



Materiales Curriculares

Física

Ciclo Orientado de la Educación Secundaria
4° año -Versión Preliminar **2013**



NÓMINA DE AUTORIDADES

Gobernador de la Provincia de La Pampa

Cdor. Oscar Mario JORGE

Vicegobernadora

Prof. Norma Haydeé DURANGO

Ministra de Cultura y Educación

Lic. Jacqueline Mohair EVANGELISTA

Subsecretaria de Educación

Sra. Ana María FRANZANTE

Subsecretaria de Coordinación

Prof. Mónica DELL'ACQUA

Subsecretaria de Cultura

Sra. Analía CAVALLERO

Subsecretario de Educación Técnico Profesional

Lic. Marcelo Daniel OTERO

Directora General de Educación Inicial y Primaria

Prof. Elizabet ALBA

Directora General de Educación Secundaria y Superior

Prof. Marcela Claudia FEUERSCHVENGER

Directora General de Planeamiento, Evaluación y Control de Gestión

Lic. María Angélica MOSLARES

Director General de Administración Escolar

Sr. Rogelio Ceferino SCHANTON

Directora General de Personal Docente

Sra. Silvia Beatriz MORENO

Directora de Educación Inicial

Lic. María del Rosario ASCASO

Directora de Educación Especial

Prof. María Lis FERNANDEZ

Director de Educación de Gestión Privada

Prof. Hernán Carlos OCHOA

Directora de Educación Superior

Lic. Graciela Susana PASCUALETTO

Director de Educación Permanente de Jóvenes y Adultos

Prof. Natalia LARA



EQUIPO DE TRABAJO

Coordinación:

Barón, Griselda
Haberkorn, Marcela

Espacios Curriculares:

Lengua y Literatura

Barón, Griselda
Bertón, Sonia

Matemática

Carola, María Eugenia
Citzenmaier, Fany
Zanín, Pablo

Física

Ferri, Gustavo

Química

Andreoli, Nora
Sauré, Agustina

Biología

Galotti, Lucía
Iuliano, Carmen

Historia

Feuerschvenger, Marcela
Vermeulen, Silvia
Raiburn, Valeria Lorena

Educación Física

Rosseau Salet, Néstor

Tecnología de la Información y las Comunicaciones

Vaquero, Jorge

Educación Artística: Artes Visuales

Gaiara, María Cristina
Dal Santo, Araceli

Teoría y Gestión de las Organizaciones

Much, Marta

Derecho

Much, Marta

Lengua y Cultura Extranjera: Portugués

Braun, Estela
Cabral, Vanesa
Cheme Arriaga, Romina

Colaboradores:

Bezerra, Heloísa
Fernández, Flavia

Lenguaje Visual

Gaiara, María Cristina
Dal Santo, Araceli

Producción Musical

Baraybar, Alejandra
Ré, Laura

Lenguaje de la Danza

Morán, Gabriela
Villalba, Gladys

Lenguaje Teatral

Rodríguez, Gustavo

Agro - Ecosistemas

Lluch, Marta



Educación Artística: Música

Baraybar, María Alejandra
Ré, Laura

Educación Artística: Danza

Morán, Gabriela
Villalba, Gladys

Educación Artística: Teatro

Rodríguez, Gustavo

Lengua Extranjera: Inglés

Braun Estela
Cabral Vanesa
Cheme, Vanesa

Geografía

Leduc, Stella Maris

Cultura y Ciudadanía

Feuerschvenger, Marcela
Raiburn, Valeria Lorena

Ciencias de la Tierra

Galotti, Lucía
Iuliano, Carmen

Patrimonio Cultural Turístico

Dal Santo, Araceli

Introducción a la Comunicación

Pagnutti, Lautaro

Tecnología de los Sistemas Informáticos

Vaquero, Jorge

Recreación y Tiempo Libre

Rosseau Salet, Nestor

Diseño de portada:

Mazzaferro Marina

Documentos Portables, Publicación Web:

Bagatto, Dante Ezequiel
Chaves, Nadia Geraldine
Fernández, Roberto Ángel
Llomet, Silvina Andrea
Mielgo, Valeria Liz
Ortiz, Luciano Marcos Germán
Sanchez, Christian Javier
Vicens de León, Emiliano Darío
Wilberger, Cesar Carlos



**MATERIALES CURRICULARES
PARA EL CUARTO AÑO DEL
CICLO ORIENTADO DE LA EDUCACIÓN SECUNDARIA**

FÍSICA



ÍNDICE	Página
Nómina de Autoridades	i
Equipo de Trabajo	ii
Materiales Curriculares	
Fundamentación	3
Objetivos	4
Ejes que estructuran el espacio curricular	4
Fundamentación de los ejes	6
Saberes seleccionados	
Cuarto año	7
Orientaciones didácticas	13
Bibliografía	22
Mesas de Validación	iv

FUNDAMENTACIÓN

En el ciclo orientado se retoman algunos de los saberes propuestos para el ciclo básico a fin de profundizar la construcción de modelos explicativos propios de la Física, avanzar en su formalización matemática e introducir conceptos de Física Moderna.

La Física es parte de la cultura y toda la tecnología que se deriva de ella atraviesa nuestra vida cotidiana. Todas las formas de producir almacenar y distribuir energía son posibles gracias al conocimiento del electromagnetismo, la termodinámica, la dinámica de fluidos, las reacciones nucleares. Todos los aparatos electrónicos, televisores, celulares, computadoras, elementos de almacenamiento de información, aparatología médica, por nombrar sólo algunas, sólo son posibles gracias el conocimiento de las leyes de la física cuántica que gobiernan el mundo microscópico. El alumno del ciclo orientado, estará mejor posicionado para comprender el mundo y para la toma de decisiones informadas, racionales y razonadas, a partir de saberes del campo de la Física que les posibiliten analizar sucesos, situaciones y opiniones relacionados con los fenómenos físicos.

Se propone una Física que vaya más allá del mero plano descriptivo y de la mera mecanización matemática, que considere un plano explicativo y conceptual, que contemple no solo los productos de la ciencia, sino también los procesos que les dan origen. Abordar los procesos de construcción del conocimiento, involucra sumergirse en la historia del pensamiento físico, y científico en general, como parte de la cultura, de manera de dotar al alumno y ciudadano de una visión del mundo natural acorde con los modelos explicativos que la ciencia ha logrado construir, de modo de favorecer la reflexión sobre las implicancias éticas y sociales. Esta perspectiva promueve la formación de un pensamiento abierto y creativo en contraposición con la visión con la que tradicionalmente se abordó la Física en la escuela secundaria donde se presentan los conceptos físicos como conocimientos acabados y se enfatiza sólo en su aspecto matemático como un fin en sí mismo.

Considerar el carácter modélico de la Física como Ciencia, la provisoriedad del conocimiento y su condición social e histórica, seleccionando algunos relatos históricos clave, posibilitará que los alumnos visualicen las preguntas, los debates, las controversias y las evidencias que dieron lugar a la aceptación de modelos, leyes y teorías por parte de la comunidad científica. Es decir, incluir en las propuestas de enseñanza cómo los físicos construyeron y construyen los saberes. Pero la reflexión, la autonomía de pensamiento y la



mirada crítica se ejercen operando sobre conceptos. Por este motivo, el aprendizaje de los procesos de la ciencia, debe ir entramado con el aprendizaje significativo de los conceptos, que constituyen herramientas para pensar, interpretar y construir conocimientos nuevos.

OBJETIVOS

- ✓ Adquirir una visión de la ciencia como una construcción social, de carácter provisorio, que forma parte de la cultura, con su historia, sus consensos y contradicciones y la valoración de sus aportes e impacto a nivel personal y en la sociedad.
- ✓ Comprender modelos científicos escolares y usar el lenguaje básico de la Física, tanto en el análisis y la producción de textos orales y escritos como en la búsqueda y sistematización de la información, profundizando y complejizando los saberes alcanzados en el primer ciclo.
- ✓ Argumentar y/o analizar argumentos producidos por otros, para justificar explicaciones y/o tomar decisiones personales y/o comunitarias basadas en conocimientos científicos
- ✓ Predecir fenómenos o resultados sobre la base de modelos. Elaborar y analizar conclusiones a partir de distintas situaciones problemáticas, utilizando modelos. Interpretar cuantitativamente relaciones existentes entre variables involucradas en procesos mecánicos, eléctricos, magnéticos, electromagnéticos y de física moderna, utilizando conceptos matemáticos como herramientas.
- ✓ Identificar problemas científicos actuales de relevancia social, significativa para los estudiantes, en especial del contexto cercano, como los vinculados al ambiente y la salud, utilizando los conocimientos científicos escolares con una actitud crítica y propositiva.
- ✓ Incorporar el uso adecuado de las TIC como una de las herramientas de apropiación de saberes, de discusión y debate, de comunicación de resultados en formatos variados, de producción y circulación de materiales en distintos lenguajes, en el marco de la actividad científica escolar.

EJES QUE ESTRUCTURAN EL ESPACIO CURRICULAR

Con el propósito de presentar los saberes a enseñar y aprender en este ciclo, se han establecido ejes que permiten agrupar, organizar y secuenciar anualmente esos saberes, atendiendo a un proceso de diferenciación e integración progresivas, y a la necesaria

flexibilidad dentro del ciclo.

Además, se tomaron en cuenta, en la instancia de enunciación de los saberes, los criterios de progresividad, coherencia y articulación al interior del ciclo y con el nivel anterior.

“Proponer una secuencia anual no implica perder de vista la importancia de observar con atención, y ayudar a construir los niveles de profundización crecientes que articularán los aprendizajes de año a año en el ciclo” (CFCE-MECyTN, 2006: 13).

En este marco, reconociendo la heterogeneidad de nuestras realidades como un elemento enriquecedor, el Estado provincial se propone la concreción de una política educativa orientada a desarrollar acciones específicas con el objeto de asegurar la calidad, equidad e igualdad de aprendizajes, y en consecuencia, garantiza que todos los alumnos alcancen saberes equivalentes, con independencia de su ubicación social y territorial. De este modo, la jurisdicción aporta a la concreción de la unidad del Sistema Educativo Nacional.

Desde esta perspectiva, los Núcleos de Aprendizajes Prioritarios para el Ciclo Orientado de la Educación Secundaria (2012) actúan como referentes y estructurantes de la elaboración de los primeros borradores de los Materiales Curriculares del Ciclo Orientado de la Educación Secundaria de la provincia de La Pampa.

En el espacio curricular Física, para el cuarto año del ciclo orientado de la Educación Secundaria, se definieron los siguientes ejes:

- ✓ **Partículas Ondas y Campos**
- ✓ **Elementos de Física Moderna.**
- ✓ **Recursos Energéticos.**

En una situación de enseñanza y aprendizaje, los saberes enunciados al interior de cada uno de los ejes pueden ser abordados solos o articulados con saberes del mismo eje o de otros ejes.

FUNDAMENTACIÓN DE LOS EJES

Partículas, Ondas y Campos

En este eje se avanza en la formalización matemática de los conceptos que se han ido construyendo en el ciclo básico: Mecánica, calor, ondas, fluidos, electricidad, magnetismo. Proporciona a los estudiantes un cuerpo de conocimientos necesarios para enfrentar y resolver muchos de los problemas que se presentan en la vida del ser humano.

Elementos de Física Moderna

Un panorama general de la física no puede estar completo si no se incluyen los resultados y aplicaciones de las teorías de la llamada “Física Moderna”, la física desarrollada durante las primeras tres décadas del siglo XX. El objetivo de este eje es brindar una aproximación a estos conceptos y sus aplicaciones y también el de brindar una perspectiva histórica de la evolución de los conocimientos de la disciplina. No se trata de abordar un tratamiento detallado de temas tales como relatividad o mecánica cuántica. Pero sí es necesario que el alumno reconozca la existencia de estas teorías, tenga una aproximación a los resultados de cada una de ellas y sobre todo, que pueda reconocer cuáles de las tecnologías actuales se fundamentan en los conocimientos básicos aportados por ellas.

Recursos Energéticos

Propósitos de este eje son: (a) la identificación de las fuentes de energía utilizadas por el ser humano a lo largo de la historia y de los fenómenos físicos involucrados en la obtención de energía de distintas fuentes actuales y futuras, y también en los recursos, involucrados en la obtención de energía, para comparar ventajas y desventajas de cada uno; (b) la descripción del sistema de generación, transporte y distribución de energía en la República Argentina, identificando los tipos de centrales. Identificar los distintos tipos de centrales de generación eléctrica y la ubicación geográfica de las más importantes.

SABERES SELECCIONADOS PARA EL CUARTO AÑO DEL CICLO ORIENTADO DE LA EDUCACIÓN SECUNDARIA

Eje I: Partículas, Ondas y Campos

La comprensión y descripción de fenómenos mecánicos utilizando las leyes de la mecánica.

Esto supone:

- ✓ Describir mediante gráficos y ecuaciones el movimiento de un cuerpo sobre el que actúa una fuerza constante.
- ✓ Describir cualitativamente el movimiento sobre el cual actúa una fuerza total variable con el tiempo. Por ejemplo un cuerpo en caída en el aire u otro medio viscoso en el que la resistencia del medio es proporcional a la velocidad.
- ✓ Conceptualizar la gravedad como un campo producido por un cuerpo, por ejemplo la Tierra, que actúa sobre cualquier otro cuerpo con masa.
- ✓ Reconocer el movimiento orbital de satélites como caso particular de “caída libre”.
- ✓ Describir movimientos circulares, identificando los conceptos de velocidad angular y tangencial. Reconocer que la fuerza centrípeta es perpendicular a la trayectoria. Identificar el mecanismo de interacción de la fuerza centrípeta en diversos casos, por ejemplo, la rueda de un coche, un satélite, una boleadora, un electrón en un átomo. Reconocer la ‘fuerza’ centrífuga como una fuerza ficticia, consecuencia del principio de inercia.
- ✓ Reconocer y utilizar en ejemplos sencillos, los conceptos de trabajo mecánico y potencia, e identificar las unidades para medirlos.

La comprensión y descripción de fenómenos mecánicos utilizando leyes de conservación.

Esto supone

- ✓ Comprender el concepto de energía mecánica, potencial y cinética, y el principio de conservación de la energía. Reconocer que las fuerzas ‘no conservativas’, por ejemplo la fricción, transforman energía mecánica en otras formas menos aprovechables. Dar cuenta de la irreversibilidad de ciertos fenómenos.



- ✓ Identificar la energía interna de un cuerpo como energía mecánica de las partículas microscópicas que lo componen. Reconocer a la temperatura como un indicador del grado de excitación de esas partículas.

El reconocimiento y descripción de fenómenos relacionados con fluidos en equilibrio.

Esto supone:

- ✓ Reconocer que la fuerza de empuje en un cuerpo sumergido es igual al peso del líquido desalojado.
- ✓ Diferenciar el concepto de fuerza y el de presión y reconocer que en el interior de un líquido la presión depende de la profundidad.

La comprensión y explicación de fenómenos ondulatorios.

Esto supone:

- ✓ Identificar fenómenos de interferencia y difracción.
- ✓ Identificar reflexión y refracción de ondas.
- ✓ Explicar la naturaleza del sonido en el aire y en otros medios y reconocer fuentes de sonido. Reconocer a la luz como onda electromagnética.
- ✓ Identificar el origen y las aplicaciones de la radiación electromagnética en distintas regiones del espectro.
- ✓ Reconocer que la ondas de mayor frecuencia transfieren más energía cuando interactúan con la materia y pueden producir, por ejemplo, daños a la salud.
- ✓ Explicar el efecto invernadero.

La conceptualización de la carga eléctrica, y del campo electrostático y la explicación de fenómenos eléctricos.

Esto supone:

- ✓ Conceptualizar la interacción electrostática como un campo producido por una carga que actúa sobre otra. Comparar similitudes y diferencias entre el campo gravitatorio y el electrostático.
- ✓ Interpretación de la diferencia de potencial eléctrico como diferencia de nivel de la energía potencial de las cargas.



- ✓ Identificar en circuitos eléctricos sencillos las cantidades físicas involucradas y sus métodos de medición, por ejemplo corriente, voltaje y resistencia.
- ✓ Diferenciar corriente continua y alterna.
- ✓ Identificar las unidades usuales de energía eléctrica y potencia eléctrica, y usarlas en cálculos domésticos de consumo eléctrico.
- ✓ Reconocer que el 'consumo eléctrico' es la transformación de la energía en otras formas no reutilizables, teniendo en cuenta la irreversibilidad de estos cambios y la degradación de la energía.

La conceptualización del campo magnético y la explicación de fenómenos magnéticos y electromagnéticos.

Esto supone:

- ✓ Interpretar experiencias donde campos magnéticos reorientan brújulas, desvían cargas en movimiento o mueven cables con corriente eléctrica.
- ✓ Reconocer la existencia del campo magnético terrestre, del cambio de la ubicación de sus polos con el tiempo y de la inversión de su polaridad.
- ✓ Comprender la inducción electromagnética de Faraday y reconocer su importancia en la fabricación de motores y generadores eléctricos. Describir el funcionamiento de generadores y motores.
- ✓ Reconocer el fenómeno inverso: campos eléctricos variables producen, campos magnéticos variables (Maxwell).

Eje II: Elementos de Física Moderna

El reconocimiento de las limitaciones de la teoría de Newton.

Esto supone:

- ✓ Reconocer su validez para velocidades pequeñas comparadas con la de la luz, campos gravitatorios pequeños comparados con el del Sol, y escalas espaciales mayores que el tamaño de un átomo.



- ✓ Reconocer que en los dominios en que la teoría de Newton no es válida, fue reemplazada por nuevas teorías: la relatividad especial, la relatividad general y la mecánica cuántica. Y que éstas revolucionaron todos los conceptos de la física a principios del siglo XX.
- ✓ Aproximación a algunos resultados de la teoría de la relatividad especial y de algunas de sus consecuencias como por ejemplo la dilatación del tiempo o la equivalencia masa-energía. El reconocimiento de que la energía nuclear se obtiene de esa equivalencia.
- ✓ Aproximación a algunos resultados de la teoría de la relatividad general y de algunas de sus consecuencias como por ejemplo la desviación de la radiación electromagnética en un campo gravitatorio, y alguna implicancia tecnológica, por ejemplo que este conocimiento debe tenerse en cuenta para la precisión de los GPS.

Aproximación a los conceptos básicos de la mecánica cuántica.

Esto supone:

- ✓ Interpretar el concepto de fotón como una cantidad discreta de energía electromagnética (por ejemplo luz visible) proporcional a la frecuencia, que interactúa con la materia como si fuese una partícula.
- ✓ Reconocer la existencia del principio de incertidumbre y que esto limita la posibilidad de determinar con precisión la posición de una partícula dando lugar a predicciones probabilísticas.
- ✓ Reconocer que la mecánica cuántica es indispensable para conocer la materia a escala atómica y subatómica y que sin ese conocimiento no serían posibles la mayor parte de los productos tecnológicos actuales.

La comprensión de la estructura del núcleo atómico.

Esto supone

- ✓ Reconocer las partículas componentes del núcleo y la existencia de la interacción nuclear fuerte que le da cohesión.



- ✓ Identificar otras aplicaciones tecnológicas, especialmente médicas basadas en el conocimiento de otras propiedades de los núcleos como por ejemplo la resonancia nuclear magnética.
- ✓ Reconocer la existencia de una radioactividad ambiental natural y de sus principales causas. Comparar la dosis de radiación en un ser humano de origen natural con la de otros orígenes, por ejemplo las radiografías médicas y dentales.

Comprender los procesos de fisión y fusión nuclear.

Esto supone:

- ✓ Reconocer que la energía liberada por la fisión nuclear en forma de calor proviene de la diferencia de masas entre el núcleo original y los fragmentos de fisión.
- ✓ Dar cuenta aproximada de cómo funciona un generador de electricidad alimentado por un reactor nuclear.
- ✓ Reconocer que la energía liberada por la fusión nuclear en forma de calor proviene de la diferencia de masas entre los núcleos livianos originales y el núcleo compuesto final, y que éste es el mecanismo por el cual producen energía el sol y las estrellas.
- ✓ Reconocer la importancia tecnológica que podría tener en el futuro el control de la fusión nuclear.

Eje III: En relación con los recursos energéticos

La identificación de las fuentes de energía utilizadas por el ser humano a lo largo de la historia.

Esto supone:

- ✓ Comprender los fenómenos físicos involucrados en la obtención de energía de distintas fuentes actuales y futuras.
- ✓ Dar cuenta de los recursos, renovables o no, involucrados en la obtención de energía para comparar ventajas y desventajas de cada uno.



La descripción del sistema de generación, transporte y distribución de energía en la República Argentina, identificando los tipos de centrales. Determinación y comparación de requerimientos energéticos: electricidad, gas y otros combustibles, en procesos domésticos, industriales y globales, interpretando las unidades en que se expresa la energía consumida.

Esto supone:

- ✓ Identificar los distintos tipos de centrales de generación eléctrica y la ubicación geográfica de las más importantes.
- ✓ Identificar las principales redes de distribución eléctrica y su ubicación geográfica.
- ✓ Comparar distintos requerimientos energéticos: electricidad, gas y otros combustibles, en procesos domésticos, industriales y globales.

ORIENTACIONES DIDACTICAS

Las leyes de la Física permiten elaborar modelos matemáticos que describen la evolución de un sistema físico y posibilitan hacer predicciones acerca de su comportamiento futuro. La enseñanza de los conceptos de la Física no puede despegarse de esta idea. Al construir un modelo se incluyen en él los factores que se consideran más importantes y no se incluyen otros que se evalúan como secundarios. Si esa elección es adecuada, el modelo será útil al describir aproximadamente bien la evolución del sistema, y lo será mientras se mantengan las condiciones supuestas al construir el modelo. Lo que habitualmente ocurre es que esas condiciones se mantienen dentro de un intervalo acotado de algunas variables, y fuera de esas condiciones el modelo ya no sirve. Por ejemplo, no incluir en el modelo la fuerza de fricción de una pelota con el aire, puede ser un buen modelo sólo si la velocidad de la pelota respecto del aire es muy pequeña. Pondremos el centro de nuestra atención en la construcción del modelo y en la delimitación de las condiciones de validez, y *no en la manipulación de ecuaciones*. La manipulación de ecuaciones requiere del estudiante un esfuerzo grande, matemático, con el que pierde de vista la física del problema. Si el modelo consiste en una o más funciones matemáticas, podemos graficar esas funciones y obtener toda la información que el gráfico pueda brindar y sobre todo analizar el rango de validez del gráfico. Los gráficos se pueden hacer con el método tradicional de calcular varios puntos, con la calculadora, representarlos en papel milimetrado e interpolarlos, o bien, ahora que casi todos los alumnos tienen netbook, hacer los gráficos con algún software de cálculo, por ejemplo con la planilla Excel.

En el tercer año se trabajó conceptualmente con las leyes de Newton. Ahora vamos a estudiar el movimiento de un cuerpo sometido a una fuerza constante. Por ejemplo, un cuerpo en caída por efecto de la gravedad, un auto que acelera o que frena en línea recta. El modelo matemático de este problema son las funciones de la posición en función del tiempo y de la velocidad en función del tiempo de un movimiento con aceleración constante. Al construir las ecuaciones de movimiento debemos fijar un sistema de referencia. En ese sistema, ¿Cómo modelizamos el efecto de una fuerza (aceleración) que actúa en la misma dirección que el movimiento (vector velocidad)? ¿y en contra? De la construcción e interpretación de los gráficos de estas funciones sacaremos toda la información posible acerca del movimiento en estudio. Esto da para una serie de interrogantes: ¿Cuánto es, aproximadamente, la aceleración máxima de un coche? (Dato necesario que debemos incluir en el modelo). ¿Dónde podemos obtener esa información? ¿Durante cuánto tiempo esa aceleración se mantiene constante? ¿Por qué no puede ser

constante por mucho tiempo? Los mismos interrogantes se aplican a la fuerza de frenado. El alumno debe estar convencido que en el modelo está usando un dato realista, no copiar mecánicamente un dato de la redacción de un problema que no significa nada para él. Para un objeto que cae bajo el efecto de la gravedad, ¿qué otros factores pueden afectar su movimiento? ¿Hasta qué punto podemos considerar como adecuado tener en cuenta sólo la fuerza de gravedad y dejar de lado la fricción con el aire? ¿La fuerza de fricción con el aire depende de la masa, de la forma, de la velocidad del cuerpo? (investigar esto dejando caer cuerpos de distinta forma y masa controlando las variables). Los paracaidistas, luego de unos segundos caen con velocidad constante, todos los autos alcanzan una velocidad máxima que no pueden superar, ¿podemos deducir de estas observaciones que la fuerza de fricción de un objeto con el aire es proporcional, o por lo menos que aumenta cuando aumenta la velocidad? Podemos incorporar a las ecuaciones anteriores el término correspondiente a la fricción con el aire, pero sólo para hacer notar que un modelo más complejo, que incluye más efectos, necesariamente es también más complejo matemáticamente, y que por ahora no van a poder resolverlo. Pero sí se puede analizar cualitativamente la caída de un cuerpo en el aire, acompañado con un diagrama de fuerzas sobre el objeto que muestre cómo a medida que aumenta la velocidad, la fuerza gravitatoria permanece constante, pero va creciendo en dirección opuesta la fuerza de fricción hasta equilibrarse y alcanzar el movimiento uniforme.

Para estudiar el movimiento circular no es necesario que hagamos una deducción rigurosa de la fórmula de la *fuerza centrípeta*. Basta con razonar a partir de experiencias de hacer rotar una masa sujeta con un hilo, que es razonable que la fuerza centrípeta sea perpendicular a la trayectoria, y además proporcional a la masa, la velocidad angular y el radio de giro. (Acá es necesario introducir el concepto de velocidad angular y de las unidades de radián/seg). También es el momento de abordar el concepto de *fuerza centrífuga* como una fuerza ficticia, consecuencia del principio de inercia. Los cuerpos tienden a seguir en línea recta, y desde el centro parece que se quieren ir hacia afuera (Ojo, la fuerza centrífuga NO es la reacción de la fuerza centrípeta como dice en algunos viejos y malos libros de física).

Al estudiar el concepto de *trabajo*, nos quedamos sólo con los desplazamientos en la misma dirección que la fuerza. Una vez que el concepto está trabajado y adquirido por parte de los alumnos se pueden mencionar casos más generales. Distinguimos entre trabajo que se hace contra una fuerza, por ejemplo la gravitatoria o la elástica, o contra una fuerza de fricción, del trabajo que se hace para poner en movimiento un cuerpo. La



energía, que desde la escuela primaria y el primer ciclo del secundario se viene trabajando en forma cualitativa, sin definición precisa, adquiere ahora una forma de medirla cuantitativamente, en el caso de energía cinética y potencial gravitatoria, y es necesario introducir unidades para medirla. No nos quedamos sólo con el Joule, sino que trabajamos también con las unidades prácticas más usuales, como por ejemplo el kWh. Lo mismo con la potencia. Un buen ejercicio aquí puede ser el de estimar la cantidad de energía usada en una casa durante un mes, obteniendo datos de los recibos del consumo de electricidad y gas y el gasto estimado de combustible para el auto. Será necesario buscar el dato del contenido energético de un metro cúbico de gas y de un litro de nafta o gasoil y buscar la equivalencia entre la caloría y el joule o el kWh. A esta altura, o más adelante, al abordar el tema de electricidad, se puede hacer una articulación con el eje de los recursos energéticos, comparando con los requerimientos energéticos de la ciudad o del país.

Al abordar la *conservación de la energía*, debemos enfatizar que la ecuación *energía potencial + energía cinética = energía total* sólo es un modelo simplificado que no tiene en cuenta el efecto de fuerzas disipativas, que están siempre presentes. La energía se conserva rigurosamente, pero los procesos disipativos la transforman en formas menos aprovechables, como por ejemplo, calor. Es necesario recuperar lo estudiado en el primer año acerca de energía interna, calor y degradación de la energía, y poner estos conceptos en forma de ecuación: *Energía de entrada a un sistema = energía de salida (utilizable) + energía disipada (energía interna)*. Por ejemplo: *Energía eléctrica suministrada a una lámpara = energía luminosa + energía interna (de la lámpara, el aire que la rodea, etc)*. Esto nos lleva al concepto de *eficiencia*.

Para el estudio de ondas debemos retomar lo estudiado en tercer año y abordar los fenómenos de *reflexión* y *refracción*. Lo más adecuado para esto es observar la propagación de ondas en resortes. ¿Qué pasa con una onda cuando arriba a la unión de dos resortes de distintas durezas? ¿Se refleja? Se transmite? ¿Las dos cosas? ¿Qué propiedades de las ondas se mantienen inalterables y qué propiedades cambian cuando la onda pasa de un medio a otro? También puede observarse la propagación de un frente de onda en una bandeja con agua con dos zonas de distinta profundidad, y posteriormente en ondas de sonido y de luz. Volviendo a la cuba de agua pueden diseñarse experiencias para observar la *difracción* y la *interferencia* de ondas. Si en la escuela se dispone de un láser, o bien si se tiene simplemente un punterito láser se puede observar interferencia y difracción de ondas luminosas. También son útiles simuladores disponibles en la Web.



Algunos materiales son transparentes a las ondas electromagnéticas de cierta longitud de onda y son opacos a otras longitudes de onda, como por ejemplo el vidrio, que es transparente a longitudes de onda cortas (luz visible) y es opaco a longitudes de onda larga (radiación térmica a temperatura ambiente). Esta propiedad lo hace útil para la construcción de invernaderos. La energía entra al invernadero en forma de luz, y la reemisión de radiación térmica de los objetos del interior no puede salir (porque no puede atravesar el vidrio) y como resultado la temperatura en el interior se mantiene más alta que en el exterior. Lo mismo ocurre en un automóvil cerrado que se ha dejado expuesto a la radiación solar. Esto nos da la posibilidad de construir un *modelo experimental* para estudiar y medir el efecto invernadero. El modelo es simplemente un recipiente de material opaco, (telgopor, por ejemplo) con una tapa de vidrio sobre la que incide luz de una lámpara. Un termómetro registra minuto a minuto la temperatura en el interior del recipiente. Luego, para comparación se vuelven a medir las temperaturas, sin el vidrio causante del efecto. Una vez comprendido el efecto en el modelo, en el vivero, en el auto al sol, podemos extrapolar al planeta completo, donde ciertos gases en la atmósfera juegan un rol análogo al del vidrio. Hay que tener cuidado porque es probable que los alumnos tengan el falso preconcepto de que el efecto invernadero obedece a causas antrópicas como la contaminación. El efecto invernadero es indispensable para la vida tal como la conocemos. Sin él la temperatura promedio del planeta sería de 14 grados bajo cero. La inyección de gases de origen antrópico en la atmósfera sólo puede modificar ligeramente el grado del efecto, no producirlo por sí mismo.

Optativamente se puede abordar el estudio de la resonancia y del efecto Doppler. Con una guitarra podemos mostrar el fenómeno de *resonancia*. El *efecto Doppler* se puede observar escuchando el cambio de tono del sonido emitido por un auto que pasa al lado del observador.

Empezando por describir lo más objetivamente posible los fenómenos observados, se tratará de construir una definición conceptual de ellos usando adecuadamente los términos específicos de las ondas: velocidad, frecuencia, longitud de onda, amplitud, etc. La única ecuación matemática que usaremos es *longitud de onda x frecuencia = velocidad*. Analizar algunas aplicaciones tecnológicas de algunos de estos fenómenos (difracción de rayos X, resonancia nuclear magnética, el efecto Doppler para medir la velocidad de recesión de las estrellas, etc.). El análisis de estas aplicaciones permite hacer una articulación con otros saberes de este mismo eje y con el eje de la física moderna. La idea de fotón que ya se

abordó en forma muy introductoria en el tercer año, conviene recuperarla para articular con las ideas de mecánica cuántica del eje de física moderna.

En el segundo año se trabajó con fuerzas de atracción y repulsión eléctricas y magnéticas. Retomamos eso para avanzar en el concepto de *campo* como intermediario de las fuerzas. A este nivel podemos describir matemáticamente la intensidad de la fuerza electrostática entre dos cargas y la fuerza gravitatoria entre dos masas compararlas entre sí, poniendo énfasis, no en cálculos mecánicos, sino en interpretar adecuadamente la ley de cuadrado inverso, en que cada fuerza depende de una propiedad distinta de los cuerpos interactuantes. Recuperando los conceptos relacionados con la estructura atómica, en la que intervienen partículas subatómicas cargadas, construir un modelo explicativo del proceso de carga de un cuerpo y también de la polarización de un cuerpo no cargado.

El estudio de los circuitos eléctricos iniciado fenomenológicamente en segundo año, lo retomamos acá para darle un tratamiento más cuantitativo. Introducimos los conceptos de *voltaje*, *corriente eléctrica* y *resistencia* haciendo una analogía con un circuito de agua. Vinculamos estos conceptos mediante la ley de Ohm, de la que tendremos cuidado de mencionar que es un modelo que funciona para materiales en los que la corriente es proporcional al voltaje (o sea, materiales óhmicos). Con ella analizaremos circuitos simples (en serie y/o paralelo), haciendo predicciones con la ley de Ohm acerca de la intensidad (o corriente) que pasará por cada resistencia (o lamparita), antes de hacer el experimento. Optativamente se puede pensar en un modelo que explique cómo pasan los electrones por dentro de un conductor metálico y comparar la velocidad de deriva de los electrones con la velocidad con que se propaga la señal eléctrica a través del circuito. En un circuito eléctrico se producen transformaciones de energía. La rapidez con que se producen esos cambios es la *potencia eléctrica* (*potencia = voltaje x corriente*). Esto lo usaremos para analizar algunos artefactos eléctricos domésticos o del auto.

Retomando las experiencias que se hicieron en segundo año, sobre corrientes que producen campos magnéticos y campos magnéticos variables que producen corrientes, avanzamos en la conceptualización de la Ley de Faraday y los generadores de corriente eléctrica. Será necesario destacar el profundo impacto social que se produjo con la generación de energía eléctrica basada en el conocimiento de la inducción electromagnética.

La enseñanza de la física no está completa si no se da una visión histórica de la evolución de los conceptos físicos, y de cómo nuevos resultados experimentales hicieron repensar

completamente el andamiaje teórico de la disciplina, dando lugar a nuevas teorías que abrieron nuevos horizontes al conocimiento y a sus aplicaciones.

El eje de la Física Moderna conviene abordarlo transversalmente con el de Partículas Ondas y Campos para destacar el dominio de aplicación de las leyes en estudio.

Por ejemplo, la relatividad especial se puede abordar apenas después del movimiento según Newton destacando que a velocidades cercanas a la de la luz, necesitamos otra teoría, y destacar algunas consecuencias de ella: contracción de longitudes y dilatación del tiempo. Para esto puede ser un buen recurso el cuento “Velocidad máxima” del libro “Mr. Tompkins in Wonderland” del físico ruso George Gamow (este cuento se puede hallar en castellano en la web) donde relata las vicisitudes de un viajero que llega a una ciudad donde la velocidad de la luz es de 10km/h.

Es también importante destacar que una de las consecuencias de la teoría de la relatividad en la equivalencia entre masa y energía: La famosa ecuación de Einstein, $E=mc^2$, muy conocida por aparecer en muchos pósters de física debe dejar de ser un simple dibujito. Un alumno no puede salir de la escuela secundaria sin conocer el contexto de esta ecuación, su significado y sus consecuencias. Es el origen de la energía solar. La tendremos que recuperar luego para abordar el tema de la fisión y fusión nuclear. Esta parte de la relatividad especial se puede abordar al estudiar la energía y su conservación, y volver sobre ella al estudiar núcleos.

La teoría general de la gravedad se puede tratar en el momento de estudiar *campos*, con una lectura que describa la observación experimental (la precesión de la órbita de Mercurio) que creó la necesidad de ella y alguna de sus consecuencias, por ejemplo que la luz (en general toda la radiación electromagnética) se curva en un campo gravitatorio. Esa curvatura, aunque pequeña debe tenerse en cuenta en el diseño de un GPS que recibe radiación electromagnética de un satélite, y la gravedad terrestre modifica levemente su dirección.

La estructura electrónica en capas de los átomos, estudiada en química, y los fotones como paquetes discretos de energía estudiados junto con las ondas, deben ser el punto de partida para introducirnos en la mecánica cuántica (MC), y para destacar la naturaleza discreta de las cantidades físicas a nivel atómico. ¿Qué vamos a destacar de la MC? Que así como la luz se manifiesta como onda y como partícula (fotones), las partículas presentan características ondulatorias. Que la MC hace predicciones de tipo probabilístico. Que existe un principio de incerteza que hace que cuanto más chica es la escala del problema físico,

mayores son las energías involucradas. Pero sobre todo el enorme impacto social que ha tenido durante el Siglo XX y lo que va de éste, el conocimiento de la física a escala atómica y subatómica. Hoy, más de un tercio de todos los bienes que se producen, no podrían hacerse sin el conocimiento de la materia a escala atómica que nos posibilita la mecánica cuántica.

La física nuclear se puede incluir en cualquier momento después de tratar la equivalencia masa-energía. La estructura del núcleo, compuesto de protones y neutrones, hace necesaria la existencia de una nueva fuerza entre esas partículas para mantenerlas unidas compensando la repulsión mutua de todos los protones (que son todas partículas con carga eléctrica de igual signo).

La fisión de un núcleo pesado produce fragmentos que en total tienen menos masa que el núcleo entero. Se puede hacer un balance de masas, buscando los datos en tablas de masas de libros de Física Moderna, para calcular el déficit de masa de los fragmentos, y mediante la fórmula de Einstein calcular la energía liberada por la fisión de un núcleo. Lo mismo puede hacerse para la fusión de núcleos livianos. Se puede tratar como una aplicación de la equivalencia masa-energía ($E=mc^2$), o bien junto con el estudio de los recursos energéticos.

Estudiando núcleos es conveniente incluir la lectura de algún texto que informe sobre las aplicaciones del conocimiento de los núcleos a la física médica.

Optativamente puede abordarse la radioactividad de algunos núcleos. Si se opta por incluir este tema debe hacerse con la finalidad de comparar la dosis de radiación ambiental natural que absorbe una persona con la dosis absorbida en una radiografía de tórax o dental.

Finalmente, en relación al eje de los recursos energéticos, el estudio puede abordarse con el análisis de gráficos, infografías, mapas temáticos, etc. en cualquier momento durante el desarrollo de la materia, aunque es preferible después de haber estudiado los distintos tipos de energía.

Con respecto a la perspectiva histórica de la evolución de los conceptos y teorías en las Ciencias Naturales, una breve síntesis puede resumirse como sigue:

La teoría de Newton data de 1687. Fue la primera teoría general de la Física, y también de la ciencia moderna. En el campo de la Química, la teoría atómico-molecular de Dalton-Avogadro, es de 1814 y da cuenta de la composición de las sustancias y de sus

transformaciones durante las reacciones químicas. En 1850 Charles Darwin publica la teoría de la evolución de las especies, que da un marco para entender la evolución de los seres vivos. En 1865, James Maxwell publica su teoría del electromagnetismo con el que da un marco unificado en una misma teoría a todos los fenómenos eléctricos, magnéticos y ópticos. Todas estas teorías se han ido modificando a lo largo del tiempo a la luz de observaciones y resultados experimentales más refinados. La teoría de Newton unifica en un solo cuerpo conceptual la mecánica de los cuerpos celestes y los terrestres, dando anticipaciones asombrosamente precisas a todos los problemas mecánicos estudiados a lo largo de doscientos años. Desde descubrir un planeta en base a la observación de perturbaciones gravitatorias en otro, hasta describir las interacciones entre moléculas en la teoría cinética de los gases. Hacia la mitad del siglo XIX, los fenómenos térmicos son interpretados en términos de la energía mecánica de las moléculas que componen un cuerpo. De este modo, la mecánica celeste, la mecánica terrestre, y la termodinámica quedan unificadas bajo el mismo paradigma. Más de doscientos años consecutivos de éxitos en explicar fenómenos mecánicos desde la escala astronómica hasta la molecular y también el calor, junto a la reciente teoría del electro-magnetismo hicieron que algunos físicos, algunos de ellos destacados, llegaran a pensar que la física ya estaba toda hecha, y no había nada nuevo que aportar.

Recién hacia fines del siglo XIX, se hicieron experimentos y observaciones lo suficientemente refinadas para poner en evidencia ligeras discrepancias entre lo previsto por la mecánica Newtoniana y el resultado experimental. Los hitos principales son: (a) El experimento de Michelson y Morley de 1887 revela que Newton no predice correctamente resultados experimentales cuando están involucradas velocidades altas (comparadas con cualquier fenómeno terrestre), (b) La observación de una precesión el perihelio de la órbita del planeta Mercurio (muy pequeña, 45 segundos de arco por siglo) no puede ser explicada por la gravitación Newtoniana, que falla ligeramente cuando el campo gravitatorio es intenso, como lo es la gravedad solar en la zona de Mercurio y (c) Los fallidos intentos de construir un modelo de la estructura del átomo, entre 1898 y 1913. En este último año, Niels Bohr propone un modelo de átomo de hidrógeno que resulta exitoso para explicar el espectro de radiación emitido por el hidrógeno, pero en el cual debe incluir hipótesis de cuantización de órbitas claramente contrarias a la física newtoniana, con lo que se pone de manifiesto que a la escala menor que $10^{-10} m$ o escala atómica, las leyes de Newton dejan de funcionar.



Durante las dos primeras décadas del siglo XX, queda claro que la teoría de Newton no es la teoría de todo, sino que es válida para velocidades pequeñas comparadas con la de la luz, campos gravitatorios no muy intensos y para distancias más grandes que la escala atómica. Estas limitaciones fueron superadas por: (a) la teoría especial de la relatividad de Einstein en 1905, (b) la teoría general de la relatividad de Einstein de 1915, y (c) la mecánica cuántica que fue una construcción colectiva de muchos físicos y que duró desde 1900 hasta 1933. Estas teorías, aunque se basan en principios distintos, reproducen los mismos resultados numéricos que Newton en las condiciones en que esta teoría es válida y dan cuenta correctamente de los resultados experimentales donde no lo es. Hasta el día de hoy no hay evidencias experimentales que contradigan estas teorías, pero no podemos volver a cometer el error de algunos físicos del siglo XIX de pensar que son definitivas.

Ésta es la perspectiva histórica de la que deben apropiarse nuestros alumnos. No podemos adentrarnos en cada una de las nuevas teorías, dado que la matemática que usan no es accesible desde la escuela secundaria, pero sí destacar la necesidad de una nueva teoría y algunas de sus principales consecuencias. No es conveniente dejar este eje para después del anterior. Se pueden ir abordando temas mientras vemos la física “clásica”.



BIBLIOGRAFÍA

Sanmartí Neus. Didáctica de las ciencias en la educación secundaria obligatoria. Editorial Síntesis, Madrid. 2002.

F. McComas (E.d.). The nature of science in science education. Rationales and strategies. Netherlands: Kluwer Academic Publishers. 1998.

<http://phet.colorado.edu/en/simulations/category/physics>

Paul Hewitt. *Física conceptual*. Addison Wesley, Mexico. 2004.

Raymond A. Serway, Jerry S. Faughn. *Física para bachillerato general, Vol. I y II*. Editorial Cengage Learning, Mexico. 2006.



MESA DE VALIDACIÓN

Docentes participantes en las mesas de validación curricular para el Ciclo Orientado de la Educación Secundaria, realizadas en la ciudad de Santa Rosa los días 4 y 5 de marzo del 2013.

Acosta, Melina	Echeverría, Luis
Aguerrido, Adriana	Escudero, Patricia
Alcala, María Belén	Fantini, Miguel
Alvarez, Ivana	Fernández, Flavia
Alvarez, Miriam	Fernandez, Graciela
Andrada, Aldo	Fernández, Néstor
Arbe, María José	Ferraris, Andrea
Arrieta, Analía	Ferrero, Marcela
Asunción, Ana	Ferreyra, Nora
Atilio, Abarca	Fontana, Silvia
Baiardi, Eliana	Fuentes, Ana Lía
Ballester, María Angélica	Gaiara, Susana
Baraybar, María Verónica	Gamba, Héctor
Bassa, Daniela	Gandrup, Beatriz
Baumann, Luciana	Gatica Feito, María Cristina
Bellendir, Sergio	Gaume, Karina
Bellendir, Sergio	Gelitti, Laura Raquel
Berrueta, María Angélica	Giardina, Carina
Berton, Pablo	Gomila, Néstor Ariel
Blanco, Natalia	Gonzalez, Javier Andrés
Boeris, María Rosa	Gonzalez, Marcela
Boidi, Gabriela	Graglia, Patricia
Botta Gioda, Rosana	Guzman, Marcela
Bruni, María de los Ángeles	Herner, Maria Teresa
Buldorini, José María	Herrera, Ana
Cajigal Canepa, Ivana	Hierro, María Silvina
Cantera, Carmen	Holzman, María
Cantera, Silvia	Hormaeche, Lisandro
Carral, María	Jacob, Celia
Carreño, Rosana	Jaume, Karina
Carripi, Carmen Elisa	Kathrein, Stella Maris
Caso, Ricardo Luis	Knudtser, Eric
Castell, Marcela	Kriuzov, Fabio
Cervera, Nora	Laguarda, Paula
Colaneri, Fabiana	Lamare, Viviana
Cornejo, Mariana	Larrañaga, María Claudia
D'ambrosio, Darío	Leinecker, Mirtha
Díaz, Diego	López Gregorio, Fernando
Díaz, Ivana Daniela	Lopez Gregorio, María Cecilia
Díaz, Laura	Lopez, Verónica
Dietrich, Paula	Loyola, Luis



Lucero, Mariano
Lupardo, Patricia
Maier, Leonardo
Maldonado, Daniel
Maldonado, Rosa
Manavella, Andrea
Mansilla, Verónica
Marinangeli, María Daniela
Martocci, Federico
Molinelli, Lilian
Monasterolo, Gustavo
Montani, Marcelo
Moreno, Marianela
Muller, Victor
Muñoz, Laura
Muñoz, María Andrea
Nicoletti, Marina
Nin, María Cristina
Noveiras, Pablo
Oliva, Diana
Olivero, Mariela
Pelayo, Verónica
Perez, Julieta
Pezzola, Laura

Pizarro, Rubén
Portela, Carina
Quintero, Lucas
Quiroga, Gladys
Rivas, Mabel
Rosso, Cecilia Celeste
Rozengardt, Rodolfo
Ruggieri, Pablo
San Miguel, Diego
Sanchez, Norberto
Sanchez, Pablo
Sape, Carina
Sapegno, Natalia
Sardi, María Gabriela
Schnan, Gustavo
Silleta, Marta
Sombra, Mariela
Suarez, Marina
Tamagnone, Carina
Urban, Javier
Vicente, Ana Lía
Vilois, José Luis
Ziaurriz, Gimena