

NIVEL MEDIO

# FÍSICA

ORIENTACIONES PARA LA ENSEÑANZA  
DE LOS CONTENIDOS CURRICULARES

## **AUTORIDADES PROVINCIALES**

**Gobernador:**

Dr. José Manuel de la Sota

**Ministro de Educación:**

Prof. Evelina M. Feraudo

**Subsecretario de Equipamiento Escolar, Proyectos y Políticas Educativas**

Ing. Ricardo Jaime

**Subsecretaria de Planificación y Gestión Educativa:**

Dra. Amelia López

**Agencia Córdoba de Inversión y Financiamiento**

**Presidente de la A.C.I.F.:**

Cra. María Carmen Poplawski

**Coordinador Ejecutivo U.CO.PRO**

Cdor. Fernando Marcelo Arteaga

**Subunidad Ejecutora**

**Subcomponente de Gestión y Cobertura del Sistema Educativo**

**Jefe de Equipos de Proyecto:**

Lic. Horacio Ferreyra

**Jefe de Proyecto Reforma y Fortalecimiento de la Gestión del Sistema Educativo:**

Dr. Carlos A. Sánchez

**Jefe de Proyecto de Autonomía Escolar:**

Lic. Luján Mabel Duro

# **FÍSICA**

## **NIVEL MEDIO**

**Santiago Paolantonio**

**Ana María Scassa**

*Equipo de Ciencias Naturales*

*Coordinación de Proyectos y Políticas Educativas.*

Marzo 2003

### **Introducción:**

La Física estudia la naturaleza de fenómenos tan básicos como el movimiento, las fuerzas, la energía, la materia, el calor, el sonido y la luz. Al igual que la Química, posee un carácter experimental, y comparte con ésta diversos campos de investigación, tales como las reacciones nucleares y la Termodinámica.

Proporciona a quienes la estudian, de un cuerpo de conocimientos en el área de lo conceptual, procedimental y actitudinal, que son útiles para enfrentar y resolver los problemas que cotidianamente se presentan en la vida del ser humano.

El propósito de la enseñanza de la Física en la escuela secundaria es lograr que los jóvenes observen, analicen e interpreten los hechos que suceden a su alrededor, tendiendo a la construcción de aprendizajes significativos relacionados con los objetos, los fenómenos y los métodos propios de esta disciplina.

Los contenidos planteados para el nivel medio, involucran la mayor parte del conocimiento producido por la Física hasta la actualidad, por lo que resulta necesario que se enseñen aquéllos que permitan a los alumnos apropiarse de los conceptos básicos de la disciplina. El enfoque debe ser en un inicio básicamente fenomenológico, cualitativo y descriptivo, para luego ir evolucionando a una mayor formalización en los aspectos más relevantes.

Si se analizan diferentes propuestas de enseñanza de la Física, hoy vigentes en las escuelas, en general responden a una visión de ciencia aséptica y estática, con un excesivo énfasis en la enseñanza desde el punto de vista cuantitativo, apoyada en el uso de fórmulas por sobre las bases teóricas fundamentales.

La escuela, como responsable de la distribución de saberes académicamente válidos y socialmente significativos, debe brindar a los alumnos la posibilidad de adquirir las nociones que los ubiquen como sujetos activos, con participación social. Desde este planteo, el peso excesivo asignado a la formalización en la enseñanza de la Física, puede conducir la falta de comprensión y como consecuencia, los alumnos pueden alejarse del estudio de las Ciencias Naturales.

Aunque los estudiantes logren utilizar fórmulas con bastante corrección, esas fórmulas les serán irrelevantes, innecesarias y pronto pasarán al olvido, si no se utilizan como la oportunidad para resolver situaciones problemáticas y reflexionar tanto sobre fenómenos cotidianos como sobre acontecimientos significativos del pasado y de la actualidad.

Los primeros intentos realizados por el hombre para responder las preguntas acerca de los fenómenos naturales, tuvieron éxitos que se sucedieron lentamente en los comienzos de la civilización.

Durante el siglo XVII, Galileo y Newton plantearon teorías que permitieron en los doscientos años siguientes una progresiva aceleración del desarrollo de la Física - y de otras numerosas disciplinas -, que culminó con los trabajos de Faraday y Maxwell sobre electromagnetismo. A fines del siglo XIX ciertos fenómenos resultaban inexplicables según las concepciones clásicas, y las tentativas para interpretarlos derivaron en dos nuevas teorías: la relatividad y la cuántica, a partir de los estudios realizados por Einstein y Borh entre muchos otros.

Estas teorías impactaron fuertemente en la sociedad. La universalidad de las leyes físicas y el heliocentrismo, modificaron las ideas que tenía el hombre sobre el Universo, dejando una marca que perdura hasta nuestros días.

En el ámbito de la tecnología, la revolución industrial del siglo XIX, fue en gran medida consecuencia de estos avances. En forma similar la irrupción de la física relativista y la cuántica, tuvieron relación directa con los vertiginosos adelantos

ocurridos durante el siglo XX. En ambos casos acompañaron los profundos procesos de cambio que se sucedieron en el pensamiento del ser humano.

Nuestro país no quedó fuera de este movimiento, realizando a lo largo de su historia una contribución sumamente ponderable a la Física. Es destacable el hecho de que fue uno de los primeros campos de las Ciencias Naturales que se promueve su desarrollo a fines del siglo XIX, dando comienzo de este modo a la modernidad de la ciencia en Argentina. Córdoba desempeñó en este proceso un papel clave, con instituciones de reconocido prestigio tales como el Observatorio Astronómico, la Oficina Meteorológica, la Academia Nacional de Ciencias y la Universidad. En éstas desarrollaron sus labores personalidades de la talla de José Balseiro, Enrique Gaviola y muchos más en su mayoría injustamente olvidados.

Lo dicho no solo muestra el gran valor que tiene el enseñar la Física en el nivel medio, sino que destaca la importancia de que los contenidos de esta disciplina – al igual que el de las otras ciencias - se aprendan enmarcados en el contexto histórico y social en que se desarrollaron. Conocer la evolución de las ideas científicas a través de la historia, facilitará al alumno aprender conocimientos y le proporcionará herramientas para comprender el desarrollo socio – histórico de la Física.

Es importante enseñar las teorías y los principios fundamentales de la Física, sin dejar de incluir aquellos contenidos - que por lo general no se enseñan en el nivel medio – como los fenómenos electromagnéticos, la teoría de la relatividad, nociones de astrofísica, por su gran importancia en las transformaciones de la vida del hombre en el último siglo y sus aplicaciones **tecnológicas, sin olvidar que no se forman en la escuela futuros científicos, sino ciudadanos que pueden contribuir a la toma de decisiones de un modo crítico y responsable.**

La historia de las ciencias en las clases de Física no debe limitarse a la simple mención de algunos descubrimientos, fechas o biografías de sus principales mentores. Si esto ocurre, el alumno no podrá identificar a la ciencia como proceso de construcción social y se formará además, una imagen idealizada de los científicos con el riesgo de excluir la posibilidad de alentar a los mismos en su formación, para que en el futuro puedan participar activamente en este proceso.

Si se abordan las relaciones entre ciencia y sociedad y el análisis y la reflexión de la evolución de los grandes conceptos científicos a lo largo de la historia, teniendo en cuenta el contexto sociohistórico en que se desarrollaron, se logra incentivar el interés de los alumnos en el aprendizaje de las ciencias.

La información proporcionada por diferentes investigaciones realizadas en el mundo, el análisis de las dificultades detectadas por numerosos profesores que se han podido recoger en diferentes capacitaciones, reforzado por la propia experiencia docente, así como los resultados obtenidos en las pruebas implementadas en el Operativo Nacional de Evaluación año 2000, muestra que uno de las problemas más importantes que tienen los alumnos a la hora de aprender Física, radica en las limitaciones que éstos poseen para analizar las diversas situaciones que se les presenta y en la dificultad para reconocer hechos e información, en especial el concepto de energía, tal como lo muestran los siguientes datos:

### ***Resultados del Operativo Nacional de Evaluación año 2000***

#### **Promedio General Física**

##### **Competencias**

Reconocimiento de hechos e información; 36,7

Reconocimiento de conceptos y principios; 55,5

Reconocimiento de hechos y conceptos; 49,9

Análisis de situaciones; 50,4

##### **Contenidos**

Cinemática; 68,2

Dinámica; 45,5

Trabajo y energía; 36,5

Ondas y óptica; 44,7

Calor; 51,2

Electricidad y Magnetismo; 57,6

Este documento pretende proporcionar un espacio de reflexión sobre estas problemáticas, presentando orientaciones y ejemplos que podrán constituirse en herramientas para el accionar docente en el aula, a fin de potenciar y mejorar los

logros de aprendizaje alcanzados, reforzando los aspectos en los que se han observado dificultades.

### **Enseñando a resolver problemas en Física**

La Física puede ser considerada como una disciplina que enseña a pensar, sólo si la propuesta didáctica que sustenta el proceso de enseñanza se orienta en ese sentido.

Plantear situaciones problemáticas abiertas, donde el resultado no sea necesariamente numérico, llevar adelante prácticas o trabajos de laboratorio con un amplio grado de libertad y confianza para verificar conceptos fundamentales de la disciplina, y enseñar a descubrir, plantear y resolver problemas, son actividades fundamentales del enfoque teórico y metodológico asumido, desde el cual se plantea que la Física se constituya para los jóvenes en una herramienta útil para comprender y transformar el mundo en el que viven, donde los avances científicos se producen vertiginosamente y la sociedad está cada día más tecnificada.

Adoptar la resolución de situaciones problemáticas como una estrategia de enseñanza, implica organizar en mayor o menor medida el currículo alrededor de problemas que generen en los estudiantes aprendizajes significativos e integrados, comprometiéndolos activamente.

Los problemas deben considerarse como situaciones cuantitativas o no, que necesitan una solución para la cual los individuos implicados no conocen medios o caminos evidentes para obtenerla.

Es importante tener en cuenta que la situación elegida ha de ser novedosa e interesante para ser investigada. Debe contener “la semilla del interés”, de modo que el alumno esté dispuesto a tratarlo como un verdadero problema. Esta situación se ve favorecida si se la relaciona en lo posible con la vida real del mismo. De esta forma la enseñanza científica escolar se debe centrar en dos objetivos básicos: promover la relación de los jóvenes con el mundo y estimular a promover en ellos su capacidad de sorpresa, su interés por la indagación y la aproximación “interesada” a la realidad.

Por lo expuesto, el tratamiento de los problemas no debe ser puramente operativo, planteado como una actividad mecánica en la que el alumno emplea un cierto algoritmo. Por el contrario es conveniente que su resolución implique un acercamiento a la metodología científica, con un estudio inicial cualitativo de la situación, una elaboración de hipótesis, un posterior desarrollo cuantitativo si correspondiera y finalmente un análisis de los resultados. Esto se contrapone con la creencia errónea de que para cada problema existe una fórmula o procedimiento de resolución, y que inevitablemente la solución debe ser cuantitativa con un resultado numérico.

Los trabajos experimentales, por lo general, en la práctica se desarrollan desvinculados de situaciones problemáticas concretas que el alumno debe resolver. Por el contrario, la realización de experiencias de diferente índole, deben ser presentadas y utilizadas ventajosamente como una alternativa de solución de éstas. Por lo tanto las experiencias, realizadas en el laboratorio, en el aula o en una salida de campo, resultan ser tanto un medio de plantear un problema como una forma de encontrar o aproximarse a su respuesta.

El docente deberá alentar a los estudiantes a analizar la problemática planteada, guiándolos en su indagación a través de preguntas, con lo cual les permitirá alcanzar niveles más profundos de comprensión. A modo de ejemplo:

- ¿Cuáles son los datos disponibles?
- ¿Se conoce la solución de algún problema similar?
- ¿Se puede enunciar el problema de otra forma?

En general para resolver una situación problemática es necesario que los alumnos logren:

- Comprender el problema.
- Concebir un plan para su solución.
- Ejecutar el plan.
- Examinar la solución obtenida.



Pero para que esto sea factible para los alumnos, antes de desarrollar una actividad que involucre un problema, el docente deberá analizar:

***Los conocimientos previos de los alumnos imprescindibles para abordarlo.***

Este punto tiene que ser estudiado en detalle, contemplando todas las alternativas que puedan plantearse, teniendo en cuenta que se tratan en general de situaciones abiertas.

***La naturaleza del problema.*** Caracterizado por el enunciado, la forma de resolución, el tipo de solución, etc. Es imprescindible enseñar a los alumnos a leer los enunciados para favorecer el descubrimiento de la información contenida en él.

***El contexto de la resolución del problema.*** Deberá contemplarse la necesidad de manipulación de objetos, la factibilidad de acceso a las fuentes de información que necesitan ser consultadas y el tiempo requerido para hacerlo.

***La solución del problema.*** Este punto implica anticipar los conocimientos teóricos, procedimientos y demás capacidades requeridos por parte de los alumnos para llegar a la solución deseada.

Es conveniente que en determinado momento del proceso, se reflexione con los alumnos sobre las estrategias empleadas para resolver los distintos problemas, promoviendo de este modo el desarrollo de capacidades que le facilitarán en el futuro enfrentar nuevas situaciones.

La forma en que se plantea la situación problemática es una instancia clave, pudiendo un mismo problema transformarse de una situación limitada en otra mucho más amplia, tal como muestra el siguiente ejemplo.

Enunciado 1:

***Sobre un móvil de 5000 kg, que se desplaza con una velocidad de 20 m/s actúa una fuerza de frenado de 10.000N ¿qué velocidad llevará a los 75 m de donde comenzó a frenar?***

Enunciado 2:

***Un automóvil comienza a frenar al ver la luz amarilla ¿qué velocidad llevará al llegar al semáforo?***

El primer enunciado, plantea una situación única e induce a abordar la solución por la directa aplicación de una serie de ecuaciones. Los datos pueden obtenerse de la lectura del mismo, siendo su número igual al de las variables involucradas. El análisis de los resultados puede limitarse a la verificación de que la velocidad solicitada resulte ser menor a los 20 m/s iniciales.

En cambio, el segundo enunciado invita a analizar diversas alternativas posibles. Lleva necesariamente al planteamiento de una hipótesis, sobre una situación que deja de ser "teórica" - un móvil - a otra concreta y familiar - un automóvil -.

El estudiante deberá comprender primeramente la necesidad de la existencia de una fuerza (la de frenado), especular sobre su origen (el rozamiento de las cubiertas con la calzada, de la carrocería con el aire, entre las diversas piezas en movimiento del motor, etc.) y su magnitud.

Con la guía del docente se deberá estimular a que los alumnos se planteen preguntas como las siguientes: ¿Qué ocurrirá con la distancia de frenado para los distintos valores posibles de fuerza de rozamiento? ¿Qué pasaría si el rozamiento fuera cero? ¿Qué implicancias tiene esto en la seguridad del tránsito? ¿Cómo influye la masa del coche? ¿Cuáles son los valores esperables de la masa de los automóviles?

La aplicación de las ecuaciones no se limitarán al reemplazo de las variables por determinados valores, pues inevitablemente deberá analizarse la dependencia entre las mismas.

La solución dependerá de la hipótesis inicial, y su análisis podrá ser mucho más rico por la diversidad de posibilidades.

En conclusión, el problema pasa de ser un ejercicio destinado a afianzar el uso de algunas ecuaciones - válido si ese es el objetivo que nos planteamos - a ser una estrategia de enseñanza para trabajar los principios fundamentales de la dinámica.

### **La energía como concepto estructurante**

Entre los contenidos conceptuales que se enseñan, la energía se plantea como un concepto fundamental no solo de la Física sino de las Ciencias Naturales en su conjunto.

Diversas razones justifican su tratamiento en la educación media, principalmente por constituir una problemática clave debido a la gran dependencia que de ella tiene una sociedad tecnificada. Su estudio posibilita comprender el funcionamiento de máquinas, instrumentos y de las diversas formas de generarla, esencial para la toma de conciencia de las consecuencias sociales y ambientales que de estas se derivan.

El concepto de energía proporciona además un valioso medio para el estudio de la mayoría de los campos de la Física, tales como la mecánica, la termodinámica o la electricidad, y facilita la integración de esta disciplina con las otras del área de Ciencias Naturales.

Finalmente, puede señalarse que los cambios que ha tenido el concepto de energía a lo largo de la historia hasta llegar al actualmente admitido, es un claro ejemplo de cómo se construyen y evolucionan los conceptos y teorías científicas.

La energía tiene una definición esquiva, es difícil hacerlo en pocas palabras por su naturaleza abstracta. Sin embargo esta dificultad no debe ser un impedimento para llegar a la comprensión de su significado.

Como su estudio es competencia de la Biología, la Química y la Física es muy importante lograr acuerdos entre los docentes de estas disciplinas del área en cuanto a su abordaje.

En el nivel medio es conveniente plantear inicialmente a la energía como generadora de los cambios en los cuerpos: movimiento, dilatación, estado de agregación, etc, para posteriormente evolucionar a una definición más precisa como la medida de la cantidad de trabajo o calor que un sistema puede producir.

Debe constituirse en el concepto a partir del cual se desarrollen todos los contenidos de Física a lo largo de la escuela secundaria: la energía en los cuerpos en reposo y en movimiento, la energía en los procesos térmicos, la energía transportada por ondas mecánicas y electromagnéticas, la energía en el origen y evolución del Universo.

De este modo se transita desde una visión descriptiva y cualitativa a otra de mayor complejidad y cuantitativa. La comprensión de este concepto, demandará un trabajo progresivo a lo largo de todo el nivel y probablemente solo se logrará al finalizar el mismo.

Solamente se podrá cumplir con este objetivo si se toma en cuenta que los alumnos comparten ideas previas sobre estas temáticas. Éstas son bastante conocidas gracias a las diversas investigaciones realizadas, de las que podemos señalar como las más recurrentes a las siguientes:

- La energía es concebida como una sustancia contenida en los objetos.
- El calor es considerado como una forma de energía.
- Se piensa que los cuerpos en reposo no tienen energía.
- La temperatura es tomada como la cantidad de frío o calor que poseen los cuerpos.
- El frío y el calor se ven como cosas distintas.
- Fuerza, energía y potencia con frecuencia se confunden como una misma cosa.
- No se reconoce la constancia de la temperatura durante el cambio de estado.

El análisis de estas ideas que comunmente tienen los alumnos muestran que los conceptos de calor, temperatura y energía interna están escasamente diferenciados entre sí. El calor es asociado a una fuente o a un estado, y el trabajo no es visto como una manera de cambiar la energía de un sistema, sino como una forma de perderla.

Además, el principio de conservación de la energía se interpreta con un alcance parcial, y la disipación de la energía suele concebirse como una conversión de la misma en calor.

Algunas de estas concepciones guardan semejanza a las elaboradas por la ciencia en otras épocas - tal como el conocido caso de la teoría del calórico - , por lo que el docente debe estar advertido de este hecho, lo que le facilitará el encontrar actividades que ayuden al alumno a superar las mismas. Lo dicho refuerza la importancia de enseñar los contenidos científicos teniendo en cuenta su evolución histórica.

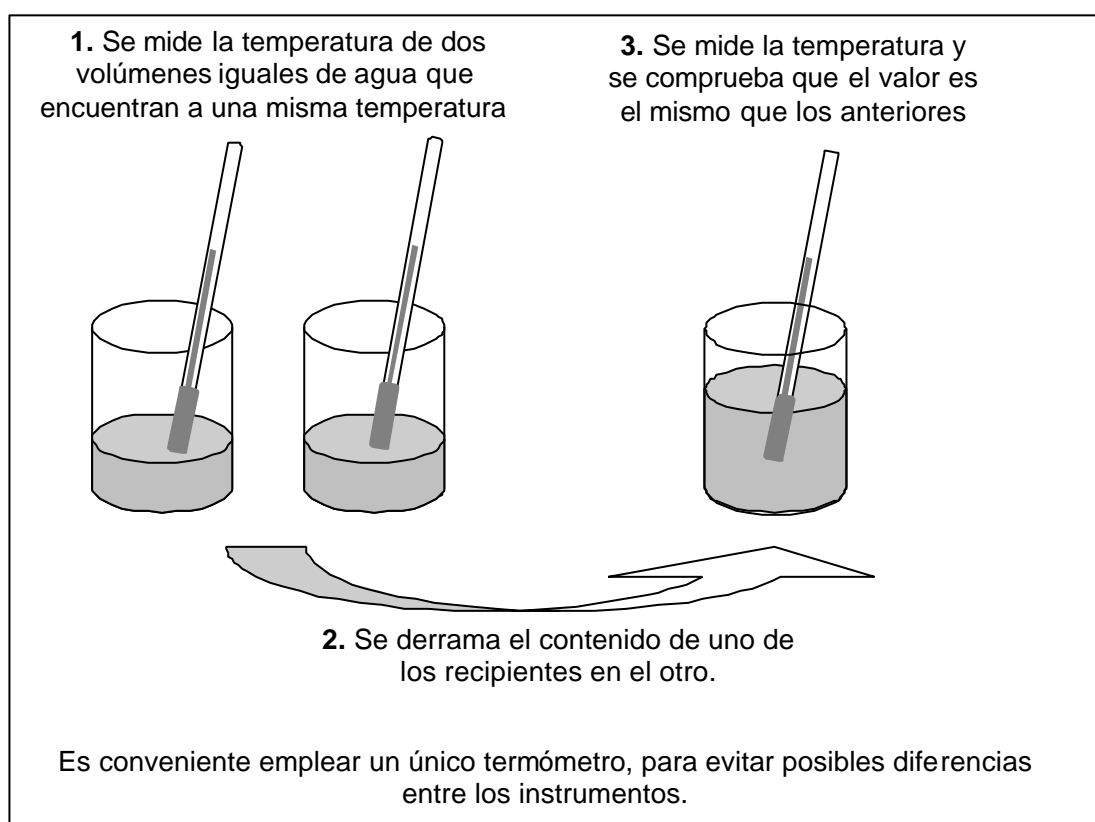
Muchas de las ideas previas erróneas son afianzadas por la utilización cotidiana de expresiones tales como “tengo calor” o “cerrá la ventana que entra frío”. Resulta por lo tanto imprescindible para disminuir la confusión generada, que el profesor se ajuste lo más estrictamente posible a la terminología científica a medida que se avanza en el desarrollo conceptual, y haga explícito a los alumnos este problema.

En ocasiones los propios textos utilizados refuerzan concepciones erróneas, por ejemplo, al limitar el tratamiento de la conservación de la energía a la mecánica o al utilizar expresiones del tipo “el Sol nos da luz y calor”. Incluso se plantean concepciones incorrectas, por ejemplo al presentar al calor como una forma de energía o a la temperatura como la medida de éste (esto último figura en algunos textos de geografía publicados por importantes editoras).

Las ideas previas no se modifican por medio de la enseñanza tradicional de la ciencia. Resulta entonces imprescindible que al desarrollar estas temáticas, primero el docente promueva actividades para que en un clima de respeto los alumnos hagan

explícitas estas ideas, para luego realizar algunas actividades que los lleven a entrar en conflicto con las mismas. Es fundamental recordar que la transformación de estas concepciones en las científicamente admitidas es un proceso lento y gradual, donde la intervención del docente cobra una importancia decisiva.

En un gran número de casos, las actividades experimentales simples resultan ser el modo más efectivo para lograr este objetivo. Por ejemplo, los alumnos tienden a asociar a la temperatura con las características macroscópicas de los cuerpos – en general con el volumen -, no considerándola una magnitud intensiva. Para demostrar lo incorrecto de la idea, bastará solicitar la determinación de la temperatura de dos volúmenes iguales de agua que se encuentren a la misma temperatura, y luego pedir que se repita la medición cuando ambos volúmenes se mezclan en un recipiente. Si se requiere que los alumnos hipoteticen sobre el valor final que medirán, es probable que la mitad de ellos indiquen un valor doble del real. Es posible repetir la experiencia con distintos volúmenes y líquidos.



Otra idea arraigada en los alumnos es que durante el cambio de estado la temperatura varía (aumentando o disminuyendo según el caso). Para mostrar la

invariabilidad de temperatura en el cambio de estado, podrá registrarse la temperatura del agua en ebullición, durante un cierto tiempo, construir un gráfico con los datos obtenidos y verificar el error en la concepción anterior, hipotetizando sobre las posibles causas de lo observado, lo cual permite relacionar el fenómeno físico con la estructura de la materia desde el punto de vista químico.

Son frecuentes las confusiones entre las formas, las fuentes de energía y los modos en que la misma se trasmite entre cuerpos. Un esquema claro y simple sobre estos conceptos ayudará a su entendimiento.

Las formas de la energía se limitan a: la Cinética (asociada al movimiento de los cuerpos), la Potencial (gravitatoria, elástica, eléctrica – química -) y la Radiante (electromagnética).

La Mecánica resulta ser simplemente una denominación especial a la suma de las energías cinética y potencial de un cuerpo.

Las fuentes, pueden organizarse de diversas maneras, como ejemplo en: primarias: Sol, Tierra, sistema Tierra-Luna-Sol, y Nuclear; y secundarias: eólica (viento), hidráulica (ríos), térmica (combustibles), mareomotriz (olas y mareas), alimentos, geotérmica (aguas termales y géiseres).

Los cuerpos pueden intercambiar la energía por los siguientes procesos:

- **Calor:** cuando dicho intercambio es debido a una diferencia de temperatura.
- **Trabajo:** cuando la transferencia es realizada por cualquier otro mecanismo distinto al de una diferencia de temperaturas (una fuerza que provoca un desplazamiento del cuerpo).
- **Radiación:** cuando la energía pasa de un cuerpo a otro por medio de ondas electromagnéticas.

Por lo tanto calor y trabajo no son formas de energía (aunque se expresen con las mismas unidades), no la poseen los cuerpos, no se conservan, y no describen al sistema (no son funciones de estado).

Carece de sentido hablar de “energía calorífica” para expresar al calor porque son esencialmente distintos.

Incluso resulta inapropiado el término “equivalente mecánico del calor” ya que en el experimento el trabajo no se convierte en calor sino que produce una variación de la energía interna. No existe un proceso (calor) de cambio de energía como producto de una diferencia de temperatura.

La idea que debe adquirir el estudiante sobre la energía es que:

- Es una magnitud física.
- Describe un sistema (función de estado).
- Se presenta en diversas formas.
- Se transforma de una en otra forma.
- Se conserva (en un sistema de referencia fijo)
- Se degrada.
- Se transfiere o trasmite en múltiples formas.
- Está asociada a un “sujeto” (onda o partícula) para su transmisión.

Es importante que el alumno entienda que en todas las transformaciones energéticas que ocurren en un sistema aislado, cambia la forma en que se presenta la energía pero no cambia la cantidad total de energía, es decir, la energía antes de la transformación es la misma que hay después de la transformación.

Este principio de conservación y transformación de la energía tiene validez universal y es aplicable en cualquier proceso físico, químico o biológico, válido tanto en el nivel macroscópico como en el microscópico.

En todo proceso de transformación de energía la misma se degrada, es decir, se puede obtener de ella una menor cantidad de trabajo útil. La energía no



aprovechable es la energía del movimiento térmico de las moléculas de aquellos cuerpos que se encuentran en estado de equilibrio.

Aunque podemos determinar sus variaciones, no resulta posible determinar de una manera absoluta la energía de un sistema.

En lo relacionado con la temperatura y el calor, la teoría explicativa de estos fenómenos es la teoría cinético particular de la materia, en íntima relación con contenidos dados en Química.

### Bibliografía:

- Evaluación de la Calidad Educativa de la Provincia de Córdoba, Resultados del año 2000, Nivel Medio, Ministerio de Educación, Dirección de Desarrollo de Políticas Educativas, 2001.
- Operativo Nacional de Evaluación, Informe de Resultados, Interpretación pedagógica de logros y resultados, Ministerio de Educación, Buenos Aires, 2000.
- Ministerio de Educación, “El desarrollo de estrategias cognitivas, El desarrollo de capacidades para enfrentar y resolver problemas.”, Reunión Técnica Federal con Directores Provinciales y Responsables del Tercer Ciclo de la EGB y la Educación Polimodal, Buenos Aires, 2002.
- Polya G., “Cómo plantear y resolver problemas”, Editorial Trillas, México, 1994.
- Gil Daniel y otros, “La didáctica de la resolución de problemas en cuestión: elaboración de un modelo alternativo.”, Didáctica de las Ciencias Experimentales y Sociales, N°6, 73-85, 1992.
- Doménech Joseph Lluís y otros, “La enseñanza de la energía en la educación secundaria. Un análisis crítico.”, Revista de la Enseñanza de la Física, Vol 14, N° 1, pp 45-60, 2001.
- Raviolo Andrés, “Núcleos conceptuales y secuencia constructiva en la enseñanza de la energía”, Revista de la Enseñanza de la Física, Vol 9, N° 2, pp 33-45, 1996.
- Pérez-Landazábal, M. C. y otros, “La energía como núcleo en el diseño curricular de la Física”, Enseñanza de las Ciencias, 13 (1), 55-65, 1995.

- Cervantes A, "Los conceptos de calor y temperatura: una revisión bibliográfica.", Enseñanza de las Ciencias, 5 (1), 1987.