

Índice

10 Decisiones

12 ¿Cómo está organizado el material?

- 12 La energía. Propuesta didáctica
- 13 El sentido de la propuesta
- 14 Estrategias didácticas
- 15 Organización del libro del alumno
- 16 Algunas pistas sobre su inclusión en el trabajo en el aula
- 16 Para recorrer el libro del docente

18 La propuesta

18 La energía en la vida cotidiana

- 18 La energía mueve el mundo
- 19 ¿De qué hablamos cuando hablamos de energía?
- 21 El trabajo con el lenguaje
- 21 La energía a nuestro alrededor
- 21 Los sistemas como construcciones científicas

23 Una primera aproximación a la energía

- 23 La energía como la “capacidad de hacer”
- 24 La energía como una propiedad de los sistemas
- 24 La energía como una magnitud física
- 25 La energía se transfiere y se transforma
- 26 Primera aproximación científica al concepto de energía
- 27 La energía en la historia de la ciencia

28 Algunas clases de energía

- 28 La energía asociada al movimiento
- 29 Energía, masa y velocidad

- 30 La energía asociada a la posición
- 31 La energía asociada a la temperatura
- 32 Otras caras de la energía
- 32 Energía y electricidad
- 33 Energía y cambios químicos
- 33 Energía y vida

34 La energía no se crea ni se destruye

- 35 Transformación de la energía
- 36 Transferencia de la energía
- 37 El flujo de la energía
- 37 Degradación de la energía
- 38 Disipación de la energía

39 Energía para un mundo mejor

- 39 Energías “convencionales” y “alternativas”
- 40 El vapor y la electricidad
- 41 Nuevas fuentes de energía
- 42 Promesas para el futuro

42 Propuestas de trabajo

- 42 Recursos para los estudiantes
- 43 Recursos para los docentes
- 43 Divulgación científica
- 44 Trabajar con películas de ficción
- 44 Aprender sobre la energía con películas
- 45 Trabajar con textos narrativos

46 Bibliografía

Decisiones

¿Cómo está organizado este material?

La energía. Propuesta didáctica

Los diversos fenómenos del mundo natural (movimiento, calor, electricidad, magnetismo, radiactividad, reacciones químicas, metabolismo, orogenia, sismos, clima, nacimiento de las estrellas, evolución del Universo...) pueden ser pensados en términos de **energía**, a fin de describirlos, comprenderlos, predecirlos e intervenir sobre ellos. En este sentido, la energía es un concepto científico central y estructurante por su generalidad, abstracción y potencia. Chicos y chicas pueden iniciarse en el análisis de esta idea tempranamente; tal es la propuesta que sustenta *La energía: cambios y movimientos*.

En los ejemplos que se muestran en las imágenes del libro del alumno aparecen distintas situaciones de nuestro entorno, para cuya descripción utilizamos expresiones como: “*posee* energía”, “*requiere* energía”, “*usa* energía”, “*gasta* energía”, “*aporta* energía”, “*produce* energía”, “*almacena* energía”, “*consume* energía”, “*transfiere* energía”, “*disipa* energía”. En las frases empleadas usualmente en el lenguaje natural y en el mundo de la técnica, así como a veces en las propias Ciencias Naturales, nos referimos a la energía como a una **entidad material**, como a un “objeto” (a veces imaginado como un fluido que pasa de un cuerpo a otro o queda almacenado en ellos). Se puede decir que estamos **sustancializando** la energía, es decir, otorgándole las características y propiedades de una sustancia.

Es muy importante tener en cuenta esto desde el punto de vista de la enseñanza de las Ciencias Naturales: si bien estas frases son científicamente “correctas” y es difícil reemplazarlas por otras que no transmitan la misma imagen hay que recordar todo el tiempo que se trata de “formas de hablar” y que la energía no es algo material, sino una **propiedad abstracta** que nos sirve para explicar el mundo natural. En las primeras páginas del capítulo 4 del libro del alumno se hace una llamada de atención sobre este punto, que es central en esta propuesta didáctica.

Estas formas de hablar, que no podemos “erradicar” del aula, guardan la traza de antiguas concepciones científicas de la energía, ya perimidas, que la sustancializaban. Los alumnos adhieren a esas concepciones de energía de otros tiempos y el lenguaje refuerza sus ideas sobre el tema: esto constituye un **obstáculo** importante para el aprendizaje del tema de energía en este nivel de escolaridad sobre el que debemos estar atentos.

En *La energía: cambios y movimientos* se desarrolla una propuesta completa para la introducción del concepto de energía desde el campo de las Ciencias Naturales (nos concentramos principalmente en la Física, la Química y la Biología, por su mayor presencia curricular) y de las tecnologías asociadas a esas ciencias. La propuesta tiene un nivel básico pero pretende ser rigurosa desde el punto de vista científico, de modo de permitir posteriores conceptualizaciones que profundicen en las ideas allí esbozadas.

El concepto de energía es fundamental e indispensable para que los alumnos consigan una comprensión satisfactoria de su realidad mesocósmica, es decir, del mundo cotidiano que los rodea. En el entorno de los chicos aparecen fenómenos físicos, químicos y biológicos importantes para sus vidas (asociados al clima, los astros, los cuerpos en movimiento, la flora y la fauna, su propio cuerpo, la alimentación, la salud, el medio ambiente...). Este mismo entorno se encuentra fuertemente modificado por la tecnología: hábitat, producción, bienestar, transporte, comunicaciones, salud, educación, ocio, entre otras muchas actividades humanas, hoy son muy diferentes que hace cincuenta años gracias a las diversas intervenciones tecnológicas que la humanidad ha ido diseñando.

La energía es una propiedad abstracta “compartida” por todos los sistemas; sin embargo, se nos aparece bajo “formas” muy diversas (electricidad, magnetismo, calor, reacciones químicas, energía nuclear, luz, movimiento...). Un objetivo importante en este nivel de escolaridad sería, entonces, poder pensar en “lo común” a todas estas manifestaciones. Ese “algo” en común, en una primera aproximación, es que todas las formas de energía tienen la **capacidad de producir efectos, cambios o transformaciones**.

La propuesta inicial del libro del alumno es que los chicos se acerquen a la energía desde lo cotidiano, la intuición y el sentido común, o lo validado socialmente y transmitido culturalmente. En este sentido, a menudo hablamos de energía en relación con la vida, la salud, la alimentación y la dieta... Y este resulta un buen punto para empezar, a fin de poder rastrear las ideas sobre el tema que los estudiantes traen a clase: por ejemplo, ¿qué imaginan ellos cuando dicen que un alimento aporta energía?

A partir de estas ideas, discutidas en la clase, el libro del alumno propone ir construyendo significaciones consensuadas, más cercanas al mundo de las ciencias.

El sentido de la propuesta

La propuesta *La energía: cambios y movimientos* tiene, como se dijo, la intención general de introducir a los alumnos en el tema de la energía desde el punto de vista científico y tecnológico, y refleja en parte el camino seguido por la

humanidad en la construcción de este concepto complejo. Por ello, uno de los pilares fundamentales es el estudio del *uso* de la idea de energía en distintos contextos: la vida cotidiana, la sociedad, los medios masivos de comunicación, las Ciencias Naturales y las tecnologías.

Luego se hace una aproximación a la energía como propiedad abstracta de los sistemas: se la define como una cantidad (**magnitud física**) que caracteriza a los cuerpos o conjuntos de cuerpos y que depende de diversas variables, según la situación que estemos considerando. Sin utilizar demasiada matemática, se plantean relaciones de dependencia sencillas (proporcionalidad directa o inversa, entre otras) que vinculan la energía con otras magnitudes físicas conocidas por los estudiantes: la **masa**, la **velocidad**, la **altura** sobre la superficie de la Tierra, la **temperatura**.

La idea de energía es luego examinada en relación con algunos procesos importantes que ella atraviesa: la **transferencia**, la **transformación**, la **disipación** y la **degradación**. Estos procesos nos permiten pensar cómo los sistemas materiales cambian a lo largo del tiempo, “interactúan” entre sí y pueden ser involucrados provechosamente en la vida humana.

Más adelante se utiliza el llamado **principio de conservación de la energía** como una idea fuerza, de muy amplio alcance, que nos permite explicar y predecir el comportamiento de los sistemas naturales o artificiales.

Por último, se lleva la idea de energía a un contexto tecnológico: el de la energía **útil** para las actividades humanas. Se discuten cuestiones acerca de la producción, el almacenamiento, la distribución, el uso y el derroche de este **recurso** energético, y se relaciona esta discusión con cuestiones económicas, políticas, sociales y ambientales.

Estrategias didácticas

Desde el punto de vista didáctico,¹ el recorrido propuesto en el libro del alumno recurre principalmente a lo que podríamos llamar **problemas de lápiz y papel**: lecturas, discusiones, preguntas, ejercicios, debates, construcción de hipótesis y predicciones, búsqueda de información de distintas fuentes y en distintos soportes.

También se propone la observación de situaciones del entorno y la realización de pequeñas experiencias. La observación y la experimentación, que podríamos

¹ La propuesta desplegada en el libro del alumno se inspira y apoya fuertemente en el llamado **modelo cognitivo de ciencia escolar**, un modelo didáctico desarrollado por investigadores de la Universidad Autónoma de Barcelona, España. Se incluyen varias referencias con los fundamentos de ese modelo y sus implicaciones para el diseño de la práctica de aula en el apartado Bibliografía.

clasificar como dos formas de “intervención” sobre el mundo natural, son centrales en la investigación científica.

A lo largo del libro del alumno se trabaja también con la producción de distintas **tipologías textuales** (esto es, clases de textos), tanto orales como escritas. Se pide a los estudiantes que describan, expliquen, predigan, hipoteticen, fundamenten, argumenten...

Un último momento en nuestro itinerario de trabajo es incluir pistas sobre la **historia de la ciencia**: se revisan algunos episodios centrales de la construcción del conocimiento científico para poder armar un panorama más completo de las ideas aprendidas y situarlas en un contexto más rico, con implicancias sociales, políticas, económicas, ideológicas, etc.

La historia de la ciencia en la enseñanza de las Ciencias Naturales tiene diversos valores. Por una parte, permite “echar luz” sobre los caminos que siguen nuestros alumnos en la construcción de sus propias ideas científicas escolares. Por otra parte, posibilita establecer “diálogos” entre diferentes formas de ver el mundo, sostenidas por distintas comunidades de científicos.

Otro valor importante de la historia de la ciencia es que permite “correr” a las Ciencias Naturales del lugar triunfalista, de verdad absoluta e inmutable, en el que solemos colocarlas en la vida cotidiana. Una mirada histórica nos muestra las Ciencias Naturales en permanente construcción, con dudas, incertidumbres, dificultades, vueltas atrás, provisionalidad... y, al mismo tiempo, rescata el rol de la imaginación, la creatividad y la inventiva en la investigación científica.

Organización del libro del alumno

La energía: cambios y movimientos está organizado en una introducción breve, cinco capítulos correspondientes a los cinco **bloques temáticos** a trabajar de acuerdo con la propuesta, y un apéndice de recursos para el aula.

El capítulo 1 (“La energía en la vida cotidiana”) rastrea las manifestaciones de la energía en el entorno de los estudiantes y propone pensar en las formas en las cuales empleamos cotidianamente el vocabulario relacionado con la energía.

El capítulo 2 (“Una primera aproximación a la energía”) proporciona una primera definición operativa de energía y explora algunas de las propiedades generales de esta magnitud física tan abstracta.

El capítulo 3 (“Algunas clases de energía”) recorre la clasificación usual de la energía según sus manifestaciones: cinética, potencial, térmica, eléctrica, química, etc. Esta taxonomía sienta las bases para conceptualizaciones posteriores, a lo largo de la escuela secundaria.

El capítulo 4 (“La energía no se crea ni se destruye”) introduce el principio de

conservación de la energía, que es la idea científica fundamental en relación con la temática, la que permite entender los fenómenos naturales y a su vez dimensionar las posibilidades y límites del uso de la energía en la sociedad.

El capítulo 5 (“Energía para un mundo mejor”) sitúa la discusión en el terreno de lo tecnológico y en sus implicaciones sociales, haciendo también énfasis en la problemática medioambiental.

Algunas pistas sobre su inclusión en el trabajo en el aula

Los cinco bloques temáticos de *La energía: cambios y movimientos* son relativamente independientes; se puede “ir y volver” entre ellos sin necesidad de realizar un tratamiento estrictamente lineal del material. Sin embargo, los bloques están organizados en orden creciente de complejidad y, en algunas secciones, presuponen el logro de ideas anteriores.

En el despliegue de los temas se van presentando las distintas ideas científicas apoyando cada idea nueva en las anteriores, y, al mismo tiempo, se atiende a los diferentes campos semánticos (espacios de significados) en los cuales los estudiantes irán usando la idea de energía (se parte de la vida cotidiana para, desde allí, moverse a la ciencia y la tecnología).

El libro del alumno, por tanto, admite diversas formas de uso: una lectura más secuencial, en la que se parte de nociones sencillas que se van complejizando; la selección de algunas secciones específicas, que interesen por su pertinencia en la programación anual; o un tratamiento que incursione directamente en los capítulos finales, con énfasis en la ciencia o en la tecnología, cuando se presupongan alcanzados algunos propósitos.

Para recorrer el libro del docente

Este material “sigue” la estructura de *La energía: cambios y movimientos*, de manera que sirve de “hoja de ruta” para el tratamiento de la secuencia de temas en el aula.

En este libro se pueden encontrar, además, tres conjuntos de materiales que dan apoyo a la propuesta dirigida a los alumnos:

- 1. Sugerencias de profundización.** En algunos casos se dan pistas para otras actividades que complementan o profundizan las expuestas en el libro del alumno.
- 2. Estrategias didácticas.** En algunos puntos de este libro se definen un poco más formalmente las estrategias que se proponen utilizar en el aula.
- 3. Trabajos de innovación en enseñanza de las Ciencias Naturales.** En la Bibliografía se incluyen referencias a trabajos publicados en los cuales docentes de ciencias comunican experiencias de innovación en sus aulas.

La propuesta

La propuesta

La energía en la vida cotidiana

El objetivo central del primer capítulo del libro del alumno (“La energía en la vida cotidiana”) es mostrarles a los chicos que la energía está estrechamente relacionada con numerosos aspectos significativos de nuestra vida cotidiana y que, de alguna forma, “atraviesa” el mundo que nos rodea, siendo una idea que nos permite reconocer algunos de sus sentidos y manejarnos en él. Se trata de preparar el terreno para, en los siguientes capítulos, iniciar una apropiación significativa del concepto científico de energía y explorar sus posibles usos en la comprensión de los fenómenos naturales y en el desempeño diario como miembros de la sociedad.

En el lenguaje cotidiano se emplea el término **energía** para hacer referencia a multitud de ideas que, la mayor parte de las veces, están asociadas en forma indirecta con los conceptos científicos de **fuerza, movimiento y trabajo**. El capítulo 1 del libro del alumno pretende ir “refinando” el uso cotidiano de la palabra energía para acercarlo a su significación en el campo de las Ciencias Naturales. Este refinamiento sigue, de alguna manera, el camino histórico que llevó a la humanidad desde el uso amplio e impreciso de la idea griega clásica de *energeia*, varios siglos antes de Cristo, hasta su inclusión definitiva en el vocabulario científico, en el siglo XIX.

El capítulo 1 de *La energía: cambios y movimientos* invita a los chicos a analizar las manifestaciones de la energía que ellos pueden reconocer a su alrededor, poniendo especial énfasis en los usos de la palabra energía al hablar del mundo.

La energía mueve el mundo

Este primer tema del libro del alumno propone rastrear y discutir con los chicos las formas en las que se habla de energía en los medios de comunicación masivos, en relación con temas de interés general como el desarrollo, la política, la economía y el medio ambiente. La propuesta puede ser complementada con materiales provenientes de la prensa escrita (diarios y revistas), Internet (páginas de noticias y foros de debate) y la televisión (noticieros y documentales).

La relación de la energía con el desarrollo del mundo moderno, industrializado, plantea una problemática actualmente acuciante a nivel mundial, que trascien-

de las fronteras de nuestro país y nuestra región. En este sentido, la propuesta sugiere aprovechar la emergencia de esta discusión en la Argentina pero poniéndola en un contexto más amplio, en el que se debate el futuro del modelo occidental de desarrollo de las sociedades, fuertemente apoyado en el conocimiento científico-tecnológico.

En *La energía: cambios y movimientos* se presenta un texto sobre la integración energética de América Latina. Es importante pensar el tema en términos de sus implicaciones **sociales** (política, economía, empleo, migraciones, Mercosur), pero la propuesta requiere luego concentrarse en los aspectos más científicos y tecnológicos del debate. Por ejemplo: *¿qué tipos de energías se generarán?, ¿cómo se “transportará” la electricidad desde los países productores a los países consumidores?, ¿qué cambios ambientales traerán aparejados estas políticas de “energía para América Latina”?, ¿con qué recursos energéticos cuenta la Argentina?*

En este momento, por supuesto, se está iniciando la **exploración** del tema de la energía como recurso. No es entonces tan importante proveer respuestas “científicamente correctas” a estas cuestiones, sino más bien instalar problemáticas que serán objeto de aprendizaje a medida que se avance en el texto.

El libro del alumno desarrolla la propuesta de “ir a buscar” cómo se habla de energía en los medios de comunicación masivos. En este sentido, pueden habilitar un trabajo más extenso de **indagación guiada** en el que los estudiantes, con **consignas** cuidadosamente diseñadas, rastreen información sobre la problemática energética (alrededor de un foco particular, más acotado), produzcan un **informe** sobre lo encontrado durante la indagación y lo pongan en conocimiento de alguna **audiencia** (compañeros de clase o de otros cursos, profesores, padres, público general...) en el contexto de una presentación pública.

Estrategia didáctica: la indagación guiada

Las actuales propuestas de la didáctica de las Ciencias Naturales sugieren poner a los estudiantes en situación de llevar a la práctica algunos de los **procesos** más típicos de la indagación científica: relevamiento de fuentes, análisis crítico de información, planteamiento y puesta a prueba de hipótesis, experiencias de campo o de laboratorio, inferencia, argumentación, producción de textos informativos.

¿De qué hablamos cuando hablamos de energía?

Este tema del libro del alumno propone realizar con los chicos un análisis crítico del lenguaje, desde un punto de vista histórico, y concentrándose en el uso que dan los hablantes a la familia de palabras relacionadas con la energía (*energético, energícamente, energético, energizar...*).

La ciencia moderna tomó el término energía del griego clásico, que se hablaba en la época de los grandes filósofos, reconocidos hoy como los “primeros científicos”: Platón, Aristóteles, Euclides, Demócrito, Arquímedes, Eratóstenes... Este término poseía en esa época significados diversos, todos referidos a un mismo conjunto amplio de ideas que tienen más o menos que ver con fuerza, poder, potencia, vigor, vitalidad, trabajo, acción, eficacia, movimiento, dinamismo.

Pero la palabra energía no es patrimonio únicamente de la ciencia: se usa en el lenguaje con muchos de los significados que tenía históricamente. Podemos bucear en los conceptos que están por detrás del término energía para analizar cómo se lo emplea cotidianamente, y también revisar las palabras que están emparentadas con ese término. Para ello, la propuesta es trabajar sobre una serie de ejemplos en los cuales el término energía y sus derivados se utilizan con diferentes matices, cubriendo un espectro muy amplio.

Uno de los significados usuales de energía que se puede añadir a los que aparecen en el libro del alumno es aquel que la relaciona con estados de ánimo, disposiciones, influencias o “auras” (por ejemplo: *Juancito me transmite mucha energía negativa*). Este es quizás el significado más alejado del uso científico normativo, pero que merece ser interrogado en el aula por su frecuencia de uso y porque alguna huella conserva de su significación histórica. Recordemos que Aristóteles llamaba “energía” a la acción de algo “activo”, algo que puede “actuar” sobre las demás cosas. Despejar ese sentido de influencias puede contribuir a avanzar en el camino de su apropiación como concepto complejo.

Luego de los ejemplos, se propone a los alumnos la tarea de rastrear en la vida cotidiana y en los medios de comunicación usos diversos de la palabra energía. Si bien la propuesta sugiere mencionar ejemplos “evocados”, se la puede extender por ejemplo a un **trabajo de campo**, en el cual se graban conversaciones cotidianas o programas de televisión o se entrevista a la gente.

Estrategia didáctica: el trabajo de campo

Se pretende con esta tarea acompañar a los chicos en su exploración de técnicas de recolección, tratamiento y comunicación de datos asociadas al trabajo de campo en Ciencias Sociales. Es decir, se trata de “darles pistas” acerca de cómo seleccionar, registrar, interpretar, organizar y comunicar información condensada bajo la forma de discurso.

Se puede proponer, por ejemplo, la presentación de la información hallada en términos de frecuencias (*Apareció... tantas veces en un programa*), mediante citas textuales (*El sujeto entrevistado reportó... en relación con...*), estableciendo comparaciones (*Es más usual... entre los jóvenes*), o extrayendo conclusiones (*Hemos visto que muy a menudo se usa...*).

El trabajo con el lenguaje

Las palabras actuales guardan “pistas” sobre la historia de su origen y su evolución. En la palabra energía podemos descubrir la historia del pensamiento humano y de los usos y costumbres de las sociedades del pasado. Esta es la propuesta a trabajar con los estudiantes.

En el libro del alumno se analizan ejemplos del español que muestran la raíz de origen griego *-erg-* (con el sentido de *obra* o *trabajo*). Esa raíz constituye el núcleo de la palabra energía, de allí su importancia. Por detrás de energía y de todas las palabras que contienen la raíz *-erg-* se puede encontrar la idea de acción.

En las Ciencias Naturales se recupera uno de los sentidos del término energía, pero se lo delimita y define más específicamente. La propuesta es “replicar” este proceso de refinamiento en la clase, excluyendo las significaciones más ambiguas o más amplias y enfocando el uso del término científico al *cambio*.

La energía a nuestro alrededor

En los fenómenos naturales y en los artefactos humanos se observan distintas manifestaciones de la energía, algunas muy espectaculares (por ejemplo, los incendios, los terremotos, las explosiones, el movimiento de la Luna, las tormentas, el crecimiento de las plantas...). La propuesta en *La energía: cambios y movimientos* es que los alumnos dirijan su atención hacia esas manifestaciones de la energía en su entorno cotidiano.

En este primer punto resulta importante incluir, dentro del conjunto de ejemplos revisados, situaciones relacionadas con formas de energía poco conocidas por los estudiantes; por ejemplo, y muy especialmente, la energía relacionada con la vida.

Al final del capítulo se enfoca la atención de los chicos en una primera aproximación a las transformaciones de la energía. Algunos fenómenos cotidianos relativamente sencillos (un juguete a pilas, la quema de combustible para cocinar, la fotosíntesis) sirven para ilustrar “pasajes” de energía entre sistemas, en los cuales la energía va “cambiando” de forma.

También se pide a los estudiantes una primera clasificación, de carácter tecnológico, de algunas situaciones del entorno. Los chicos van viendo que, en general, hay sistemas que aportan energía y otros que la utilizan.

Los sistemas como construcciones científicas

Una cuestión central de este último tema del capítulo es el trabajo sobre la idea de sistema, entendido como un conjunto organizado de elementos que interactúan, es decir, que ejercen acciones recíprocas entre ellos. Se pueden trabajar ejemplos

paradigmáticos de sistemas: un péndulo, un reloj, el cuerpo humano, una ciudad, una orquesta, la atmósfera, un vaso con una gaseosa y cubitos de hielo, el cerebro, el Sistema Solar...

Se trata de identificar los límites (convencionales) que se dibujan entre el sistema y su entorno (*¿qué estamos estudiando?*), los componentes –seleccionados, abstraídos, simplificados– que forman parte del sistema (*¿desde qué punto de vista lo estamos estudiando?*), y las interacciones entre ellos (*¿cómo funciona lo que estamos estudiando?*).

Texto de profundización

Definición de “sistema real” (por oposición a “sistema conceptual”) provista por la **Wikipedia** (<http://es.wikipedia.org/wiki/Sistema>):

“Un sistema real es una entidad material formada por partes organizadas (o sus “componentes”) que interactúan entre sí de manera que las propiedades del conjunto, sin contradecirlas, no pueden deducirse por completo de las propiedades de las partes. Tales propiedades se denominan propiedades emergentes. Los sistemas reales intercambian con su entorno energía, información y, en la mayor parte de los casos, también materia. Una célula, un ser vivo, la biosfera o la Tierra entera son ejemplos de sistemas naturales. El concepto se aplica también a sistemas humanos o sociales, como una sociedad entera, la administración de un Estado, un ejército o una empresa. O a una lengua, que es un sistema (...) complejo en cuya aparición y evolución participan la biología y la cultura. (...) Los sistemas reales pueden ser *abiertos*, *cerrados* o *aislados*, según que realicen o no intercambios con su entorno. Un *sistema abierto* es un sistema que recibe flujos (energía y materia) de su ambiente, cambiando o ajustando su comportamiento o su estado según las entradas que recibe. Los sistemas abiertos, por el hecho de recibir energía, pueden realizar el trabajo de mantener sus propias estructuras e incluso incrementar su contenido de información (mejorar su organización interna).

Un *sistema cerrado*, solo intercambia energía con su entorno; un *sistema aislado* no tiene ningún intercambio con el entorno.”

Mucho se puede discutir la extensión del concepto al orden social y humano en general, donde cobran relevancia categorías como conflicto y poder, procesos no racionalizables por entero, rupturas de ciertas tendencias, procesos históricos que ligan multicausalidad en la explicación de los cambios, el orden simbólico y subjetivo en general. Cabe en este sentido promover el reconocimiento de matices conceptuales en el uso de la noción de sistema, y promover la crítica y la búsqueda de referencias adicionales a las definiciones donde los marcos analíticos, las teorías, cobran un lugar central.

Una primera aproximación a la energía

La propuesta general del capítulo 2 de *La energía: cambios y movimientos* (“Una primera aproximación a la energía”) es pensar sobre las causas y efectos de distintos fenómenos naturales usuales en la vida diaria, y tratar de utilizar la idea abstracta de energía para poder pensar en estos fenómenos viendo qué cambia y qué se conserva a medida que transcurre el tiempo.

La energía como la “capacidad de hacer”

Para los alumnos, la palabra energía, tal cual ellos la usan en su vida cotidiana, aparece a menudo asociada al mundo de las máquinas construidas por la humanidad, es decir, al mundo de lo artificial. Pero, en realidad, la idea de energía no se encuentra solo en los artefactos, también está involucrada en todos los fenómenos del mundo natural, y resulta importante poder trabajar esta idea en el aula.

Los sistemas del mundo natural son capaces de provocar o de experimentar cambios de tamaño, de forma o de posición; movimientos, transformaciones o alteraciones; aumentos o disminuciones de temperatura, y variados fenómenos observables (luz, sonido).

Veamos algunos ejemplos: un cuerpo pesado que cae, o un móvil que marcha a toda velocidad, al chocar provocan deformaciones y roturas. Los cuerpos elásticos, al ser tensados y luego soltarse, son capaces de poner en movimiento proyectiles. La luz y el calor provenientes del Sol, al incidir sobre diversos sistemas, provocan en ellos cambios y transformaciones. Un cuerpo elevado, en lo alto de una pendiente, por estar a cierta altura sobre el suelo, es capaz de rodar o deslizarse y ganar velocidad. El calor de la llama creada por un combustible al quemarse puede provocar cambios químicos o físicos en otras sustancias (sirve, por ejemplo, para cocinar alimentos o para hervir agua). Muchos seres vivos (usualmente, los animales) pueden moverse poniendo en acción músculos u otras estructuras, gracias a que han “obtenido” energía a través de la alimentación.

En todos los sistemas propuestos en el libro del alumno se pueden producir acciones muy diversas, acciones que involucran fuerzas (por ejemplo, el peso, la tensión), movimientos (desplazamientos, rotaciones, deformaciones), y transformaciones en el estado de agregación y la composición química de los materiales. Decimos, por lo tanto, que la energía de estos sistemas es la capacidad que tienen de “hacer algo”: moverse o mover otros objetos; deformarse o deformar otros objetos; transformarse o transformar otros objetos; generar luz, calor, sonido. Esta capacidad está vinculada con la posibilidad de que haya una combinación de fuerzas y movimientos, a nivel macroscópico o microscópico.

La energía como una propiedad de los sistemas

En el libro del alumno se analizan dos ejemplos paradigmáticos del papel de la energía en unos sistemas típicos. El primer ejemplo es el del arco y la flecha: la cuerda es capaz de “hacer” mientras está tensa, y cuando la soltamos, “hace” efectivamente: pone en movimiento a la flecha. Después queda “relajada” y ya no puede impulsar proyectiles hasta que la volvemos a tensar. Lo que sucede, entonces, es que la cuerda posee una cierta energía porque está deformada (estirada): la energía no es una característica de la cuerda como objeto, sino del sistema formado por la cuerda, que es un cuerpo elástico, cuando está estirada, en tensión.

El segundo ejemplo es el de la bola de nieve en lo alto de una montaña: puede ponerse en movimiento porque está a cierta altura del nivel del piso. Si estuviera en el piso, ya no podría rodar a menos que la empujáramos. La bola cae porque está elevada y, a medida que va descendiendo, va ganando velocidad: se produce en ella un cambio observable en su estado de movimiento. De nuevo, en este ejemplo la energía no es una característica de la bola como objeto, sino una propiedad del sistema formado por la bola elevada en la cima de la montaña.

La energía como una magnitud física

La energía, como propiedad de los sistemas es una magnitud, porque se puede medir, es decir, se le puede asignar una **cantidad** o **medida** por comparación con una unidad convencional, consensuada por la comunidad científica. La medida de una magnitud está formada por un número y por una unidad de medida. En el caso de la energía, hay diversas unidades para medirla, según el sistema que se esté utilizando (Sistema Internacional, sistema CGS, sistemas usados en tecnología...).

La unidad de medida para la energía en el Sistema Internacional (SI) es el **Joule** o **Julio** (simbolizado por **J**), aunque existen muchas otras unidades que resultan útiles para los campos de la Biología o la Tecnología, por ejemplo.

Una unidad importante de energía para trabajar en clase es la **Caloría**, con mayúsculas (simbolizada por **Cal**). Esta unidad –que en realidad se llama **gran caloría** o **kilocaloría**– se usa mucho en relación con procesos químicos o biológicos en los cuales se consume o se libera energía en forma de calor.

Otra unidad para medir la energía, útil en el campo de la tecnología, es el **gigawatt-hora** (simbolizado por **GWh**). La energía eléctrica aportada por las centrales generadoras (térmicas, hidráulicas, nucleares) se mide usualmente en esta unidad, que es utilizada por ser mucho más grande que el Joule, y así se evitan notaciones engorrosas. El gigawatt-hora equivale a 3,6 billones de Joules; en notación científica: $3,6 \cdot 10^{12} \text{J}$.

La cantidad de energía de un sistema caracteriza, en primera instancia, su “capacidad de hacer”. En términos científicos, se dice que la energía representa la capacidad que tiene el sistema de **realizar trabajo**, entendiendo el trabajo como una magnitud física resultante del producto de dos cantidades: el módulo (intensidad) de la fuerza total aplicada sobre el sistema, y el desplazamiento del sistema (distancia recorrida) en la misma dirección de la fuerza.

En símbolos:

$$L = F \cdot d$$

donde **L** es el trabajo, **F** la intensidad de la fuerza y **d** el desplazamiento en la dirección de la fuerza.

Los mismos sistemas pueden estar caracterizados por distintas cantidades de energía, según el estado en el que se encuentran. Los ejemplos de esta afirmación que se sugieren en el libro del alumno son los siguientes:

1. El agua caliente tiene más energía que el agua fría, por la mayor agitación de sus moléculas.
2. La cuerda de arco posee más energía cuando está tensa que cuando está sin estirar, debido a la tendencia de los cuerpos elásticos a recuperar su forma original al cesar la causa que provoca su deformación.
3. Un objeto que viaja a 100 kilómetros por hora tiene más energía que uno que se mueve a 30 kilómetros por hora, puesto que existe una energía asociada al movimiento.

La energía no es una entidad material concreta, que se pueda ver o tocar, sino una propiedad abstracta de los sistemas que nos sirve para caracterizarlos, entenderlos, predecir su comportamiento e intervenir sobre ellos.

La energía se transfiere y se transforma

En todos los fenómenos que se estudian en el capítulo 2 de *La energía: cambios y movimientos* se repiten dos procesos importantes para comprender cómo se utiliza el concepto de energía en las Ciencias Naturales para “seguir la pista” a la evolución temporal de los sistemas.

El primer proceso es la **transferencia de la energía**: la energía “pasa” de un cuerpo a otro, de un sistema a otro; es **cedida** o **liberada** por unos y **recibida** o **absorbida** por otros.

El segundo proceso es la **transformación de la energía**: la energía, a lo largo del tiempo, **va cambiando** de una forma a otra (se presenta sucesivamente bajo diversas maneras o manifestaciones: mecánica, eléctrica, química, térmica, etc.).

Primera aproximación científica al concepto de energía

Las secciones iniciales del capítulo 2 deberían ir conduciendo a los estudiantes a la construcción de unas primeras ideas científicamente aceptadas acerca de la energía, sobre las cuales es conveniente insistir:

1. La energía es una **propiedad** general de los sistemas, que sirve para caracterizarlos, porque nos proporciona una idea de la capacidad que tienen esos sistemas para “hacer” algo (para realizar trabajo).
2. La energía es **abstracta**, no es una sustancia almacenada en los cuerpos, a modo de fluido. Es una idea científica creada para explicar el mundo, no un objeto real.
3. La energía tiene en general que ver con fuerzas y movimientos, tanto a nivel macroscópico (objetos, cuerpos...) como submicroscópico (partículas, átomos, moléculas...).
4. La energía puede transferirse de un sistema a otro y transformarse de una forma a otra.
5. La energía es una magnitud física, algo que puede medirse. Es por tanto una **propiedad cuantitativa**.

Texto de profundización

Richard Phillips Feynman (nacido en Nueva York, Estados Unidos, el 11 de mayo de 1918 y muerto en Los Ángeles, Estados Unidos, el 15 de febrero de 1988) fue un físico ganador del Premio Nobel, famoso, entre otras muchas cosas, por la alta calidad de su docencia en la universidad.

Sus clases de física para estudiantes de los primeros años en el Caltech (Instituto Tecnológico de California) a inicios de la década del '60 fueron transformadas en un texto introductorio de Física publicado en castellano, en tres tomos, por Addison Wesley Iberoamericana (ver la referencia completa en la Bibliografía al final de este libro). Este texto ya clásico todavía es muy usado en todo el mundo. En el Volumen I, que está dedicado a la mecánica, la radiación y el calor, Feynman dedica varias secciones a la idea de energía. Aquí se transcriben dos centrales.

“Es importante darse cuenta que en la física actual no sabemos lo que la energía es. No tenemos un modelo de energía formada por pequeñas gotas de un tamaño definido. (...) Sin embargo, hay fórmulas para calcular cierta cantidad numérica, y cuando las juntamos todas nos da (...) siempre el mismo número. Es algo abstracto en el sentido que no nos informa el mecanismo o las *razones* para las diversas fórmulas.” (páginas 4-2 y 4-3)

“Hay un hecho, o si prefiere, una ley, que gobierna todos los fenómenos naturales conocidos hasta la fecha. No se conoce excepción a esta ley –es exacta hasta donde sabemos–. La ley se llama la *conservación de la energía*. Establece que hay cierta cantidad que llamamos energía, que no cambia en los

múltiples cambios que ocurren en la naturaleza. Esta es una idea muy abstracta, porque es un principio matemático; significa que hay una cantidad numérica que no cambia cuando algo ocurre. No es la descripción de un mecanismo, o de algo concreto; ciertamente es un hecho raro que podamos calcular cierto número y que cuando terminemos de observar que la naturaleza haga sus trucos y calculemos el número otra vez, este será el mismo.” (página 4-1)

La energía en la historia de la ciencia

La palabra energía ingresa al vocabulario científico con su sentido actual en Europa, hace ya casi doscientos años, durante la primera mitad del siglo XIX. El momento en que la idea de energía comienza a utilizarse sistemática y rigurosamente en la investigación en Ciencias Naturales coincide con la llamada **Revolución Industrial**, período de numerosos cambios tecnológicos que llevan la atención de los científicos a diferentes fenómenos físicos (combustión, cambios de estado, gases, movimiento, reacciones químicas, metabolismo...), en los cuales se reconoce una cantidad que “se conserva”.

El libro del alumno presenta, desde lo visual, un tratamiento especial sobre la Revolución Industrial en el que se delinean algunas de las características sociales más generales de este período y se hace foco en los avances científicos y tecnológicos que permitieron el refinamiento y la consolidación de la idea de energía.

Sugerimos llevar adelante en la clase un **debate**, en el que los chicos expongan y fundamenten sus puntos de vista en torno a un problema o a una cuestión específica. Para ello han de apoyarse en lo que han leído en estas dos páginas, en lo que ya saben, en lo que pueden recoger de otras fuentes de información disponibles y en lo que pueden construir trabajando en grupos.

Estrategia didáctica: el debate

Debatir es una forma de reconocer lo polémico y controvertido de ciertos temas, de lo que por supuesto no es ajena la ciencia. El debate, como es por todos compartido, constituye una estrategia que consiste en la escenificación de una **argumentación** en la clase. Los distintos participantes (alumnos solos o en grupo, a veces el propio docente) exponen sus puntos de vista, los fundamentan, atienden a los puntos de vista ajenos y reformulan sus propios argumentos.

La argumentación es una tipología textual que requiere la exposición de argumentos o razones propias, el reconocimiento de contra-argumentos (condicionantes, excepciones, limitaciones), la atención a los puntos de vista ajenos, la reformulación, expansión o corrección de las propias posturas y, en general, el respeto por la opinión de los otros.

Algunas clases de energía

El tercer capítulo del libro del alumno (“Algunas clases de energía”) se propone iniciar a los chicos en la clasificación científica usual de la energía en **tipos** o **clases**. La idea de que hay distintas **clases de energía** se utiliza para trabajar tanto en Física (y en otras Ciencias Naturales) como en las tecnologías asociadas a estas ciencias. Hay que recordar, sin embargo, que la energía, como propiedad abstracta de los sistemas, es una sola y que en la caracterización de estos sistemas se suman las contribuciones de las diferentes clases de energía para encontrar una **energía total**, que es la que obedece al principio de conservación.

En Física, cuando se habla de clases de energía, se hace referencia a los **procesos** que están involucrados como fuente original de esa energía. Una clasificación habitual, que proviene de la Física clásica del siglo XIX, propone esta división: energía **mecánica** (debida al movimiento y a la posición), energía **electromagnética** (vinculada a fenómenos de la electricidad y el magnetismo), energía **química** (asociada a las uniones químicas entre los átomos), energía **térmica** (relacionada con el calor y la temperatura) y energía **nuclear** (“almacenada” en los núcleos de los átomos).

Dentro de la llamada Física moderna (primera mitad del siglo XX), habría que añadir la energía **de masa**, postulada en el marco de la teoría de la relatividad, teoría que sugiere que la materia puede transformarse en energía, y viceversa, y que la equivalencia entre ambas “entidades” está dada por la famosa ecuación de Einstein:

$$E = m \cdot c^2$$

En Tecnología, en cambio, cuando se habla de energía se piensa en un **recurso natural**, que puede ser **renovable** (lo que significa que es prácticamente inagotable y que siempre está disponible) o **no renovable** (que se agota). Cuando se habla de clases de energía en el campo de la Tecnología, se hace referencia a las **formas en que la energía se produce**. Algunas de ellas son: energía de los **combustibles fósiles** (petróleo y gas); energía **nuclear** (obtenida de los átomos de las sustancias radiactivas, especialmente del uranio); energía **hidráulica** (producida por el agua en movimiento); energía **solar** (“almacenada” en la luz del Sol).

La energía asociada al movimiento

Este primer tema, correspondiente a la llamada **energía cinética**, propone a los alumnos pensar en fenómenos en los cuales los sistemas en movimiento (que llamaremos técnicamente **móviles**) son capaces de provocar cambios o transformaciones (es decir, de **realizar trabajo**) sobre otros sistemas.

La comparación entre un choque frontal y una caída libre desde un balcón permite pensar en algo en común entre las dos situaciones: la energía que tienen los móviles en *virtud a su estado de movimiento*. La rápida transformación de esa energía al producirse la detención total del móvil en un tiempo pequeñísimo es la causa de transformaciones violentas (destrozos, deformaciones...) tanto en un objeto inanimado como en un ser vivo.

Energía, masa y velocidad

Al comparar diferentes móviles de forma cualitativa, los chicos pueden ir construyendo la idea de que la energía cinética (E_c) de los sistemas en movimiento *crece* o *aumenta con la masa* (m) *y con la velocidad* (v): es decir, a mayor masa, mayor energía cinética y a mayor velocidad, mayor energía cinética.

Sin embargo, la dependencia de la energía con la masa y la velocidad no es tan sencilla desde el punto de vista matemático, puesto que no es lineal en los dos casos. En el caso de energía cinética y masa, la relación es de **proporcionalidad directa**: si aumenta la masa de un móvil al doble, su energía cinética aumentará al doble, y así para cualquier proporción. Esto se simboliza de la siguiente manera:

$$E_c \propto m \text{ (el símbolo } \propto \text{ se lee "es directamente proporcional a")}$$

En el caso de energía cinética y velocidad, en cambio, la energía cinética *crece como el cuadrado de la velocidad*. Si la velocidad aumenta al doble, la energía cinética se cuadruplica; si la velocidad aumenta al triple, la energía cinética se multiplica nueve veces, y así sucesivamente. Esto se simboliza de la siguiente manera:

$$E_c \propto v^2$$

Como la energía es proporcional tanto a la masa como a la velocidad elevada al cuadrado, resulta proporcional al producto de estas dos cantidades. Para obtener la “fórmula” final de la energía cinética, además, hay que conocer la llamada constante de proporcionalidad, que en este caso es ?. Esto es difícil de “demostrar”, se desprende del marco teórico de la mecánica clásica. Así, la energía cinética queda de la siguiente manera:

$$E_c = m \cdot \frac{v^2}{2}$$

La energía asociada a la posición

Este segundo tema, correspondiente a la llamada **energía potencial**, propone a los estudiantes pensar en que los objetos y sistemas tienen una energía asociada a su **forma**, **tamaño** y **posición**. Como ese tipo de energía está de alguna forma “latente”, esperando para manifestarse, se lo llama energía potencial (es decir, posible).

En el libro del alumno aparecen dos ejemplos que permiten introducir cualitativamente la idea de esta nueva forma de energía, muy compleja para los chicos por su carácter “escondido”.

El primer ejemplo que se examina es el de los *cuerpos elevados a una cierta altura sobre el nivel de referencia* (convencionalmente, el piso, es decir, la superficie de la Tierra). Estos cuerpos poseen una energía potencial que llamamos **gravitatoria** porque es debida a su posición en las cercanías de una masa enorme (la Tierra) que los atrae con la fuerza de gravedad (causándoles una aceleración constante).

Este primer ejemplo se trabaja con una situación de la vida cotidiana, la mudanza de muebles, durante la que diversos objetos pesados son bajados o subidos entre el balcón y la vereda mediante poleas o aparejos.

En esa situación se pregunta qué pasa si el cuerpo elevado comienza a caer. Allí ocurre nuevamente una **transformación** de la energía: la energía potencial inicial, que el cuerpo tiene en virtud a su posición, se va transformando en energía cinética, puesto que el cuerpo entra en movimiento acelerado (de **caída libre**).

En esta primera situación se realiza una vez más un abordaje cualitativo. Los estudiantes llegan a inferir que la energía potencial gravitatoria (E_{pg}) de un sistema **crece con la masa del sistema** (m) y **con la altura** (h) a la cual este está situado respecto de la superficie de la Tierra. En este caso, ambas relaciones son lineales (de proporcionalidad directa), y la fórmula de la energía potencial gravitatoria es:

$$E_{pg} = m \cdot g \cdot h$$

(g es la aceleración de la gravedad, y vale aproximadamente $9,8 \text{ m/s}^2$)

El segundo caso es el de los *cuerpos elásticos deformados* (comprimidos, estirados). Estos cuerpos (sogas, elásticos, resortes, superficies blandas...) poseen una energía potencial que llamamos **elástica**.

Este ejemplo se trabaja con otra situación de la vida cotidiana: un arco con la cuerda tensa, a punto de disparar una flecha. En esta situación se pregunta qué pasa cuando se “libera” la cuerda, que vuelve a su posición, forma y tamaño iniciales, “relajados”. Allí ocurren una **transferencia** y una **transformación** de la ener-

gía: la energía potencial elástica de la cuerda “pasa” al proyectil (la flecha) y se transforma en energía cinética, puesto que la flecha se pone en movimiento.

Aquí también se propone un abordaje cualitativo, dado que la fórmula es un poco más complicada. Los estudiantes llegan a inferir que la energía almacenada en el arco depende de la tensión de la cuerda, es decir, de cuán apartada o alejada la tengamos de su posición de reposo o relajación.

La energía asociada a la temperatura

Todos los sistemas, en virtud a su temperatura, poseen una energía **térmica** o **calórica** asociada. Microscópicamente, esta energía está relacionada con el estado de movimiento o de “agitación” de las partículas (átomos, moléculas, iones) que componen el sistema.

El aumento o la disminución de la energía térmica de un material se manifiesta de dos formas bastante diferentes:

1. En el aumento o disminución de la **temperatura** de ese material. Si la energía térmica aumenta, la temperatura se eleva.
2. En los **cambios de estado de agregación** del material (sólido, líquido, gaseoso). Si la energía térmica aumenta, llega un momento en que la temperatura no sigue subiendo, sino que el todo material pasa de sólido a líquido (se licua) y de líquido a gas (se vaporiza).

Para acercarse a una primera comprensión de este tema, la sugerencia es evocar o realizar pequeñas experiencias, con las debidas precauciones. En primera instancia, se pueden recordar situaciones de la vida cotidiana en las que se manifieste la energía térmica. En una segunda instancia se puede realizar un pequeño **trabajo práctico experimental de laboratorio**, en el que se observen las dos manifestaciones de la energía térmica: temperatura y cambios de estado.

Estrategia didáctica: la experiencia de laboratorio

Las experiencias replican algunos aspectos centrales de la **experimentación en las Ciencias Naturales** pues permiten manejar material concreto, diseñar un plan de acción, poner a prueba suposiciones, controlar variables, realizar mediciones, y registrar y comunicar resultados. No todas las experiencias se han de realizar necesariamente en el laboratorio escolar, aunque a veces este resulta un lugar privilegiado por la condiciones de comodidad y seguridad que garantiza.

En el libro del alumno se propone una experiencia sencilla que se puede realizar con o sin laboratorio (el enfriamiento del aire contenido en una botella). Esta primera experiencia puede complementarse con trabajos prácticos más elabo-

rados en los que se registren temperaturas, se dibujen gráficos temperatura-tiempo y se vea un material en sus distintos estados de agregación.

Sin duda, el agua resulta uno de los materiales más apropiados para este tipo de experiencias, porque puede disponerse en los tres estados con poca dificultad. Sin embargo, hay que tener en cuenta que su punto de hervor es relativamente alto (usualmente, 100 °C a nivel del mar), por lo que es necesario tomar algunos recaudos a la hora de manipularla con los estudiantes.

Otras caras de la energía

Las clases de energía analizadas con más detalle en el libro del alumno se relacionan con la **posición** y el **movimiento** de la materia. En el caso de la **energía mecánica**, los sistemas tienen, por un lado, una **energía cinética** relacionada con el desplazamiento de los cuerpos a una cierta velocidad y una **energía potencial** relacionada con la posición y la forma (la altura de los cuerpos en el campo de atracción gravitatoria de la Tierra y la posición relativa de las partículas que forman el cuerpo: si están más separadas o más juntas, como en un resorte comprimido o en una cuerda tensada).

La **energía térmica**, aunque de una manera más “escondida”, también está relacionada con la posición y el movimiento, a nivel submicroscópico (el nivel de las partículas constituyentes de las sustancias).

A partir de este cuarto tema, se pide a los estudiantes considerar nuevas situaciones de su entorno que van “más allá” de esta primera clasificación: **magnetismo**, **electricidad**, **luz**, **fisión nuclear**, **reacciones químicas**, **procesos biológicos**. En esos fenómenos hay energía involucrada puesto que hay efectos observables; en los sistemas considerados se producen cambios y transformaciones: atracciones, repulsiones, luz, sonido, calor, transformación de sustancias, crecimiento.

Energía y electricidad

En los circuitos eléctricos, los electrones se mueven ordenadamente formando una **corriente**. Esas partículas cargadas, en movimiento rápido, tienen asociada una energía, cuya existencia se manifiesta en fenómenos observables. La **electricidad** puede generar movimiento, calentar, enfriar, producir sonido o luz, o transportar información.

La radio, la televisión, los teléfonos celulares y las comunicaciones satelitales operan mediante **ondas electromagnéticas**. Los fenómenos eléctricos y magnéticos no necesitan de un soporte o medio material para viajar y desplazarse; las ondas electromagnéticas se propagan en el vacío. Se puede enviar la información generada eléctricamente, bajo la forma de una onda, hacia lugares a donde no llegan los cables conductores de electricidad.

Estas ondas electromagnéticas tienen asociada una energía a la que se llama **energía electromagnética**. Se sabe que existe esta energía porque las ondas son capaces de producir efectos, como transportar información a grandes distancias. Las microondas, las señales de televisión, los rayos X, los rayos γ (gamma) y la luz, aunque parecen fenómenos muy diferentes, son todas ondas electromagnéticas.

Energía y cambios químicos

En los diversos **cambios químicos** (combustión, oxidación, formación de sales, explosión, hidrólisis, electrólisis, neutralización, polimerización...) sabemos que hay energía involucrada porque se producen efectos observables (calor, luz, cambios en las propiedades de las sustancias...). Al tipo de energía presente en estas transformaciones se la llama **energía química**, porque tiene que ver con la composición de las sustancias (es decir, la manera en que sus átomos o iones están “ordenados”, por ejemplo, formando moléculas o cristales).

La presencia de este tipo de energía puede “observarse” en el aula o en el laboratorio a través de pequeñas reacciones químicas controladas, por ejemplo:

1. **Disolver una pastilla efervescente en agua.** En este caso se observan burbujas y puede cambiar la temperatura.
2. **Quemar un fósforo.** Se produce una llama (calor y luz). Al final del proceso, la cabeza del fósforo queda negra.
3. **Oxidar una manzana.** Cambia el color y el sabor.
4. **Hervir un huevo.** Cambia la textura y el sabor.
5. **Echar vinagre sobre bicarbonato.** Esta experiencia se desarrolla con más detalle en el libro del alumno. La mezcla de un ácido con una base (o álcali) genera distintos productos y calor.

Energía y vida

Los seres vivos utilizan energía para llevar a cabo sus **funciones vitales** (metabolismo). Esta energía se manifiesta en los siguientes fenómenos observables:

1. En los seres vivos se altera el **tamaño** (crecen), la **forma** (cambian más o menos drásticamente), la **posición** (se mueven) o la **temperatura**.
2. Los seres vivos se **reproducen** (dan origen a nuevos seres vivos de la misma especie).
3. Los seres vivos producen gran diversidad de **sustancias** (enzimas, hormonas, olores, pigmentos, ácidos, toxinas, sustancias fluorescentes, materiales inorgánicos...).
4. Los seres vivos **alteran el medio** en el que viven. Transforman el entorno y “desechan” sustancias.

5. Los seres vivos también son capaces de recibir información (ver, oír, oler) y de procesarla de manera más o menos elaborada (los seres humanos, por ejemplo, pensamos, hablamos, soñamos).

Todas estas funciones requieren el uso de la energía que los seres vivos obtienen de los alimentos, “quemándolos” dentro de su cuerpo en un proceso muy complejo llamado respiración, que puede analogarse con una oxidación.

La respiración es una reacción química. La energía que usan los seres vivos está contenida en los enlaces químicos de las sustancias de las que se alimentan, y de ellas “se libera” al respirar. La energía “biológica” o energía “para la vida” es entonces, en última instancia, energía química.

En el funcionamiento de muchos seres vivos, además de la energía química, aparecen otras clases de energía involucradas: energía mecánica (en el movimiento muscular), energía eléctrica (en los impulsos nerviosos), energía térmica (en la temperatura corporal). Estas clases de energía tienen su origen en la energía química liberada durante la respiración.

La energía no se crea ni se destruye

La energía es de vital importancia para el desarrollo de nuestra sociedad actual. El capítulo 4 del libro del alumno (“La energía no se crea ni se destruye”) les propone a los chicos profundizar un poco más en las relaciones entre la energía y la sociedad, es decir, en el campo de la Tecnología. La pregunta que guía la propuesta es: *¿qué hacemos los seres humanos con la energía de la que disponemos?*

En la primera parte del capítulo se sugiere a los alumnos reflexionar sobre los verbos generalmente utilizados en conexión con la idea de energía: *tener, almacenar, usar, generar, gastar, consumir, derrochar, perder, ahorrar, entregar, recibir, transmitir...* Estos verbos llevan a imaginar que la energía es “algo” que va pasando de un sistema a otro y a veces se puede “perder” en el camino. Como dijimos, esta interpretación cotidiana tiene muy poco que ver con la naturaleza de la energía, que es en realidad una propiedad física abstracta que permite caracterizar los sistemas para estudiarlos y entenderlos.

Sin embargo, esta forma sustancializadora de entender la energía en el mundo es útil desde el punto de vista de los seres humanos. Como sociedad, nos interesa tener siempre energía disponible para usarla en diversas actividades y “dirigirla” de unos sistemas hacia otros a medida que se la necesita. Además, es necesario pensar en qué formas de energía son más eficientes para nuestras necesidades y cuáles son las consecuencias de la explotación de los recursos energéticos que tenemos a nuestro alrededor.

El objetivo central de este bloque temático es analizar qué le ocurre a la energía al participar en diferentes fenómenos físicos; ella se transforma, se transmite, se conserva, se disipa y se degrada.

Transformación de la energía

Como ya lo hemos expuesto, la energía se presenta de diversas formas muy distintas entre sí (mecánica, electromagnética, térmica, química, nuclear...); sin embargo, todas estas formas de energía refieren a la misma capacidad de hacer, a la misma posibilidad de generar transformaciones y cambios, es decir, a la misma propiedad física abstracta que sirve para caracterizar los sistemas en cada momento y para seguir su evolución en el tiempo.

En *La energía: cambios y movimientos* les proponemos a los alumnos crear maneras sencillas de representar cuantitativamente la energía de los sistemas para poder utilizar esta idea a fin de formular predicciones y explicaciones sencillas. Una posibilidad es utilizar bloques que representen una cantidad arbitraria de energía y que se puedan sumar o restar.

Como explicaba el texto de Feynman citado en la página 24, una cuestión importante de la que se dieron cuenta los científicos es que, si se suman todos los “bloques” de energía del Universo (teniendo en cuenta todas las clases de energía y todos los sistemas) esa cantidad enorme de bloques se mantiene siempre idéntica, nunca cambia; en lenguaje técnico decimos que se conserva. Esta idea de la conservación de la energía constituye lo que se llama un *principio* de la Física, es decir, un enunciado o postulado fundamental, aceptado por toda la comunidad científica, y con validez universal.

El principio de conservación de la energía se puede expresar de manera sencilla diciendo que la energía no se crea (no aparecen bloques nuevos de la nada) ni se destruye (los bloques no desaparecen), sino que se conserva: la cantidad de energía en el Universo se mantiene constante a lo largo del tiempo.

El libro del alumno les propone a los estudiantes utilizar este principio de la Física y la herramienta de representación de los bloques de energía para dar sentido a algunas de las situaciones ya estudiadas a lo largo del texto. En una primera instancia, se vuelve al ejemplo de la roca que rueda cuesta abajo.

En el instante inicial, con la roca en lo alto de la cuesta, asignamos al sistema una energía arbitraria, una cierta cantidad de bloquecitos, que será la cantidad máxima de energía potencial en todo este proceso. Esta energía potencial máxima es también la energía mecánica total del sistema, puesto que no hay energía cinética, debido a que la roca está en reposo.

A medida que la roca desciende, esta energía potencial disminuye linealmente con la distancia recorrida (porque está en proporción directa a la altura). Esto se puede representar sustrayendo bloques a un ritmo constante respecto de la

altura: tras haber recorrido $\frac{1}{2}$ del camino (que corresponde a estar a $\frac{1}{2}$ de la altura inicial) habrá $\frac{1}{2}$ de los bloques; a mitad de camino habrá la mitad de bloques; tras haber recorrido $\frac{1}{2}$ del camino (que corresponde a estar a $\frac{1}{2}$ de la altura inicial), habrá $\frac{1}{2}$ de los bloques totales. Al llegar al suelo, que es el nivel de referencia, todos los bloques habrán desaparecido y la energía potencial será ahora cero.

Pero, según el principio de conservación de la energía, la cantidad de bloques se tiene que mantener constante a lo largo de todo el proceso. Por tanto, los bloques que faltan corresponden ahora a otra clase de energía: la energía cinética. La piedra, al dejar la cima, se pone en movimiento y rueda cada vez más rápido. Entonces “aparece” energía cinética (tanto de desplazamiento como de rotación) en un proceso de transformación o “entregue” de energías.

La energía cinética de la piedra puede ser difícil de calcular explícitamente (utilizando fórmulas) pero usando el principio de conservación, es posible saber que esa energía tiene que ser siempre “lo que falta” de la cantidad inicial. El principio de conservación y la notación de bloques nos permiten hacer las siguientes predicciones:

1. A mitad de camino, la energía cinética de la roca es igual a su energía potencial.
2. Al llegar al suelo, la energía cinética de la roca es igual a la energía potencial que tenía la roca en lo alto de la cuesta. Es la única energía que tiene la roca en este instante final del proceso.

En este proceso, si lo idealizamos y simplificamos en él algunos detalles complicados (como el rozamiento de la roca con la ladera de la cuesta), no se crea ni se destruye energía, solo se transforma.

Transferencia de la energía

La representación cuantitativa de la energía con estos diagramas de bloques también sirve para describir, explicar y predecir en procesos de transferencia de energía de un sistema a otro. En *La energía: cambios y movimientos*, les proponemos a los alumnos considerar un ejemplo en el que un resorte comprimido, al ser liberado súbitamente, pone en movimiento una bola que está en su extremo.

El resorte, como cuerpo elástico, “almacena” energía potencial elástica debida a su deformación. Tiene una energía inicial que puede ser representada con una cantidad arbitraria de bloques. Esta cantidad representa el máximo de energía potencial elástica del proceso (pues el resorte está comprimido al máximo) y, al mismo tiempo, constituye la cantidad de energía total del sistema, pues no hay energía cinética ni en el resorte ni en la bola, que se encuentran quietos.

Cuando se corta el hilo que mantiene comprimido el resorte, este se estira violentamente y recupera su forma original. La bola se pone en movimiento; tiene ahora una energía cinética, que puede ser estimada o predicha utilizando el principio de conservación: la energía no aparece ni desaparece.

El sistema solo cuenta con los bloques iniciales: si el resorte estirado y relajado ya no posee energía potencial, quiere decir que toda la energía se transfirió a la bola en movimiento; la energía cinética de la bola es, al final del proceso, igual a la energía potencial del resorte al inicio del proceso.

La propuesta del libro del alumno puede ser expandida inventando y consensuando algunos otros sistemas de símbolos para representar ideas cuando se estudian procesos energéticos. Por ejemplo, flechas para mostrar la “dirección” de las transferencias de energía, letras para designar los distintos tipos de energía, gráficos de energía-tiempo para mostrar la evolución temporal de la energía total del sistema y de sus distintas componentes, etc.

El flujo de la energía

Al combinar las ideas de **conservación, transformación y transferencia**, es posible delinear una imagen de lo que ocurre con la energía en la naturaleza, y hablar por tanto de un flujo de la energía. La palabra flujo también guarda trazas de la antigua concepción sustancialista de la energía.

La energía que nos llega desde el Sol, con la que se sustenta la vida en nuestro planeta, se transfiere a distintos sistemas naturales: en primer lugar, a las plantas verdes, que la utilizan para hacer fotosíntesis y así producir alimento, y de allí al resto de los seres vivos, consumidores o descomponedores. Esa misma energía también calienta la superficie de la Tierra, el aire de la atmósfera y el agua de los océanos, ríos y lagos, dando origen a otros procesos.

La humanidad también ha aprendido a utilizar más directamente esta energía radiante del Sol, con menos mediaciones; por ejemplo, a través de paneles y hornos solares.

En todo este cuadro complejo de energía que “fluye” entre los distintos sistemas, transfiriéndose y transformándose, podemos ir entendiendo y aprovechando los distintos procesos que ocurren utilizando para ello la idea abstracta de energía.

Degradación de la energía

El principio de conservación de la energía es una ley Física fundamental, que siempre se cumple. Sin embargo sigue siendo válido desde el punto de vista científico, utilizar expresiones tales como *gastar* energía, *consumir* energía, *pérdidas* o *fugas* de energía, y *escasez* de energía. No toda la energía es aprovechable de la misma manera ni resulta igualmente útil para los usos que le da la humanidad a través de la tecnología.

En los ejemplos que se analizan en el libro del alumno se hacen ciertas aproximaciones y simplificaciones, propias del proceso de modelización científica. En esos ejemplos se supone que toda la energía de un sistema se transfiere a otro

sistema, y que toda la energía de un tipo se transforma en energía de otro tipo, pero esto no es así en muchos casos.

En *La energía: cambios y movimientos* se analiza el caso del movimiento rectilíneo uniforme, movimiento “ideal” postulado como estado natural (no “forzado”) de los móviles por Isaac Newton. Para Newton, un móvil que se mueve con velocidad constante posee siempre la misma energía cinética; esta no se va “perdiendo” ni escapando. Pero, si se pone en movimiento un objeto cualquiera, se ve que este no rueda ni se desliza indefinidamente, sino que se va frenando. Para mantener el movimiento rectilíneo y uniforme es necesario “entregar” constantemente energía al sistema.

En el ejemplo del libro del alumno lo que sucede es que la bola roza el suelo, y va perdiendo esa energía cinética, que pasa, en forma de calor, al material de la propia bola, al piso y al aire que los rodea. Al rodar, la bola se calienta; también se calientan el piso y el aire.

Desde el punto de vista tecnológico, lo que más interesa en un sistema mecánico de este tipo (un móvil) es la fracción de energía asociada al movimiento (cinética). Si bien la energía total se conserva, se va usando para calentar la materia y se deja de usar en el movimiento, por lo que deja de ser útil. En un sistema complejo en movimiento, parte de la energía se pierde porque se va a otros sistemas en los que produce efectos que no eran los que se deseaban inicialmente. A este proceso de pérdida de la energía útil se lo llama **degradación** de la energía.

Disipación de la energía

Todos los movimientos en nuestro entorno se producen en contacto con un suelo sólido (carreteras, vías), con el aire de la atmósfera o con el agua de lagos, ríos y mares. Esos movimientos son **frenados** por ese roce o **fricción** con el entorno, que libera energía en forma de calor; es decir, en estos sistemas se produce una **disipación** de energía.

La disipación de la energía en forma de calor es un fenómeno muy general, no ocurre únicamente debido a la fricción que sufren los cuerpos macroscópicos en movimiento. En todos los sistemas complejos (mecánicos, biológicos, eléctricos, químicos...), parte de la energía total se transforma en energía térmica.

En el libro del alumno se muestran ejemplos de sistemas en los que no toda la energía resulta “útil” para una determinada finalidad. Esos sistemas (un motor en movimiento, una vaca realizando sus funciones vitales y los cables que conducen la electricidad) se llaman **sistemas abiertos**. En tales sistemas, la energía dentro del propio sistema no se conserva: una fracción de ella sale al exterior, al medio que los rodea.

La energía que utiliza nuestra sociedad altamente tecnológica se va disipando y degradando; cada eslabón de la cadena tiene menos energía disponible

que el anterior. En el flujo de la energía, la cantidad de energía “perdida” o “faltante” es la que se disipa al entorno en forma de calor, aumentando su temperatura. Esta energía no es, en general, útil para las actividades humanas.

Energía para un mundo mejor

El quinto y último capítulo del libro del alumno (“Energía para un mundo mejor”) profundiza la mirada tecnológica sobre la temática y propone revisar las implicaciones sociales, económicas, culturales, laborales y ambientales de los usos humanos de la energía. En este sentido, abre el espacio para un posible trabajo integrado con otros campos de conocimiento en la escuela: Matemática (trabajo con datos cuantitativos, estadística), Tecnología (fabricación de modelos a escala, prototipos), Ciencias Sociales (historia de las ideas, de los sistemas económicos, Geografía), Lengua (uso de textos descriptivos, explicativos y argumentativos).

Energías “convencionales” y “alternativas”

En nuestros días, las formas de producción de energía eléctrica más extendidas a escala mundial, y también en la Argentina, son básicamente tres: la quema de **combustibles fósiles** como el petróleo, el gas natural y el carbón; la fuerza del agua pasando a través de un desnivel artificial (**represa**); el calor generado por la fisión de núcleos de átomos de materiales radiactivos (a menudo, **uranio enriquecido**). Una propuesta interesante es pedir a los estudiantes que, en pequeños grupos o de manera individual, profundicen en el estudio de estas formas de producción de energía mediante pequeños trabajos monográficos, con algún foco temático específico a elección o compartido con nosotros. Por ejemplo: relaciones costo-beneficio, contaminación, futuro energético, integración energética entre regiones o países, agotamiento de recursos, países exportadores e importadores, mapa de la producción eléctrica en nuestro país, en América o en el mundo, etc.

También existen otras formas alternativas de producción de energía, a menudo llamadas **no convencionales**, que prometen ser muy útiles para un futuro no demasiado lejano. Entre ellas se encuentran, ya en uso o en etapa de experimentación, las siguientes: la fuerza del viento, de las olas o de las mareas; los biocombustibles, el hidrógeno, el calor del interior de la Tierra, la energía proveniente del Sol (transformada en calor o en electricidad) o la fusión de átomos livianos.

El vapor y la electricidad

El texto del libro del alumno propone ir dibujando un rápido recorrido histórico. Sobre una flecha del tiempo ininterrumpida, que va desde los albores de la especie hasta nuestros días, constituida por el empleo de la energía muscular animal y humana, se van sumando otras fuentes de energía, conforme la humanidad logra avances tecnológicos: el fuego, las corrientes de agua, el viento, el vapor de agua, la electricidad (obtenida primero por rozamiento, luego mediante reacciones químicas y más tarde mediante movimiento), el calor desprendido en las reacciones nucleares, las “nuevas” formas de energía... El caso del fuego, y el de la combustión en general, ameritan una flecha propia, en la que han ido cambiado tanto las formas de producción de la chispa o la llama como los combustibles utilizados.

Los cambios profundos en las formas de organización social y laboral que se dieron entre fines del siglo XVIII y fines del siglo XIX llevaron a la humanidad a explorar, primero de forma experimental y luego a escala industrial, nuevas tecnologías que permitieron modificar la producción, el transporte, la comunicación y el bienestar. Estas tecnologías se sustentaron en el uso de dos formas de energía históricamente “novedosas”, que las sociedades modernas explotaron extensamente: la **energía térmica** y la **energía eléctrica**.

Ahora bien, resulta interesante revisar con los estudiantes las diferentes problemáticas que se fueron presentando con los sucesivos avances tecnológicos mencionados en el libro del alumno. Muchas de las formas de producción de energía actualmente sobreexplotadas son costosas, modifican extensivamente el entorno, contaminan el aire, el agua o el suelo, o dependen de recursos caros o escasos, que pueden agotarse y que no están igualmente distribuidos entre los distintos países del mundo.

El libro del alumno les propone inicialmente realizar un **análisis crítico** de las tres formas usuales de producción de electricidad a gran escala (térmica, hidráulica y nuclear). En primer lugar, se explora someramente el fenómeno físico involucrado en la generación de la corriente eléctrica. En segundo lugar, los tres tipos de centrales son evaluados en términos de su rendimiento, costo, peligrosidad, recursos utilizados e impacto ambiental.

Nuevas fuentes de energía

Está claro que un desafío importante para la humanidad en el siglo XXI es proponer soluciones para resolver los diversos problemas planteados por la creciente necesidad de energía de nuestras sociedades altamente tecnificadas, problemas en parte derivados de nuestras formas usuales de generar energía eléctrica.

En esta línea, la propuesta de *La energía: cambios y movimientos* es que los alumnos puedan ahondar un poco en los diversos ensayos exitosos que la humanidad lleva adelante actualmente acerca de nuevas formas de producción

de electricidad que ayuden a construir un futuro sostenible, de mayor equidad y mejor calidad de vida para todos.

Algunas de las energías que se están desarrollando hoy en día a escala industrial (rentable) y que puede resultar interesante investigar junto con los estudiantes son las siguientes: **energía eólica**, **energía solar fotovoltaica**, **energía de la biomasa**, **energía mareomotriz**, **energía geotérmica**.

Promesas para el futuro

En el libro del alumno se abre la propuesta de explorar algunas energías alternativas que actualmente están siendo investigadas por los científicos. Entre ellas, un buen ejemplo para tratar en el aula es el de la **fusión nuclear controlada**. Si bien para comprender la naturaleza de este tipo de energía se requieren algunos contenidos bastante complejos de Física, la relevancia social del tema hace interesante tratarlo con los estudiantes, al menos en una primera aproximación.

La fusión nuclear es considerada por muchos expertos como una de las más firmes candidatas a ser una fuente de energía abundante, barata, limpia y sostenible para el futuro de la humanidad.

Al igual que en el caso de la fisión, en la fusión nuclear se utiliza la energía contenida en los núcleos de los átomos. Como ya se explicó, con el advenimiento de la teoría de la relatividad postulada por Einstein se añadió a la taxonomía clásica de tipos de energía una nueva categoría: la **energía de masa**. Al “ensamblarse” y “desensamblarse” núcleos atómicos a partir de sus constituyentes (protones y neutrones), parte de la masa de estos puede transformarse en energía liberada.

En el caso de la fusión nuclear no se fragmentan átomos pesados (como los de uranio), sino que se “unen” átomos livianos (de hidrógeno) para formar helio. Por ello, y a diferencia del caso de la fisión, no se producen desechos radiactivos que deban ser tratados o almacenados durante siglos y que representen un potencial peligro para la vida en la Tierra.

La energía de fusión nuclear presenta muchos problemas técnicos que aún no se han resuelto. Por el momento no está disponible. Si bien los científicos se muestran optimistas, estiman que aún pasarán varias décadas hasta que podamos sacar provecho de esta forma de energía.

Estrategia didáctica: el informe científico

La propuesta del libro del alumno en este bloque temático 5 es realizar un trabajo de búsqueda y tratamiento de información acerca de las diversas formas de energía (convencionales y alternativas). La información es primeramente recogida de distintas fuentes: diccionarios y enciclopedias en papel o virtuales, libros y revistas de ciencia y divulgación, Internet (portales de ciencias, foros), publicaciones periódicas de gran tirada, televisión (noticieros y documentales).

Una fuente que puede resultar muy rica para los estudiantes son las páginas web que compilan noticias científicas en castellano. Entre estas, son recomendables: www.solociencia.com, www.comciencia.com/bolatin/index.html, www.ciencia.net/noticias.jsp y www.cirs.fr/news-spa.php.

La información recolectada debe ser luego **organizada, interpretada, evaluada y comunicada**. La evaluación de la información implica hacer juicios acerca de la calidad y confiabilidad de las fuentes, por ejemplo, consultando a expertos o “cruzando” lo hallado en distintos sitios.

El bloque temático 5 también propone a los estudiantes manejar **datos cualitativos** (lugares, nombres, fechas, enunciados) y **datos cuantitativos** (cantidades, frecuencias, porcentajes, magnitudes). Para ello pueden utilizarse diversos lenguajes: tablas, gráficos, ilustraciones, fotos, mapas...

Propuestas de trabajo

Es este apartado presentamos diferentes propuestas didácticas a fin de expandir y profundizar el material de *La energía: cambios y movimientos*, utilizando para ello diversos caminos.

Recursos para los estudiantes

En el Apéndice del libro del alumno se listan diversos recursos útiles para seguir profundizando sobre el tema de la energía. Sobre estos recursos, podemos planificar distintos **itinerarios didácticos**, con tareas individuales y grupales, en y fuera de la clase.

A modo de ejemplo de las diversas posibilidades de trabajo con los estudiantes, desarrollamos aquí una secuencia utilizando los materiales de libre acceso provistos por la página web de la Secretaría de Energía dependiente del Ministerio de Economía y Producción de la República Argentina (www.energia3.mecon.gov.ar)

Ficha de trabajo para los estudiantes

1. Ingresen al portal por su página principal (“home”): <http://energia3.mecon.gov.ar/home/>. ¿Qué diversas informaciones trae esta página? ¿Cómo está diseñada?
2. En la columna marrón de la izquierda, cliquen en la sección **Contenidos Didácticos**. ¿Qué esperan encontrar allí?
3. ¿Cuáles son las secciones que aparecen ahora? ¿Cuáles de ellas les llaman la atención y por qué?

4. En la nueva columna marrón de la izquierda, ingresen, haciendo un clic, en la sección de **Energía**. Aparecerá una tercera columna marrón, con los diferentes capítulos del tema. ¿Cómo están organizados?
5. Vayan ahora a **Manifestaciones de la Energía**.
6. ¿Cuál es la clasificación de fuentes de energía que propone ese texto? Diseñen un mapa conceptual que las organice.
7. Comparen esta clasificación con la que aparece en el libro. ¿Qué similitudes y diferencias encuentran?
8. Ahora naveguen libremente por la página. ¿Dónde se habla de energías alternativas? ¿Cuáles se mencionan? ¿Qué se dice de ellas?
9. Elaboren un breve texto contando lo realizado.

Recursos para los docentes

La **Biblioteca Nacional de Maestros** (www.bnm.me.gov.ar) es el centro de referencia privilegiado para conseguir recursos educativos en nuestro país. La Biblioteca se encuentra ubicada en la planta baja del Palacio Sarmiento (Ministerio de Educación, Ciencia y Tecnología de la Nación), en Pizzurno 953, Ciudad Autónoma de Buenos Aires. A través de **BERA** (Bibliotecas Escolares y Especializadas de la República Argentina, www.bnm.me.gov.ar/bera) ofrece diversas opciones para los docentes de todo el país.

El **Portal Educativo del Estado Argentino Educ.ar** (www.educ.ar/educar/site/educar/index.html) compila noticias, ofrece recursos gratuitos y mantiene información actualizada sobre eventos de interés para la educación científica y sobre ofertas de capacitación docente.

El **Centro Nacional de Información y Comunicación Educativa (CNICE)** del Ministerio de Educación y Ciencia de España posee un portal web (www.cnice.mec.es) muy completo, con recursos para el aula de Ciencias Naturales de los niveles primario y secundario. En el espacio dedicado especialmente a los docentes hay numerosos materiales, sugerencias y propuestas para llevar a las clases. La página incluye además gran cantidad de recursos gratuitos, como información sobre TV educativa, banco de imágenes o textos para descargar.

El **Portal de Ciencia y Tecnología 100cia.com** (www.100cia.com) compila noticias científicas, ofrece materiales gratuitos para descargar, reseña libros recientes y tiene una importante sección con materiales de divulgación.

Divulgación científica

En los últimos años, Eudeba, Siglo XXI Editores (en colaboración con la Universidad Nacional de Quilmes), Grupo Editorial Norma y Capital Intelectual han lanzado sendas colecciones de divulgación científica.

Entre todas ellas, la oferta alcanza varias decenas de títulos. Los libros están escritos para audiencias de diferentes edades.

Dentro de la colección “Ciencia Joven” de Eudeba, algunos títulos son muy pertinentes para profundizar en el eje temático de la energía. Por ejemplo: *100 años de relatividad*, de Harari y Mazzitelli; *Construyendo con átomos y moléculas*, del colectivo de autores Índigo; *Contaminación y medio ambiente*, de Cicerone y Sánchez Proaño; *El aire y el agua en nuestro planeta*, de Camilloni y Vera; *El universo de las radiaciones*, de Fernández Niello; y *Una expedición al mundo subatómico*, de De Florian. En todos los casos, se trata de textos recomendables para que los docentes preparemos, con ellos, distintos materiales didácticos. No son textos fáciles para una lectura directa por parte de los estudiantes de primeros años de escuela secundaria.

Trabajar con películas de ficción

En este apartado proponemos el uso del cine de ficción para profundizar en los contenidos científicos, tecnológicos, sociales, ambientales y éticos relacionados con el tema de la energía. Las películas sugeridas pueden verse completas, o bien seleccionarse los fragmentos más relevantes en relación con las tareas planificadas. Pueden ser pasadas en clase o vistas en casa, según los recursos tecnológicos y el tiempo del que se dispone.

Aprender sobre la energía con películas

Películas de cine catástrofe, como *Terremoto (Earthquake, 1974)*, *Armageddon (1998)*, *Impacto profundo (Deep Impact, 1998)*, *El día después de mañana (2004)*, *Dante's peak: La furia de la montaña (1996)*, *Volcano (1997)* o *Twister (1996)* pueden servir para un trabajo

de identificación de los diferentes tipos de energía involucrados en algunos fenómenos naturales. A partir de los datos provistos por la película, y de más información que se pueda conseguir de otras fuentes, es posible establecer comparaciones cualitativas y cuantitativas entre la potencia o capacidad destructiva de estos fenómenos y la de las diversas creaciones humanas, incluyendo las armas de destrucción masiva.

Películas de ciencia ficción, como *Encuentros cercanos del tercer tipo (1977)*, *Contacto (1997)*, o las sagas *Viaje a las Estrellas* y *La guerra de las galaxias* pueden ser útiles como punto de partida para investigar y discutir acerca de los combustibles y las formas de propulsión utilizadas en las naves espaciales actuales y futuras.

También, hay algunas películas de ficción en las cuales aparecen científicos reales que estuvieron relacionados con el estudio de la energía. A modo de ejemplo, en *IQ: El genio del amor (1994)* aparece el personaje de Albert Einstein y en *El truco final (The prestige, 2006)*, el de Nikola Tesla.

Películas que ficcionan episodios reales de la historia de la ciencia, tales como *Fabricantes de sombras (Fat man and little boy, 1989)* o *Copenhague (Copenhagen, 2002)* son insumos interesantes para la discusión social y ética acerca de los diversos usos (pacíficos y bélicos) de la energía nuclear. Hay que tener en cuenta que se trata de dos películas bastante complejas.

Películas como la ya mencionada *El día después de mañana (2004)*, *Waterworld (1995)*, *Erin Brocovich (2000)* o *Los Simpsons: The movie (2007)* son materiales adecuados para motivar y apoyar la discusión acerca de la contaminación ambiental.

Trabajar con textos narrativos

En este apartado se propone el uso de textos narrativos breves para profundizar en algunos de los aspectos tratados en el libro del alumno.

Por supuesto, el trabajo con textos en las clases de ciencias no se agota en este formato, sino que puede extenderse a muchos otros: ciencia ficción, divulgación, biografías de científicos, libros de textos escolares...

Se sugiere trabajar, por ejemplo, con los textos de la colección “La ciencia, una forma de leer el mundo” de la Campaña Nacional de Lectura del Ministerio de Educación, Ciencia y Tecnología de la Nación. Estos ocho textos breves (de ocho páginas cada uno) están disponibles en papel en muchas escuelas y pueden ser descargados gratuitamente de la página <http://redteleform.me.gov.ar/pac/articulos.php?lng=es&pg=81>.

Los textos de la colección que son quizás más adecuados para el trabajo en torno al eje temático transversal de la energía son los siguientes: *El argonauta argentino y el secreto de su alfombra*, de Diego Hurtado de Mendoza, *El guiso fantasmagórico. Relato de la mítica invención de los marcadores radiactivos*, de Agustín Adúriz-Bravo y *La mirada del lince*, de Diego Hurtado de Mendoza. Para trabajar con base en estos textos, la secuencia didáctica puede dividirse en dos partes. Una primera parte dedicada a introducirse en la historia: identificar los personajes, reconocer el conflicto y su solución, relacionar el episodio narrado con la historia de la ciencia...

En la segunda parte, se puede “recoger” de la historia el contenido científico puro (relacionado con el tema de la energía) y tratar de profundizar en su comprensión.

Al final de la secuencia, una propuesta potente podría ser pedir a los estudiantes que, en pequeños grupos, retextualicen la historia leída, es decir, la transformen en otro tipo de texto. Por ejemplo, en una obra de teatro, un programa de radio, un video, una maqueta, un póster, una nota de diario, un cómic...

Bibliografía

- ADÚRIZ-BRAVO, A. (2005), *El guiso fantasmagórico. Relato de la mítica invención de los marcadores radiactivos*, Campaña Nacional de Lectura, Colección "La ciencia, una forma de leer el mundo", Buenos Aires, Ministerio de Educación, Ciencia y Tecnología de la Nación.
- (2005), *Una introducción a la naturaleza de la ciencia. La epistemología en la enseñanza de las ciencias naturales*, Buenos Aires, Fondo de Cultura Económica.
- CAMILLONI, I. y VERA, C. (2006), *El aire y el agua en nuestro planeta*, Buenos Aires, Eudeba.
- CIGERONE, D., SÁNCHEZ-PROAÑO, P. y REICH, S. (2006), *Contaminación y medio ambiente*, Buenos Aires, Eudeba.
- DE FLORIÁN, D. (2006), *Una expedición al mundo subatómico*, Buenos Aires, Eudeba.
- FERNÁNDEZ NIELLO, J. (2006), *El Universo de las radiaciones*, Buenos Aires, Eudeba.
- FEYNMAN, R. (1987), *Física. Volumen I: Mecánica, radiación y calor*, Wilmington, Addison Wesley Iberoamericana.
- HARARI, D. y MAZZITELLI, D. (2006), *100 años de relatividad*, Buenos Aires, Eudeba.
- HURTADO DE MENDOZA, D. (2005), *El argonauta argentino y el secreto de su alfombra*, Campaña Nacional de Lectura, Colección "La ciencia, una forma de leer el mundo", Buenos Aires, Ministerio de Educación, Ciencia y Tecnología de la Nación.
- (2005), *La mirada del linco*. Campaña Nacional de Lectura, Colección "La ciencia, una forma de leer el mundo", Buenos Aires, Ministerio de Educación, Ciencia y Tecnología de la Nación.
- ÍNDIGO (2006), *Construyendo con átomos y moléculas*, Buenos Aires, Eudeba.
- IZQUIERDO, M. (2000), "Fundamentos epistemológicos", en: PERALES, F. J. y CAÑAL, P. (COMPS.), *Didáctica de las ciencias experimentales. Teoría y práctica de la enseñanza de las ciencias*, Alcoy, Marfil.
- MEINARDI, E., ADÚRIZ-BRAVO, A., BONAN, L. y MORALES, L. (2002), "El modelo de ciencia escolar. Una propuesta de la didáctica de las ciencias naturales para articular la normativa educacional y la realidad del aula". *Revista de Enseñanza de la Física*, 15(1), 13-21.
- PUJOL, R. M. (2004), *Didáctica de las ciencias en la educación primaria*, Madrid, Síntesis.
- SANMARTÍ, N. (2002), *Didáctica de las ciencias en la educación secundaria obligatoria*, Madrid, Síntesis.
- SANMARTÍ, N. e IZQUIERDO, M. (1997), "Reflexiones en torno a un modelo de ciencia escolar", en: *Investigación en la Escuela*, 32, 51-62.
- WIKIPEDIA (autoría colectiva) (acceso noviembre de 2007), Sistema. <http://es.wikipedia.org/wiki/Sistema>

Reportes de innovaciones didácticas

Los siguientes son artículos y libros escritos por profesores e investigadores que comunican innovaciones para las aulas de Ciencias Naturales de primaria y secundaria o que analizan dificultades de la enseñanza de las ciencias en estos niveles. Muchos de estos artículos pueden bajarse gratuitamente a través de la Internet.

- AA.VV. (2004), "Energía y sociedad", Monográfico, en: *Alambique*, 24, Barcelona, Graó.
- ABAD, A., FERRAGUT, M. e INDA, G. (1995), *La energía mueve el mundo*, Buenos Aires, Lumen.
- ARAGÓN MÉNDEZ, M. M. (2004), "La ciencia de lo cotidiano", en: *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 1(2), 109-121, Revista Electrónica de la Asociación de Profesores Amigos de la Ciencia-EUREKA.
- BERNADOU O. y SOUBIRÓN E. (2002), "Las pequeñas investigaciones en la enseñanza de la química", en: *Revista Educación en la Química*, 8(2).
- BUNGE, M. (1999), "La energía entre la física y la metafísica", en: *Revista de Enseñanza de la Física*, 12(1), 53-56.
- BUENO GARESSE, E. (2004), "Aprendiendo química en casa", en: *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 1(1), 45-51, Revista Electrónica de la Asociación de Profesores Amigos de la Ciencia-EUREKA.
- CAMPANER, G. Y DE LONGHI, A. L. (2007), "La argumentación en Educación Ambiental. Una estrategia didáctica para la escuela media", en: *Revista Electrónica de Enseñanza de las ciencias*, 6(2), 442-456.
- DOMÈNECH, J. L., GIL-PÉREZ, D., GRAS, A., MARTÍNEZ-TORREGROSA, J., GUIÁSOLA, J. y SALINAS, J. (2001), "La enseñanza de la energía en la educación secundaria. Un análisis crítico", en: *Revista de Enseñanza de la Física*, 14(1), 45-60.
- EZQUERRA MARTÍNEZ, Á. y DE PRO, A. (2006), "Posibles usos didácticos de los espacios meteorológicos de la televisión", en: *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 5(1), 114-135.
- GARCÍA BORRÁS, F. J. (2005), "La serie CSI como metáfora de algunas facetas del trabajo científico", en: *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 2(3), 374-387, Revista Electrónica de la Asociación de Profesores Amigos de la Ciencia-EUREKA
- (2005), "Star Trek: Un viaje a las leyes de la dinámica", en: *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 2(1), 79-90, Revista Electrónica de la Asociación de Profesores Amigos de la Ciencia-EUREKA.
- GARCÍA CARMONA, A. (2006), "Una propuesta de situaciones problemáticas en la enseñanza del principio de conservación de la energía", en: *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 3(3), 496-506, Revista Electrónica de la Asociación de Profesores Amigos de la Ciencia-EUREKA
- GÓMEZ, M.A., HERRERO, F., MARTÍN-DÍAZ, M., REDONDO, M. y SALVÁN, E. (1995), *La energía: transferencia, transformación y conservación*, Zaragoza, ICE de la Universidad de Zaragoza.
- GONZÁLEZ ARIAS, A. (2006), "El concepto de energía en la enseñanza de las ciencias", en: *Revista Iberoamericana de Educación, versión digital*, 38/2. <http://www.rieoei.org/deloslectores/1184gonzalez.pdf>
- GUERRA RETAMOSA, C. (2005), "Náufragos, amantes y aventureros en el aula", en: *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 2(2), 173-182, Revista Electrónica de la Asociación de Profesores Amigos de la Ciencia-EUREKA.

- HEREDIA, S. (2006), "Experiencias sorprendentes de química con indicadores de pH case-ros", en: *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 3(1), 89-103, Revista Electrónica de la Asociación de Profesores Amigos de la Ciencia-EUREKA.
- LÓPEZ, J., GIL-PÉREZ, D., VILCHES, A. y GONZÁLEZ, E. (2005), "Papel de la energía en nues-tras vidas. Una ocasión privilegiada para el estudio de la situación del mundo", en: *Revista de Enseñanza de la Física*, 18(2), 53-91.
- LÓPEZ GARCÍA, V. (2004), "La física de los juguetes", en: *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 1(1), 17-30, Revista Electrónica de la Asociación de Profesores Amigos de la Ciencia-EUREKA.
- MARTÍN GORDILLO, M. (2005), "Las decisiones científicas y la participación ciudadana. Un caso CTS sobre investigación biomédica", en: *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 2(1), 38-55, Revista Electrónica de la Asociación de Profesores Amigos de la Ciencia-EUREKA.
- MORENO, A. (2006), "Atomismo versus energetismo: Controversia científica a finales del siglo XIX", en: *Enseñanza de las Ciencias*, 24(3), 411-429.
- PALACIOS, S. L. (2007), "El cine y la literatura de ciencia ficción como herramientas didácticas en la enseñanza de la física: una experiencia de aula", en: *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 4(1), 106-122, Revista Electrónica de la Asociación de Profesores Amigos de la Ciencia-EUREKA.
- PÉREZ-LANDEZÁBAL, M. C. y VARELA-NIETO, M. P. (2006), "Una propuesta para desarrollar en el alumno de secundaria una visión unificada de la física a partir de la energía", en: *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 3(2), 237-250, Revista Electrónica de la Asociación de Profesores Amigos de la Ciencia-EUREKA.
- PONTES, A. (2000), "Aprendizaje reflexivo y enseñanza de la energía: una propuesta metodológica", en: *Alambique*, 25, 80-94, Barcelona, Graó.
- SALAMI, M. A., DA ROCHA FILHO, J. B. y GALLI, G. (2007), "Actividades de experimentación con materiales de bajo coste para la enseñanza de física: Resistores y capacitores de grafi-to", en: *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 4(2), 309-324, Revista Electrónica de la Asociación de Profesores Amigos de la Ciencia-EUREKA.
- SOLBES, J. y TARIN, F. (1998), "Algunas dificultades en torno a la conservación de la energía", en: *Enseñanza de las Ciencias*, 16(3), 387-398.
- SOLBES, J. y TRAYER, M. (1996), "La utilización de la historia de las ciencias en la enseñanza de la física y química", en: *Enseñanza de las Ciencias*, 14(1), 103-112.
- SOLOMON, J. (1985), "Teaching the conservation of energy", en: *Physics Education*, 20, 165-170.
- TIBURZI, M. C., PLIEGO, O. H., CONTINI, L., ODETTI, H. y GÜEMES, R. (2004), "Las actitudes de los estudiantes universitarios hacia el fenómeno radiactivo, la energía nuclear y sus aplicaciones", en: *Educación Química*, 15(2), 142-148.
- VÁZQUEZ, S., BUSTOS, P., NÚÑEZ, G. Y MAZZITELLI, C. (2004), "Planteo de situaciones proble-máticas como estrategia integradora en la enseñanza de las ciencias y la tecnología", en: *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 3(1).
- VÁZQUEZ GONZÁLEZ, C. (2004), "Reflexiones y ejemplos de situaciones didácticas para una adecuada contextualización de los contenidos científicos en el pro-ceso de enseñanza", en: *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 1(3), 214-223, Revista Electrónica de la Asociación de Profesores Amigos de la Ciencia-EUREKA.