cierta habilidad y propensión a comprometerse en una actividad con un escepticismo reflexivo, dentro del marco de un contexto específico.

El papel de la metacognición es básico en una enseñanza que se orienta hacia generar pensamiento crítico. Se conciben tres etapas en la metacognición:

---

<sup>5</sup> Hodson

1. La conciencia que tienen el sujeto de sus actividades cognitivas.
2. El juicio que elabora y puede expresar sobre su propia actividad
3. La decisión de modificar o no sus actividades cognitivas.<sup>6</sup>

El pensamiento crítico, varía necesariamente de un área a otra, por lo que enseñarlo “en general” es infructuoso, incluso ilógico.

Las habilidades de pensamiento general no existen, pues el pensamiento se produce dentro de un marco de normas epistemológicas de un área en particular.

---

<sup>6</sup> Se recomienda en estas apreciaciones el libro de Jacques Boisvert, 2004 citado en la bibliografía didáctica.

## **ORIENTACIONES SOBRE LA ENSEÑANZA**

### **GENERALES:**

Las orientaciones que aparecen en este programa fueron delineadas teniendo en cuenta la diversidad de formaciones y las diferentes posiciones que han asumido los profesores en el ejercicio de la profesión. Se entiende apropiado plantear el conjunto de problemáticas en función de tensiones<sup>7</sup>, a continuación se identifican algunas:

- Extensión y profundidad de los temas tratados;
- El conocimiento científico en física como proceso y como producto;
- Conocimiento cotidiano (lo conocido) y lo distante (si se piensa en el estudiante lo no conocido es lo que se quiere enseñar)
- Metodología de diálogo y de enseñanza expositiva ((participación, modelos cooperativos vs. monólogo)
- La repetición, la creación.
- La motivación externa e interna

### **Extensión y profundidad de los temas tratados**

La tensión entre extensión y profundidad es una de las cuestiones que siempre problematizan los docentes, aún reconociendo que hay toda una cuestión de grados entre los polos planteados. Se sostiene que este es uno de los problemas básicos denunciado por los profesores y que se soluciona profundizando en una temática es decir optando por

---

<sup>7</sup> Es frecuente encontrar en las perspectivas críticas metodologías de análisis guiadas por las tensiones originadas entre dos situaciones opuestas.

uno de los polos de esta tensión. El otro polo: la extensión (asumida como todo el contenido del programa) queda relegado a que en el futuro el estudiante pueda aprender<sup>8</sup> esos conocimientos. Para explicar la posición asumida en la comisión que redacta este programa, se desarrolla un ejemplo: Es conocido por todos que los temas referidos a la cinemática ocupan un tiempo de aula considerable si se comparan con los tiempos destinados a otros temas e incluso hay algunas temáticas que se omiten en su totalidad. En la fundamentación de esta práctica educativa se alega que los estudiantes no han aprendido aún la interpretación física de diversas situaciones, no pueden hacer la transferencia a otros casos nuevos, no pueden resolver cuantitativamente las situaciones planteadas, no interpretan las gráficas temporales, no saben obtener una relación temporal a partir de otras... Se entiende que estos argumentos surgen de las prácticas concretas de aula. Sin embargo es posible esgrimir otros argumentos desde el punto de vista de los aprendizajes que informan que las dificultades evidenciadas son producto de una evaluación de los mismos en el momento de la enseñanza (son prácticamente simultáneos). Es conocido actualmente que la mente humana puede entender “cosas” que se le presentaron hace tiempo. La alternativa estaría en retomar en todo el curso las dificultades evidenciadas, que no

---

<sup>8</sup> La noción de aprendizaje que se sostiene es la siguiente: los sujetos particulares siempre aprenden, pero no necesariamente lo que el profesor/a piensa que transmite al implementar su clase es decir al enseñar, por lo tanto esta posición rompe con la idea de transparencia entre el pensamiento y el lenguaje entre lo intersubjetivo y lo subjetivo entendiéndose que enseñar y aprender son procesos independientes en lo intersubjetivo y simultáneos en cada sujeto. Las discontinuidades entre el pensamiento (entendido como consciente e inconsciente) y el lenguaje (entendido en sentido amplio no sólo el habla) en cada sujeto hacen que las comunicaciones en el aula sean complejas e imposibles de abordar en su totalidad.

son exclusivas del tema del ejemplo (cinemática), sino que son parte del conocimiento de la ciencia que se quiere enseñar. Por ello se sostiene que el programa está pensado para que el docente se mueva dentro de un equilibrio entre extensión y profundidad, de manera que pueda dar la visión global de las teorías físicas elegidas para este curso.

### **El conocimiento científico en física como proceso y como producto**

El conocimiento físico que se enseña se puede presentar como un producto acabado, inmutable o como un conocimiento que ha tenido un proceso de producción histórico y social. Este punto es el que se debe tener en cuenta en el sentido de ciencia que se quiere enseñar. Una forma de equilibrar esta cuestión es discutir las limitaciones propias de las teorías, y en las situaciones analizadas insistir en la adecuación del modelo utilizado, ya sea el de partícula, el de un cuerpo rígido, el de un fluido ideal, una cuerda ideal... También las relaciones entre el conocimiento científico y la sociedad en la historia, por ejemplo los principios de la termodinámica y la revolución industrial.

### **Conocimiento cotidiano (lo conocido) y lo distante (si se piensa en el estudiante lo no conocido es lo que se quiere enseñar)**

Esta tensión se sitúa entre lo que el estudiante ya sabe y el nuevo conocimiento que tiene que aprender. Se trata de indagar las concepciones que el estudiante tiene (de promover su explicitación) de modo que en el ámbito intersubjetivo pueda aprender el nuevo conocimiento. En esta tensión se ubica también el conocimiento de la sociedad de pertenencia y el de otras culturas distantes sin que por ello se promueva un proceso de pérdida de la cultura de origen.

## **Metodología de diálogo y de enseñanza expositiva (participación, modelos cooperativos vs. monólogo)**

Las clases expositivas tienen ventajas, son aparentemente menos desgastantes para el profesor en términos de planificación, se pueden aplicar a la mayoría de los contenidos conceptuales, son más fáciles de implementar. Sin embargo tienen dos desventajas importantes, fomentan el aprendizaje pasivo, de escucha y recepción de información en detrimento de la discusión y argumentación, elementos claves para el desarrollo del pensamiento crítico. Por otro lado no permiten que el profesor pueda evaluar la comprensión o el progreso del aprendizaje de los alumnos. En cambio en las clases interactivas, sí lo puede hacer. Se considera necesario equilibrar todas las metodologías de clase.

### **La repetición, la creación**

Esta tensión está ligada con la anterior y con los instrumentos de evaluación de aprendizajes. Se refiere al aprendizaje estrictamente memorístico que se aleja de la creatividad en los procesos de pensamiento y de comunicación. Se aprecia especialmente en el acto educativo y en las tareas que realizan los estudiantes, se aconseja que éstas contengan ambos componentes, no descartamos la función que la memoria tiene al aprender.

### **La motivación externa e interna**

En los cursos elementales de ciencias se puede apreciar un interés de los estudiantes por comprenderla, sin embargo ese interés decrece con la edad, en general. Enseñar y aprender a mirar los hechos de manera diferente, emplear razonamientos más costosos que el sentido común, trabajar en equipo, puede resultar difícil de realizar si no se

está motivado. Pero también es cierto que para estar motivado muchas veces es necesario atravesar esas primeras etapas en que le permiten al estudiante llegar a elaborar las explicaciones científicas. La complejidad de este tema abarca las creencias que estudiantes y docentes tienen sobre la mejor manera de aprender ciencias, las actitudes que culturalmente se poseen hacia la ciencia y su aprendizaje, el nivel de autoestima que se posee en relación a la capacidad para aprender, las expectativas que el profesorado tiene. Por ello entendemos que un trabajo de las salas docentes de los institutos de enseñanza puede lograr un equilibrio entre la motivación externa e interna que beneficie el aprendizaje de los estudiantes. La pasión en la enseñanza de las ciencias y hacia el aprendizaje de ellas es un condimento que no puede faltar en el aula.

## **ORIENTACIONES PARA LAS ACTIVIDADES DE LABORATORIO**

Las orientaciones generales que se dan en el curso son tanto para las actividades teóricas como para los experimentos de laboratorio, entendiendo que estructuralmente el curso es uno solo.

*“La experimentación en el laboratorio es la instancia que obliga al estudiante a enfrentar situaciones que requieren la elaboración de modelos particulares del experimento que deben estar enmarcados en un modelo físico más general.”<sup>9</sup>*

Algunos de los elementos que deberían considerarse son los siguientes:

---

<sup>9</sup> APFU. Documento de trabajo #2 – “El rol del laboratorio en la enseñanza de la Física.” Carmelo 2002 (<http://apfu.fisica.edu.uy>)

- Diseño de actividades experimentales
- Elaboración de informes
- Manejo de instrumentos, adquisición y tratamiento de datos
- Expresión y contrastación de resultados
- Obtención de conclusiones

Debemos tener en cuenta que el tratamiento de la incertidumbre no puede ocultar la propuesta experimental que se está realizando. Se sugiere la coordinación con los docentes de química para el tratamiento de las incertidumbres.

Al diseñar las prácticas de laboratorio debe tenerse en cuenta que deben distribuirse a lo largo de todo el curso en coordinación con las unidades temáticas que se estén desarrollando. Un mínimo de 8 prácticas se considera imprescindible para que el estudiante pueda desarrollar las habilidades específicas que el trabajo de laboratorio requiere.

## **ORIENTACIONES PARA LA RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS**

La importancia de los problemas y su resolución en la enseñanza de las ciencias es lo que motiva a la redacción de este apartado dentro de las orientaciones generales para la enseñanza. Lo que se desea jerarquizar son dos aspectos, uno vinculado al enunciado o planteo y el otro relacionado a la resolución del problema.

Se considera que el planteo de un problema debe requerir una cierta narrativa de la situación e interrogantes a responder, no importa que el planteo sea efectuado por el docente o por el estudiante.

En relación con la búsqueda de la/s solución/es se debería promover que los estudiantes:

- interpreten la letra e identifiquen los datos así como su relevancia para la situación propuesta
- piensen, verbalicen y redacten las hipótesis para efectuar posteriormente análisis que le permitan comprender las leyes aplicables a la situación.
- contrasten los resultados con datos de la realidad (tablas, experimentos...)

En todos los casos la redacción de las justificaciones y argumentaciones que correspondan serán de gran importancia para comprender la línea de razonamiento de los estudiantes y orientarlos en aquellos aspectos que no sean correctos en su razonamiento.

## **ORIENTACIONES PARA LA EVALUACIÓN**

Las evaluaciones se considerarán principalmente como instancias de aprendizaje donde el estudiante tendrá la oportunidad de apreciar los logros y dificultades de su desempeño y favorecer la retroalimentación de sus conocimientos.

Se buscará generar espacios dentro de la actividad del aula a los efectos de apreciar la labor del estudiante en forma personalizada. Se recomienda la confección en sala de un conjunto de pautas de observación que permitan una realización coherente, completa e integrada de este aspecto de la evaluación.

Consideramos que para esta etapa de formación de los estudiantes conviene introducirlos también como partícipe de los objetivos del curso y de la evaluación de sus propios

aprendizajes gradualmente. En este sentido es oportuno referirnos al documento: “La evaluación en los cursos de Física”<sup>10</sup>

- Procurar que el estudiante haga propios los objetivos del curso en el sentido que el proceso de aprendizaje incluya estrategias meta-cognitivas. Incentivar los procesos auto-críticos que son necesarios para lograr la meta-cognición y la honestidad intelectual.
- Proponer la evaluación mutua entre estudiantes y la participación de cada estudiante en el diagnóstico del grado de cumplimiento de los objetivos del curso.
- Explicitar con claridad las reglas de trabajo y evaluación para que los estudiantes se interioricen de las mismas, se autoevalúen, debatan al respecto y asuman las conclusiones con responsabilidad.
- Desplazar el centro de la evaluación de tipo mecanicista a otro, conceptual y experimental.

---

<sup>10</sup> APFU Documento de trabajo # 3 “La evaluación de los cursos de Física” 3 de abril de 2005, Punta Ballena. (<http://apfu.fisica.edu.uy>)



# CONTENIDOS BÁSICOS ESENCIALES

## UNIDAD 1. TEORÍAS FÍSICAS

El considerar la temática de la unidad 1 se apunta a que los estudiantes puedan conseguir, de manera general y de un modo más sencillo, una imagen completa del mundo físico que nos rodea. Implica ayudarlos a interpretar lo desconocido de los fenómenos a partir de lo ya conocido. Una teoría es un esquema conceptual que se postula para explicar los fenómenos que observamos, y las relaciones que existen entre ellos. Reúne en una única estructura, conceptos, leyes, principios, hipótesis y observaciones que pueden provenir de un mismo campo o de campos diferentes.

## UNIDAD 2. LEYES DE NEWTON.

Se presentan las leyes de Newton como las leyes de la mecánica clásica. Es importante explicitar la validez y las limitaciones que las mismas tienen, haciendo mención a aquellas teorías que son válidas fuera de estos límites, tal como se trabajó en la unidad 1, resaltando los aspectos que muestran la estructura de cada una de estas teorías.

En este curso se optó por considerar los principios de conservación como derivados de las leyes de Newton.

Como elementos necesarios para la formulación de las leyes de Newton se enfatiza la necesidad de que el estudiante conozca y utilice los conceptos de velocidad y aceleración instantáneas como magnitudes vectoriales

Se incluye en esta unidad la ley de Gravitación Universal porque permite la formalización de una de las cuatro interacciones fundamentales de la naturaleza y el análisis de los movimientos con fuerzas centrales. Dicha ley posibilita el estudio de un campo vectorial, el gravitatorio como un primer ejemplo de otros campos.

## UNIDAD 3. DERIVACIÓN DE LOS PRINCIPIOS DE CONSERVACIÓN DE LAS LEYES DE NEWTON

En este curso como se mencionó en la Unidad 2, se optó por derivar los principios de conservación de las leyes de Newton. Se considera importante que se expliciten en esta etapa que los principios de conservación de la energía mecánica y de la cantidad de movimiento, son una herramienta imprescindible para el tratamiento de diversas situaciones físicas, en las que las leyes de Newton resultan de difícil aplicación directa.

## UNIDAD 4. TERMODINÁMICA

Este es el segundo ejemplo de teoría física que se ve en este curso. Como en el caso de la mecánica newtoniana debe hacerse especial énfasis en los principios fundamentales (Ley cero, primer, segundo principio y la imposibilidad del cero absoluto). Destacamos que se pretende hacer un estudio de los sistemas y las transformaciones que en ellos se producen cuando interactúan con otros o con el ambiente. Para ello, es necesaria la conceptualización de las variables de estado y funciones de procesos.

## TEORÍAS FÍSICAS

### Orientaciones al profesor

En esta unidad se pretende mostrar cómo el trabajo de los investigadores a lo largo de la historia, ha tenido como objetivo responder a planteos de orden práctico (intervención de la naturaleza) y a otros más “existenciales”, que la humanidad ha tenido desde sus comienzos. Para poder explicar el comportamiento de ese universo se han generado diferentes conjuntos de ideas que, con una adecuada fundamentación, constituyen lo que podríamos llamar teoría. Las mismas, no han estado nunca lejos del contexto particular en el cual fueron generadas, y han servido siempre como punto de partida para la formulación de otras nuevas, que pueden implicar a la vez un área de estudio mucho más amplia y un nivel de generalización mayor que la anterior. Es de gran interés, el análisis breve de aquellas teorías acerca de la explicación del comportamiento del Universo que han tenido un impacto enorme en el pensamiento del individuo como tal y su ubicación dentro del mismo.

El tratamiento de las teorías que se mencionan específicamente en los contenidos implica la descripción de los campos de estudios que abarcan, las limitaciones, el grado de validez y su ubicación en el contexto socio-histórico-cultural. Se recomienda el uso de documentos fuentes.

Sería un apoyo importante para el trabajo de esta unidad que los docentes de física coordinaran el desarrollo de estos temas con los profesores de filosofía de la institución, a fin de lograr un adecuado análisis de los mismos en el desarrollo curricular, teniendo en cuenta que en el programa de filosofía

aparece epistemología como una unidad concreta a ser trabajada.

La evaluación de aprendizajes se realizará durante el desarrollo de la misma y al tratarse ésta como un contenido transversal en todas las demás unidades.

### Contenidos (para 2 semanas)

- I. Breve descripción de las principales teorías físicas y sus exponentes más conocidos. La mecánica newtoniana y la ruptura con las concepciones anteriores, termodinámica, teoría electromagnética de Maxwell, mecánica estadística, relatividad especial, relatividad general y mecánica cuántica.
- II. Profundización de toda la unidad, como contenido transversal, a lo largo de todo el desarrollo curricular.

### Aprendizajes esperados:

El estudiante deberá:

- Entender que las teorías físicas fueron generadas dentro de un marco histórico determinado, en el cual los investigadores están inmersos.
- Reconocer el aporte de los científicos más prominentes dentro de cada teoría.
- Conocer algunas teorías físicas y delimitar su campo de validez.
- Reconocer que una nueva teoría incorpora a la anterior pero no la invalida, y explicitar las zonas de validez con la “vieja teoría”.

En relación con los contenidos transversales el estudiante tiene que:

- Visualizar que toda teoría tiene una estructura, es decir que consta de una serie de leyes, postulados con sustento físico-matemático que le permiten tener coherencia interpretativa así como poder de predicción.

#### **Actividades de laboratorio sugeridas:**

- Experimento de Galileo con planos inclinados

## **UNIDAD 2. LEYES DE NEWTON**

### **Orientaciones al profesor**

Se trabajarán las situaciones desde el punto de vista dinámico profundizando los conceptos de cinemática que se encuentren relacionados sin perder de vista la globalidad de la estructura teórica. El docente tiene que hacer comprensible para el estudiante la estructura de una teoría física con sus campos de aplicación y sus límites de validez, haciendo consciente la necesidad de utilización de otras teorías en aquellas situaciones en donde la teoría estudiada no es válida. Un ejemplo concreto de coordinación con el profesor de filosofía podría consistir en la discusión y análisis conjunto del capítulo de gravitación del Feynman.

En las instancias de trabajo de laboratorio o con resolución de problemas, no debe omitirse la utilización de ninguna de las tres leyes de Newton.

### **Contenidos (para 10 semanas)**

- I. Conceptos de los vectores velocidad instantánea y aceleración instantánea. Principio de inercia, 2ª ley de Newton y tercera ley. Aplicaciones a sistemas concretos. Movimiento de cuerpos bajo la acción de fuerza neta constante (nula y no nula)
- II. Ley de la Gravitación Universal de Newton. Fuerzas centrales. Aplicaciones a cuerpos que se mueven por la acción gravitatoria de la Tierra. Concepto de campo gravitatorio y su representación.
- III. Alcances y límites de validez de la mecánica newtoniana. Aproximación a la relatividad especial.

Alcances y límites de la gravitación. Aproximación de la relatividad general.

### Aprendizajes esperados:

El estudiante deberá:

- Operar vectorialmente con los conceptos de velocidad y aceleración.
- Manejar el principio de relatividad de Galileo.
- Diferenciar los sistemas de referencia inerciales y no inerciales.
- Reconocer que todos los movimientos rectilíneos, con aceleración constante (nula o no), pueden describirse matemáticamente con las ecuaciones  $x=x_0+v_{0x}\cdot t+a_x\cdot t^2/2$   
 $v=v_{0x}+a_x\cdot t$
- Describir los movimientos en un plano, con aceleración constante, como la superposición de dos movimientos.
- Aplicar las leyes de Newton, utilizando adecuadamente las relaciones matemáticas involucradas.
- Analizar la conveniencia de emplear métodos analíticos o gráficos en la resolución de situaciones problemáticas.
- Analizar la coherencia de los resultados obtenidos.
- Reconocer las magnitudes cinemáticas angulares
- Describir la aceleración de un cuerpo que gira mediante las componentes centrípeta y tangencial.
- Relacionar el movimiento en un plano con el que se da

en un campo gravitatorio.

- Identificar las cuatro fuerzas fundamentales con las que se interpreta actualmente las interacciones entre sistemas.
- Reconocer la Ley de la Gravitación Universal como una manera de formalizar la interacción gravitatoria.
- Reconocer que esta ley tiene limitaciones (cuerpos no modelables como partículas, campos extremadamente intensos, o velocidades cercanas a la de la luz).
- Interpretar el campo gravitatorio como otro modelo para el análisis de las interacciones gravitatorias. Representarlo.
- Reconocer el hecho de que tanto la teoría de la relatividad especial como la general no invalidan a la mecánica clásica, sino que amplían el campo de análisis, bajo condiciones diferentes.

### Actividades de laboratorio sugeridas:

- Experimentos con cuerpos en equilibrio dinámico o estático
- Experimentos que relacionen la fuerza neta y la aceleración de un cuerpo, en planos tanto horizontales como inclinados.
- Estudio de movimientos de cuerpos cerca de la superficie terrestre, verticales, parabólicos, circulares

## UNIDAD 3. DERIVACIÓN DE LOS PRINCIPIOS DE CONSERVACIÓN DE LAS LEYES DE NEWTON

### Orientaciones al profesor

En las aplicaciones que se utilicen es importante jerarquizar la elección del sistema de estudio y la relación que se establece con lo que denominamos ambiente o entorno. En esas consideraciones también es necesario explicitar las hipótesis del caso y la distinción entre fuerzas internas y externas

Es relevante el análisis detallado de los casos o situaciones en que tanto las fuerzas conservativas como las no conservativas realizan trabajo.

Se sugiere la coordinación entre los profesores de química y física para el tratamiento de esta unidad, ya que en química uno de los temas a tratar es teoría cinética de los gases

### Contenidos (para 9 semanas)

- I. Fuerzas que varían con la posición. Concepto y definición de trabajo. Teorema del trabajo y la energía, concepto y definición de la energía cinética. Fuerzas conservativas. Concepto y definición de la energía potencial (gravitatoria y elástica). Dedución del principio de conservación de la energía mecánica a partir de las leyes de Newton. Condiciones en las que se deduce el principio de conservación mencionado. Fuerzas no conservativas.
- II. Dedución del principio de conservación de la cantidad de movimiento de las leyes de Newton. Condiciones en las que se deduce el principio de conservación mencionado. Concepto y definición de cantidad de movimiento. Fuerzas que varían en el tiempo. Concepto y definición de impulso. Teorema del impulso. Fuerzas internas y externas. Aplicaciones a diferentes sistemas entre los que se incluyan ejemplos con fuerzas impulsivas.

### Aprendizajes esperados:

El estudiante deberá:

- Utilizar el concepto de trabajo y calcular el trabajo como el producto escalar de dos vectores o a partir del área bajo la curva  $F_x(x)$  que lo representa.
- Reconocer que el trabajo se define para una fuerza aplicada a un cuerpo y no necesariamente para la resultante de todas ellas.
- Comprender que el teorema del trabajo y la energía se deduce a partir de las leyes de Newton.
- Identificar las fuerzas conservativas como las que hacen trabajo nulo en un camino cerrado o como aquellas en que el trabajo depende de las posiciones inicial y final. Utilizar los conceptos de energía potencial gravitatoria y elástica en distintas situaciones.
- Relacionar el trabajo de las fuerzas no conservativas con la variación de la energía mecánica.
- Explicitar la condición que cumple un sistema en el cuál se conserva la energía mecánica.

- Calcular la cantidad de movimiento de un sistema a partir de la cantidad de movimiento de cada uno de los cuerpos que lo integran.
- Identificar las fuerzas internas y externas que actúan sobre los cuerpos, entendiendo que dependen del sistema elegido.
- Utilizar el concepto de impulso de una fuerza, reconocer su carácter vectorial y reconocer que el área bajo la curva  $F(t)$  representa el valor del impulso aplicado al cuerpo o al sistema de cuerpos.
- Comprender que el teorema del impulso y la cantidad de movimiento se pueden deducir a partir de las leyes de Newton.
- Explicitar la condición que cumple un sistema en el que se conserva la cantidad de movimiento.
- Aplicar los contenidos de esta unidad a diversas situaciones.

#### **Actividades de laboratorio sugeridas:**

- Experimentos en los que existan transformaciones de energía mecánica (péndulos, sistemas cuerpo-resorte, planos inclinados,...)
- Experimentos de sistemas en los que se intercambie cantidad de movimiento (choques, explosiones,...)

## **UNIDAD 4. TERMODINÁMICA**

### **Orientaciones al profesor**

El tratamiento de esta unidad es importante para mostrar una teoría esencialmente diferente de la mecánica. El énfasis está en la descripción de los sistemas y las interacciones que se producen con otros sistemas o con el ambiente, así como en las funciones de proceso que intervienen en los cambios. Se sugiere para el tratamiento de esta unidad no centrar los ejemplos de análisis en sistemas de gases ideales. En algunos casos resulta conveniente, aunque el enfoque de esta unidad es macroscópico, hacer referencia a algunas interpretaciones que aporta la física estadística.

### **Contenidos (para 8 semanas)**

- I. Sistemas termodinámicos. Sistema, ambiente, propiedades de la frontera en relación con los intercambios entre los sistemas. Equilibrio térmico: Ley cero. Temperatura. definida a partir de una propiedad termométrica.
- II. Intercambio entre sistemas: calor y trabajo. Primer Principio.
- III. Máquinas térmicas. Segundo principio.

### **Aprendizajes esperados:**

El estudiante deberá:

- Identificar un sistema termodinámico y diferenciarlo del ambiente.
- Reconocer que los intercambios a través de la frontera alteran el estado del sistema.
- Reconocer el estado de equilibrio térmico de un

sistema.

- Reconocer la transitividad del equilibrio térmico entre dos sistemas como la ley cero de la termodinámica.
- Identificar la temperatura como una medida de una propiedad termométrica de un sistema.
- Utilizar los conceptos de capacidad calorífica y de calor específico .
- Reconocer “la equivalencia mecánica del calor” a partir del experimento de Joule
- Reconocer las variables de estado de un sistema.
- Reconocer los tipos de procesos de los sistemas termodinámicos.
- Reconocer el trabajo y el calor como funciones que dependen del proceso por el que el sistema pasa de un estado a otro.
- Enunciar el Primer Principio de la Termodinámica.
- Aplicar el Primer Principio de la Termodinámica a algunos sistemas sencillos.
- Comprender el concepto y funcionamiento de una máquina térmica.
- Definir el rendimiento de una máquina térmica.
- Enunciar el Segundo Principio de la Termodinámica.

**Actividades de laboratorio sugeridas:**

- Experimentos de calorimetría que se interpreten con el primer principio.

- Experimentos de cambios de volumen, a presión constante interpretados con el primer principio.

## BIBLIOGRAFÍA

Se presenta para el alumno una bibliografía extensa que existe habitualmente en plaza. Se considera pertinente que el docente **adapte un texto** como base para el desarrollo del curso, que puede o no ser elegido entre los incluidos en esta bibliografía.

### Para el alumno

#### Textos

ALVARENGA B. y MÁXIMO A. (1998) Física General 4ª Edición. México. Oxford University Press

BLATT F. (1991) Fundamentos de Física. México. PPH

GIANCOLI, D.C. (1997). Física. Principios y aplicaciones. México: PPH.

HECHT E. (1999) Física. Álgebra y Trigonometría (2 vol.) Thomson

JONES, Edwin y CHILDERS, Richard. (2001) Física contemporánea. McGraw-Hill

SERWAY, R.A. (1993): Física. Incluye Física moderna. 3ª edición revisada (2 tomos). México. Mc Graw Hill.

TIPLER, P.: Física 1 y 2. Ed. Preuniversitaria Barcelona. Reverté.

WILSON J. (1996) Física 2ª edición PPH

#### Material de divulgación

ARISTEGUI, Rosana y otros (1999) Física I. Ed. Santillana. Polimodal.

ARISTEGUI, Rosana y otros (1999) Física II. Ed. Santillana. Polimodal.

GAMOW, George. (1980). Biografía de la física. Madrid. Alianza Editores.

GLASHOW, Sheldon (1995) El encanto de la Física. Tusquets Ed. Barcelona.

HARARI, Diego y otros. (2006) 100 años de relatividad. EUDEBA. Bs. As.

HAWKING S. (1988): Historia del tiempo. Barcelona. Critica. (1993)

Barcelona RBA

HEWITT, Paul G. (1999) Física conceptual. México. Addison-Wesley Iberoamericana

MARCH, Robert. (1999) Física para poetas. 7ª ed. Siglo XXI. México

OTERO, Dino (2001) Acorralando el universo. Ed. Dunken. Bs. As.

PERELMÁN, Yakov (1975). Física Recreativa. Barcelona. Martínez Roca S.A.

RUSSELL, B. (1985); ABC de la teoría de la relatividad. Biblioteca de muy interesante. Barcelona Orbis.

SÁNCHEZ, José Manuel. (2003) Como al león por sus garras. Random House. Barcelona.

TREFILL, J. S. (1988): De los átomos a los quarks. Barcelona. Salvat.

TREFILL, James (1988) El Panorama Inesperado: La naturaleza vista por un físico. Barcelona. Salvat

WEINBERG, Stephen. (2003) El sueño de la teoría final. Crítica. Barcelona

### Para el docente

La bibliografía presentada a continuación tiene carácter totalmente general y está ordenada alfabéticamente.

#### Textos

ALONSO, M. y FINN, E. (1971): Física (3 vol.) Mecánica, Campos y Ondas, Fundamentos cuánticos y estadísticos. Aguilar. Barcelona. (1986) Addison-Wesley Iberoamericana. E.U.A.

ALONSO, M. y FINN, E. (1992): Física (volumen único). Addison-Wesley. Massachusetts; (1995) Addison-Wesley Iberoamericana. Wilmington E.U.A.

ALONSO, M. Y ROJO, O. (1979): Física (2 vol) Mecánica y Termodinámica. Campos y Ondas. México. Fondo Educativo Interamericano.



CROMER, A. H. (1982): Física para las Ciencias de la vida. Barcelona. Reverté.

FEYNMAN, R. P., LEIGHTON, R.B. y SANDS, M. (1987): Física (3 vols.). Mecánica. Campos y Ondas. Fundamentos cuánticos y estadísticos. Madrid. Addison-Wesley. Iberoamericana.

FRENCH, A.P. (1974): Mecánica Newtoniana. Barcelona. Reverté.

GETTYS, Edward y otros (2005). Física para ciencias e ingeniería. (Tomos I y II). McGraw Hill 2ª edición México.

HALLIDAY, D. y RESNICK, R. (1980): Fundamentos de Física. Tomos I y II. Barcelona. CECSA.

HEWITT, Paul G. y ROBINSON (1998) Manual de laboratorio. México. Addison-Wesley Iberoamericana

MOORE, Thomas. (2005) Física. Seis ideas fundamentales. 2ª edición. Tomos I y II

SEARS, F. W. y SALINGER, G. L. (1980); Termodinámica, teoría cinética y termodinámica estadística, Reverté

TIPLER, P. (1993): Física 1 y 2. Barcelona. Reverté.

## General

ALONSO, M. (1997). ¿Somos muy conservadores en la enseñanza de la física? XXVI. Reunión bienal de la Real Sociedad Española de Física. Las Palmas de Gran Canaria. Universidad de Las Palmas.

APFU. Revista de educación en Física. Montevideo.

BEISER A. (1972) Conceptos de Física Moderna. México Mc Graw Hill

BERKSON, W. (1985): Las teorías de los campos de fuerza. Desde Faraday hasta Einstein. Madrid. Alianza Universidad.

BERNAL. J.d. (1976). Historia Social de la Ciencia. Barcelona. Península.

BOHR, N. (1988). La teoría atómica y la descripción de la naturaleza. Madrid. Alianza Universidad.

CASSIDY, D. Heisenberg, imprecisión y revolución cuántica. En TEMAS 31: Fenómenos cuánticos. INVESTIGACIÓN Y CIENCIA.

DIRAC, P. La concepción física de la naturaleza. En TEMAS 10: Misterios de la física cuántica. INVESTIGACIÓN Y CIENCIA

EINSTEIN (1986): Sobre la teoría de la relatividad especial y general. Madrid. Madrid. Alianza Editorial.

EINSTEIN, A, GRÜMBAUM, A.S., EDINTONG, A.S Y OTROS (1978): La teoría de la relatividad. Sus orígenes e impacto sobre el pensamiento moderno. Alianza Universidad.

EINSTEIN, A., INFELD, E. (1939): La física aventura del pensamiento. Losada, Buenos Aires. (La evolución de la física, 1986, Barcelona. Salvat).

FAROUKY, Nayla (1994). La relatividad. Madrid. Debate. Dominós.

FEYNMAN, R. P. (1988) El carácter de la ley física. Orbis. Madrid.

FRISCH, O. De la fisión del átomo a la bomba de hidrógeno. Recuerdos de un Físico nuclear. Madrid .Alianza Editorial..

GAMBINI, Rodolfo. *La Física del siglo XX*. 1999, Montevideo. (Edición electrónica)

GAMOW, George (1965). El breviario del Señor Tompkins. Fondo de cultura económica.

GAMOW, George. (1980). Biografía de la física. Madrid. Alianza Editores.

GIL, S. RODRÍGUEZ, E. (2001): Física recreativa. Experimentos de Física usando nuevas tecnologías. Buenos Aires. Prentice Hall.

GLASHOW, Sheldon (1995) El encanto de la Física. Tusquets Ed. Barcelona.

HARARI, Diego y otros. (2006) 100 años de relatividad. EUDEBA. Bs. As.

HAWKING S. (1988): Historia del tiempo. Barcelona. Critica. (1993) Barcelona RBA

HECHT E. (1987) Física en Perspectiva Wilmington Addison-Wesley Iberoamericana

HEISENBERG W. (1955) La imagen de la naturaleza en la física actual. Hamburgo. Rowoalt Verlag. (1985) Madrid Orbis.

HOLTON, G. (1976). Introducción a los conceptos teorías de las Ciencias Físicas. Barcelona. Reverté.

HOLTON, G. y otros. (2001). Introducción a los conceptos teorías de las Ciencias Físicas. Edición revisada pro Brush Barcelona. Reverté.

HOVIS, R, y otro. Dirac y la belleza de la física. En TEMAS 31: Fenómenos cuánticos. INVESTIGACIÓN Y CIENCIA.

LAGEMANN, R. (1968) Ciencia Física. Orígenes y principios. (UTEHA)

LANDAU, L. y KITAIGORODSKIJ, A. (1971): Física sin secretos. . Madrid. Doncel.

LANDAU, L. Y RUMER, Y. (1968): ¿Qué es la teoría de la relatividad? Madrid. Aguilera Editor.

LARA, C. y otros (1997) Física. 2º. Madrid. SM.

LÉVY-LEBLOND, J.M., BUTOLI, A. (1982): La Física en preguntas I y II. Mecánica. Electricidad y magnetismo. Madrid. Alianza Editorial..

LIGHTMAN, A. (1995). Grandes ideas de la Física. Cómo los descubrimientos científicos han cambiado nuestra visión del mundo. Madrid. Mc Graw Hill.

MARCH, Robert. (1999) Física para poetas. 7ª ed. Siglo XXI. México

MASON, F. (1986). Historia de las ciencias (5 vols). Madrid. Alianza.

OTERO, Dino (2001) Acorralando el universo. Ed. Dunken. Bs. As.

PASCUAL R. (1999). Del átomo al quark. Barcelona. Vicens Vives.

ROCHA, José Fernando y otros. (2002) Orígenes e evoluçao das ideáis da física. EDUFBA. Salvador.

RUSSELL, B. (1985); ABC de la teoría de la relatividad. Biblioteca de muy interesante. Barcelona Orbis.

TAYLOR, J.G. (1984). La nueva física. Madrid. Alianza Universidad.

TEGMARK, M. y otros. Cien años de misterios cuánticos. En TEMAS 31: Fenómenos cuánticos. INVESTIGACIÓN Y CIENCIA.

TEMAS 10: INVESTIGACIÓN y CIENCIA. Misterios de la Física cuántica.

TEMAS 16: INVESTIGACIÓN y CIENCIA. Calor y movimiento.

TEMAS 31: INVESTIGACIÓN y CIENCIA. Fenómenos cuánticos.

TEMAS 40: INVESTIGACIÓN y CIENCIA. Einstein.

TIPLER, P. (1980): Física moderna. Barcelona. Reverté.

TREFIL, J. S. (1988): De los átomos a los quarks. Barcelona. Salvat.

TREFIL, James (1988) El Panorama Inesperado: La naturaleza vista por un físico. Barcelona. Salvat

TREFILL, J. S. (1988): De los átomos a los quarks. Barcelona. Salvat.

WEINBERG, Stephen. (2003) El sueño de al teoría final. Romanyà/Valls Barcelona

WEISSKOPF, V. (1991). La revolución cuántica. Madrid. Akal.

## Didáctica

Alambique: Monográfico. Los trabajos prácticos, Graó, 1994, Barcelona.

Alambique: Monográfico. La resolución de problemas, Graó,1995,Barcelona.

Alambique: Monográfico. Nuevos tiempos nuevos currículos, Graó. 2001Barcelona.

Bertoni, Alicia; Poggi, Margarita; Teobaldo, Marta; Evaluación. Nuevos significados para una práctica compleja; Ed. Kapelusz; Buenos Aires; 1995

Boisvert, Jacques; La formación del pensamiento crítico. Teoría y Práctica; FCe, México, 2004

Camilloni, Alicia R. W. de; Celman, Susana; Litwin, Edith y Palou de Maté, María del Carmen; La Evaluación de los aprendizajes en el debate didáctico contemporáneo, Ed. Paidós, Buenos Aires 2003.

Cullen, Carlos; Crítica de las razones de educar, Ed Paidós, Buenos Aires, 1997.

D`Ancona, Mª Ángeles Cea, Metodología Cuantitativa: estrategias y técnicas de investigación social; Ed. Síntesis, Madrid, España, 1998.

Delizoicov, Demetrio; Resultados da pesquisa em ensino de ciencias: comunicação ou extesão?; Caderno Brasileiro de Ensino de Física; Vol 22 Nº3 dezembro 2005; Florianópolis; UFSC

Eggen, Paul y Kauchak, Donald. Estrategias docentes. Fondo de Cultura Económica. Buenos Aires. 1999.

Elortegui, Nicolás; Fernández José; Moreno, Teodomiro y Rodríguez; José; ¿Cómo hacer unidades didácticas innovadoras? Ed. Díadora Sevilla. Primera edición 1999. Segunda edición 2002.

Gil, D., Martínez, J. Senent, F. (1988): El fracaso en la resolución de problemas de física. Una investigación orientada por nuevos supuestos. Enseñanza de las Ciencias. 6(2), 131-146

Gil, D., Senent, F. y Solves, J. (1986): Análisis crítico de la introducción de la física moderna. Revista española de Física. 2, 16-21.

Gil, D., Senent, F. y Solves, J. (1988):  $E=mc^2$ , la ecuación más famosa de la física: una incomprendida. Revista española de Física. 2, 53-55

Gil, D., Senent, F. y Solves, J. (1989): La Física moderna en la Enseñanza Secundaria: Una propuesta fundamentada y unos resultados. Revista española de Física. 3(1), 53-58.

Giroux, Henry A; Los profesores como intelectuales; Paidos; España; 1988.

Goetz y Le Compte, Etnografía y diseño cualitativo en investigación educativa, Ed. Morata, España, 1998.

Lemke, Jay. Aprender a hablar Ciencia. Paidós. Barcelona 1993

Monereo Font, Carles (comp); Estrategias de aprendizaje. Ediciones de la Universitat Oberta. Madrid. Primera edición, 1997. Segunda edición, 2002. Capítulo 4 y capítulo 5.

Perales Palacios, Francisco; Cañal de León, Pedro. Didáctica de las ciencias experimentales. Ed. Marfil. Alcoy. 2000.

Pozo, J. I. y Monereo Font, C. (comp); El aprendizaje estratégico; Ed. Santillana, Madrid, 2000

Pozo, Juan y Gomez Crespo, Miguel; Las estrategias de aprendizaje en el área de las ciencias naturales; en Monereo Font, Carles (Coordinador de la

obra); Estrategias de aprendizaje; Cáp. 7; A. Machado libros, visor; Madrid; 2002

Sanmartí, Neus. Didáctica de las ciencias en la educación secundaria obligatoria. (2002) Síntesis educación.

Sanmartí, Neus; ¿Puede la temida evaluación convertirse en una estrategia para enseñar y aprender ciencias?; en La educación en ciencias: ideas para mejorar su práctica compilado por Montse Benlloch (comp) ; Ed. Paidós, Barcelona, España, 2002.

Santos Guera, Miguel Ángel; Evaluación Educativa, Ed. Magisterio el Río de la Plata; Buenos Aires, 2ª Ed. 1996

Solbes, J., Bernabeu J., Navarro, J Y Vento V. (1988): Dificultades en la enseñanza aprendizaje de la física cuántica. Revista española de la física, 2, 22-27.

Stone Wiske, Martha et al; Enseñar para la comprensión con nuevas tecnologías, Ed. Paidós, Buenos Aires, 2006

Taylor, S. J. y Bodgan, R., Introducción a los métodos cualitativos de investigación, Ed. Paidós, Barcelona, España, 1ª Ed. 1987, 4ª reimpresión, 1998.

Varela, P (1996). Las ideas el alumnado en Física. Alambique, 7, 45 – 52.

Wragg, Edward C.; Evaluación y aprendizaje en la escuela secundaria; Ed. Paidós; Buenos Aires; 2003.