

Electricidad y Energía – Principios físicos y modelos

1 Modelo del átomo

Para una comprensión de los fenómenos de conducción eléctrica se debe conocer la estructura de la materia.

Todas las sustancias se componen de **átomos**. Cada átomo consiste en un núcleo cargado positivamente en el centro, que está rodeado por cargas negativas, los **electrones**.

El núcleo está compuesto de partículas con carga positiva y otras eléctricamente neutras (protones y neutrones, respectivamente). Exteriormente un átomo es eléctricamente neutro; el número de electrones en la “cubierta” corresponde al número de protones en el núcleo. Aunque existen fuerzas de atracción fuertes entre las partículas con carga diferente, los electrones en la cubierta no se combinan con los protones en el núcleo. La Fig. 1 muestra un modelo esquemático del átomo. Muestra los electrones que se mueven en diferentes orbitales alrededor del núcleo.

Este movimiento es muy rápido e impide derribar los electrones en el núcleo, y por lo tanto afecta entre otras cosas la estabilidad del átomo. Este modelo con órbitas electrónicas fijas es obsoleto, aunque todavía se puede encontrar en muchos libros. En un modelo más abstracto y más estable, los electrones toman sólo ciertos niveles de energía en el átomo debido a sus propiedades ondulatorias. Los electrones vecinos al núcleo interno están estrechamente unidos; por otra parte, los electrones exteriores se pueden separar del átomo, consumiendo un mínimo de energía. El resultado de esto es un electrón que ya no está unido (“electrón libre”) y un átomo cargado positivamente (un ion).

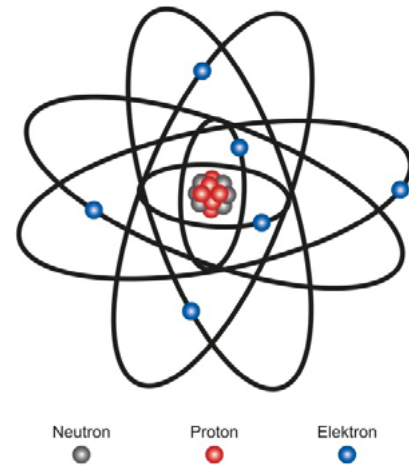


Fig. 1: Modelo esquemático del átomo.

2 Conductividad eléctrica

En una sustancia existen innumerables átomos unidos entre sí. Los electrones exteriores de los átomos juegan un papel importante para la unión. Dependiendo de la clase de sustancias (por ejemplo, metales, sales, compuestos de carbono) se llega a diferentes tipos de enlaces. Estos determinan de forma significativa las propiedades del material (por ejemplo, resistencia, color, conductividad eléctrica).

En principio, una sustancia requiere de los **portadores de carga móviles** para ser eléctricamente conductora. Como portadores de carga se consideran los **electrones** cargados negativamente o los **iones** (átomos con carga positiva o negativa).

En un **metal** los electrones libres son responsables de que la corriente eléctrica pueda fluir. Los átomos de los metales están dispuestos en una estructura regular con forma de red. Los electrones externos ya no están relacionados con átomos específicos sino que se mueven como un “gas de electrones” por todo el metal. El movimiento dependiente de la temperatura de las partículas de un gas, se parece en su movimiento a un “enjambre” desordenado y caótico. Los electrones cambian constantemente su dirección debido al choque con átomos y otros electrones (Fig. 2).

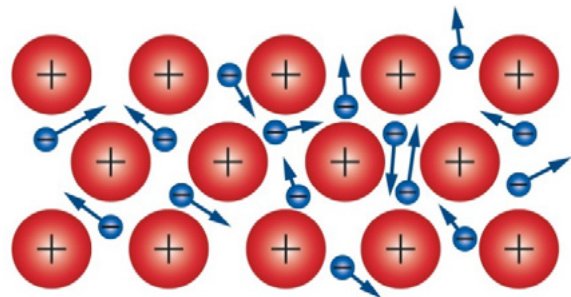


Fig. 2: Modelo del gas de electrones en el metal.

Las sustancias que no contienen portadores de carga libres y por lo tanto no conducen la electricidad se llaman **aislantes**, tales como el plástico, el vidrio, la cerámica o la sal común. Los cristales de la sal común consisten en una disposición regular de iones de sodio cargados positivamente, y de cloro cargados negativamente. Sólo cuando la sal se calienta en exceso o se disuelve en el agua, los iones se vuelven móviles y se tiene conducción iónica. La corriente es transportada ya sea por los iones positivos o por los negativos, que se mueven en direcciones opuestas.

Otro grupo de sustancias importante en la ingeniería eléctrica y electrónica son los **semiconductores**. Aquí el número de portadores de carga libres depende del grado de pureza de la sustancia. Este número puede variar dentro de amplios rangos, mediante la adición de átomos extraños (el llamado dopaje) y a través de influencias externas (por ejemplo, temperatura, luz). A diferencia de la conductividad de electrones en los metales, en los semiconductores las cargas positivas (lugares en donde faltan electrones) también pueden contribuir a la corriente. Mediante la combinación de materiales semiconductores con diferentes propiedades conductoras se pueden producir componentes con funciones complejas. Sin el grupo de sustancias de los semiconductores, no existiría la tecnología moderna de la información y la comunicación (computador, teléfono móvil, internet, y muchos más). Estos componentes también tienen un papel cada vez más importante como convertidores de energía. Experimento | 8+ trata sobre los LEDs como fuentes de luz con alta eficiencia, así como sobre el uso de energía de radiación solar en las células solares con alto rendimiento.

Los experimentos para el área temática A, hacen énfasis en la conducción electrónica en metales. La conducción de iones desempeña un papel en la investigación de la conductividad del agua (véase el experimento A2).

3 Corriente eléctrica y tensión

Aunque los electrones se mueven muy rápidamente en el interior de un alambre de metal, fluyen sin una corriente medible desde el exterior, ya que se movilizan en promedio muchos electrones tanto en una dirección como en la otra. La **corriente eléctrica** es el movimiento de los portadores de carga en una dirección común. De ese modo, como se realiza un movimiento “hacia adelante”, se necesita un “impulso” desde el exterior – una **tensión eléctrica**.

Sin tensión no fluye ninguna corriente. La tensión es la causa de la corriente.

La Fig. 3 ilustra la corriente en un conductor como un movimiento dirigido de los electrones de conducción. Este esquema muestra sólo la velocidad media adicional de los electrones, que es causada por la tensión aplicada. No se muestra aquí el movimiento caótico mucho más fuerte del gas de electrones (ver Fig. 2)

Como un primer encuentro con el concepto de tensión como parte de la introducción a los circuitos eléctricos, es suficiente con asumir la tensión como un tamaño dado (“tensión es lo que se indica sobre la pila o lo que muestra un voltímetro”). Se mide en **voltios** (abreviatura V). La tensión eléctrica de una pila resulta del hecho de que en el polo negativo hay exceso de electrones y en el polo positivo hay una escasez de electrones. Si los polos son conectados de forma conductora, los electrones fluyen del polo negativo al polo positivo a través del conductor.

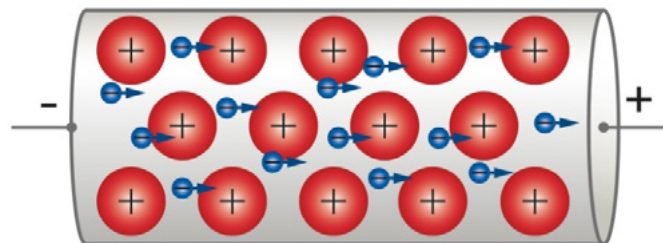


Fig. 3: Modelo de la corriente eléctrica en un conductor metálico.

Esta corriente compensaría la diferencia de carga entre los polos muy rápidamente, pero la pila ofrece más portadores de carga posteriormente. Dentro de la pila tienen lugar procesos químicos que mantienen la diferencia de carga y por lo tanto la tensión eléctrica. Las reacciones son complejas y aquí no se pueden explicar en detalle. Como resultado, los procesos químicos dentro de la pila transportan electrones desde el polo positivo al polo negativo. Si los productos químicos se “agotan”, entonces la pila queda “vacía”. No se establece ninguna tensión eléctrica y la corriente se detiene.

Resulta viable el modelo de causa-efecto intuitivo, es decir el concepto causal de la tensión, donde esta es la causa que provoca una corriente en el conductor. El evidente modelo causa-efecto, es decir la representación causal de la tensión como origen, que provoca una corriente en el conductor, es estable. La magnitud de la tensión, su valor numérico, es una medida de la fuerza del impulso. Cuanto mayor sea la tensión, más electrones fluyen al mismo tiempo por el conductor, y mayor será la intensidad de la corriente. Sin duda, las consideraciones del tipo “cuanto más” se deben hacer durante la clase, ya que ayudan a precisar y a definir por separado los términos tensión y corriente. Estas sirven como conexión para futuros procesos de profundización y de abstracción.

4 Circuito eléctrico

Para hacer operar dispositivos eléctricos como lámparas incandescentes o motores eléctricos, siempre debe estar presente un **circuito eléctrico** cerrado: Los electrones fluyen desde el polo negativo de la pila a través de una conexión conductora hacia el dispositivo, y a través de otro conductor de regreso al polo positivo de la fuente de tensión. Los procesos químicos dentro de la pila cierran el circuito eléctrico.

De ninguna manera es evidente de inmediato para los alumnos y alumnas, el que haya un circuito cerrado. En primer lugar, sólo las dos conexiones exteriores de la pila al aparato son visibles y palpables; los procesos internos de la batería, que cierran el circuito, siguen siendo inaccesibles y escapan de la atención por parte del alumno. En segundo lugar, el modelo de circuito eléctrico está en conflicto con las nociones intuitivas cotidianas, las cuales son difíciles de separar. La electricidad muchas personas (no sólo los niños) la vinculan a una imagen más “similar a la energía”: Ella se produce y se consume. Se supone aquí que la electricidad/corriente es almacenada en la pila, fluye a través del cable al aparato y allí es “consumida”. La denominación habitual como “consumidor” para los aparatos eléctricos expresa esta idea. La idea de consumidor se debe debatir durante la clase y se debe cuestionar tanto a nivel material como energético. Si no se pierden portadores de carga en el “consumidor”, tampoco se consume energía (conversión de energía y transformación de energía, ver abajo). A fin de no sobrecargar a los estudiantes, se debería limitar en un primer momento sólo a los aspectos materiales y el circuito cerrado de la carga eléctrica (circuito eléctrico) (experimentos A1 a A4). Se debe separar de los mismos la consideración desde la perspectiva energética (experimento A5). Esta requiere otros procesos de clarificación conceptual.

A pesar de que los estudiantes han aprendido en los experimentos, que dos conexiones de conductores entre la fuente de tensión y el aparato eléctrico son necesarias para su funcionamiento, esto no implica en modo alguno la aceptación del modelo de circuito eléctrico de forma automática. Los alumnos y alumnas utilizan a menudo un tipo de modelo de dos componentes como una etapa intermedia. A partir de los terminales positivo y negativo aparecen en este modelo dos tipos diferentes de electricidad. Estos son transportados por los dos cables al dispositivo, se reúnen allí y su “consumo” impulsa el dispositivo. Con el fin de refutar el modelo de

consumo y apoyar el modelo de circuito, el profesor puede demostrar con un amperímetro adicional que la corriente (más precisamente la intensidad de corriente) es igual antes y después del supuesto “consumidor”, y que la dirección de la corriente antes y después es coherente con el modelo de circuito. Los experimentos solos, no son suficientes para convencer a los niños del concepto de circuito. Además del apoyo experimental, es necesario un amplio soporte conceptual por parte del profesor, para desarrollar y consolidar un modelo de circuito viable. Es importante que los alumnos y alumnas aprendan a aplicar con éxito el concepto de circuito eléctrico (por ejemplo, en la construcción de conexiones complejas, para la localización de averías, etc.). Así el modelo se consolida e interioriza.

5 Resistencia eléctrica

Qué tan “fuerte” es la corriente eléctrica (es decir, que tan grande es la intensidad de la corriente) en el circuito, va a depender de la tensión aplicada. En segundo lugar, la naturaleza de los dispositivos conectados y de los cables de conexión determina la intensidad de la corriente. A través de un grueso alambre de cobre fluye, para la misma tensión, una corriente mayor que por un alambre delgado. Un alambre de hierro conduce peor que un alambre de cobre, del mismo diámetro y la misma longitud. A través de una lámpara incandescente, fluye una corriente más fuerte que a través de un LED igualmente brillante. La propiedad de los materiales y equipos eléctricos para inhibir el flujo, se llama **resistencia**. Para la misma tensión, la magnitud de la corriente es mayor a través de un dispositivo o a través de un conductor, cuanto menor sea la resistencia. Los buenos conductores (cobre, oro) presentan una baja resistencia. A temperaturas muy bajas la resistencia de algunos conductores desaparece por completo, se convierten en superconductores. La resistencia de un aislante es (casi) infinita.

La intensidad de la corriente y la resistencia en los materiales solamente se analizan cualitativamente, de esta forma se les da espacio a los profesores para la planificación de las lecciones. Dependiendo del progreso en el aprendizaje de los alumnos y alumnas y la seguridad conceptual del profesor, se pueden plantear ulteriores consideraciones cuantitativas, que se empalman con el aprendizaje posterior. Sin embargo, con la formulación “Cuanto más...” muchos alumnos y alumnas son capaces de argumentar en relaciones proporcionales sencillas. Una duplicación de la tensión provoca una duplicación de la corriente (o más precisamente de la intensidad de corriente). La noción de proporcionalidad entre corriente y tensión ya incluye la ley de Ohm, que tendría que ser manejada sin la necesidad de una fórmula. El camino hacia una formulación cuantitativa futura de la relación entre la tensión, la intensidad de corriente y la resistencia, queda allanado.

6 Analogías y modelos para la corriente

Puesto que no se puede ver la electricidad, a menudo se trata de explicar a los alumnos y alumnas el concepto de corriente a través del uso de analogías, e ilustraciones que muestren modelos lo más simple y fácil posible. En principio, se entiende a través de una analogía la coherencia de los objetos o procesos en relación con determinadas características. Las analogías son útiles en la física, ya que permiten aprovechar la experiencia y el conocimiento en un área fenomenológica conocida para desarrollar una nueva área, desconocida o menos accesible. Los modelos están también basados en relaciones de similitud, pero tienen también diversas funciones como analogías. Los niños conocen modelos, por ejemplo, a través de la casa de muñecas o el ferrocarril en miniatura. A diferencia de estos modelos, la mayoría de los cuales

tienen como objetivo una representación fiel de la realidad, para los modelos físicos el objetivo es describir, tanto como sea posible, las interrelaciones de los procesos involucrados.

Para que las representaciones analógicas y los modelos puedan ser utilizados con eficacia, estos deben ser adecuados tanto para los niños, como para los materiales que se van a utilizar. Por supuesto, su aceptación depende mucho del individuo, por lo que no se puede formular una receta ideal para la práctica docente. Eso sí, es esencial que coincidan con la imaginación de los niños. El área de la experiencia (el área de la base) de los modelos y analogías subyacentes debe ser suficientemente conocida, y las relaciones con el área de los objetivos deben ser comprendidas. El camino a través del modelo no debe ajustar lo anterior al fenómeno a aclarar. El sistema modelado (la realidad) no debe ser confundida con el modelo. Para contrarrestar los posibles conceptos erróneos, se debe reflexionar sobre los límites del modelado, lo que debe ser absolutamente alentado y apoyado por el profesor.

De tal modo, en las lecciones introductorias esto se traduce en estrechos límites en la aplicación de modelos y analogías. En los materiales de Experimento | 8+ se omitió deliberadamente la representación explícita de algunos modelos con el fin de no exceder el marco de las instrucciones de experimentación y para dar a los profesores la libertad para elegir un nivel de modelado adecuado para el grupo de estudio. El estudio de la electricidad y la energía no puede realizarse sin recurrir a conceptos de modelación.

7 Transmisión de un concepto conector acerca de la energía

Al igual que con casi cualquier otra área, la cuestión de la energía es el centro de los debates geopolíticos. La energía mueve, modifica, permite, impulsa. Es el motor de todos los procesos dinámicos en el mundo natural y en el construido por la humanidad. Así mismo el desarrollo social es impulsado por la energía. Este depende en gran medida, no sólo en nuestro país sino también a nivel mundial, del éxito que tengamos en la promoción de una transformación inteligente de los sistemas de energía en el campo de la tensión, entre asegurar el suministro, la eficiencia económica y la sostenibilidad. Teniendo en cuenta estos diversos desafíos, el tema de la energía se centra en el enfoque de los procesos educativos. Ahora hay un amplio consenso al respecto de que la energía debe abordarse ya en las lecciones introductorias. La cuestión de con qué alcance ya se debería estar trabajando hacia un concepto de energía física viable es, por el contrario, todavía discutida en forma muy polémica.

El concepto de energía es complejo y desafía el intento de una definición sencilla. Contrariamente a nuestra intuición, la energía no se puede crear ni destruir. En todos los procesos que han sido investigados científicamente hasta ahora, la energía es convertida de una forma de energía a otra. La cantidad de energía sigue siendo la misma. La energía es indestructible. Por el contrario, la materia se puede convertir en energía o ser generada a partir de ella. Una amplia comprensión de un concepto universal de la energía ha emergido últimamente en el desarrollo de la ciencia. Está asociado con principios abstractos de simetría y conservación.

¿Cómo puede un concepto científico estructural, que determina la culminación de un desarrollo teórico, ser integrado de manera significativa en los inicios del aprendizaje escolar? ¿Hasta qué punto puede tal enseñanza mediar en las cuestiones que juegan un papel en el debate actual (por ejemplo, el ahorro de energía, la reducción del “consumo de energía” de los electrodomésticos, las energías renovables, el suministro de energía sostenible), de una manera sostenible? Estas preguntas no han sido aún lo suficientemente aclaradas para el nivel de la escuela primaria. Los materiales de Experimento | 8+ ofrecen para tal efecto, asistencia experimental para la

enseñanza. Ofrecen una variedad de oportunidades de aprendizaje, pero la creación de una base de conocimientos sólida debe ser apoyada por el profesor de manera apropiada.

A pesar de su naturaleza abstracta como dimensión física de conservación y de equilibrio, la energía se expresa en las manifestaciones más concretas que penetran nuestras vidas de muchas maneras. Un enfoque que se basa en la variedad de fenómenos energéticos y su importancia en el mundo real ha sido adecuado para la escuela primaria. En didáctica existe un gran consenso acerca de un modelo acumulativo del aprendizaje sobre energía, que puede servir como guía orientadora y cuya estructura se muestra en la Fig. 4. Esta parte de los fenómenos energéticos y su descripción cualitativa. Sobre esta base se describirán los cambios de las diferentes facetas del concepto de energía desarrollando, en primer lugar la conversión de la energía y el transporte de energía como procesos. Más adelante se vinculan en este sistema la degradación y la conservación de la energía, conceptos teóricos, que están sujetos a los procesos de cambio y que los describen cualitativamente y cuantitativamente. Estos sólo juegan un papel en la enseñanza a partir del nivel secundario. La enseñanza introductoria se limita en gran medida a las dos primeras etapas en la Fig. 4. Sin embargo, el profesor debe ser capaz de responder a cualquier otra pregunta de los estudiantes de manera adecuada y debe mantener la mirada en la perspectiva de la conectividad.

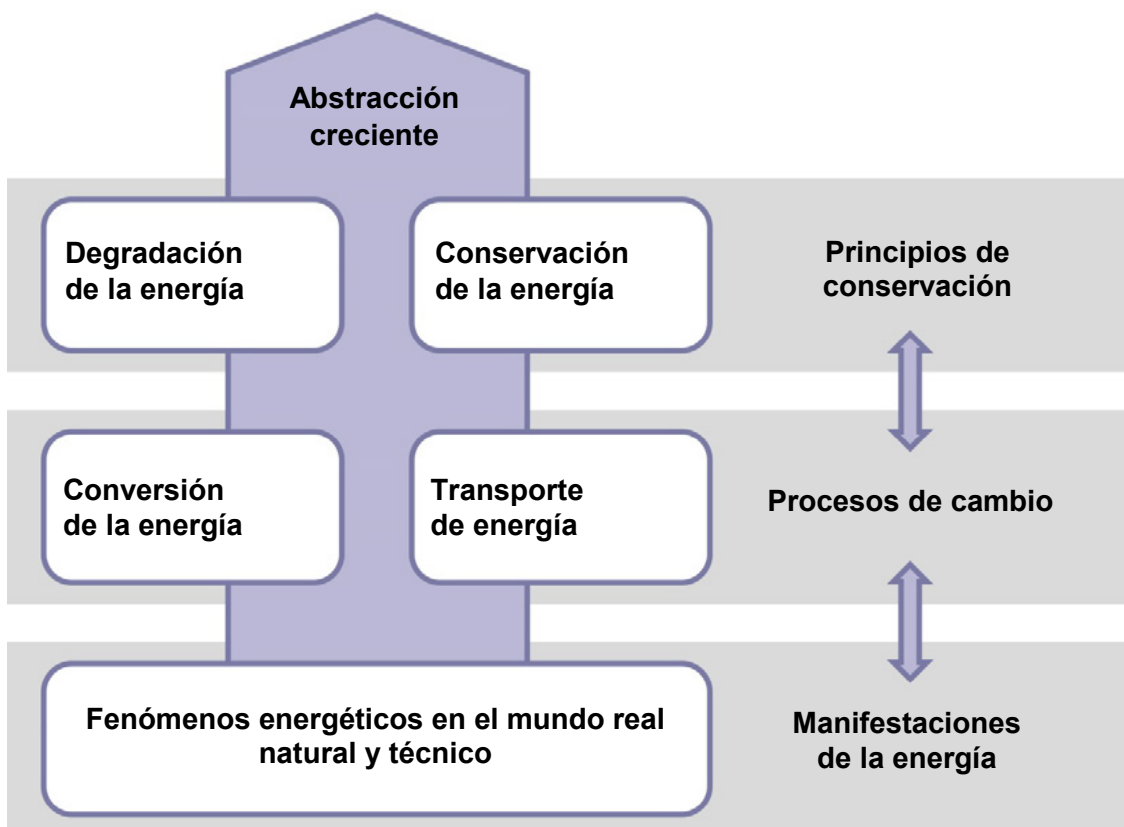


Fig. 4: Modelo de etapas para el desarrollo del concepto de energía durante la clase.

Los materiales de Experimento | 8+ invitan a explorar los procesos de conversión de la energía eléctrica y a seguir aprendiendo sobre la importancia de la energía en el mundo natural y el fabricado (técnico). Se basan en el ciclo de investigación y promueven la adquisición de conocimiento procedimental basado en la experiencia, (**saber cómo** funciona algo). La construcción del conocimiento conceptual (**saber qué** cosa es) y su reflexión (**saber por qué**

sucede algo) requiere asistencia integral por parte del profesor. Se debe ayudar a los alumnos y alumnas en la vinculación de las múltiples facetas de la energía y en el establecimiento de conceptos de modelación sostenibles, que se consolidan gradualmente en un concepto integral de energía en el progreso del aprendizaje en conformidad con la Fig. 4.

Describir los fenómenos energéticos

A un nivel fenomenológico, deberían abordarse los siguientes aspectos en el contexto de los experimentos, además de ser descritos por los alumnos y alumnas, y ser profundizada su interacción:

- Descripción de los efectos de la energía: La energía es necesaria para producir electricidad, luz, calor, movimiento y para levantar el cuerpo.
- Por otro lado, se invierte energía en la electricidad, la luz, el calor, el movimiento y levantamiento de los cuerpos. También los combustibles (combustible para calefacción, gasolina, gas) y los alimentos contienen energía.
- El que una sustancia o un sistema contenga energía conduce al modelo de fuente de energía, que resulta útil cuando se consideran los procesos de conversión y de transporte.
- Indicación de diversas fuentes de energía y manifestaciones de la energía que se producen en los procesos de conversión de energía en la vida cotidiana.
Las formas típicas de energía son: energía química, energía eléctrica, energía térmica (calor), energía magnética, energía mecánica (potencial y cinética), energía nuclear y energía de radiación.
Las fuentes de energía típicas son: luz (energía de radiación), petróleo (energía química), viento (energía cinética del aire), agua (energía cinética o energía térmica), etc.
- Descripción de los procesos de transporte de energía: la energía puede ser transportada de un lugar a otro, al transportar la fuente de energía (por ejemplo, petróleo en un camión cisterna, gas natural en un gasoducto).
- El transporte de energía funciona bien sin transporte de materia; de esa manera la energía solar llega a la Tierra a través del espacio vacío en forma de energía de radiación (luz, radiación de calor).
- Aclaración acerca del papel específico de la energía eléctrica: es muy práctica, se utiliza de muchas maneras y puede ser relativamente fácil de transportar a través de las líneas eléctricas.

Con la corriente, la energía se puede transportar a través de largas distancias muy cómodamente y con relativamente con bajas pérdidas. Pero la corriente no es lo mismo que la energía. Separar claramente los conceptos de corriente y la energía es un gran desafío, porque en la vida cotidiana la corriente y la energía eléctrica se utilizan la mayoría de las veces de manera intercambiable. El recurrir a los modelos mecánicos para la conversión de energía con el fin de aclarar las relaciones resulta obvio. Pero incluso este enfoque tiene que luchar contra las nociones cotidianas no muy bien definidas. En la mecánica la fuerza se confunde a menudo con la energía. Una distinción clara entre la energía y la fuerza se hace difícil. Queda mucho tema con el que se puede realizar una especie de juego de palabras durante la clase, en el que se le de valor al uso adecuado de los conceptos.

En la vida cotidiana la energía está asociada a menudo, con las representaciones vitalistas. Para muchos (no sólo los alumnos y alumnas) la energía “biológica” es algo completamente diferente de la energía “física”. La idea de que los mismos procesos de conversión de la energía que se producen en los sistemas naturales inanimados y los sistemas técnicos también juegan un papel en los organismos, encuentra diversas resistencias. Por tanto, también es importante tomar en consideración los procesos de conversión de energía en el organismo. También en la educación para la salud resulta de vital importancia abordar el contenido energético de los alimentos (su “valor calorífico”).

Transformación y conservación de la energía

En este contexto, es recomendable vincular los procesos de conversión de la energía con las experiencias físicas de los alumnos y alumnas. Así que el dínamo de bicicleta, es muy adecuado para aprender físicamente que la conversión de la energía cinética en energía eléctrica tiene su costo. Si el circuito del dínamo está cerrado, entonces se debe girar mucho más fuerte la rueda, a comparación con el caso de un circuito abierto.

Incluso la conversión de las dos formas básicas de energía mecánica (energía cinética, energía potencial) puede ser muy bueno para afianzar la experiencia y luego poder generalizar:

- Para viajar en bicicleta se tiene que pedalear con fuerza y realizar un trabajo con los músculos de las piernas para ser más rápido. De tal modo se gana energía cinética.
- El trabajo realizado corresponde al aumento de la energía cinética.
- Si se viaja cuesta arriba, entonces se gana energía potencial con el aumento de la altitud.
- La energía potencial se convierte en energía cinética en el descenso.

Además de la descripción oral de los procesos, resulta útil una representación gráfica en forma de cadena de conversión de energía. La representación es fácil de recordar, actualizable y apoya el desarrollo de las ideas abstractas. En la cadena de conversión, las formas de energía involucradas se muestran como cajas, y los procesos de conversión son simbolizados por las flechas. La Fig. 5 muestra una representación simplificada de cuando se viaja cuesta arriba. Se incluye la energía de los alimentos (energía química) en la cadena de conversión de energía, ya que ésta se requiere para la actividad muscular. A medida que progresa el aprendizaje, estas representaciones pueden clarificar aún más la cadena de conversión de energía, por ejemplo, los músculos transfieren calor al ambiente. Los procesos de resistencia (fricción en las llantas, resistencia del aire) disminuyen la energía cinética, que también es entregada en forma de calor al medio ambiente. Se recomienda realizar las tablas de conversión de energía para los procesos de conversión discutidos y para los experimentos.



Fig. 5: Cadena simplificada de conversión de energía cuando se conduce cuesta arriba en una bicicleta.

Energía útil y eficiencia energética

La energía no proviene de la nada, no se consume a sí misma, ni desaparece sin dejar rastro. En este contexto, el origen y la naturaleza de la energía en el universo entero, incluso hoy en día, son un gran misterio científicamente aún no aclarado. La conservación de la energía sólo puede ser comunicada a los alumnos y alumnas como una proposición empírica. En la enseñanza de la escuela primaria la idea es que cualquier uso de la energía este basado en la energía ya existente. Los términos coloquiales “creación de energía” o “generación de energía” representan así mismo una conversión de energía tal como el “consumo de energía” en los equipos eléctricos, que son denominados “consumidores”, tanto en el lenguaje cotidiano así como también en muchas representaciones técnicas. El término “consumidor” debe evitarse en la medida de lo posible y su inconveniencia se debe discutir. En lugar de la generación de energía se puede hablar en forma neutra de la entrega de energía o de una fuente de energía. Pero no se debería dejar engañar por el hecho de que este “juego de palabras” ya implique ideas razonables. Sólo cuando los alumnos y alumnas sean capaces de conectar también los modelos apropiados con los conceptos, poco a poco se eliminan los conceptos erróneos.

Además de la energía utilizable, en la conversión de energía se produce siempre una cierta proporción de energía no utilizable. Cuando se enciende una lámpara incandescente la energía eléctrica se convierte en luz (energía útil). Al mismo tiempo, el filamento caliente emite energía en forma de calor que se escapa al medio ambiente sin ser utilizada. La Fig. 6 muestra las cantidades respectivas de energía que son convertidas en los procesos de conversión, por medio de diferentes flechas anchas.

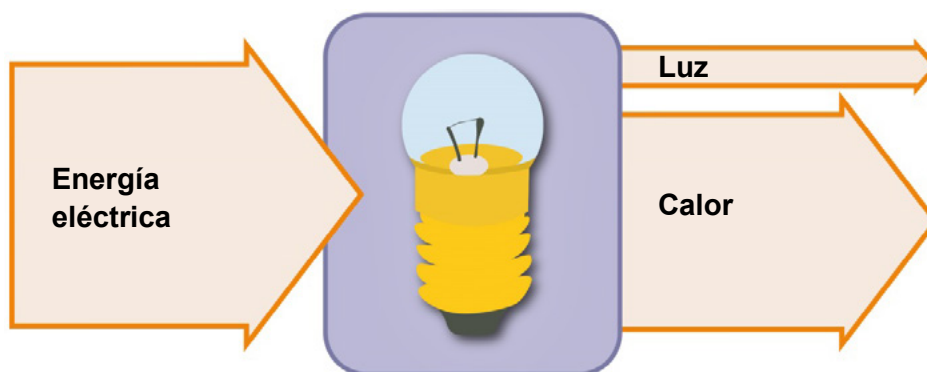


Fig. 6: Conversión de energía para una lámpara incandescente.

La energía eléctrica aplicada es igual a la suma de la energía útil y las pérdidas de energía no utilizadas durante la conversión. Para el caso de la lámpara incandescente menos del 10% de la energía eléctrica se convierte en luz. Por el contrario, la porción de energía no utilizada en una lámpara LED es baja. Ésta tiene un grado de rendimiento más alto, su eficiencia energética es mayor, así como sus costos de adquisición son considerablemente más altos. En la compra de un aparato eléctrico se debe asegurar de que la flecha de utilización sea lo más grande posible en comparación con la flecha de pérdidas y que el costo de adquisición tenga una relación razonable con los costos energéticos ahorrados. La división de los aparatos eléctricos en las diferentes clases de eficiencia energética da los puntos de referencia para esto (A +++ representa un aparato particularmente eficiente, B, C... G muestran una disminución en la eficiencia).

Energía renovable

En el contexto de la conversión de energía y la conservación de la energía, se debe abordar el concepto de la “energía renovable”. Para muchas personas no es del todo claro, que incluso la energía renovable requiere una fuente de energía que garantice la reposición. Nuestra expansión de la energía renovable, en última instancia, puede ser remontada a la energía de nuestro sol. Esto es inmediatamente evidente en los sistemas térmicos solares y fotovoltaicos, ya que la radiación del sol aquí se convierte directamente en electricidad o calor. Se utiliza energía química para la biomasa. Esta proviene de sustancias ricas en energía formadas por la fotosíntesis en las plantas. Para tal efecto, las plantas necesitan agua, que absorben del suelo a través de sus raíces; el dióxido de carbono del aire, que absorben a través de sus hojas, y la luz del sol, que se absorbe en los pigmentos de las hojas y cuya energía impulsa los procesos químicos. A menudo se presenta, por el contrario, la idea errónea de que la energía almacenada en las sustancias vegetales viene de los nutrientes del suelo. Igualmente nuestro organismo vive sobre la base de la energía renovable, que viene del sol y que ha pasado por muchas cadenas de conversión antes de que la recibamos en nuestra comida.

También las centrales hidroeléctricas y eólicas son impulsadas en última instancia por el sol. Una discusión sobre el ciclo del agua impulsado por el sol, y las corrientes de viento, es posible en la escuela primaria, ya que otorga a los alumnos y alumnas las primeras perspectivas fundamentales y viables en los contextos globales. La producción de diagramas sobre los ciclos biogeoquímicos subyacentes y el vínculo con los diagramas de flujo de energía, apoya el aprendizaje integral.

8 Modelos de circuitos eléctricos y la dirección del transporte de energía

La separación conceptual de la corriente y la energía puede ser apoyada por modelos apropiados. Aquí se presentan dos ejemplos.

El primero, el **modelo de flujo de agua** es de uso frecuente durante la clase. Ilustra el circuito cerrado por medio del ciclo del agua. El flujo de agua es impulsado mediante una bomba. La parte de conducción se basa en una diferencia de presión. Corresponde a la fuente de tensión. El flujo de líquido mueve una turbina (rueda hidráulica). Esta corresponde a un dispositivo eléctrico en el circuito eléctrico. El agua fluye en un circuito, pero la energía fluye en una sola dirección desde la bomba a la turbina. La Fig. 7 muestra la “calle de sentido único” de la energía, en contraste con el ciclo cerrado del agua. Del mismo modo que la corriente eléctrica fluye en un circuito cerrado, la energía fluye en una sola dirección desde la fuente de energía (por ejemplo, generador, pila) hacia el equipo eléctrico (por ejemplo, motor, lámpara).

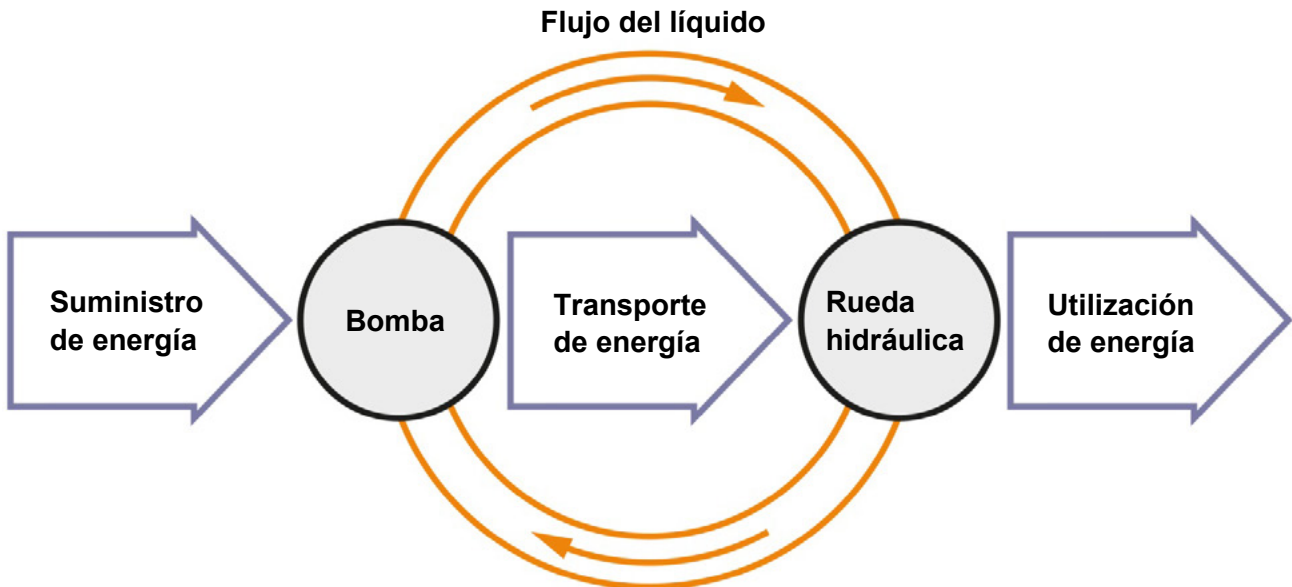


Fig. 7: Modelo de circuito del agua y la "calle de sentido único" del transporte de energía.

El segundo modelo, el **modelo de pista de esferas** es un poco más complejo y visualiza la energía potencial como cantidad sobre todo el circuito eléctrico. En el polo negativo de la pila hay un exceso de cargas negativas. Se tiene que gastar energía para el transporte de un electrón del polo positivo al polo negativo. Mecánicamente, esto corresponde a la elevación de una esfera desde el suelo hasta una cierta altura. Allí la esfera dispone de energía potencial. Puede rodar por un canal hacia abajo, perdiendo energía potencial y ganando energía cinética. Esta puede ser usada para operar un dispositivo. La Fig. 8 muestra el modelo con un ascensor como accionamiento que transporta las esferas hacia arriba, y una rueda de paletas. La rueda de paletas es impulsada por las esferas y se puede usar como motor. El ascensor corresponde al transporte de electrones en la pila.

El modelo de pista de esferas y la modelización de la pila como un "ascensor" se basa en el hecho de que la tensión eléctrica está relacionada con la energía potencial. Esta idea se corresponde con la definición de tensión (tensión eléctrica como diferencia de potencial). Discutamos otros detalles en este modelo. Se puede observar en el modelo que en la conducción se "perdió" energía. Los dos canales están ligeramente inclinados con el fin de poder transportar las esferas en contra de las fuerzas de fricción. Como resultado, el motor de rueda de paletas dispone de una energía más baja que directamente sobre el ascensor. La diferencia de altura a lo largo de los carriles corresponde a la caída de tensión en una línea eléctrica. Esta depende de la resistencia de la línea y reduce la energía utilizable para el aparato conectado.

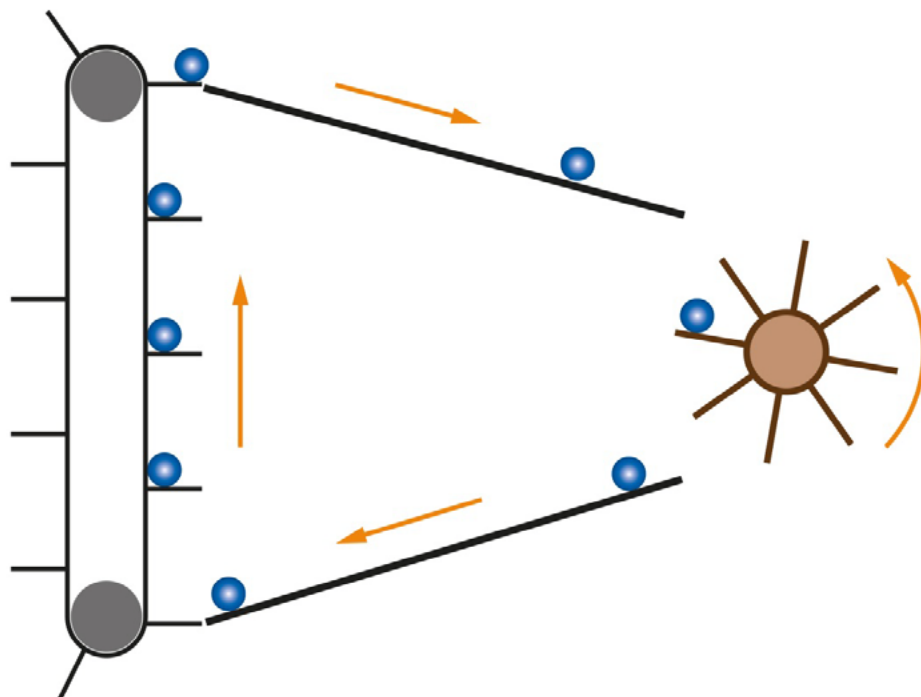


Fig. 8: Modelo de pista de esferas de la corriente eléctrica.

El modelo de pista de esferas está concebido principalmente como una base teórica para los profesores. En función de la propia familiaridad con los contextos, se pueden utilizar durante la clase diferentes y sofisticados modelos. Por ejemplo se puede ilustrar la potencia eléctrica con el ascensor de esferas como un modelo de fuente de tensión para ilustrar los efectos de la conexión en paralelo y en serie de pilas en términos de tensión, la corriente y la energía convertida por unidad de tiempo. Los profesores son alentados explícitamente a probar varios modelos en el salón de clases, para probar su aptitud a fin de apoyar el aprendizaje y para compartir sus experiencias con el resto de la comunidad escolar. Sólo entonces se puede optimizar la eficacia de los materiales para el aprendizaje y el propio éxito en la enseñanza.