

## PROGRAMA DE FÍSICA

### TERCER AÑO DE BACHILLERATO. - REFORMULACIÓN 2006

#### OPCIONES FÍSICO-MATEMÁTICA, CIENCIAS BIOLÓGICAS Y CIENCIAS AGRARIAS.

*...Todos sabemos que adquirir aunque más no sea un poco de ciencia exige un esfuerzo considerable... aquellos que, con gran trabajo, han adquirido el hábito de aplicarse a su tarea, frecuentemente encuentran mucho más sencillo aprenderse una fórmula de memoria que dominar un principio... Los principios son fértiles en resultados, mientras que los resultados por sí mismos son estériles. Quien aprende una fórmula se halla a merced de su memoria; pero aquel que domina un principio puede mantener su cabeza libre de fórmulas, pues sabe que puede fabricar las que le hagan falta, en el momento que quiera.*

*James C. Maxwell*

*Conferencia inaugural en el King's College de Londres (1860)*

#### FUNDAMENTACIÓN

La asignatura Física en el Tercer Año de Bachillerato en las orientaciones biológica, agraria y físico matemática 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:

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

*“...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 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 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*

---

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

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

*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?**

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 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

---

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

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 meta - cognición es básico en una enseñanza que se orienta hacia generar pensamiento crítico.

Se conciben tres etapas en la meta - cognición:

1. La conciencia que tiene el sujeto de sus actividades cognitivas.

---

<sup>5</sup> Hodson

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.

## **CONTENIDOS BÁSICOS ESENCIALES**

---

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

## TEORÍA ELECTROMAGNÉTICA

### 1) PRESENTACIÓN DE LA TEORÍA ELECTROMAGNÉTICA.

(2 semanas)

Se espera que el docente presente experimentalmente algunos fenómenos que evidencien los hechos fundamentales del electromagnetismo, por lo menos un experimento para cada una de las cuatro leyes.

### 2) LEY DE GAUSS PARA EL CAMPO ELÉCTRICO.

(5 semanas)

Se sugiere un manejo no exhaustivo de los conceptos (campo y potencial eléctrico) sino un tratamiento de los mismos que permita la comprensión de los fundamentos del campo eléctrico. Ellos son un auxiliar para poder enunciar una de las leyes de la Teoría Electromagnética.

### 3) LEY DE GAUSS PARA EL CAMPO MAGNÉTICO.

(3 semanas)

Se definirá el campo magnético y se enunciará la Ley de Gauss para este campo.

### 4) LEY DE AMPÈRE - MAXWELL

(3 semanas)

Se pretende que se enuncie la Ley de Ampère y se aplique para calcular el campo magnético de un conductor rectilíneo y en el interior de un solenoide. Es importante además que se comprenda que el principio de conservación de la carga puede ser deducido a partir de la Ley de Gauss y la Ley de Ampère – Maxwell.

### 5) LEY DE FARADAY.

(3 semanas)

Se pretende que se enuncie la ley de Faraday y se aplique al funcionamiento de diferentes dispositivos. Algunas aplicaciones son fundamentales para hacer una contextualización a este nivel.

### 6) LAS ECUACIONES DE MAXWELL Y LAS ONDAS ELECTROMAGNÉTICAS.

(3 semanas)

Se hará una revisión de las evidencias experimentales presentadas en la unidad 1 para ser analizadas a la luz de las leyes de Maxwell. Es importante que los estudiantes perciban que estas leyes dan una descripción completa de los fenómenos ópticos, eléctricos y magnéticos. El mostrar las ondas electromagnéticas como una predicción, posteriormente comprobada, da un enfoque global de las teorías físicas que se han planteado en los cursos de Bachillerato.

## FÍSICA EN OTRAS ESCALAS

### 1) ORÍGENES DE LA FÍSICA CUÁNTICA

(4 semanas).

Se pretende que se comprendan que hubo algunos experimentos fundamentales que cambiaron la visión de la Física.

### 2) POSTULADOS DE LA TEORÍA ESPECIAL DE LA RELATIVIDAD

(4 semanas)

Se espera que se comprenda como la transformación de los conceptos de espacio y tiempo acotaron los límites de validez de la teoría newtoniana.

## TEORÍA ELECTROMAGNÉTICA

LOGROS DE APRENDIZAJE	DISTRIBUCIÓN de CONTENIDOS	ACTIVIDADES EXPERIMENTALES SUGERIDAS
PRESENTACIÓN DE LA TEORÍA ELECTROMAGNÉTICA (2 semanas)		
<p>Comprender que algunos fenómenos cotidianos pueden ser analizados de acuerdo a la teoría física.</p> <p>Identificar la carga eléctrica como una propiedad de la materia.</p> <p>Reconocer la existencia de un campo eléctrico y de un campo magnético.</p> <p>Reconocer que los campos eléctricos y los magnéticos cumplen con el principio de superposición.</p>	<p>Presentación de las cuatro leyes fundamentales. Concepto de carga eléctrica, campo eléctrico y campo magnético. Aproximación a las leyes a través de evidencias experimentales.</p>	<p>Demostrativas dentro de las clases teóricas:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Atracción y repulsión electrostática (péndulos)</li> <li>• Inexistencia del monopolo magnético (imanes quebrados)</li> <li>• Campo magnético creado por una corriente eléctrica (circuito y brújula)</li> <li>• Generación de corrientes inducidas (imanes y bobinas)</li> </ul>

LOGROS DE APRENDIZAJE	DISTRIBUCIÓN de CONTENIDOS	ACTIVIDADES EXPERIMENTALES SUGERIDAS
LEY DE GAUSS PARA EL CAMPO ELÉCTRICO (5 semanas)		
<p>Reconocer la existencia de dos tipos de carga. Comprender que la carga se conserva. Distinguir entre conductores y aisladores a partir del comportamiento de ellos en un circuito eléctrico. Definir el concepto de intensidad de corriente. Comprender que la ley de los nudos puede deducirse a partir del principio de conservación de la carga. Comprender el concepto de campo y de flujo eléctrico. Enunciar la Ley de Gauss. Identificar situaciones donde es conveniente la utilización de la Ley de Gauss. Reconocer el carácter conservativo del campo electrostático. Diferenciar las características de un campo uniforme y no uniforme. Definir diferencia de potencial y potencial eléctrico. Comprender que la ley de las mallas es una consecuencia del carácter conservativo del campo electrostático. Analizar situaciones físicas en las que pueden aplicarse las distintas leyes y conceptos trabajados en esta unidad, tanto a nivel conceptual como de resolución numérica.</p>	<p>a) Carga eléctrica como propiedad de la materia, distintos tipos de carga. Conservación de la carga. Conductores y aisladores. Corriente eléctrica. Intensidad de corriente. Dedución de la ley de los nudos.</p> <p>b) Definición de campo eléctrico. Principio de superposición. Flujo de campo.</p> <p>c) Ley de Gauss.</p> <p>d) Cálculo del campo eléctrico alrededor de una carga puntual y en las proximidades de una placa cargada aplicando la ley de Gauss. Dedución de la ley de Coulomb a partir de la Ley de Gauss.</p> <p>e) Carácter conservativo del campo electrostático. Diferencia de potencial entre dos puntos en un campo eléctrico uniforme y en uno no uniforme. Potencial. Dedución de la ley de las mallas.</p> <p>f) Aplicaciones</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Experimentos diversos sobre electrostática.</li> <li>• Mapeo de campo para diversas configuraciones.</li> <li>• Medidas de intensidad de corriente y de diferencia de potencial en un circuito eléctrico sencillo. Verificación de las leyes de Kirchhoff.</li> <li>• Estudio V en función de i para elementos óhmicos y no óhmicos.</li> <li>• Carga y descarga de un capacitor.</li> </ul>

<b>LOGROS DE APRENDIZAJE</b>	<b>DISTRIBUCIÓN de CONTENIDOS</b>	<b>ACTIVIDADES EXPERIMENTALES SUGERIDAS</b>
LEY DE GAUSS PARA EL CAMPO MAGNÉTICO (3 semanas)		
<p>Comprender el concepto de campo y de flujo magnético.</p> <p>Diferenciar las características de las fuerzas magnéticas y las fuerzas eléctricas.</p> <p>Enunciar la Ley de Gauss.</p> <p>Analizar situaciones físicas en las que pueden aplicarse las distintas leyes y conceptos trabajados en esta unidad, tanto a nivel conceptual como de resolución numérica.</p>	<p>a) Definición de campo magnético. Principio de superposición. Fuerzas magnéticas sobre una partícula cargada en movimiento y sobre un conductor por el que circula corriente.</p> <p>b) Flujo de campo magnético. Ley de Gauss para el campo magnético.</p> <p>c) Aplicaciones.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Experimentos sobre fuerzas magnéticas (hamaca, tubo de Braun)</li> <li>• Estudio del funcionamiento de un galvanómetro, de un motor de CC, etc.</li> </ul>

LOGROS DE APRENDIZAJE	DISTRIBUCIÓN de CONTENIDOS	ACTIVIDADES EXPERIMENTALES SUGERIDAS
LEY DE AMPÈRE – MAXWELL (3 semanas)		
<p>Comprender el concepto de circulación.            Enunciar la Ley de Ampère.            Definir el Ampère y el Coulomb.            Comprender la necesidad de incluir un término en la ley de Ampère.            Comprender que el principio de conservación de la carga puede ser deducido a partir de la Ley de Gauss y la Ley de Ampère.- Maxwell.            Analizar situaciones físicas en las que pueden aplicarse las distintas leyes y conceptos trabajados en esta unidad, tanto a nivel conceptual como de resolución numérica.</p>	<p>a) Circulación de campo magnético.            b) Ley de Ampère.            c) Cálculo de campo magnético alrededor de un conductor rectilíneo y en el interior de un solenoide.            d) Definición del Ampère y del Coulomb            e) Campo magnético inducido y Ley de Ampere-Maxwell.            f) La ley de la conservación de la carga como consecuencia de las ecuaciones de Maxwell.            g) Aplicaciones.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Campo magnético alrededor de un conductor rectilíneo por el que circula corriente eléctrica</li> <li>• Campo magnético en el eje de un solenoide o espira por el que circula corriente eléctrica</li> <li>• Balanza electromagnética de campo</li> </ul>



LOGROS DE APRENDIZAJE	DISTRIBUCIÓN de CONTENIDOS	ACTIVIDADES EXPERIMENTALES SUGERIDAS
LEY DE FARADAY. (3 semanas)		
<p>Comprender que las corrientes inducidas son producto de un campo eléctrico inducido. Enunciar la Ley de Faraday. Reconocer que el campo eléctrico inducido existe independientemente de la existencia de un conductor. Analizar situaciones físicas en las que pueden aplicarse las distintas leyes y conceptos trabajados en esta unidad, tanto a nivel conceptual como de resolución numérica.</p>	<p>a) Variación de flujo de campo magnético. Corrientes eléctricas inducidas. b) Ley de Faraday. c) Circulación de campo eléctrico y la ley de Faraday. d) Aplicaciones</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Experimentos diversos sobre corrientes inducidas: variables que inciden en este fenómeno</li> <li>• Estudio cuantitativo de la relación entre la rapidez de cambio de flujo y la corriente inducida</li> <li>• Algunas aplicaciones: funcionamiento de un transformador, levitación magnética, freno magnético.</li> </ul>

LOGROS DE APRENDIZAJE	DISTRIBUCIÓN de CONTENIDOS	ACTIVIDADES EXPERIMENTALES SUGERIDAS
LAS ECUACIONES DE MAXWELL Y LAS ONDAS ELECTROMAGNÉTICAS. (3 semanas)		
<p>Comprender que las Ecuaciones de Maxwell explican los fenómenos ópticos, eléctricos y magnéticos, y constituyen la base de la teoría electromagnética..</p> <p>Reconocer que en el vacío se pueden propagar ondas electromagnéticas.</p> <p>Reconocer que la luz es una onda electromagnética.</p> <p>Comprender y explicar algunas aplicaciones técnicas acorde a la orientación e intereses de los estudiantes.</p>	<p>a) Las ecuaciones de Maxwell.</p> <p>b) Oscilaciones eléctricas</p> <p>c) Ondas electromagnéticas</p> <p>d) Aplicaciones</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Oscilaciones RLC. Resonancia.</li> <li>• Detección de ondas electromagnéticas (radio galena)</li> <li>• Difracción en una rendija, experimento de Young, red de difracción</li> <li>• Polarización</li> </ul>

## FÍSICA A OTRAS ESCALAS

LOGROS DE APRENDIZAJE	DISTRIBUCIÓN de CONTENIDOS	ACTIVIDADES EXPERIMENTALES SUGERIDAS
ORÍGENES DE LA FÍSICA CUÁNTICA. (4 semanas)		
<p>Reconocer algunos experimentos sencillos que cuestionaron las teorías físicas clásicas.</p> <p>Reconocer la cuantización de algunas magnitudes a partir del estudio de algunos fenómenos.</p> <p>Reconocer las propiedades ondulatorias de las partículas.</p> <p>Reconocer algunas partículas fundamentales y las interacciones entre ellas.</p>	<p>a) Efecto fotoeléctrico. Efecto Compton. Espectro de emisión. Átomo de Bohr.</p> <p>b) Ondas de De Broglie. Difracción de electrones. Principio de incertidumbre.</p> <p>c) Interacciones y partículas fundamentales</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Efecto fotoeléctrico</li> <li>• Espectro del átomo de hidrógeno</li> <li>• Relación carga/masa del electrón</li> <li>• Determinación de la constante de Planck con leds</li> </ul>

LOGROS DE APRENDIZAJE	DISTRIBUCIÓN de CONTENIDOS	ACTIVIDADES EXPERIMENTALES SUGERIDAS
POSTULADOS DE LA TEORÍA ESPECIAL DE LA RELATIVIDAD. (4 semanas)		
<p>Enunciar los postulados de la relatividad.</p> <p>Reconocer que la teoría de la relatividad establece los límites de validez de la mecánica newtoniana.</p> <p>Comprender la relatividad de la simultaneidad.</p> <p>Entender que la dilatación del tiempo y la contracción de longitudes son consecuencias de los postulados de la relatividad.</p>	<p>a) Postulados</p> <p>b) Simultaneidad</p> <p>c) Dilatación del tiempo y contracción de las longitudes</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•</li> </ul>

## ORIENTACIONES METODOLÓGICAS

### 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 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.

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

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 son exclusivas de un tema, 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. En el mismo se pretende estudiar las cuatro ecuaciones de Maxwell para contemplar la globalidad de la teoría electromagnética.

#### **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. También las relaciones entre el conocimiento científico y la sociedad en la historia, por ejemplo los principios del electromagnetismo y la revolución en las comunicaciones.

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

<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.

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:

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

Si bien los elementos considerados son los mismos que para el segundo año de bachillerato diversificado, el estudiante deberá lograr una mayor profundización en ellos y un mayor grado de autonomía en su trabajo.

---

<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>)

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 su distribución a lo largo de todo el curso en coordinación con las unidades temáticas que se estén desarrollando. Un mínimo de 13 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.

## **PROPUESTAS DE EVALUACIÓN**

### **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 en el Bachillerato, conviene introducir a los estudiantes gradualmente como partícipes de los objetivos del curso y de la evaluación de sus propios aprendizajes. 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.

---

<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>)

- Desplazar el centro de la evaluación de tipo mecanicista a otro, conceptual y experimental.

## BIBLIOGRAFÍA

Se presenta para el alumno una bibliografía extensa que existe habitualmente en plaza. Se considera pertinente que el docente adopte 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

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

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

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

JAUREGUI, M., TORO, M. (2002) Física. Educación Media. (Tomo I) Santiago de Chile. Santillana.

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

SERWAY, R.A. y FAUGHN, J. (2001): Física. (Tomo único). México. Prentice Hall. Pearson.

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

WILSON J. (1996) Física 2ª edición PHH

WILSON J. y BUFFA, A. (2003) Física 5º edición PH. México. Pearson.

#### De divulgación

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

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

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

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

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

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.

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

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

CAMILLONI, A. R. W. de; CELMAN, S.; LITWIN, E. y PALOU, M.; La Evaluación de los aprendizajes en el debate didáctico

contemporáneo, Ed. Paidós, Buenos Aires 2003.

EGGEN, P.I y KAUCHAK, D. Estrategias docentes. Fondo de Cultura Económica. Buenos Aires. 1999.

ELORTEGUI, N.; FERNÁNDEZ, J.; MORENO, T. y RODRÍGUEZ, J.; ¿Cómo hacer unidades didácticas innovadoras? Ed. Díadora Sevilla. Primera edición 1999. Segunda edición 2002.

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

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

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

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.

LEMKE, J. Aprender a hablar Ciencia. Paidós. Barcelona 1993

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.

LITWIN E. y otros (1998) La evaluación de los aprendizajes en el debate didáctico contemporáneo 1ª edición Paidós Educador.

MALEH, i. (1971) Física Moderna. Barcelona. Ed. Labor

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

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

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

PERALES PALACIOS, F; CAÑAL de LEÓN, P. Didáctica de las ciencias experimentales. Ed. Marfil. Alcoy. 2000.

POZO, J. I. y MONEREO FONT, C. (comp); El aprendizaje estratégico; Ed. Santillana, Madrid, 2000

Revistas y monográficos

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

SANMARTÍ, N. Didáctica de las ciencias en la educación secundaria obligatoria. (2002) Madrid. Síntesis educación.

STONE, M. et al; Enseñar para la comprensión con nuevas tecnologías, Ed. Paidós, Buenos Aires, 2006

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

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

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

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

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

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

#### **Revistas y monográficos**

ALAMBIQUE. *Revista didáctica de Ciencias Experimentales*. Graó, Barcelona.

ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS. *Revista española de Didáctica de las Ciencias*.

INVESTIGACIÓN Y CIENCIA. *Revista Científica*. Versión española de la edición norteamericana: Scientific American

MANUALES DE LA UNESCO sobre la ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS

MONOGRAFÍAS DE LA OEA

MUNDO CIENTÍFICO. *Revista científica*. Versión española de la edición francesa: La Recherche.

TEMAS de INVESTIGACIÓN y CIENCIA

#### **Sitios web**

<http://www.fisicarecreativa.com/>

[www.edu.aytolacoruna.es/](http://www.edu.aytolacoruna.es/)

<http://www.omerique.net/>