

Educación Secundaria Técnica
Ciclo básico



Proyecto #EnergiaJoven
www.energiajoven.ar

INTRODUCCIÓN A LAS ENERGÍAS RENOVABLES

Guía para docentes
de ciclo básico de nivel medio técnico

Kit educativo de experimentación científica orientado a niños, niñas y jóvenes a partir de 12 años.

ATENCIÓN: el material incluido en el kit **Introducción a las Energías Renovables** es para uso exclusivo en establecimientos educativos a partir del nivel secundario técnico de ciclo básico, con el acompañamiento pedagógico y supervisión de docentes. Mantener fuera del alcance de niños menores de 4 años, ya que contiene piezas pequeñas. Leer las instrucciones antes de su utilización, seguirlas y conservarlas como referencia.



SIEMENS | Fundación



Supported by:



Cofounded by:



on the basis of a decision
by the German Bundestag

Guía para docentes: Introducción a las Energías Renovables

El **proyecto #EnergiaJoven (Youth Energy) - “Activando el potencial de los jóvenes para impulsar la transición energética justa en Argentina”** está financiado por el Ministerio Federal de Economía y Protección del Clima (BMWK) de Alemania en el marco de la Iniciativa Climática Internacional (IKI). La ejecución del proyecto corre a cargo de un consorcio de tres organizaciones, dirigido por el Wuppertal Institut für Klima, Umwelt, Energie (WI) como coordinadora del proyecto, y con la Fundación 500RPM para el Desarrollo de las Energías Renovables y la Fundación Siemens para el Desarrollo Sustentable de la Argentina como socios ejecutores.

El proyecto tiene como objetivo capacitar y empoderar a una nueva generación de jóvenes líderes, que desempeñarán un papel fundamental en la transición energética justa de Argentina.

La presente publicación educativa fue desarrollada por la Fundación Siemens Argentina.

Primera publicación: julio de 2025.

Supported by:



Federal Ministry
for Economic Affairs
and Climate Action



Wuppertal
Institut

SIEMENS | Fundación



on the basis of a decision
by the German Bundestag



ÍNDICE DE CONTENIDOS

Nuevas miradas sobre la enseñanza de las ciencias	3
Enfoque STEM	
Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP)	
Cambio climático en las aulas	
Introducción pedagógico-didáctica a la experimentación	5
Despertar el interés de los alumnos con temas de actualidad en proyectos transversales	
Concepto didáctico flexible y rol docente	
Experimentos para abordar un tema en clase	
Instrucciones de esta guía	
Indicaciones generales	7
Advertencias de seguridad	
Sobre las cantidades	
Cables de medición y unión	
Resistencia eléctrica de los diodos LED y el motor	
Lista de materiales del kit	8
Principales símbolos utilizados en los esquemas de conexión	9
Curso introductorio: mediciones eléctricas y conexiones	10
Multímetro digital	
Determinación de un polo desconocido de fuentes de corriente o tensión	
Circuitos para mediciones eléctricas sencillas	
Evitar cortocircuitos al construir los circuitos eléctricos	
Colocar los cables de manera limpia en una conexión en paralelo	
Uso de pilas y acumuladores	
Secuencia didáctica 1: Los limones y otras pilas - Tema: la electricidad a partir de la energía química	
Instrucciones para docentes	19
Instrucciones para estudiantes	25
Experimento 1: ¿Cómo funciona la pila de frutas o verduras?	
Experimento 2: ¿Qué función cumple cada parte en la pila de limones?	
Experimento 3: La pila de limones sin limones	
Experimento 4: Una pila que soporta mucha carga	
Experimento 5: Una pila profesional de zinc y cobre	
Secuencia didáctica 2: Las propiedades de las células solares - Tema: tensión, corriente y potencia	
Instrucciones para docentes	36
Instrucciones para estudiantes	43
Experimento 1: Conocimientos básicos de una célula solar	
Experimento 2: La intensidad de un cortocircuito y la tensión en vacío con la lámpara...	
Experimento 3: ¿Qué sucede al conectar las células solares en serie o en paralelo?	
Experimento 4: Intensidad y tensión en la conexión en serie y en paralelo de células solares	
Experimento 5: ¿Cómo se comportan las células solares conectadas en serie o en paralelo...?	
Secuencia didáctica 3: Las energías renovables - Tema: el sol, el agua y el viento	
Instrucciones para docentes	53
Instrucciones para estudiantes	59
Experimento 1: La energía eléctrica a partir de la energía de radiación de la luz	
Experimento 2: La energía eléctrica a partir de la fuerza del agua	
Experimento 3: La energía eléctrica a partir de la energía eólica	



NUEVAS MIRADAS SOBRE LA ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS

Enfoque STEM

La educación en ciencia, tecnología, ingeniería y matemática (STEM, por sus siglas en inglés), también identificada como “saberes coordinados y aprendizaje basado en problemas”, atrajo una atención creciente en la última década, en parte porque su adopción supone a corto y mediano plazo una transformación en las prácticas educativas y el desarrollo humano e integral de los estudiantes, y a largo plazo un impacto en el crecimiento social y económico de los países(*).

Es un derecho de los estudiantes acceder a los conocimientos conceptuales y procedimentales vinculados a la ciencia y la tecnología que les permitan desarrollarse como ciudadanos con capacidad de participación activa en sus comunidades, por lo que resulta un momento oportuno para potenciar la educación en STEM en las instituciones educativas.

Este enfoque se ha materializado en diferentes países, principalmente en los de gran desarrollo tecnológico e industrial, e incluye intervenciones en el aula a través de la implementación de estrategias didácticas innovadoras como la gamificación, el aprendizaje por indagación, la realidad virtual y aumentada, la robótica, la programación educativa, el aula invertida, entre otras; enmarcadas habitualmente dentro del trabajo por problemas o el aprendizaje basado en proyectos (ABP), siempre con una mirada multidisciplinaria.

Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP)

Se trata de una metodología pedagógica de enfoque constructivista que promueve el desarrollo de competencias mediante la resolución de problemas, desafíos o tareas significativas. Busca que los estudiantes asuman un rol activo y protagónico en su proceso de aprendizaje, integrando saberes de manera transdisciplinaria, especialmente en el marco de la educación con enfoque STEM.

En esta metodología, el rol docente se transforma: ya no se limita a transmitir contenidos, sino que propone situaciones problemáticas, reales o contextualizadas, que estimulan la investigación, el análisis, la creación y la colaboración. Así, el docente se convierte en un guía que acompaña y orienta, fomentando tanto habilidades disciplinares como metacognitivas, interpersonales y de gestión autónoma. Este nuevo escenario requiere de docentes con competencias y habilidades necesarias para centrar la enseñanza en los intereses de los educandos, dado que se espera que un estudiante formado bajo los principios de este enfoque no solo construya una mirada innovadora y de pensamiento crítico, sino que también sea capaz de desarrollar conexiones significativas entre la escuela, su comunidad, el trabajo y los problemas del mundo real. Por esta razón, resultan vitales los procesos formativos de actualización y capacitación docente, según lo indicado por la Organización de Estados Americanos (OEA).

(*) Freeman, B.; Marginson, S. y Tytler, R., “Widening and deepening the STEM effect”, en B. Freeman; S. Marginson y R. Tytler (eds.), *The Age of STEM: Educational policy and practice across the world in Science, Technology, Engineering and Mathematics*, Nueva York, Routledge, 2015, pp. 1-21.



Cambio climático en las aulas

Como vimos, el enfoque STEM tiene como objetivo el desarrollo integral de los estudiantes mediante una participación activa como ciudadanos, buscando generar a largo plazo un impacto en el desarrollo social y económico de los países a través del aporte de soluciones a problemáticas actuales, impulsadas por quienes serán nuestros futuros líderes.

Entre estas problemáticas, en la actualidad existe una necesidad urgente de actuar colectivamente para mitigar las consecuencias del cambio climático y adaptarse a los cambios inevitables. Muchas de estas situaciones exigen una ciudadanía informada y comprometida, y representan un reto considerable para los sistemas educativos.

Hoy en día, afrontar el cambio climático es una responsabilidad ineludible. Sus impactos, cada vez más visibles en la salud, la economía, los ecosistemas y las condiciones de vida, amenazan el bienestar de las generaciones presentes y futuras. Por eso, educar en esta temática no es solo necesario, sino estratégico: permite formar personas capaces de comprender la complejidad del problema, tomar decisiones informadas y participar en la construcción de soluciones sostenibles. La escuela, como espacio formativo clave, puede y debe convertirse en un motor de conciencia y acción climática.

La educación debe desempeñar un papel clave para garantizar que las generaciones más jóvenes dispongan de los conocimientos y aptitudes necesarias para comprender los problemas relacionados con el cambio climático, motivarlas a actuar y prepararlas para vivir en un mundo de cambios constantes. Para lograrlo, los docentes desempeñan un papel fundamental y es esencial que reciban apoyo suficiente para conocer, incluir e implementar eficazmente los temas principales de esta temática en el aula.

El **proyecto #EnergiaJoven (Youth Energy)** busca contribuir a la formación docente en este sentido, incorporando nuevos conocimientos, habilidades y enfoques pedagógicos en la enseñanza de los principales temas vinculados al cambio climático y una transición energética justa. Está orientado a estudiantes de nivel secundario técnico de ciclo básico, con el acompañamiento pedagógico de docentes de ciclo básico de nivel medio técnico.

También incluye la entrega de materiales didácticos a las escuelas secundarias participantes del proyecto, con el objetivo de incorporar estos nuevos conocimientos de forma experimental, despertando especial interés en los estudiantes y generando su motivación como potenciales agentes de cambio a favor de su comunidad.



INTRODUCCIÓN PEDAGÓGICO-DIDÁCTICA A LA EXPERIMENTACIÓN

Es bien sabido cuán importante es la experimentación en la enseñanza escolar de asignaturas científicas y técnicas. A pesar de ello, por lo general se realizan pocos experimentos. A veces faltan talleres o laboratorios; en otras ocasiones, falta el equipo, ya sea humano como material, y casi siempre no alcanza el tiempo. El esfuerzo requerido para preparar experimentos complicados es por lo general elevado; también para poner orden al finalizar. En el entorno escolar, caracterizado por el deseo de obtener un alto rendimiento, se prefiere dedicar ese tiempo a los ejercicios para el siguiente examen o para la siguiente prueba de calidad.

Por esta razón, esta guía de **Introducción a las Energías Renovables** pretende dar orientaciones para llevar a cabo ensayos de campo, es decir, de experimentación directa, que requieran poco esfuerzo. Hacer un experimento ya no será un evento puntual que demande mucho tiempo, sino parte integral del tiempo de aprendizaje.

Despertar el interés de los alumnos con temas de actualidad en proyectos transversales

Esta guía procura crear siempre un vínculo entre los experimentos y las aplicaciones en la industria y la economía y, en la medida de lo posible, también con la vida cotidiana de los alumnos. De esta forma, en base a los experimentos se abordan los grandes problemas a los que se enfrenta la Humanidad en la actualidad, en este caso, la transición hacia las energías renovables. Los docentes encontrarán indicaciones y sugerencias para ampliar las instrucciones de experimentación.

Abordar temas de actualidad social, como la transición hacia las energías regenerativas o renovables o la creciente escasez de materias primas, forma parte hoy de numerosos planes de estudio. No obstante, resulta difícil asignarlos a las disciplinas tradicionales, dado que, con frecuencia, estos temas tienen que ver tanto con la Física, la Química, la Biología o la Geografía. Esta guía ofrece una propuesta de experimentos pensada para proyectos educativos transversales.

El método inductivo-deductivo planteaba, desde una concepción de enseñanza tradicional, que el alumno pueda con el soporte del experimento determinar cuál es la ley física que subyace en el proceso y confirmar lo aprendido. Hoy aprender investigando y descubriendo, y el desarrollo de competencias y habilidades son los propósitos educativos que sustentan todos los organismos locales, nacionales e internacionales; por ello, en consonancia con una diversidad didáctica, esta guía brinda libertad a los docentes en forma intencionada, con un concepto didáctico general flexible y ameno.

Concepto didáctico flexible y rol docente

Aun cuando el papel de los docentes haya cambiado fuertemente en los últimos años, pasando de un concepto centrado en el profesor a uno centrado en el alumno, sin los docentes no es posible lograr la construcción de conocimiento.



Esta guía fue confeccionada con el objetivo de ayudar al alumno que investiga de forma autónoma a entender mejor el contexto de las Ciencias Naturales y de facilitar la tarea al docente para explicar de forma comprensible. Los especialistas en Pedagogía y Didáctica que colaboraron en el desarrollo de esta guía están convencidos de que un docente comprometido podrá identificar con acierto el método de enseñanza más adecuado para la situación, en función del diseño curricular vigente y del tiempo físico del cual disponga.

Experimentos para abordar un tema en clase

Los ensayos de esta guía no pretenden profundizar en toda una temática escolar completa, sino que buscan establecer una base sólida de motivación y aprendizaje práctico permitiendo que los alumnos se diviertan al experimentar, despierten su curiosidad y se sorprendan con los resultados obtenidos. Los experimentos fueron pensados de tal forma que, por lo general, pueden realizarse en forma rápida y fácil.

En la mayoría de los casos, los alumnos no estarán en condiciones de derivar una ley natural a partir de un experimento de 20 minutos, para la que científicos renombrados necesitaron años o décadas de investigación, pero siempre les resultará posible verificar lo ya aprendido y comprendido con ayuda de un experimento. Como saben los docentes, la aplicación exitosa del saber es la mejor motivación intrínseca para el aprendizaje. Por ello, esta guía contiene una serie de experimentos que requieren algunos conocimientos previos.

Esta guía permite una didáctica flexible y se enmarca en los propósitos actuales para la enseñanza: aprendizaje por competencias y habilidades. Por ello, al realizar en forma correcta los experimentos, se alcanzan los objetivos didácticos de aprendizaje de contenidos y desarrollo de competencias científicas, pues llevan a los alumnos a desarrollar, reconocer y responder cuestionamientos de forma autónoma. Esto se logra a partir del fomento de la autonomía para la investigación y su protocolo. Asimismo, la verificación de sospechas e hipótesis es algo que se puede aprender al planificar de forma independiente la investigación. Así, por ejemplo, cuando los alumnos evalúen valores de medición y analicen observaciones, estarán adquiriendo competencias de conocimiento para la investigación y la comparación. Los temas expuestos podrán ser explicados y profundizados desde un punto de vista transversal, incorporando temas de Física, Electroquímica o Bioquímica, por ejemplo.

Instrucciones de esta guía

El objetivo de las instrucciones es ayudar a realizar tanto la preparación como el experimento en sí, además del acompañamiento y seguimiento de las experiencias. Por eso, las instrucciones presentan dos formatos: uno destinado a los docentes y otro, a los alumnos. Este último contiene indicaciones prácticas sobre la observación, la evaluación, la verificación y la profundización en el tema más allá del experimento. En cambio, el instructivo para docentes es un breve resumen en el que se describe de qué forma y con qué fin puede ser utilizado el experimento, con indicaciones sobre cómo integrarlo en el diseño curricular. Con este fin, se hace una breve presentación del área disciplinar específica estableciendo también los conocimientos previos que deberían tener los alumnos, con el encuadre explicativo que articula con el diseño curricular vigente y opciones para profundizar en el tema a abordar. Además, se incluye una lista de instrumentos y materiales necesarios para cada experimento.



INDICACIONES GENERALES

La presente guía de **Introducción a las Energías Renovables** comprende 3 secuencias didácticas compuestas por un total de 13 experimentos, que siguen una trayectoria de aprendizaje sugerida para que los docentes y referentes puedan utilizar en la implementación de enseñanzas vinculadas a la introducción de las energías renovables.

Advertencias de seguridad

ATENCIÓN: en cada experimento, se establecerán de esta manera (con color rojo) las indicaciones de seguridad específicas. El acompañamiento de docentes y educadores durante el desarrollo de todas las experiencias propuestas en este kit didáctico será esencial para evitar contratiempos y minimizar los riesgos indicados en cada caso.

Sobre las cantidades

A veces puede resultar difícil dar una indicación exacta de las cantidades al no disponer, para los experimentos sencillos, de una balanza, un recipiente medidor o una pipeta. Es más fácil dar indicaciones sobre el volumen de los líquidos, dado que con los vasos de 100 ml es posible transmitir instrucciones precisas. En cambio, resulta más complicada la dosificación de cantidades más pequeñas de polvos sólidos, como por ejemplo de ácido cítrico. Con el mango de una cucharita de café se pueden dosificar fácilmente pequeñas cantidades y entender el significado de una pizca o una punta de una cucharita de café (Fig. 1), por ejemplo.



Fig. 1: Una pizca o punta de una cucharita de café de ácido cítrico.

Cables de medición y unión

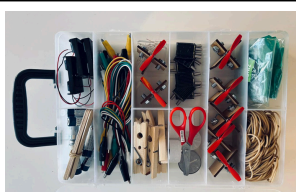
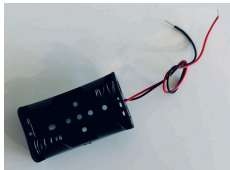
Los cables de medición y unión pueden presentar un falso contacto y/o roturas, por lo que se invita a los docentes y alumnos a comprobarlo con el multímetro digital. La conductividad de los cables se comprueba con el modo “medición de la resistencia”. En caso de presentar problemas con las tapas de plástico de las pinzas cocodrilo, se pueden quitar hacia atrás.

Resistencia eléctrica de los diodos LED y el motor

Los diodos LED y los motores utilizados en los experimentos de esta guía pueden romperse si se exponen a tensiones o corrientes demasiado altas (por ejemplo, si se conectan directamente a una batería de 9 V). Se ruega prestar atención a los valores de referencia indicados en la lista de materiales y llamar la atención a los alumnos respecto del peligro que produce el calentamiento excesivo, ya que puede quemar los diodos o motores.



LISTA DE MATERIALES DEL KIT

		
• Caja organizadora con subdivisiones x1		
• Ácido cítrico x1 • Bandas elásticas 100 g x1 • Block de cartulinas negras Nº 5 (20 cartulinas) x1 • Broches de madera x8 • Cargador de pilas + adaptador de pared USB x1 • Cinta adhesiva x1 • Clavos de cobre x16 • Clavos de hierro x16 • Clavos de zinc x16 • Frascos 100 ml con tapa x8 (símil los de orina) • Hélice chica encastrable x1 • Jeringa 60 ml x3 • Lámpara halógena 42 W E27 x2 • LED rojos x11 • Multímetro digital con sus cables de medición x1 • Pilas AA recargables x8 • Recipientes contenedores (tuppers) cúbicos x2 • Rollo de papel aluminio x1 • Sal de mesa 500 g x1 • Servilletas pack x50 • Sulfato de cobre x1 • Tablitas baja lengua x10 • Tijera x1 • Velitas x5 • Zapatillas/alargues x2	• Cables con pinza cocodrilo x32	
	• Células solares x8	
	• Hélices chicas con motor y base x8	
	• Hélice grande x1	
	• Motor redondo x1	
	• Portalámpara adaptador x5	
	• Portapilas x4	



PRINCIPALES SÍMBOLOS UTILIZADOS EN LOS ESQUEMAS DE CONEXIÓN

Aparato	Símbolo de conexión	Observaciones especiales
Voltímetro o Medición de la tensión		El multímetro digital se convierte en un voltímetro al seleccionar las funciones de medición de corriente continua o alterna en milivoltios o voltios.
Amperímetro o Medición de la Intensidad		El multímetro digital se convierte en un amperímetro al seleccionar las funciones de corriente continua o alterna en miliamperios o amperios.
Diodo luminoso		la patita corta es el polo negativo, la patita larga es el polo positivo.
Motor		En general, el polo positivo se define de forma que, al aplicar tensión continua, el motor gire en el sentido de las agujas del reloj.
Célula solar		Al ser un componente plano, la célula solar tiene un símbolo de conexión propio, diferente del diodo fotovoltaico. Prestar atención para evitar confusiones.
Acumulador, pila		—
Resistencia		—
Potenciómetro		Resistencia variable: es posible regular la resistencia a través de un contacto variable corredizo.
Condensador		Condensador de pequeña capacidad; aquí no es importante la polaridad.
Condensador electrolítico		Para los condensadores de gran capacidad se utilizan electrolitos. Por ello, es importante la polaridad, ya que pueden romperse en caso de ser la equivocada.
Foco eléctrico		—



CURSO INTRODUCTORIO: MEDICIONES ELÉCTRICAS Y CONEXIONES

Multímetro digital

En este apartado, se indican reglas y consejos para la correcta utilización del multímetro digital incluido en este kit. Este aparato se usa para medir la tensión o la corriente eléctrica:

- Medición de la tensión: con el multímetro digital y el juego de cables de medición suministrados en este kit de experimentación solo se pueden medir tensiones pequeñas de hasta 25 voltios.
- Medición de la corriente eléctrica: tanto en el intervalo de 200 mA como en el de 10 A, no se pueden medir corrientes superiores.

ATENCIÓN: el multímetro digital solo puede ser utilizado según las instrucciones del experimento y las que brinde el docente oportunamente. Si no se respetan las instrucciones, se puede dañar el aparato y su incorrecta utilización puede resultar perjudicial para la salud. Proteger el aparato de la humedad, las salpicaduras y el calor, solo debe utilizarse en ambientes limpios y secos. No dejar caer el multímetro digital ni someterlo a una fuerte carga mecánica. Nunca abrir el multímetro digital sin las indicaciones del docente.

En la Fig. 2 se presentan las partes del multímetro digital que se incluye en este kit de experimentación.

1. Visualizador o *display* LCD. En él se indican los valores de medición.
2. Conmutador giratorio: ON/OFF y selección del tipo y del intervalo de medición.
3. Toma de entrada de la intensidad 10 A (superior a 200 mA).
4. Toma de entrada de la tensión (V), la resistencia (Ω) y la intensidad hasta 200 mA (A). Corresponde al polo positivo (conectar con el cable de medición rojo).
5. COM ("common"): toma de entrada general. Corresponde al polo negativo (conectar con el cable de medición negro).



Fig. 2: partes del multímetro digital.



A continuación, se detallan ejercicios sencillos para realizar con el multímetro digital.

1. Colocar la pila alcalina

Antes de comenzar, desconectar el aparato y colocar el conmutador giratorio en la posición "OFF".

Abrir la tapa posterior con un destornillador estrella y colocar la pila como se muestra en la imagen (Fig. 3, a).

Al cerrar la tapa posterior, hay que procurar que no se apriete el cable de conexión de la pila. En este caso no hay que forzarlo para poder atornillarlo, sino que primero se debe guardar correctamente el cable de la pila debajo de ella (Fig. 3, b).

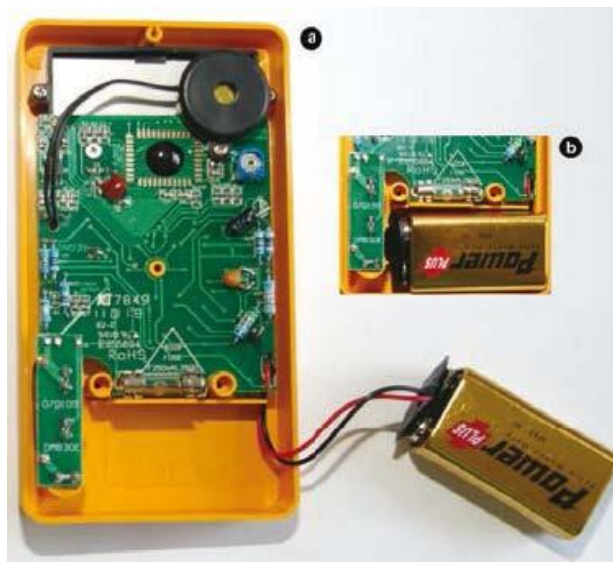


Fig. 3 (a, b): colocación de la pila alcalina.

2. Encender y apagar el multímetro

Para encender el multímetro, girar el conmutador de la posición "OFF" a la función de medición deseada. Para apagarlo, volver a ponerlo en la posición "OFF". Se recomienda apagar el aparato luego de finalizar cada experiencia, de esa manera se evita gastar la pila en forma innecesaria.

3. Seleccionar el tipo o función de medición

Se pueden medir las siguientes magnitudes eléctricas (Fig. 4):

- a) Corriente continua, seleccionando el intervalo de 20 V.
- b) Corriente alterna, seleccionando el intervalo de 200 V.
- c) Corriente continua (hasta 200 mA), seleccionando el intervalo de 200 mA.
- d) Corriente continua (hasta 10 A).
- e) Resistencia, seleccionando el intervalo de 2.000 Ohm.

Es necesario considerar que el *display* mostrará un "1" (uno) cuando la resistencia sea superior al intervalo de medición elegido.

ATENCIÓN: al cambiar de función de medición, por ejemplo, si se desea cambiar de "medición de la resistencia" a "medición de la tensión continua", siempre hay que quitar el cable de medición del objeto que se quiere medir. De no ser así, el aparato o el objeto de medición podrían ser perjudicados. Solo sería seguro si por ejemplo se cambia directamente de "tensión continua" a "OFF" y luego a "corriente continua".

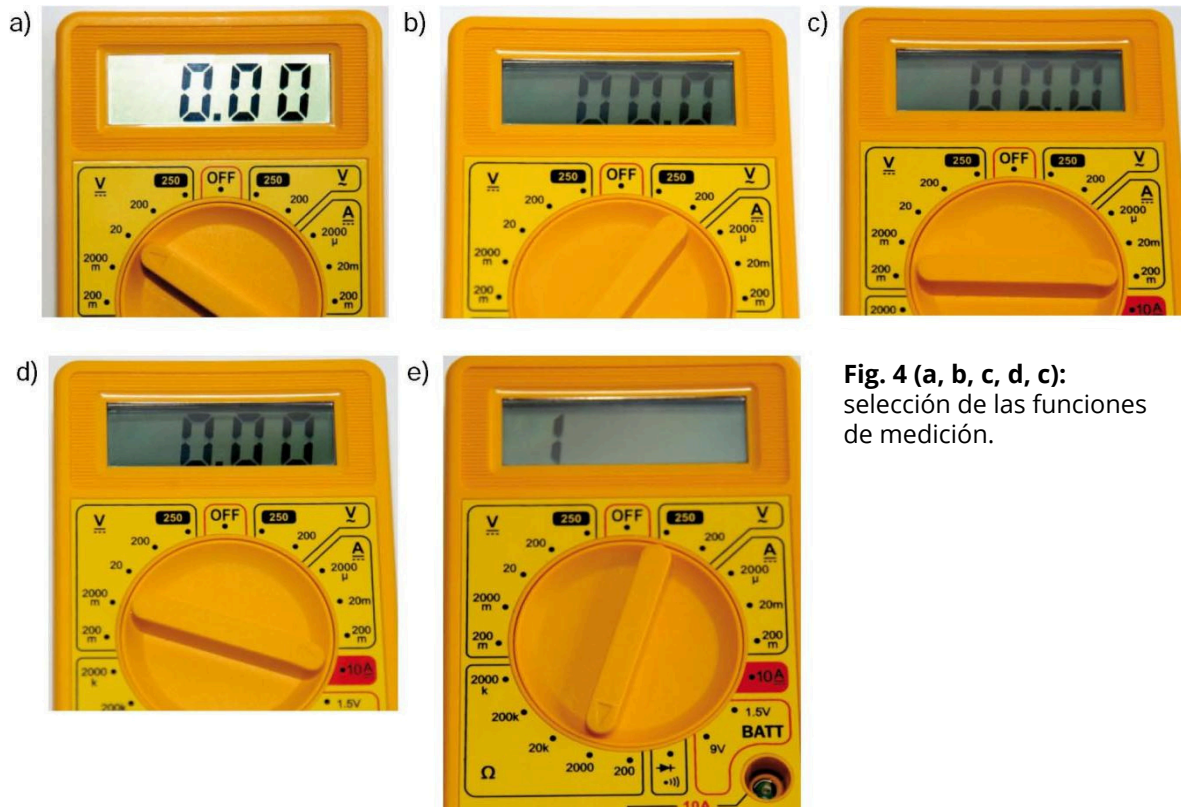


Fig. 4 (a, b, c, d, e): selección de las funciones de medición.

4. Conectar correctamente los cables de medición

El cable de medición negro siempre debe ser conectado a COM (Fig. 5), es decir, el cable negro se conecta siempre al polo negativo del circuito de medición.

La toma con la mención "V Ω mA" es la toma de entrada para el cable de medición rojo (Fig. 5), destinado a realizar todas las mediciones de tensión, resistencia y corriente (excepto 10 A). Así, el cable rojo siempre debe ser conectado al polo positivo del circuito de medición.

La toma que figura con "10A" es la toma de entrada para el cable rojo específicamente destinado a medir corrientes elevadas, este siempre debe ser conectado al polo positivo del circuito de medición.

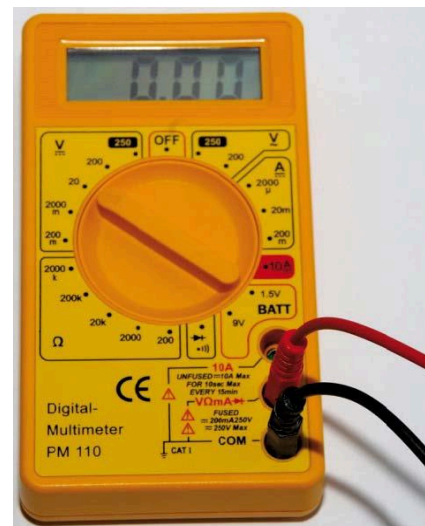


Fig. 5: correcta conexión de los cables de medición al multímetro.

A continuación se presentan resumidas dichas reglas de conexión:

TOMA	CABLES	POLO
COM V	negro	negativo
Ω mA	rojo	positivo



5. Verificación de la conexión correcta con pila, batería o célula solar

Una vez realizada la conexión, se deberá comprobar el cumplimiento de las reglas para una correcta conexión mediante una pila, batería o célula solar. Para ello, colocar el conmutador giratorio en corriente continua y elegir el intervalo de 20 V al utilizar por ejemplo una pila de 9 V. Luego, conectar correctamente los cables de medición al multímetro digital (el cable negro conectado a "COM", el cable rojo conectado a "V Ω mA").

Para el siguiente paso de conexión, primero, realizar la **validación de la forma incorrecta de conexión** (Fig. 6): conectar el cable de medición rojo al polo negativo y el cable negro al polo positivo de la pila. En el *display* aparecerá una tensión negativa. Finalmente, realizar la **conexión correctamente** (Fig. 7): conectar el cable de medición negro al polo negativo y el rojo al polo positivo de la pila. En el *display* aparecerá ahora una tensión positiva.

En el caso de utilizar una célula solar, cuando se conecta el polo positivo de la célula solar al cable rojo y el polo negativo al cable negro, aparecerá la indicación de una tensión positiva, indicando una correcta conexión (Fig. 8).

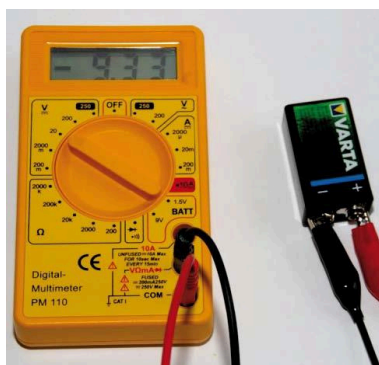


Fig. 6: conexión **incorrecta** al multímetro digital. En el *display* aparece una tensión negativa.

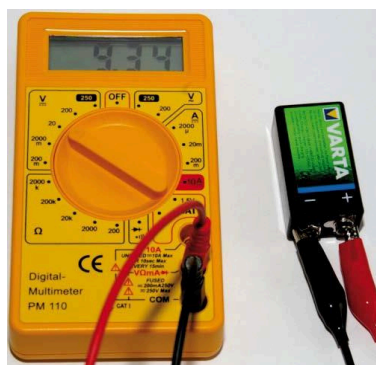


Fig. 7: conexión **correcta** al multímetro digital. En el *display* aparece una tensión positiva.

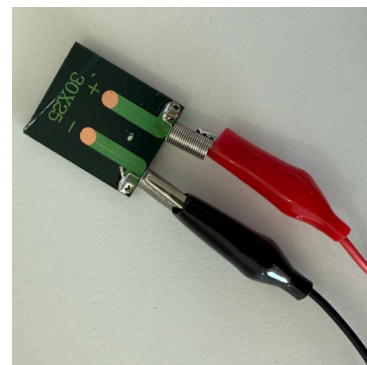


Fig. 8: conexión correcta de la célula solar.

6. Elegir el intervalo de medición

Si se desconoce el valor de la magnitud a medir, siempre conviene seleccionar primero el intervalo más elevado. Así, en el caso de corriente continua, como por ejemplo 250 V, ajustar el intervalo de medición de arriba hacia abajo para aproximarse así al valor de medición. El ajuste óptimo será visualizado en la resolución máxima del valor de medición.

En el caso de una pila de 9 V, tal como vemos en la imagen de ejemplo (Fig. 9), la selección menos óptima sería 250 V (Fig. 9, a), mejora con 200 V (Fig. 9, b) y resulta óptima con 20 V (Fig. 9, c), que resulta la mejor selección.

En caso de seleccionar 2000 mV o 2 V para una pila de 9 V, el resultado se mostraría como "incorrecto" (Fig. 9, d) y se mostrará con la indicación "1", que significa "overflow" (sobrecarga). Por esa razón, se recomienda comenzar la selección con el valor más alto (elevado), el cual garantiza que se preserve el fusible del aparato, evitando su destrucción.

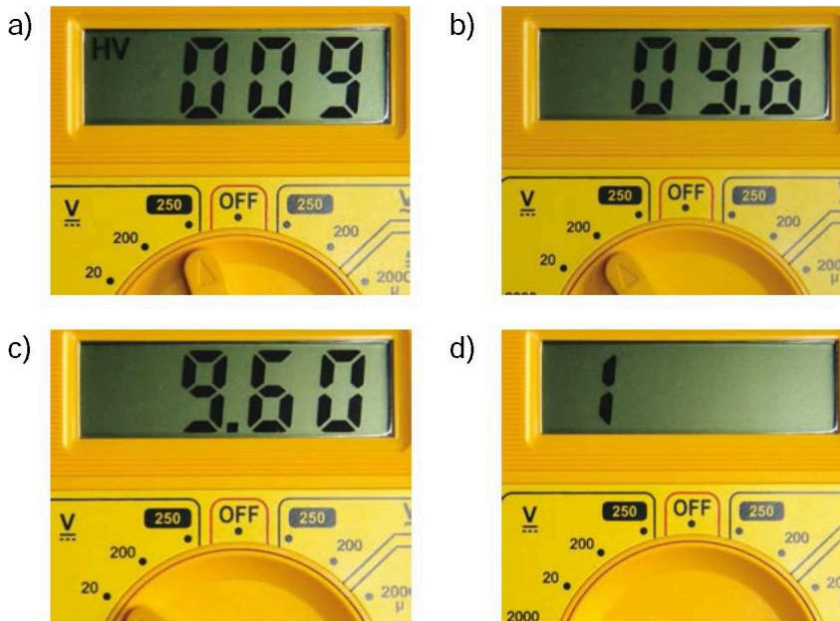


Fig. 9: selección óptima del intervalo de medición según el ejemplo de una pila de 9 V.

Determinación de un polo desconocido de fuentes de corriente o tensión

Las reglas descriptas respecto a la forma de conectar los cables de medición al multímetro y al objeto a medir parecen arbitrarias. ¿Se podrían definir en forma inversa sin ningún problema? La respuesta es NO, porque al respetar estas reglas se puede determinar la polaridad de las fuentes de corriente y tensión cuando se las desconoce.

Conocer la polaridad de las fuentes de corriente y tensión es muy importante, porque muchos componentes eléctricos no funcionan si se conectan a los polos equivocados. Los LED, por ejemplo, no se encenderán en este caso; los acumuladores y los condensadores electrolíticos no se cargarán si se conectan al polo equivocado o incluso pueden romperse.

Si, por ejemplo, se quiere utilizar un motor eléctrico como generador para cargar un condensador electrolítico o una célula electroquímica, es necesario saber qué alambre de conexión es el polo positivo y cuál es el negativo. En el ejemplo de la imagen (Fig. 10), en una rotación a la derecha, el multímetro indicará una tensión positiva, entonces se sabrá que el borne de conexión rojo del motor es el polo positivo al girar en este sentido.

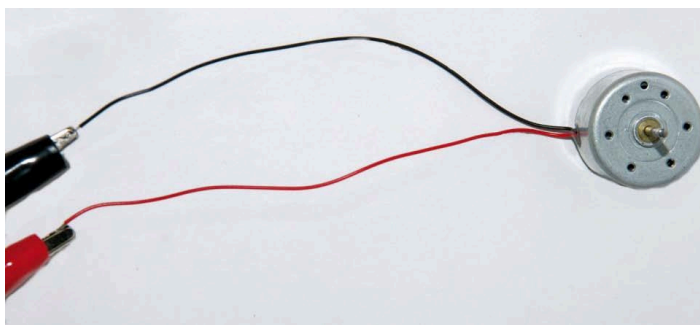


Fig. 10: conexión para usar un motor eléctrico (redondo) como generador en el sentido de las agujas del reloj.



Circuitos para mediciones eléctricas sencillas

A continuación, se presentan algunas cuestiones a tener en cuenta en las mediciones eléctricas sencillas, en la medida y la profundidad necesarias para poder trabajar con el kit de experimentación.

Medición de la tensión en un circuito eléctrico

En general, la regla es que el aparato de medición siempre se conecta en paralelo a la fuente de tensión o al objeto a medir. El cable rojo se conecta al polo positivo y el negro al negativo del objeto de medición.

Medición de la tensión en vacío de una fuente de corriente

En este caso, el aparato de medición es la única carga. La resistencia interna del aparato de medición, es decir, la resistencia de carga, es extremadamente alta tratándose de una medición de tensión (en multímetros digitales de hasta 20 MOhm). La resistencia interna de la fuente de tensión (en nuestro ejemplo, una pila o acumulador) es por consiguiente baja en comparación con la resistencia de carga. Por eso, en el circuito eléctrico casi no pasa la corriente de carga ("en vacío") por el multímetro digital. Por esta razón, en la fuente de tensión sin carga se mide la tensión en vacío (Fig. 11).

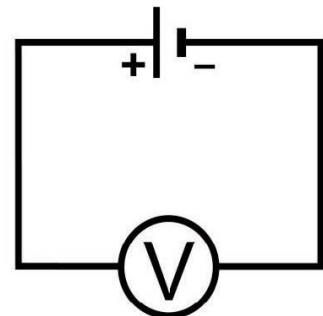


Fig. 11: esquema del circuito eléctrico para la medición de la tensión en vacío.

Medición de la tensión bajo carga

En este circuito pasa una corriente por la carga (un foco). La tensión medida es menor a la tensión en vacío en función de la resistencia interna de la fuente de tensión en comparación con la resistencia de carga (Fig. 12).

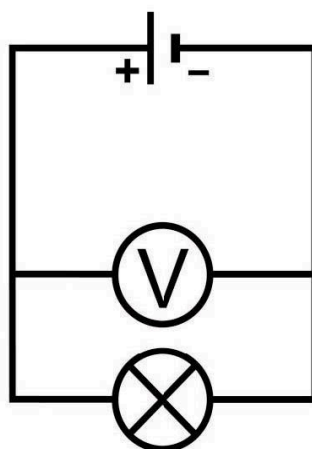


Fig. 12: esquema para la medición de tensión en un circuito con una carga.



Medición de la tensión en redes con diferentes ramales

En caso de que en un circuito eléctrico haya varias “cargas” conectadas una tras otra (conexión en serie), se divide la tensión. Esta puede ser medida como tensión total (en la Fig. 13: V1), en paralelo a la fuente de tensión, o como tensión parcial en cada resistencia de carga (en la Fig. 13: V2, V3, V4).

Medición de la intensidad en un circuito eléctrico

En general, la regla es que el aparato de medición siempre se conecta en serie a la carga o al objeto a medir. El cable rojo se conecta al polo positivo y el cable negro al polo negativo del objeto de medición.

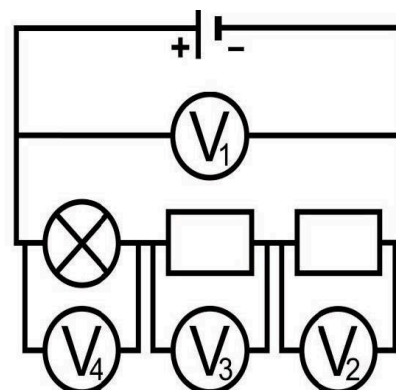


Fig. 13: esquema para la medición de tensión en un circuito con varias cargas.

Medición de la corriente de cortocircuito de una fuente de corriente

El multímetro digital tiene una resistencia baja al medir la corriente, así que la resistencia de carga es a la vez baja. En este caso, el aparato de medición es la única carga. La resistencia interna de la fuente de corriente (en nuestro ejemplo, una pila o acumulador) es por consiguiente relativamente alta en comparación con la resistencia de carga. Por ello, la conexión al multímetro digital tiene un efecto como el de un cortocircuito. La intensidad es, por lo general, mayor que cuando pasa la corriente por una carga normal (Fig. 14).

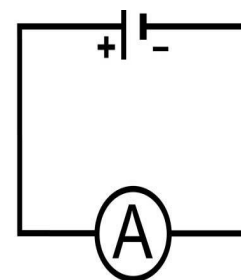


Fig. 14: esquema del circuito eléctrico para la medición de la corriente de cortocircuito.

ATENCIÓN: la corriente de cortocircuito nunca debe ser medida tratándose de acumuladores o pilas, dado que puede hacer que se rompan los acumuladores, las pilas y el aparato de medición. Por esta razón, el estado de carga de un acumulador o de una pila solo puede ser determinado a partir de la medición de la tensión y no de la corriente.

Medición del paso de corriente por una “carga”

Si se quiere medir el paso de corriente por una carga, se debe conectar el aparato de medición en serie con el objeto de medición.

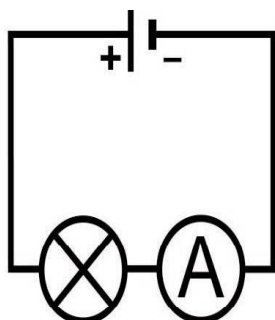


Fig. 15: esquema para la medición de corriente en un consumidor.



Medición del paso de la corriente en conexiones con diferentes ramales

Si se quiere medir el paso de corriente por varias cargas, se debe conectar el aparato de medición en serie con cada objeto de medición conectado en paralelo a la fuente de corriente, ya que por la fuente pasan las diferentes corrientes (en la imagen del ejemplo, Fig. 16, serían I_1 , I_2 e I_3). Por los objetos de medición conectados en serie (en nuestro ejemplo, dos focos) pasa la misma corriente (en nuestro caso, I_3), por lo que es suficiente con un aparato de medición común (la corriente total en este caso resulta de la suma de I_1 , I_2 e I_3).

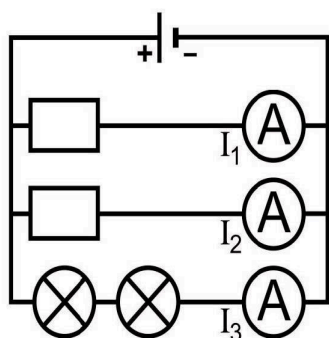


Fig. 16: esquema para la medición de corriente en un circuito con varios consumidores.

Medición directa de la resistencia

En general, la regla es que el aparato de medición se conecta en paralelo a la resistencia. Para determinar la resistencia, el multímetro digital aplica una tensión a la resistencia (U) y mide la corriente que pasa por ella (I). A partir de la fórmula $R = U / I$, el aparato de medición calcula en forma automática la resistencia y la indica en el *display*.

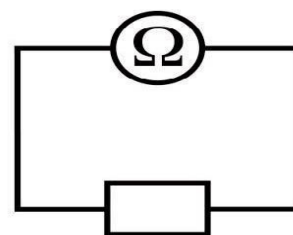


Fig. 17: esquema para la medición de una resistencia individual.

ATENCIÓN: las resistencias individuales nunca deben ser medidas en circuitos complejos. En caso de que en ese circuito complejo todavía haya tensiones en alguna parte (por ejemplo, debido a unos condensadores que no estén descargados), pueden producirse errores en la medición e incluso se puede dañar el aparato. Tampoco es conveniente medir resistencias en circuitos complejos en caso de que haya otras resistencias conectadas en paralelo con la que se quiera medir, porque no se medirá la individual sino el valor de resistencia de la combinación de varias de ellas.

Medición indirecta de la resistencia a partir de la tensión y la corriente

Para determinar la resistencia, se la conecta a una fuente de tensión (aquí, un acumulador o una pila) y se mide la tensión aplicada y la corriente que pasa por ella. A partir de U/I se calcula entonces la resistencia.

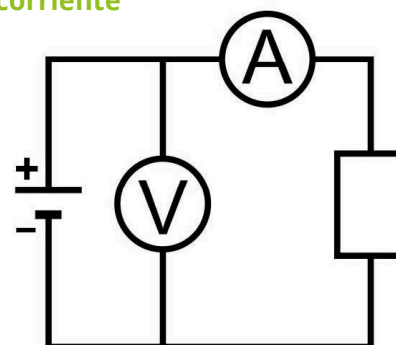


Fig. 18: esquema de medición de la resistencia de forma indirecta, midiendo la corriente y la tensión.



Evitar cortocircuitos al construir los circuitos eléctricos

El cableado con pinzas cocodrilo permite hacer conexiones rápidamente, pero es plausible de tener fallos. Por esta razón, hay que trabajar con mucho cuidado.

ATENCIÓN: existe peligro de **cortocircuito** en caso de que los bornes de conexión estén muy próximos (Fig. 19), como por ejemplo en la célula solar. Para evitarlo, hay que prestar atención a que las pinzas cocodrilo de los dos cables de conexión no se toquen entre sí (Fig. 20).



Fig. 19: las pinzas cocodrilo se tocan, por lo que se produce un **cortocircuito**.



Fig. 20: distancia **segura**: las pinzas cocodrilo no se pueden tocar, incluso si se mueven los cables.

Colocar los cables de manera segura en una conexión en paralelo

En caso de que se coloquen demasiadas pinzas cocodrilo en un borne de conexión (por ejemplo, en las células solares), es muy probable que se produzca un **cortocircuito** o un falso contacto. Aquí es conveniente conectar cada célula solar por separado a un par de cables y realizar la conexión en paralelo a través de los puntos de cruce de los otros extremos de los cables.

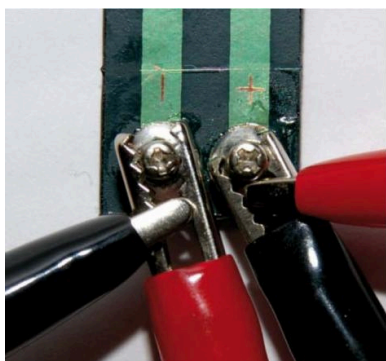


Fig. 21: disposición incorrecta, ya que hay demasiadas pinzas en el borne de un aparato.

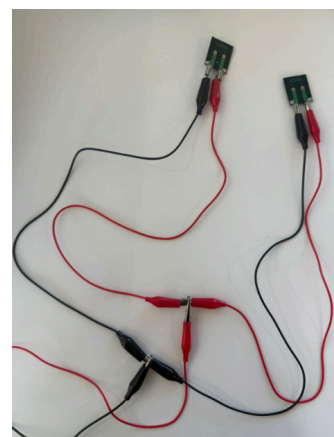


Fig. 22: disposición correcta de un cableado seguro en conexión en paralelo. Las dos células solares se conectan a través del punto de cruce de los cables en paralelo.

Uso de pilas y acumuladores

Los acumuladores deben ser recargados inmediatamente después de ser utilizados o si no han sido utilizados por un tiempo prolongado. Las pilas y los acumuladores no deben ser tirados a la basura normal, deben ser recolectados para su correcto descarte y reciclado según las normativas de cada lugar.

ATENCIÓN: las pilas y los acumuladores no deben cortocircuitarse nunca. En un cortocircuito pasa, durante unos instantes, corriente de varios amperios (tratándose de pilas alcalinas de manganeso, por ejemplo, de hasta 80 A). Se puede descargar por completo y romperse la pila o el acumulador, o incluso puede producirse una **explosión** y prenderse fuego. Si se calienta el acumulador también puede producirse una explosión.



SECUENCIA DIDÁCTICA 1: LOS LIMONES Y OTRAS PILAS

Tema: la electricidad a partir de la energía química

INSTRUCCIONES PARA DOCENTES

Esta secuencia didáctica presenta 5 experimentos. El docente podrá elegir entre realizarlos todos en orden o elegir algunos, según el grado de profundidad que busque para sus objetivos de enseñanza. La secuencia comienza con conocimientos básicos acerca del fenómeno de la “célula electroquímica” sobre la base de pilas simples de frutas o verduras para concluir con la construcción de potentes acumuladores y pilas. De esta forma, se puede abordar el tema de la electroquímica, así como aplicar en la práctica los conocimientos sobre las reacciones de reducción y oxidación. El docente observará la curiosidad y sorpresa que genera en los alumnos la realización de la experiencia, y buscará la comprensión y explicación del fenómeno reproducido para formular conclusiones a partir de una contextualización causal.

ATENCIÓN: el multímetro incluido en el kit debe compartirse entre los grupos durante los experimentos o se puede disponer de equipos adicionales.

Pregunta central de la secuencia didáctica

Las pilas desempeñan un papel importante en la vida cotidiana, altamente tecnificada. Sin ellas no funcionan el teléfono celular, el reproductor de música, la linterna, etc. El objetivo consiste en determinar de dónde proviene la energía eléctrica generada de forma química. En el caso más simple, proviene de la combinación de dos metales. El punto de partida es el popular experimento con la pila de limones; aquí se le quitará la “magia”, de forma que los alumnos después de realizar todos los experimentos puedan comprender en forma básica cómo funcionan las pilas químicas.

Se aprenderá a distinguir entre metales nobles y comunes, la importancia de electrolitos y cuál es la estructura de un circuito eléctrico en las medio células combinadas. Siguiendo pautas de trabajo científicas tienen la posibilidad de variar en forma sistemática el experimento captando los principios subyacentes para comprender de dónde proviene la energía eléctrica producida.

Temas

El acumulador - La pila - La serie de tensión electroquímica de los metales - El electrolito - La producción de energía en las reacciones químicas - La media célula en la electroquímica - Las soluciones alcalinas - Las reacciones de reducción y oxidación - Las soluciones salinas - Los ácidos - El separador - La conexión en serie - La tensión - La intensidad - La fuerza de las reacciones químicas - El hidrógeno



Integrar los experimentos en el contexto educativo

La serie de tensión electroquímica de los metales será un elemento fundamental para entender de forma científica algunos fenómenos importantes en nuestras vidas. Una de sus principales aplicaciones prácticas implica aprovechar las diferencias electroquímicas de los metales en las pilas. En estos experimentos se buscará la profundización de los conocimientos relativos a los procesos de reducción y oxidación, en los que se ceden y absorben electrones, y el aprovechamiento de la energía liberada. Se recomienda que los alumnos posean conocimientos previos sobre electricidad. En particular, deberían conocer los principios subyacentes de la conexión en serie y en paralelo.

Los procesos de reducción y oxidación que tienen lugar en las pilas forman parte de los trayectos disciplinares de estudiantes de nivel secundario técnico de ciclo básico. En todo momento se puede ampliar y profundizar hasta llegar al nivel de las partículas y de la transferencia de electrones. Si bien las pilas generalmente son consideradas un tema a tratar en la asignatura de Química, los acumuladores modernos son en igual medida objetos de interés para la Física. Por esta razón, el tema se puede abordar en forma transversal e interdisciplinaria.

Objetivos

Que los alumnos adquieran los conocimientos para...

- Comprender la fuerza de accionar que tienen las reacciones químicas (el potencial eléctrico, la fuerza electromotriz).
- Reconocer la naturaleza noble o común de los metales como parámetro de su reactividad y su potencial como suministradores de energía.
- Aprender los conceptos de “reacción química” y “producción de energía en las reacciones químicas”.
- Aprender a analizar un fenómeno aplicando el método científico, a través de la variación sistemática de diferentes factores individuales.

Indicaciones generales de los experimentos de la secuencia didáctica 1

Experimento 1: ¿Cómo funciona la pila de frutas o verduras?

Consiste en construir una pila de frutas o verduras con cobre y zinc para poner a prueba su potencia. Según la fruta o verdura utilizada, y el estado de oxidación de los electrodos, la potencia de la pila de la fruta o verdura podría ser demasiado baja para que se prenda el diodo LED. Así, si el diodo LED con la pila de fruta o verdura conectada no se prendiera, no necesariamente significará que haya un error. Podría ser que la pila utilizada en el mejor de los casos no suministre más de 1,1 V y el LED utilizado en la comprobación solo se prende a partir de una tensión mínima de aproximadamente 1,7 V. Los alumnos notarán que el LED sí se prenderá al utilizar varias pilas de fruta y verdura conectadas en serie. En el mismo sentido, la potencia de la pila de la fruta o verdura conectada también será demasiado baja como para accionar un motor eléctrico, por lo que solo será factible el experimento con un pequeño motor solar. Esto supone para el docente una buena oportunidad de hablar con los alumnos sobre el rendimiento y la eficiencia de las fuentes de electricidad.



La potencia demasiado baja de la pila de fruta o verdura se debe, en parte, a que la superficie de los clavos o electrodos es demasiado pequeña. De ese modo, la resistencia interna puede presentarse demasiado grande o la intensidad ser demasiado baja. Al conectar el motor solar, se cae la tensión de nuestra pila. Pero la baja potencia no solo se debe a la pequeña superficie de los electrodos, sino también a la falta de iones de cobre en el electrodo.

Experimento 2: ¿Qué función cumple cada parte en la pila de limones?

En un primer paso varían las condiciones experimentales, se intercambian los metales y la fruta o la verdura como conductores de forma sistemática. El objetivo será que los alumnos saquen como primera conclusión la noción de que siempre tiene que haber diferentes metales que se combinen entre sí, de forma que la corriente eléctrica no salga del limón y que el medio conductor se pueda sustituir. Solo si se utilizan dos metales diferentes se creará una tensión. La solución salina (una solución de iones) en la fruta o la verdura establecerá a modo de electrolito la conexión necesaria entre los clavos de metal (los electrodos): así se cierra el circuito eléctrico.

Experimento 3: La pila de limones sin limones

En la pila de limones sin limones cambia el electrolito. El experimento con el ácido cítrico crea la impresión de que depende de una fruta determinada o incluso del ácido. Al utilizar con éxito la sal de mesa se debe recurrir a un medio acuoso en el que los iones estén sueltos. De esta forma, la función del electrolito es cerrar el circuito eléctrico mediante la conducción de iones.

Experimento 4: Una pila que soporta mucha carga

La pila de cobre (Cu) y zinc (Zn) con fruta o verdura, como con ácido o con salmuera, es una célula de hidrógeno (H) y zinc. Con la media célula de cobre el electrodo queda inmerso en una solución de Cu. En realidad, en el lado del cobre solo quedan trazas de Cu disueltas, de forma que al someter el electrodo de cobre a una pequeña carga ya no se separa cobre sino hidrógeno (del H del electrolito). En nuestro experimento, al sustituir la sal de mesa por sulfato de cobre, se consigue que el electrodo de cobre pase de ser un electrodo de hidrógeno a una verdadera media célula de cobre.

Este experimento se puede utilizar para definir los primeros referentes de la serie de tensión de los metales sobre la base de los valores de medición obtenidos en la experiencia. Sin embargo, no se puede esperar una coincidencia demasiado buena con los valores científicos de la tabla. También la normalización en el electrodo estándar de hidrógeno tiene que producirse en otro lugar. Si se les indica a los alumnos que los valores de la serie de tensión de los metales están fijados en concentraciones normales, es decir, que la tensión depende de la concentración, no hay más contradicción con los valores determinados por ellos. Por cierto, el docente podrá apoyarse en algo sabido por todos: cuanto más gastada esté una pila común, tanto menor será la tensión.



Experimento 5: Una pila profesional de zinc y cobre

Como se vio en el experimento 4, la tensión y la corriente bajan rápidamente si se exponen a una carga. Para evitarlo hay que separar, como en todas las pilas y los acumuladores comercializados, los espacios de electrolitos de ambos electrodos mediante un separador (una membrana parcialmente permeable). De esta forma, se evita una mezcla y así un cortocircuito interno. Al respecto, los alumnos pueden construir para finalizar una pila Daniell. Aun cuando se utilice solo una servilleta como separador, se verá claramente el principio subyacente. Hoy en día, en la técnica se suele usar por lo general una lámina plástica con un tamaño definido de los poros, de forma que los iones necesarios para el circuito eléctrico interno (por ejemplo, el cloruro o sulfato) puedan pasar, pero no los iones de metal.

Finalmente, se buscará conectar los experimentos y todo lo estudiado con la pila de limones del experimento 2. Se puede reconocer que allí las membranas celulares de las células vegetales fungen como separadores. Según los conocimientos previos de los alumnos, se debería plantear al final la ecuación escrita o la fórmula para las células electroquímicas y las reacciones que tienen lugar en ellas.

Variantes de ejecución y metodología de trabajo

Todos los experimentos pueden ser realizados de forma individual o en pequeños grupos. Al variar los metales, así como en los experimentos de larga duración el trabajo en equipo es una ventaja. Esto vale siempre que se pretenda extraer conclusiones a partir de constataciones. En estas situaciones suele dar buenos resultados el método 1-2-4-todos, en el que primero cada alumno aclara las conclusiones que saca y luego las comenta con un par. A continuación, en un grupo de 4 integrantes se ponen de acuerdo y obtienen una explicación que escriben o presentan a toda la clase (1-2-4-todos).

En todos los experimentos se observan valores de medición que pueden variar mucho. Esto se debe a los numerosos factores distorsionantes, como el contenido diferente de agua o ácido en las frutas, las propiedades de la superficie del metal, los contactos entre el metal y el gancho, etc. La profundización en los procesos a nivel de partículas debe hacerse en función del grupo de aprendizaje. La base de un examen en profundidad es el concepto de los iones, incluyendo el conocimiento de que los iones en todas sus propiedades se diferencian de los átomos correspondientes porque llevan una carga.

A fin de destacar la importancia de las pilas comunes se pueden utilizar también otras cargas (por ejemplo, un reloj). Si se requiere una tensión más alta pueden combinarse varias pilas Daniell. Mediante una conexión en serie se logra de esta forma aproximadamente + 1 V (se debe tener cuidado de no pasarse de 10 V). Una variante interesante es la así llamada *pila voltaica*, en la que se combinan varias placas de metal de forma vertical.

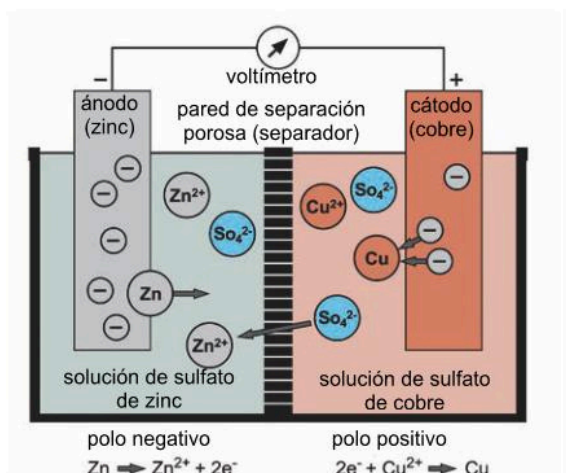


Fig. 23: la célula electroquímica sobre la base del ejemplo de zinc y cobre (la pila Daniell).

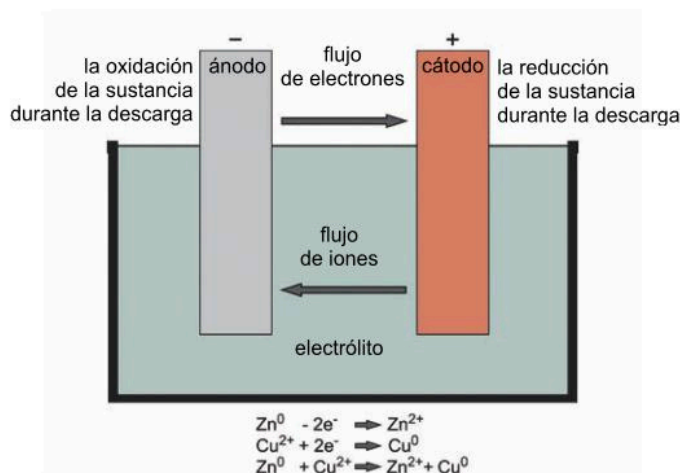


Fig. 24: esquema general de la célula electroquímica como sistema de reducción-oxidación.

Tiempo necesario

Secuencia didáctica 1	Preparación y realización	Evaluación y preguntas
Experimento 1	10-15 min.	15 min.
Experimento 2	15-20 min.	20 min.
Experimento 3	15-20 min.	10 min.
Experimento 4	hasta 1 h (dependiendo del grado de detalle)	20 min.
Experimento 5	20 min. (con elaboración de las fórmulas: 30-40 min.)	15 min.

Advertencias de seguridad

ATENCIÓN: los experimentos solo pueden ser realizados bajo la vigilancia del docente. Se debe advertir a los alumnos que los materiales suministrados solo deben utilizarse siguiendo las instrucciones del docente. En estos experimentos deben tenerse en cuenta los siguientes peligros y llamar la atención de los alumnos al respecto:

- Procurar que los materiales y aparatos no se dañen a causa del agua.
- Cuidar que el acumulador no tenga un cortocircuito por peligro de **explosión** y de incendio.
- El ácido cítrico está clasificado como irritante; en pequeñas cantidades, sin embargo, es inocuo (forma parte de muchos alimentos). Puede causar **irritación** en los ojos (si entra en contacto con ellos se debe enjuagar bien con agua y consultar al médico).
- Al manipular el sulfato de cobre se debe procurar que no entre en contacto con la piel, que no se ingiera y que, al acabar el experimento, se recojan y eliminen todas las soluciones que contienen sales de cobre. El sulfato de cobre está clasificado como **peligroso para la salud** y contaminante. Solo es peligroso para la salud si se ingiere en grandes cantidades o si entra en contacto durante mucho tiempo con la piel.



Materiales para la secuencia didáctica 1

ATENCIÓN: para la realización de los 5 experimentos se utilizarán los materiales del kit detallados en las instrucciones para los alumnos y además se precisará obtener previamente los siguientes **materiales adicionales:**

- Frutas: limón, naranja, kiwi, manzana
- Verduras: pepino, papa, calabacín (de ser posible, que sea jugosa)
- Agua
- Cuchara metálica x1
- Gafas protectoras (se sugiere utilizarlas si se dispone de ellas)

En caso de necesitar reponer el sulfato de cobre incluido en el kit, se puede comprar en los comercios que vendan productos para experimentar en los laboratorios escolares y aquellos que vendan productos para piscinas, peceras o acuarios.

El cableado y la utilización correcta del multímetro, los LED y el motor es algo que debería aclarar el docente de antemano en función de los conocimientos previos y el curso introductorio incluido en esta guía, si hace falta haciendo una demostración.

Ordenar, eliminar residuos y reciclar

Todos los aparatos y casi todos los materiales suministrados en la caja se pueden reutilizar. Por ello, el docente debería asegurarse de que al concluir cada experimento los estudiantes coloquen todo nuevamente en la caja correspondiente. Así estará seguro de que encontrará todo rápidamente cuando se desee volver a utilizarlo.

Los aparatos que se hayan ensuciado al realizar los experimentos, como, por ejemplo, vasos, recipientes, cucharas, etc., deberían ser limpiados antes de ser colocados en la caja. Lo más fácil es que los alumnos se ocupen de hacerlo al finalizar el experimento. Además, el docente debe asegurarse de que los aparatos estén listos para ser utilizados en la próxima ocasión. Por ejemplo, se deben poner a cargar las pilas usadas; esto también es recomendable cuando las pilas no se hayan usado en mucho tiempo.

Los materiales no reciclables como, por ejemplo, las servilletas usadas, deben ser tirados al cesto de materiales no reciclables. Los residuos resultantes de este experimento se pueden tirar al cesto de materiales no reciclables o por el desagüe, con excepción de la solución de sulfato de cobre, que debe ser eliminada como residuo químico inorgánico.



SECUENCIA DIDÁCTICA 1: LOS LIMONES Y OTRAS PILAS

Tema: la electricidad a partir de la energía química

INSTRUCCIONES PARA ESTUDIANTES

EXPERIMENTO 1: ¿CÓMO FUNCIONA LA PILA DE FRUTAS O VERDURAS?

Seguramente ya habrán visto que alguien introduce dos electrodos metálicos en un limón y con ello logra que se encienda una lamparita. Prueben ustedes cómo funciona una pila de fruta o verdura y qué se necesita para ello.

Materiales necesarios

Del kit:

- 1 hélice chica con motor y base
- 4 cables con pinza cocodrilo
- 1 LED rojo
- 2 clavos de cobre (como electrodos)
- 2 clavos de zinc (como electrodos)
- 1 multímetro digital con sus cables de medición

No incluidos en el kit (serán provistos por el docente):

- 1 limón u otra fruta
- 1 pepino u otra verdura (¡ideal tener varias e ir probando e intercambiando!)

ATENCIÓN: los materiales solo deben utilizarse según las instrucciones del experimento y/o las del docente a cargo. Algunos de los materiales pueden ser irritantes para los ojos o la piel. Al finalizar el experimento, los materiales deben ser guardados en la caja o depositados en los cestos correspondientes, siguiendo las instrucciones del docente.

Pasos para la realización del experimento 1

1. Insertar un clavo de cobre y otro de zinc en la fruta o verdura, por ejemplo, en el pepino.
2. Insertar la hélice en el motor y conectarlo. ¿Funciona el motor?
3. Comprobar con el LED. Recuerden probar con las dos polaridades.
4. Medir la tensión eléctrica entre los dos clavos usando el multímetro. Elegir un intervalo de medición razonable. ¿Dónde se obtiene la mejor resolución: en 2000 mV o en 20 V? (Fig. 1.1 y 1.2).
5. Medir la intensidad entre los dos clavos usando el multímetro. Elegir un intervalo de medición razonable. ¿Dónde se obtiene la mejor resolución: en 2.000 μ A o en 20 mA?
6. Determinar qué electrodo (zinc o cobre) constituye el polo positivo o negativo de la pila de fruta.
7. Tomar dos pedazos de fruta o verdura e insertar en cada una un clavo de cobre y otro de zinc.
8. Luego conectar las dos pilas en serie, con los cables con pinza cocodrilo del cobre al zinc.
9. Probar con el LED y medir la tensión (Fig. 1.3 y 1.4). Si el LED no se enciende, repetir la prueba con tres o cuatro frutas o verduras trabajando en conjunto con otro grupo.



Fig. 1.1: la medición de la tensión en una pila de fruta.

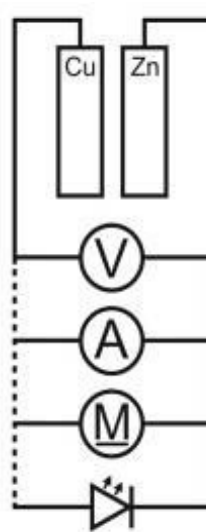


Fig. 1.2: esquema eléctrico para las mediciones en una célula electroquímica (la pila).



Fig. 1.3: el LED en dos pilas de verdura conectadas en serie.

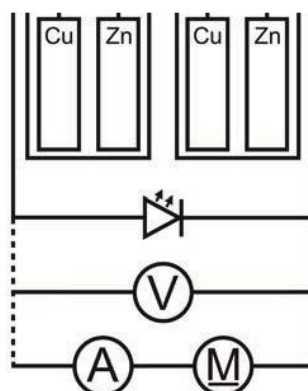


Fig. 1.4: el esquema de la conexión en serie con dos células electroquímicas

1. Observación

a) Tomar nota de todo lo observado en las distintas fases del experimento.

2. Evaluación

- a) Resumir por escrito los resultados de la siguiente manera:
- El motor con la hélice se pone en marcha cuando...
 - El diodo LED se prende cuando...
 - El multímetro indica...

3. Preguntas

a) En su opinión: ¿la corriente realmente sale del limón o cuál es la verdadera causa?



INSTRUCCIONES PARA ESTUDIANTES

EXPERIMENTO 2: ¿QUÉ FUNCIÓN CUMPLE CADA PARTE EN LA PILA DE LIMONES?

Con estos ensayos podrán esclarecer qué elementos se requieren para fabricar la pila de limones y para qué sirven.

Materiales necesarios

Del kit:

- 4 cables con pinza cocodrilo
- 2 clavos de cobre (como electrodos)
- 2 clavos de zinc (como electrodos)
- 2 clavos de hierro (como electrodos)
- 1 multímetro digital con sus cables de medición

No incluidos en el kit (serán provistos por el docente):

- 1 limón u otra fruta
- 1 pepino, 1 papa u otra verdura (¡ideal todas para ir haciendo pruebas e intercambiar!)

ATENCIÓN: los materiales solo deben utilizarse según las instrucciones del experimento y/o las del docente a cargo. Algunos de los materiales pueden ser irritantes para los ojos o la piel. Al finalizar el experimento, los materiales deben ser guardados en la caja o depositados en los cestos correspondientes, siguiendo las instrucciones del docente.

Pasos para la realización del experimento 2

1. Cambiar en forma alternada la pila de fruta o verdura: combinar o intercambiar clavos de distintos materiales (cobre con cobre, zinc con hierro, zinc con zinc).
2. Fijar un cable con pinza cocodrilo en cada clavo y el otro extremo del cable al multímetro. Observar y registrar los valores de tensión obtenidos (Fig. 1.5).
3. Sacar un clavo de la fruta o la verdura; observar y registrar qué sucede.
4. ¿Con qué otra fruta o verdura se podrían realizar estas experiencias? ¡Hagan la prueba!



Fig. 1.5: la medición de diferentes combinaciones de metales.



1. Observación

a) Escribir las observaciones de forma resumida. ¿Cambia la tensión en función de la fruta o la verdura utilizada para clavar el clavo?

2. Evaluación

a) Verificar los resultados. Para ello, colocar en orden los tres metales utilizados en el experimento y las combinaciones entre ellos en función de las tensiones medidas. ¿Qué pasa si se combinan los metales entre sí?

b) ¿De qué depende que la tensión de una pila sea alta o baja según lo observado?

3. Preguntas

a) Explicar qué tiene que ver este experimento con la serie de tensión de los metales.

b) Reflexionar con el grupo de clase sobre otros elementos capaces de suplantar a las frutas y verduras para formar, así, un circuito eléctrico.

c) Señalar qué tienen en común las frutas o las verduras.



INSTRUCCIONES PARA ESTUDIANTES

EXPERIMENTO 3: LA PILA DE LIMONES SIN LIMONES

Como saben, los limones, el pepino, la papa, la naranja, etc., sirven para cerrar el circuito eléctrico entre los diferentes clavos metálicos. Ahora deberían examinar qué pueden utilizar en lugar de la fruta o la verdura para establecer la conexión. Seguramente sospecharán que el agua juega un papel importante, porque cuanto más jugosa la fruta o la verdura, mejor funcionarán las pilas.

Cabe aclarar que en el caso de armar varios grupos de trabajo en simultáneo los frascos de 100 ml con soluciones pueden compartirse.

Materiales necesarios

Del kit:

- 1 hélice chica con motor y base
- 4 cables con pinza cocodrilo
- Sal de mesa
- 1 clavo de cobre (como electrodo)
- 1 clavo de zinc (como electrodo)
- Ácido cítrico
- 1 multímetro digital con sus cables de medición
- 1 broche de madera (para sujetar el motor)
- 3 frascos de 100 ml con tapa (similar los de orina)

No incluidos en el kit (serán provistos por el docente):

- Agua
- 1 cuchara metálica

ATENCIÓN: los materiales solo deben utilizarse según las instrucciones del experimento y/o las del docente a cargo. Algunos de los materiales pueden ser irritantes para los ojos o la piel. En caso de sufrir una salpicadura o entrada de ácido cítrico en los ojos o sobre la piel, enjuagar la zona afectada en forma inmediata con agua limpia. En el puesto de trabajo no debe haber materiales que puedan dañarse con agua. Al finalizar el experimento, los materiales deben ser guardados en la caja o depositados en los cestos correspondientes, siguiendo las instrucciones del docente.

Pasos para la realización del experimento 3

1. Variar la pila de limones del experimento anterior en forma alternada, sustituyendo la fruta o la verdura por un frasco lleno en $\frac{3}{4}$ partes por los siguientes líquidos:
 - Solo agua de la canilla (enjuagar antes el frasco).
 - Agua de la canilla en la que se ha disuelto un pizca o punta de un cuchara de ácido cítrico.
 - Agua de la canilla en la que se ha disuelto una cucharadita de sal de mesa.
2. Colocar el clavo de cobre y el de zinc, con cuidado de que no entren en contacto.
3. Con ayuda del multímetro (Fig. 1.6), anotar los valores de la tensión para los diferentes electrolitos (el agua limpia, el ácido, la salmuera) en una pequeña tabla.
4. Describir qué sucede si el motor es conectado en paralelo con el voltímetro, en el circuito eléctrico (Fig. 1.7).

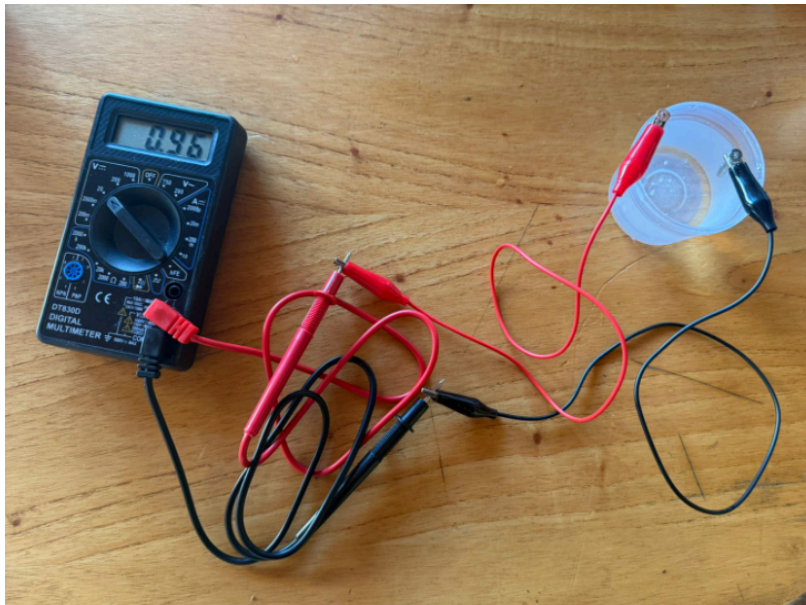


Fig. 1.6: la medición de los valores obtenidos.

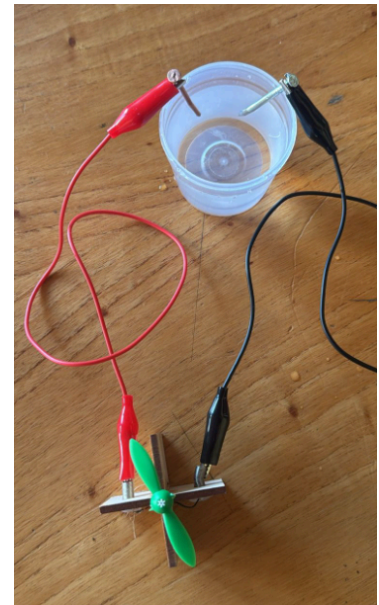


Fig. 1.7: el experimento con el motor.

1. Observación

a) Escribir las observaciones de forma resumida.

2. Evaluación

- a) ¿Se puede medir una tensión entre los clavos metálicos con agua de la canilla?
- b) Describir lo que sucedió al sustituir el agua por salmuera o luego por una solución con ácido cítrico. ¿Qué valores se obtuvieron para la tensión?
- c) Explicar las consecuencias que tiene para la tensión si hay una carga en el circuito eléctrico.

3. Preguntas

- a) Muchas personas creen que se requiere ácido para poder generar electricidad con una célula electroquímica. Explicar por qué funciona con la sal de mesa.
- b) La solución mayormente acuosa en el interior de cada pila o acumulador se denomina *electrolito*. Explicar lo que tiene que tener un electrolito para que pueda funcionar.



INSTRUCCIONES PARA ESTUDIANTES

EXPERIMENTO 4: UNA PILA QUE SOPORTA MUCHA CARGA

En una pila compuesta de dos metales se disuelve lentamente el metal menos noble formando una sal. Al mismo tiempo, el metal más noble tiene que poder separarse de la solución de su sal. En este caso se puede conseguir una mayor “potencia”, lo que muestran los siguientes experimentos.

Materiales necesarios

Del kit:

- 1 hélice chica con motor y base
- 8 cables con pinza cocodrilo
- 1 clavo de cobre (como electrodo)
- 1 clavo de zinc (como electrodo)
- Sulfato de cobre
- 1 broche de madera (para sujetar el motor)
- 1 multímetro digital con sus cables de medición
- 1 frasco 100 ml con tapa (símil los de orina)

No incluidos en el kit (serán provistos por el docente):

- Agua
- 1 cuchara metálica

ATENCIÓN: los materiales solo deben utilizarse según las instrucciones del experimento y/o las del docente a cargo. Algunos de los materiales pueden ser irritantes para los ojos o la piel. Eviten que el sulfato de cobre entre en contacto con la piel. En caso de sufrir una salpicadura de sulfato de cobre en los ojos o sobre la piel, enjuagar en forma inmediata con agua limpia. En el puesto de trabajo no debe haber materiales que puedan dañarse con agua. Al finalizar el experimento, los materiales deben ser guardados en la caja o depositados en los cestos correspondientes, siguiendo las instrucciones del docente.

Pasos para la realización del experimento 4

1. Llenar la mitad del frasco con agua y disolver en él una punta de la cuchara metálica de sulfato de cobre revolviendo ligeramente.
2. Colocar el clavo de cobre y el de zinc en la solución, y determinar la tensión usando el multímetro.
3. Luego, conectar el multímetro y el motor en serie con los dos clavos y medir la intensidad. En caso de ser necesario para que el motor arranque, mover un poco los clavos (Fig. 1.8).

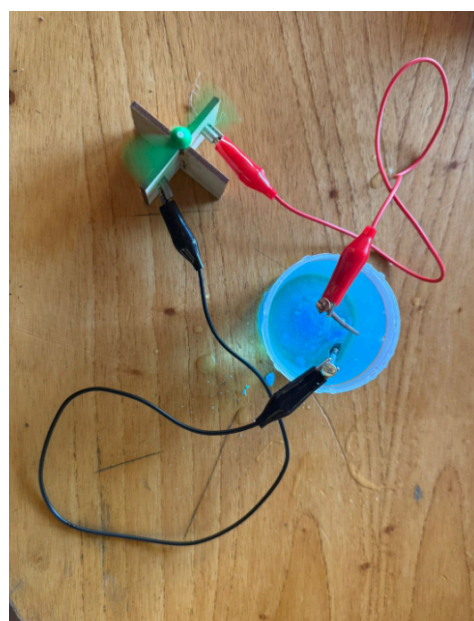


Fig. 1.8: el experimento con el motor.



1. Observación

- a) Escribir las observaciones de forma resumida.

2. Evaluación

- a) ¿Qué valores se pueden medir para la tensión y la corriente?
- b) ¿Qué potencia tiene la pila calculándola a partir de la tensión y la intensidad medidas?
- c) ¿La potencia obtenida es mayor que en los experimentos 1 y 3? ¿Por qué?
- d) ¿Qué cambios se pueden observar en el clavo del metal menos noble? Visiblemente una sustancia se separa. Explicar en qué podría consistir esa separación.
- e) Reflexionar sobre si esa sustancia que se separa es buena o mala para la potencia de la pila y registrar las conclusiones.

3. Preguntas

- a) ¿Cómo evitar la separación en el metal menos noble?
- b) En realidad en una pila debería disolverse el metal menos noble, por lo que en el electrodo menos noble no tendría que producirse una separación. ¿Cómo se puede utilizar en la práctica la separación en el metal menos noble?



INSTRUCCIONES PARA ESTUDIANTES

EXPERIMENTO 5: UNA PILA PROFESIONAL DE ZINC Y COBRE

A fin de evitar que una parte de la sal de cobre se separe del metal menos noble en un cortocircuito hay que separar ambos metales y las soluciones que los rodean. A pesar de ello ambos líquidos deben dejar pasar la corriente eléctrica y tienen que estar conectados de forma que se mantenga la conductividad. Con este fin imitaremos un experimento desarrollado por el químico Daniell hace más de 150 años. Por ello, una pila o acumulador fabricado con cobre y zinc también es denominada “pila Daniell”.

Materiales necesarios

Del kit:

- 1 portapilas
- 2 pilas AA recargables
- 1 servilleta
- 1 recipiente contenedor (tupper) cúbico
- 4 cables con pinza cocodrilo
- 2 bandas elásticas
- Sal de mesa
- 1 clavo de cobre (como electrodo)
- 1 clavo de zinc (como electrodo)
- 1 hélice chica con motor y base
- 1 frasco 100 ml con tapa (símil los de orina)
- 1 multímetro digital con sus cables de medición

No incluidos en el kit (serán provistos por el docente):

- Agua
- 1 cuchara metálica

ATENCIÓN: los materiales solo deben utilizarse según las instrucciones del experimento y/o las del docente a cargo. Algunos de los materiales pueden ser irritantes para los ojos o la piel. Eviten que el sulfato de cobre entre en contacto con la piel. Tener especial cuidado de no hacer un cortocircuito con la pila, ya que hay peligro de **explosión** y de incendio. Al finalizar el experimento, los materiales deben ser guardados en la caja o depositados en los cestos correspondientes, siguiendo las instrucciones del docente.

Pasos para la realización del experimento 5

1. Preparar los dos clavos y cortar un pedazo de servilleta que tenga un ancho similar al largo de los clavos.
2. Poner ambos clavos sobre la servilleta en dirección contraria y envolverlos de manera tal que solo se vean las cabezas de los clavos en los dos extremos. Tener especial cuidado de que los clavos no se toquen, tienen que estar bien separados por el papel (Fig. 1.9).
3. Fijar el paquete de electrodos con 2 bandas elásticas (Fig. 1.10).
4. Llenar $\frac{3}{4}$ partes del frasco con agua y disolver una punta de la cuchara de sal revolviendo en forma constante para formar una salmuera.



Pasos para la realización del experimento 5 (continuación)

5. Colocar el paquete de electrodos en el recipiente contenedor y mojarlo con la salmuera. Luego, retirarlo del recipiente (Fig. 1.10).
6. Conectar el multímetro y medir la tensión.
7. Conectar las dos cabezas de los clavos con un cable con punta cocodrilo cada una, y los otros extremos de los cables con los bornes del motor (Fig. 1.11).
8. Medir la tensión tras conectar el motor.
9. Cargar el paquete de electrodos durante aproximadamente 5 minutos conectando el portapilas con las pilas AA en su interior (el polo positivo al cobre, el negativo al zinc) (Fig. 1.12).
10. Observar si hay un cambio de color alrededor del clavo de cobre.
- Desconectar las pilas del paquete de electrodos cargado y volver a conectarlo con el motor.
11. Medir aquí nuevamente la tensión.



Fig. 1.9: cómo envolver los electrodos en una servilleta de papel.



Fig. 1.10: el paquete de electrodos listo, mojado con la solución de salmuera.

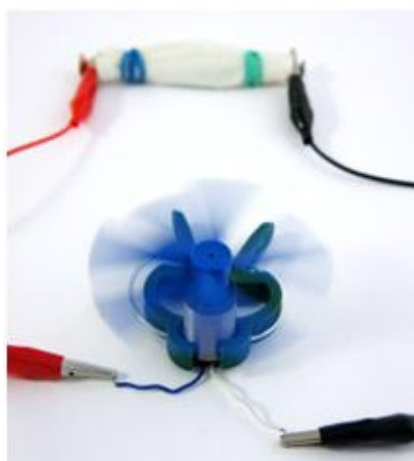


Fig. 1.11: el accionamiento del motor eléctrico con la pila Daniell.



Fig. 1.12: cómo cargar el paquete de electrodos (hay distintos modelos de portapilas, la imagen es solo ilustrativa).



1. Observación

- a) Escribir las observaciones de forma resumida.
- b) ¿Cuánto ha cambiado la tensión al conectar el motor?

2. Evaluación

- a) Explicar qué función tiene la servilleta en este experimento. Explicar por qué eso hace que la potencia de la pila sea por lo general mayor que en los experimentos 1, 3 y 4.

3. Preguntas

- a) Si cuentan con conexión a internet, buscar de qué se compone la membrana de separación en las pilas y los acumuladores modernos. Transferir los resultados a los de la pila de limones en el experimento 1.
- b) Escribir las ecuaciones de las reacciones para los dos electrodos y para todo el proceso. Primero escribir una ecuación con palabras y luego formular la ecuación.



SECUENCIA DIDÁCTICA 2: LAS PROPIEDADES DE LAS CÉLULAS SOLARES

Tema: tensión, corriente y potencia

INSTRUCCIONES PARA DOCENTES

Si se realizan los siguientes experimentos para investigar las propiedades eléctricas de las células solares siguiendo el orden que se propone aquí se da forma a una unidad didáctica sobre el tema. Esta sirve en la teoría de la electricidad para verificar experimentando los conocimientos básicos adquiridos. Por la actualidad del tema, investigar sobre la electricidad a partir de la energía solar contribuye a motivar a los alumnos, al igual que las energías renovables. Esto se aborda por medio de los experimentos, considerando los conocimientos previos de los alumnos y buscando una posterior reflexión en conjunto.

ATENCIÓN: el material disponible en la caja permite que trabajen varios grupos de alumnos en forma simultánea según cada experimento. La lámpara halógena y el multímetro debe compartirse entre los grupos o disponer de equipos adicionales.

Pregunta central de la secuencia didáctica

Las células solares se aplican en numerosos aparatos y juguetes electrónicos pequeños; así como en los techos de las casas y en las grandes centrales solares para la generación de electricidad. Las preguntas que pretenden responder los experimentos se refieren a lo que se debe tener en cuenta al conectar las células solares entre sí: ¿qué sucede con la tensión, la intensidad y la potencia en las diferentes combinaciones y en condiciones de iluminación dispares?, ¿cómo se pueden realizar las mediciones? Los experimentos transmiten, de esta forma, conocimientos básicos que sirven tanto para construir células solares como para su aprovechamiento técnico a gran escala.

Temas

El sombreado - El acumulador - La pila - La teoría de la electricidad - El abastecimiento energético - La fuente de tensión continua - La resistencia interna - La corriente de cortocircuito - La resistencia de carga - La tensión en vacío - La curva de medición - La conexión en paralelo - La conexión en serie - La tensión de conexión (del diodo) - El motor solar - La célula solar - La caída de tensión - El circuito eléctrico - La curva de tensión e intensidad (U-I) - La manipulación de aparatos de medición - La interconexión de módulos solares - La resistencia

Integrar los experimentos en el contexto educativo

Para realizar los experimentos se requieren los siguientes conocimientos previos y experiencias:

- Conocimientos sobre las conexiones en serie y en paralelo de pilas y resistencias.
- Experiencia en el uso de un multímetro.
- Conocimientos sobre los términos básicos de la teoría de la electricidad (*intensidad, tensión, resistencia, potencia*) y sobre el concepto de *resistencia interna*.
- Experiencia al elaborar diagramas.



Los experimentos sobre la célula solar pertenecen al campo de la teoría de la electricidad. Para los experimentos 1, 2 y 3 se requieren solo conocimientos básicos sobre los circuitos eléctricos. Los experimentos 4, 5 y 6 exigen en comparación con los anteriores una reflexión más abstracta y teórica, por lo que se recomienda el acompañamiento y la consideración docente en este sentido según el grupo de estudiantes y su nivel de conocimientos.

Objetivos

Que los alumnos adquieran los conocimientos para...

- Describir cómo funciona una célula solar.
- Investigar los factores que influyen en el rendimiento de una célula solar siguiendo un plan.
- Preparar y realizar experimentos con células solares siguiendo un plan.
- Explicar los conceptos de cortocircuito y tensión en vacío.
- Describir y comparar entre sí la conexión en serie y en paralelo de células solares y su efecto.
- Evaluar la conexión en serie y en paralelo de células solares respecto a su importancia en la práctica.
- Describir la importancia de la resistencia interna de una célula solar para las aplicaciones prácticas.

Contexto explicativo de los experimentos

Las células solares transforman la energía de la radiación del sol en energía eléctrica. Esto se manifiesta por medio de la tensión que se forma en la célula solar, que en el caso de las células solares aquí utilizadas alcanza un valor máximo de aproximadamente 1 V (tensión en vacío). Si se cortocircuita la célula solar, fluye una intensidad máxima de aproximadamente 0,08 A (intensidad de cortocircuito). Una pila alcalina de manganeso tiene, en cambio, una corriente de cortocircuito a corto plazo de hasta 80 A.

A diferencia de lo que conocen los alumnos al manipular las pilas alcalinas de manganeso, la tensión de las células solares baja en forma considerable cuando se integra una carga en el circuito eléctrico (por ejemplo, un foco o un motor solar). La diferencia se debe a la resistencia interna de la célula solar, que en comparación con la resistencia de esas cargas es relativamente alta. En comparación con las pilas recargadas, la resistencia interna de las células solares no es constante, sino que depende de la intensidad de la iluminación. Este hecho hace que sea fácil la interconexión de células solares mientras que no se integre una carga en el circuito eléctrico. Sin embargo, las relaciones son mucho menos visibles cuando hay una carga en juego y si las condiciones de luz no son óptimas. Para entender la aplicación concreta de las células solares en la práctica hay que tener en cuenta estas relaciones complejas.

Si el objetivo principal consiste en analizar las células solares como componentes electrónicos e integrarlas en el contexto de la teoría de la electricidad tradicional, entonces es importante realizar experimentos teóricos en células solares no sometidas a carga. Estos experimentos tienen en cuenta ambos objetivos de igual manera y tienden un puente entre las dos perspectivas diferentes.



Indicaciones generales de los experimentos de la secuencia didáctica 2

Experimento 1: Conocimientos básicos de una célula solar

Este experimento aporta una primera base para los demás experimentos. El objetivo consiste en quitarles a los alumnos el miedo a manipular material de experimentación. Por esta razón, se integró el estudio del efecto de los diferentes materiales transparentes que sirven para cubrir las células solares a modo de componente lúdico y de exploración. También se pueden estudiar otros factores de influencia. Como indicador sirve aquí el motor solar, que si bien no permite obtener resultados muy precisos, refuerza el carácter lúdico del experimento.

En la primera parte se trata, además, de reconocer que una célula solar, al igual que una pila, es una fuente de tensión continua, cuya polaridad es fácil de determinar. De forma complementaria al experimento 1, podría resultar interesante llevar a cabo una medición cuantitativa de la intensidad y la tensión cambiando el ángulo de incidencia de la luz. Sin embargo, con las células solares relativamente pequeñas es difícil de lograr. A este respecto es conveniente construir dispositivos que faciliten la sujeción de la célula solar en ángulos definidos.

Respecto a la pregunta que podría surgir de si es recomendable instalar células solares sobre el techo de una casa, es fundamental conocer la orientación del techo respecto al sol. Además, se debe considerar que una capa de suciedad sobre las células solares reduce su efectividad. Por esta razón, se deben limpiar con regularidad las células solares.

ATENCIÓN: si se emplea una lámpara como fuente de luz, hay que procurar que la distancia de dicha fuente de luz a la célula solar se mantenga constante con ayuda de una regla.

Experimento 2: La intensidad de un cortocircuito y la tensión en vacío con la lámpara a diferentes distancias

El núcleo de este experimento es estudiar cómo cambian la intensidad y la tensión al modificar la distancia de la lámpara. Este experimento introduce así una descripción cuantitativa de las células solares y de los términos *tensión en vacío* y *corriente de cortocircuito*. El principio básico de medición se vuelve a utilizar en el experimento 4. En este sentido, las curvas de medición dejarán claro que la intensidad depende mucho más de la iluminación que la tensión. Las figuras 25 y 26 sirven de orientación respecto a los resultados de medición previsibles y la precisión. Además, sirven para entender a qué distancia respecto de la lámpara halógena se pueden realizar convenientemente las mediciones (Fig. 25 y 26).

Los cambios en la distancia a la lámpara son equivalentes a una radiación de diferente intensidad. El resultado se puede transferir al primer experimento. Al quedar la luz en la sombra cae drásticamente sobre todo la intensidad. El docente debería indicar los principios subyacentes a la caída de la intensidad de la iluminación con la distancia al cuadrado (Fig. 25).

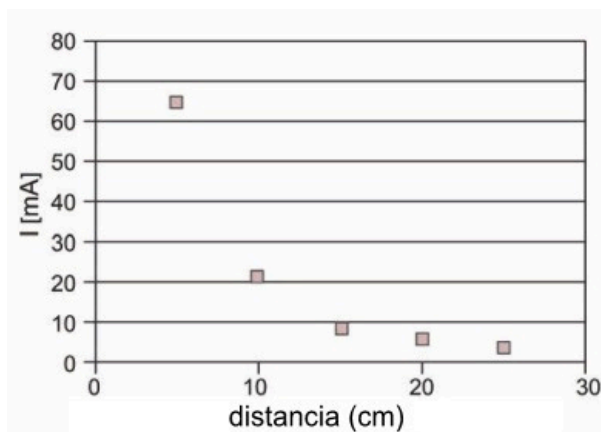


Fig. 25: intensidad en función de la distancia al foco. Ya a una distancias de 10 cm la intensidad cae drásticamente.

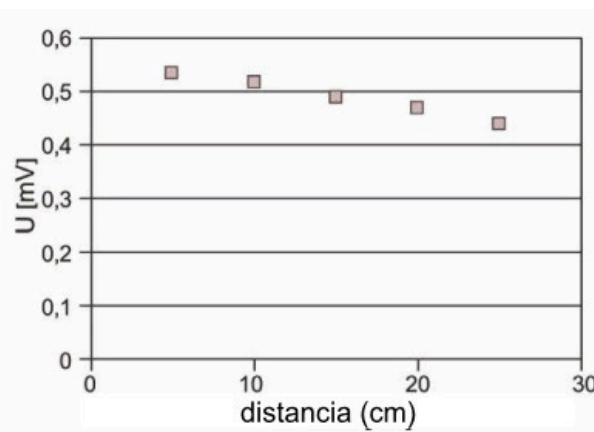


Fig. 26: tensión en función de la distancia al foco. La tensión solo baja un poco al aumentar la distancia al foco: el transcurso de la curva es casi lineal.

Experimento 3: ¿Qué sucede al conectar las células solares en serie o en paralelo?

Este experimento aborda la cuestión de cómo hay que interconectar las células solares para mejorar la potencia de un aparato conectado (aquí con el ejemplo del motor solar). El resultado del experimento depende de forma decisiva de a qué distancia se encuentra la lámpara. Si está a una distancia relativamente pequeña de la lámpara, la conexión en paralelo suministra un número muy superior de revoluciones del motor, a una distancia mayor es más conveniente una conexión en serie. En esta variante se sugiere que los alumnos realicen las mediciones bastante cerca de la lámpara. La célula solar trabaja entonces cerca de su gama de potencia óptima. Esto corresponde aproximadamente a las mismas condiciones que bajo la radiación solar.

El experimento muestra que en estas condiciones y con este motor solar como carga, la conexión en paralelo es mucho más conveniente que una conexión en serie, porque a menor intensidad de iluminación disminuye la electricidad a partir de la energía solar y la resistencia interna de la célula solar aumenta. En el experimento con el foco halógeno baja la intensidad de la iluminación con la distancia al cuadrado respecto a la fuente de luz. Esto se contradice con las experiencias típicas adquiridas al interconectar las pilas.

Así, solo cuando se construye un modelo de célula solar como fuente de tensión con una resistencia interna se comprende lo observado: en una conexión en serie se duplica la resistencia interna, mientras que en una conexión en paralelo se divide a la mitad. La resistencia interna de una célula solar es, sin embargo, superior a $20\ \Omega$ y así tiene una dimensión que equivale a la mitad de la resistencia del motor. En comparación con ello, las pilas alcalinas de manganeso, por ejemplo, tienen una resistencia interna muy baja, del orden de $0,1\ \Omega$, algo que casi no se nota en comparación con la resistencia de carga de los consumidores comunes como, por ejemplo, los juguetes o los aparatos musicales. La conexión en serie de dos pilas (no sobrecargadas) tiene el doble de tensión y de potencia.



La conexión en paralelo de células solares sirve para poner a disposición suficiente intensidad. En la interconexión técnica de células solares se aprovecha esta posibilidad. La conexión en serie ofrece, en comparación con ello, la posibilidad de poner a disposición con ciertas finalidades la tensión mínima necesaria (por ejemplo, para cargar un acumulador se necesitan aproximadamente 2 V). Además, la conexión en paralelo ofrece la posibilidad de compensar el sombreado de células individuales dentro de los módulos (véase el experimento 5).

En la interconexión técnica de las células solares formando módulos solares se utilizan dentro de los módulos los dos tipos de conexión. En caso de que se suministre energía a juguetes solares con varias células solares, según el motor de que se trate es conveniente una conexión en paralelo o una combinación de conexión en paralelo y en serie.

Experimento 4: Intensidad y tensión en la conexión en serie y en paralelo de células solares

Este experimento estudia la conexión en serie y en paralelo de células solares en condiciones idóneas en las que no hay una carga. En estas condiciones, la situación es relativamente sencilla. La conexión en serie suministra el doble de tensión en vacío, mientras que una conexión en paralelo duplica la intensidad de cortocircuito. El producto de la intensidad de cortocircuito y la tensión en vacío no debe interpretarse como potencia, dado que en el cortocircuito y la tensión en vacío se trata de mediciones en condiciones básicamente diferentes.

Al hacer diferentes combinaciones de conexiones en serie y en paralelo en la interconexión de las células solares formando grandes módulos solares se pueden obtener diferentes intensidades y tensiones. De este modo, un módulo integral de 24 V y 100 W se compone de aproximadamente 1.008 células elementales de 0,5 V / 200 mA.

Experimento 5: ¿Cómo se comportan las células solares conectadas en serie o en paralelo al quedar en la sombra?

Este experimento estudia la pregunta de cómo incide el sombreado parcial de las células solares en la intensidad y la tensión de las diferentes conexiones de dos células solares. Para ello, se realiza la sombra tapando la mitad de las dos células solares o bien tapando una de las dos células por completo. En la figura 27 se muestra una tabla de valores a modo de ejemplo.

Condición	Conexión en paralelo		Conexión en serie	
	Corriente I [mA]	Tensión V [V]	Tensión V [V]	Corriente I [mA]
No tapada	38	0,52	1,03	19
Ambas tapadas a la mitad	23	0,49	0,97	12,5
Una célula tapada por completo	23	0,49	0,93	3,8

Fig. 27: ejemplo de mediciones para el experimento 5.



Para construir módulos solares se conectan células solares en serie y las series, a su vez, en paralelo. De esta forma, se puede compensar el sombreado dispar y la pérdida de células individuales. El docente debería indicar, sin embargo, que en los grandes módulos solares la conexión en serie para casos de sombreado o fallo de células también implica ciertos peligros: si una célula individual de una serie grande se queda a la sombra no solo no produce electricidad, sino que representa una resistencia y hace que caiga toda la tensión de la serie. Esto puede causar que se funda la célula solar. Por ese motivo, las células individuales llevan, por lo general, diodos puente para evitarlo. Estos son diodos de conexión muy normales que se conectan en paralelo a la célula de forma que cuando hay luz permanecen inactivos (debido a que está por debajo de la tensión de conexión), pero en caso de que se quede la célula a la sombra o si se presenta una avería, se conecta y la corriente que viene de la otra célula de la serie puede fluir a través del diodo.

Variantes de ejecución y metodología de trabajo

Todos los experimentos excepto el 2 se pueden realizar también a la luz del sol. Sin embargo, en ese caso, las condiciones de iluminación tienen que ser constantes y buenas. Los experimentos presentados se encadenan de forma lógica, pero sin problema alguno se puede omitir a criterio del docente. Es posible cambiar el orden de ejecución de los experimentos 3 y 4. La cantidad de alumnos por grupo no debería ser demasiado grande (como máximo 3 por grupo), dado que de otro modo no todos los miembros del grupo podrán experimentar de forma activa.

ATENCIÓN: los alumnos pueden realizar los experimentos usando varias lámparas de mesa en cualquier aula. La luz solar entrante puede incidir en forma considerable en las mediciones. Con excepción del experimento 2, las mediciones también se pueden llevar a cabo a la luz del sol.

Tiempo necesario

Los tiempos que se indican a continuación son únicamente orientativos. El tiempo requerido para la evaluación y para responder las preguntas incluye también una breve conversación con el profesor.

Secuencia didáctica 2	Preparación y realización	Evaluación y preguntas
Experimento 1	15 min.	15 min.
Experimento 2	20 min.	20 min.
Experimento 3	15 min.	20 min.
Experimento 4	20 min.	20 min.
Experimento 5	20 min.	30 min.

Advertencias de seguridad

ATENCIÓN: los experimentos solo pueden ser realizados bajo la vigilancia del docente. Se debe advertir a los alumnos que los materiales suministrados solo deben utilizarse siguiendo las instrucciones del docente.



Materiales para la secuencia didáctica 2

ATENCIÓN: para la realización de los 5 experimentos se utilizarán los materiales del kit detallados en las instrucciones para los alumnos y además se precisará obtener previamente los siguientes **materiales adicionales:**

- Regla (de 30 cm)
- Materiales de diferente transparencia (por ejemplo, láminas o filminas, papel transparente)

El cableado y la utilización correcta del multímetro y el motor es algo que debería aclarar el docente de antemano en función de los conocimientos previos y el curso introductorio incluido en esta guía, si hace falta haciendo una demostración.

Ordenar, eliminar residuos y reciclar

Lo detallado en la secuencia didáctica 1 respecto de ordenar los materiales y reciclar lo que sea posible aplica también en este caso. Los materiales no reutilizables como, por ejemplo, las barritas de medición del valor pH o el papel de filtro deben ser tirados a la basura correcta. Los residuos resultantes de estos experimentos se pueden tirar a la basura normal o por el desagüe.

El docente deberá instruir a los alumnos sobre el correcto guardado y descarte o reciclado de los materiales después de su uso. Además, debe asegurarse de que los aparatos estén listos para ser utilizados en la próxima secuencia didáctica.



SECUENCIA DIDÁCTICA 2: LAS PROPIEDADES DE LAS CÉLULAS SOLARES

Tema: tensión, corriente y potencia

INSTRUCCIONES PARA ESTUDIANTES

EXPERIMENTO 1: CONOCIMIENTOS BÁSICOS DE UNA CÉLULA SOLAR

Este experimento también puede realizarse con luz solar directa en lugar de utilizar la lámpara halógena.

Materiales necesarios

Del kit:

- 1 cartulina negra
- 1 hélice chica con motor y base
- 1 célula solar
- 1 cartulina negra
- 4 cables con pinza cocodrilo
- 1 tijera
- 1 lámpara halógena de 42 W
- 1 portalámpara (recordá que incluimos zapatillas/alargues si fueran necesarias)

No incluidos en el kit (serán provistos por el docente):

- Láminas o filminas de diferentes transparencias
- 1 regla (de 30 cm)

ATENCIÓN: los materiales solo deben utilizarse según las instrucciones del experimento y/o las del docente a cargo. Las lámparas halógenas levantan temperatura, se recomienda no tocarlas. Al finalizar el experimento, los materiales deben ser guardados en la caja o depositados en los cestos correspondientes, siguiendo las instrucciones del docente.

Pasos para la realización del experimento 1

1. En caso de que no se haya utilizado antes la célula solar retirar el plástico protector.
2. Conectar la célula solar al motor con la hélice chica y base con ayuda de los cables con pinza cocodrilo. Procurar que no se toquen las pinzas porque de otro modo se producirá un cortocircuito (Fig. 2.1).
3. Colocar o sostener la célula solar a la fuente de luz de tal manera que la luz caiga verticalmente sobre ella.

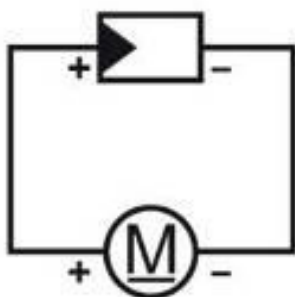


Fig. 2.1: esquema de conexión.



Pasos para la realización del experimento 1 (continuación)

4. Determinar con la regla la distancia a la fuente de luz en la que el motor eléctrico marcha bien. Tratándose de una lámpara halógena de 42 W, por lo general, debería ser de 10 cm. Tomar nota de esta distancia y conservarla para los demás experimentos.
5. Comprobar cómo tiene que ser la conexión para que la hélice se mueva en el sentido de las agujas del reloj.
6. Cambiar las condiciones de iluminación tapando poco a poco la superficie de la célula solar con papel negro (Fig. 2.3).
7. Estudiar la dependencia de la velocidad de giro del motor del ángulo de incidencia de la luz, haciendo girar la célula solar a la luz (sin taparla con el papel negro).
8. Sostener otros materiales claros o transparentes delante de la célula solar y verificar la influencia en la velocidad de giro del motor.

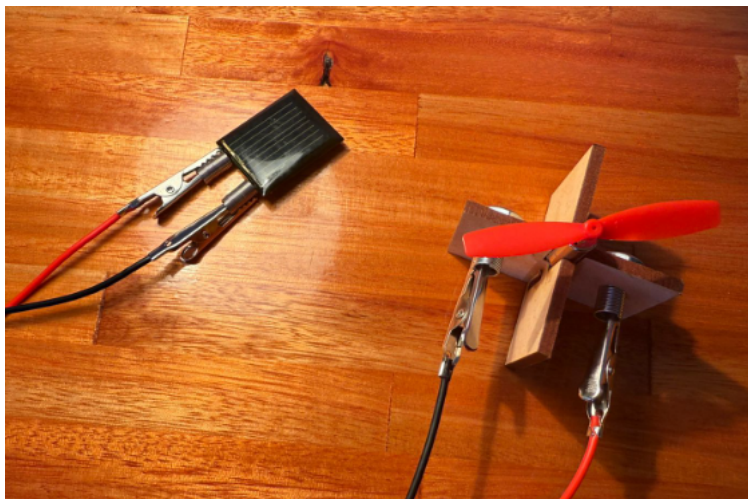


Fig. 2.2: configuración del experimento 1.

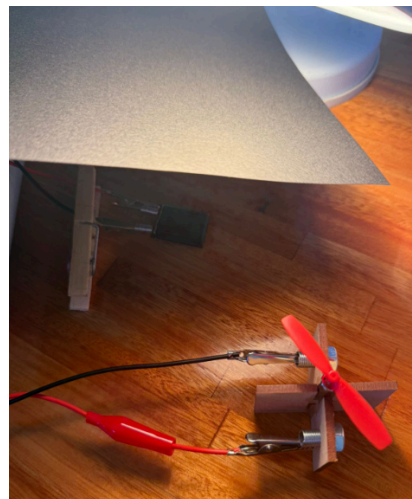


Fig. 2.3: sombreado de la célula solar con papel negro.

1. Observación

- a) Comentar lo observado con sus compañeros y registrar de forma resumida.

2. Evaluación

- a) Enumerar los factores que inciden en la potencia de una célula solar.

3. Preguntas

- a) Explicar cómo se tienen que instalar las células solares en las casas a fin de que sean lo más efectivas posible.



SECUENCIA DIDÁCTICA 2: LAS PROPIEDADES DE LAS CÉLULAS SOLARES

Tema: tensión, corriente y potencia

INSTRUCCIONES PARA ESTUDIANTES

EXPERIMENTO 2: LA INTENSIDAD DE UN CORTOCIRCUITO Y LA TENSIÓN EN VACÍO CON LA LÁMPARA A DIFERENTES DISTANCIAS

Es importante considerar que este experimento solo funciona con una lámpara y no a la luz del sol.

Materiales necesarios

Del kit:

- 1 célula solar
- 4 cables con pinzas cocodrilo
- 1 multímetro digital con sus cables de medición
- 1 lámpara halógena de 42 W
- 1 portalámpara (recordá que incluimos zapatillas/alargues si fueran necesarias)

No incluida en el kit (será provista por el docente):

- 1 regla (de 30 cm)

ATENCIÓN: los materiales solo deben utilizarse según las instrucciones del experimento y/o las del docente a cargo. Las lámparas halógenas levantan temperatura, se recomienda no tocarlas. Al finalizar el experimento, los materiales deben ser guardados en la caja o depositados en los cestos correspondientes, siguiendo las instrucciones del docente.

Pasos para la realización del experimento 2

1. Conectar el multímetro a la célula solar. Utilizar para medir la tensión el intervalo de 2.000 mV y para medir la intensidad el intervalo de 200 mA; simplemente cambiar el conmutador entre tensión y corriente en el aparato de medición (Fig. 2.4).
2. Midiendo con la regla, cambiar la distancia de la célula solar a la lámpara en pasos de 5 cm. Comenzar con una distancia de 5 cm (Fig. 2.5).
3. Medir para cada distancia la tensión (tensión en vacío) y la intensidad en la célula solar (intensidad de cortocircuito). Tomar nota en cada caso del valor obtenido.

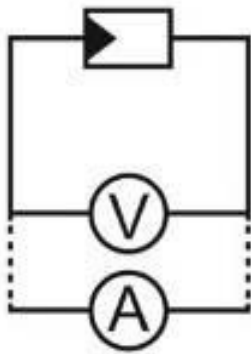


Fig. 2.4: esquema de conexión. La medición con un multímetro cambiando el intervalo de medición de la tensión (V) a la intensidad (A).

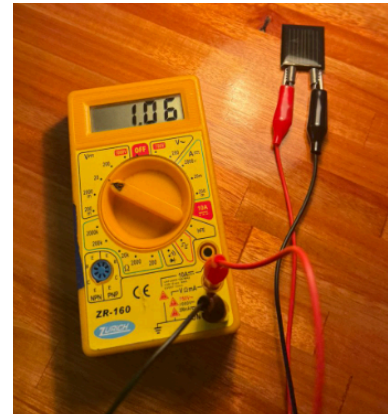


Fig. 2.5: la medición de la tensión a diferentes distancias.

1. Observación

- a) Introducir los valores de medición en un diagrama (distancia-intensidad y distancia-tensión).

2. Evaluación

- a) Describir cómo influye la distancia, y así la intensidad de la iluminación, en la intensidad y la tensión medidas.
- b) Identificar qué cambia más al modificar la condición de luz: la intensidad o la tensión.

3. Preguntas

- a) Es posible utilizar una célula solar para medir las condiciones de iluminación en un lugar. ¿Qué magnitud es mejor para lograrlo: la intensidad o la tensión? Explicar.



SECUENCIA DIDÁCTICA 2: LAS PROPIEDADES DE LAS CÉLULAS SOLARES

Tema: tensión, corriente y potencia

INSTRUCCIONES PARA ESTUDIANTES

EXPERIMENTO 3: ¿QUÉ SUCEDE AL CONECTAR LAS CÉLULAS SOLARES EN SERIE O EN PARALELO?

Este experimento también puede realizarse con luz solar directa en lugar de utilizar la lámpara halógena.

Materiales necesarios

Del kit:

- 2 bandas elásticas
- 1 hélice chica con motor y base
- 2 células solares
- 1 tablita baja lengua
- 2 broches de madera (para sujetar el motor)
- 1 tijera
- 6 cables con pinza cocodrilo
- 1 lámpara halógena de 42W
- 1 portalámpara (recordá que incluimos zapatillas/alargues si fueran necesarias)

ATENCIÓN: los materiales solo deben utilizarse según las instrucciones del experimento y/o las del docente a cargo. Las lámparas halógenas levantan temperatura, se recomienda no tocarlas. Al finalizar el experimento, los materiales deben ser guardados en la caja o depositados en los cestos correspondientes, siguiendo las instrucciones del docente.

Pasos para la realización del experimento 3

1. Para este experimento, las células solares pueden utilizarse sueltas, tal como vienen en el kit, o bien pueden montarse dos células solares encima de la tablita baja lengua, una junto a la otra con ayuda de las bandas elásticas (Fig. 2.6). El objetivo es tener igual ángulo y luminosidad para las dos células durante la medición.
2. Conectar una de las dos células solares con el motor solar chico (con hélice y base).
3. Fijar la distancia a la lámpara de manera tal que el motor gire correctamente.



Fig. 2.6: montaje de las células solares.



Pasos para la realización del experimento 3 (continuación)

4. Conectar la segunda célula solar en paralelo (Fig. 2.7 y 2.8) y verificar la velocidad de giro.
5. Finalmente, conectar las células solares en serie (Fig. 2.9, 2.10 y 2.11) y comparar nuevamente la velocidad de giro.

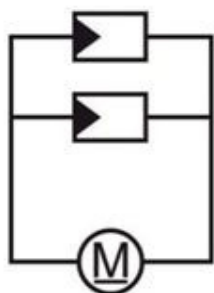


Fig. 2.7: esquema de conexión para el cableado en paralelo.

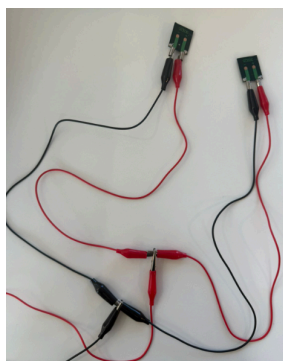


Fig. 2.8: cableado con conexión en paralelo.

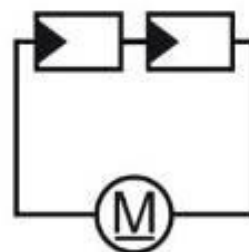


Fig. 2.9: esquema de conexión para el cableado en serie.

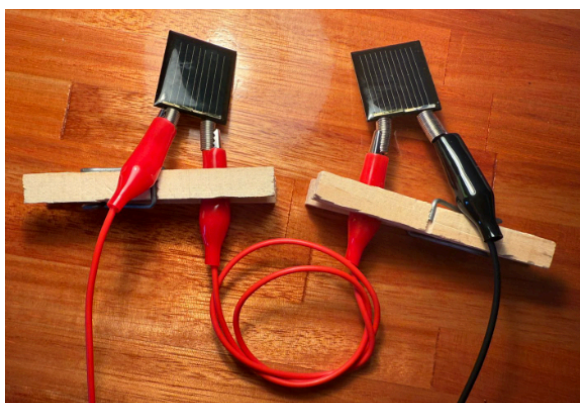


Fig. 2.10: cableado con conexión en serie.

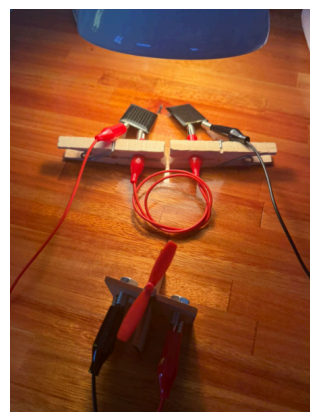


Fig. 2.11: accionamiento del motor en conexión en serie.

1. Observación

- a) Escribir las observaciones de forma resumida.

2. Evaluación

- a) Si se utilizan dos células solares se genera el doble de energía eléctrica a partir de la luz. En realidad, podría esperarse que con dos células solares el motor solar girara mucho más rápido que con una sola, al margen de la interconexión realizada. Explicar a qué podría deberse que, según la conexión, llegue una mayor o menor parte de la energía al motor (un consejo: reflexionar acerca de la resistencia interior de la célula solar).

3. Preguntas

- a) Explicar por qué la potencia de la célula solar es diferente tratándose de una conexión en paralelo o en serie.
- b) En comparación con las células solares, ¿cómo se comportan dos pilas alcalinas de tipo “mignon” que se conectan en paralelo o en serie?



SECUENCIA DIDÁCTICA 2: LAS PROPIEDADES DE LAS CÉLULAS SOLARES

Tema: tensión, corriente y potencia

INSTRUCCIONES PARA ESTUDIANTES

EXPERIMENTO 4: INTENSIDAD Y Tensión EN LA CONEXIÓN EN SERIE Y EN PARALELO DE CÉLULAS SOLARES

Este experimento es la continuación del experimento 3, pero midiendo la intensidad y la tensión. Al igual que los experimentos 1 y 3, este también puede realizarse con luz solar directa en lugar de utilizar la lámpara halógena.

Materiales necesarios

Del kit:

- 1 multímetro digital con sus cables de medición
- 1 tablita baja lengua
- 2 broches de madera (para sujetar el motor)
- 2 bandas elásticas
- 2 células solares
- 6 cables con pinza cocodrilo
- 1 lámpara halógena de 42 W
- 1 portalámpara (recordá que incluimos zapatillas/alargues si fueran necesarias)

ATENCIÓN: los materiales solo deben utilizarse según las instrucciones del experimento y/o las del docente a cargo. Las lámparas halógenas levantan temperatura, se recomienda no tocarlas. Al finalizar el experimento, los materiales deben ser guardados en la caja o depositados en los cestos correspondientes, siguiendo las instrucciones del docente.

Pasos para la realización del experimento 4

1. Poner la célula solar a una distancia de 10 cm de la lámpara (o a una luz solar intensa).
2. Medir la intensidad de cortocircuito y la tensión en vacío de la célula solar.
3. Luego, conectar dos células solares en paralelo.
4. Medir la intensidad de cortocircuito y la tensión en vacío de la conexión en paralelo.
5. Repetir la medición para una conexión en serie de dos células solares.

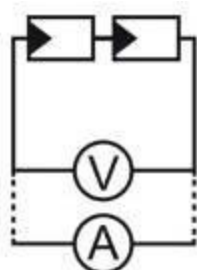


Fig. 2.12: esquema de la conexión en serie.

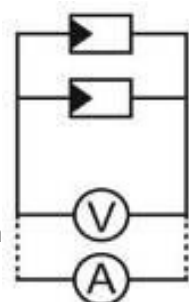


Fig. 2.13: esquema de la conexión en paralelo.



1. Observación

a) Elaborar una tabla según este ejemplo y tomar nota de los valores de medición:

	Tensión [V]	Intensidad [A]
Célula individual		
2 células en paralelo		
2 células en serie		

b) Describir el comportamiento de la intensidad y la tensión en la conexión en paralelo y en serie, en comparación con una célula individual.

2. Evaluación

a) Comparar el resultado de este experimento con los obtenidos en el experimento 3.

b) ¿Qué pasa si se conectan las células solares en serie o en paralelo? Explicar.

3. Preguntas

a) Explicar por qué el producto de la intensidad de cortocircuito y la tensión en vacío no dan la potencia verdadera de la célula solar.



SECUENCIA DIDÁCTICA 2: LAS PROPIEDADES DE LAS CÉLULAS SOLARES

Tema: tensión, corriente y potencia

INSTRUCCIONES PARA ESTUDIANTES

EXPERIMENTO 5: ¿CÓMO SE COMPORTAN LAS CÉLULAS SOLARES CONECTADAS EN SERIE O EN PARALELO AL QUEDAR EN LA SOMBRA?

En este experimento se vuelven a utilizar las células solares montadas sobre la tablita baja lengua como en los experimentos 3 y 4. Este experimento también puede realizarse con luz solar directa en lugar de utilizar la lámpara halógena.

Materiales necesarios

Del kit:

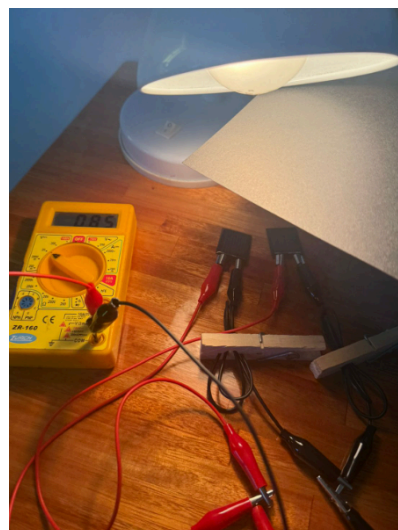
- 1 multímetro digital con sus cables de medición
- 2 bandas elásticas
- 1 cartulina negra
- 1 tablita baja lengua
- 2 broches de madera
- 2 células solares
- 6 cables con pinza cocodrilo
- 1 lámpara halógena de 42 W
- 1 portalámpara (recordá que incluimos zapatillas/alargues si fueran necesarias)

ATENCIÓN: los materiales solo deben utilizarse según las instrucciones del experimento y/o las del docente a cargo. Las lámparas halógenas levantan temperatura, se recomienda no tocarlas. Al finalizar el experimento, los materiales deben ser guardados en la caja o depositados en los cestos correspondientes, siguiendo las instrucciones del docente.

Pasos para la realización del experimento 5

1. Conectar dos células solares en paralelo. Ponerlas a una distancia de aproximadamente 10 cm de la lámpara.
2. Medir la intensidad de cortocircuito y la tensión en vacío de la conexión en paralelo.
3. Tapar las dos células solares con la cartulina negra poco a poco de forma que la mitad de sus superficies queden cubiertas (Fig. 2.14 y 2.15)

Fig. 2.14: sombreado parcial de una de las dos células solares.





Pasos para la realización del experimento 4 (continuación)

4. Luego, cubrir una de las dos células solares por completo (Fig. 2.16). Comparar los resultados obtenidos.
5. Repetir la medición para una conexión en serie de dos células solares.

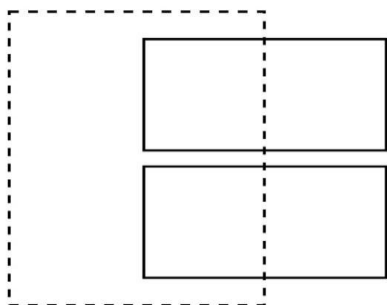


Fig. 2.15: sombreado parcial de ambas células solares.

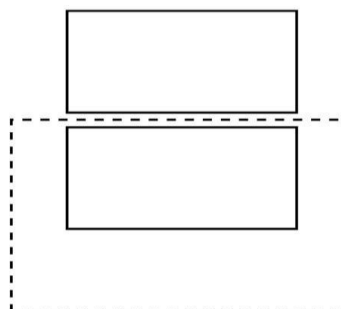


Fig. 2.16: sombreado total de una de las células solares.

1. Observación

- a) Elaborar una tabla según este ejemplo y tomar nota de los valores de medición:

	Conexión en paralelo		Conexión en serie	
	Tensión [V]	I [mA]	Tensión [V]	I [mA]
No tapada				
Ambas tapadas a la mitad				
Una célula tapada por completo				

2. Evaluación

- a) Calcular en cada caso el producto de la intensidad de cortocircuito y la tensión en vacío.

3. Preguntas

- Explicar por qué para la fabricación de módulos solares se conectan las células solares en serie y por qué estas series a su vez son conectadas en paralelo.
- En una página en internet sobre la tecnología solar dice: "En la conexión en serie el módulo más débil determina la potencia total". Explicar lo que significa esta afirmación. Formular una frase en el mismo sentido para la conexión en paralelo.
- Tina quiere participar en un concurso sobre la tecnología solar. Para ello, tiene que construir un bote accionado por un ventilador. Puede utilizar como máximo 4 células solares (0,5 V, 100 mA). El motor tiene una tensión de arranque de 0,6 V y una corriente de arranque de 25 mA. ¿Qué conexión recomendarían para que el bote alcance la máxima velocidad? Fundamentar su respuesta.



SECUENCIA DIDÁCTICA 3: LAS ENERGÍAS RENOVABLES

Tema: el sol, el agua y el viento

INSTRUCCIONES PARA DOCENTES

La serie de experimentos sobre la energía fotovoltaica, hidroeléctrica y eólica se prestan muy bien para abordar el tema de las energías renovables. Asimismo, su alcance en el tiempo y respecto al contenido es relativamente amplio. Por ello, estos experimentos sirven para realizar proyectos dedicados al tema de la transición energética.

Debido a su amplio alcance es casi imposible que los alumnos aborden por completo las bases científicas en los experimentos. En cambio, partiendo de que disponen de ciertos conocimientos fundamentales, estos experimentos se pueden aprovechar muy bien para verificar los conocimientos previos de Física y Química. Otra posibilidad consiste en utilizar los experimentos de forma individual para abordar alguno de los temas científicos a partir del ejemplo de una aplicación técnica conocida en la vida cotidiana.

ATENCIÓN: el material disponible en la caja permite que trabajen varios grupos de alumnos en forma simultánea en el experimento 1, pero solo un grupo a la vez en los experimentos 2 y 3. La lámpara halógena y el multímetro debe compartirse entre los grupos o disponer de equipos adicionales.

Pregunta central de la secuencia didáctica

La escasez de recursos naturales como el carbón, el petróleo y el gas natural (combustibles fósiles extraíbles), la energía atómica y el enorme riesgo que supone su explotación, el cambio climático y la creciente toma de conciencia respecto al medioambiente son factores que han hecho imperativo que se introduzcan rápidamente energías renovables adecuadas.

Las energías renovables o regenerativas son sostenibles, porque a diferencia de los combustibles fósiles, son fuentes de energía prácticamente inagotables. Algunos ejemplos conocidos de energías renovables son la energía solar transformada directamente (la energía solar térmica y la fotovoltaica), la biomasa (por ejemplo, la madera, el biogás o el bioetanol), la energía eólica, la energía hidroeléctrica y la geotérmica. Con excepción de la biomasa, en los demás casos solo hay que pagar los costos de las instalaciones, puesto que las fuentes de energía en sí no cuestan nada.

Los alumnos tienen en esta secuencia didáctica de experimentación la posibilidad de introducirse en la problemática del abastecimiento energético actual y de la utilización alternativa de energías renovables como una posible solución.

En esta serie didáctica de experimentos se busca que los estudiantes comprendan la amplitud del término *energía*, con hincapié en 4 conceptos centrales: la transformación, el transporte, la conservación y la degradación de la energía. De manera experimental, se abordan las diferentes formas de la energía renovable partiendo de algunos ejemplos escogidos sobre energía solar, hidráulica y eólica.



Temas

El trabajo - La definición del concepto de *energía* - El modelo de niveles de energía - La transformación de la energía - El consumo energético - El abastecimiento energético - La geotermia profunda - La altura de caída del agua - Las turbinas de gas - Las centrales de energía mareomotriz - La carga - La potencia - El metano - La sostenibilidad - La carga útil - La conexión paralela - La energía fotovoltaica - La conexión en serie - La energía solar térmica - Las células solares - La tensión - Los picos de demanda de electricidad - La corriente eléctrica - La energía hidroeléctrica - El molino de agua - La turbina de agua - La energía eólica - El molino de viento

Integrar los experimentos en el contexto educativo

Los contenidos comprendidos en el área de energía no solo son desarrollados dentro de las Ciencias Naturales, ya que en la amplitud de los conocimientos se estudian los procesos biológicos y físicos, así como las reacciones químicas que implican siempre una transformación energética.

En nuestra vida cotidiana al momento de realizar cualquier acción no nos detenemos a pensar en la disponibilidad del acceso a las fuentes de energía no renovables (como pueden ser la electricidad, los combustibles, los alimentos, etc.). Entonces, es necesario reflexionar sobre la finitud de esas reservas y el aumento en el uso de energías renovables, a todas las escalas (local, regional, nacional, global) con el fin de sopesar la pérdida de combustibles fósiles y propiciar el consumo energético responsable y respetuoso del medioambiente.

El objetivo planificado para los alumnos es propiciarles un conocimiento general sobre los combustibles fósiles y las fuentes de energía renovables utilizadas en la vida cotidiana, como así también sobre las distintas fuentes de energía (por ejemplo, energía eléctrica, térmica, cinética o química). Es necesario comprender que la energía primaria utilizada puede ser transformada en otras formas de energía, aunque hay que tener en cuenta que se produce una determinada “pérdida de energía” (la degradación energética). La energía en realidad no se pierde en estas transformaciones, sino que se transforma cierta cantidad en otra forma de energía diferente a la que se aspira obtener (por ejemplo, en un foco eléctrico solo aproximadamente un 5% de la energía eléctrica se transforma en energía luminosa y un 95%, en energía térmica). La idea es abordar no solo el aspecto cualitativo de la transformación de energía, sino también su aspecto cuantitativo. De esta forma, se puede calcular, por ejemplo, la potencia de las células solares o de combustible, así como la de los generadores.

Objetivos

Que los alumnos adquieran los conocimientos para...

- Conocer qué son las células solares de silicio y cuáles son sus usos.
- Comprender cómo y de qué manera influyen las conexiones en serie y paralelas de las células solares sobre la tensión y la intensidad.
- Incorporar los conocimientos necesarios para entender cómo influye la intensidad del viento sobre la potencia de una turbina eólica.
- Calcular la potencia de las turbinas hidroeléctricas y eólicas e intercambiar los resultados obtenidos entre todos para su análisis.



Contexto explicativo de los experimentos

La Física define a la *energía* como “la capacidad de un sistema de efectuar un trabajo” o “el trabajo almacenado”. Una descripción comprensible para la educación escolar sería: “Un sistema tiene energía cuando puede hacer que algo se levante, se mueva, se caliente o se ilumine”. El ser humano, los animales y las plantas necesitan energía para vivir y en la técnica nada funciona sin energía.

En este caso, la unidad de medida acordada a nivel internacional es el *joule* (J). En los cálculos hay que tener en cuenta lo siguiente:

$$1 \text{ joule (J)} = 1 \text{ newtonmeter (Nm)} = 1 \text{ vatio segundo (Ws)} = 0,239 \text{ kilocalorías (kcal)}$$

1 *joule* equivale a la energía que se necesita para...

- Levantar una masa de 100 g a una altura aproximada de 1 metro.

$$E_{\text{pot}} = m \cdot g \cdot \Delta h = 0,1 \text{ kg} \cdot 9,81 \text{ N/kg} \cdot 1 \text{ m} = 0,981 \text{ J}$$

- Conseguir por 1 segundo la potencia de 1 vatio (por ejemplo, hacer latir una vez un corazón).

$$E = P \cdot t = 1 \text{ W} \cdot 1 \text{ s} = 1 \text{ Ws} = 1 \text{ J}$$

- Calentar 1 gramo de agua (a 15 °C) en 0,239 °C.

$$E = c \cdot m \cdot \Delta T = 4,18 \text{ J / (g} \cdot ^\circ\text{C)} \cdot 1 \text{ g} \cdot 0,239 ^\circ\text{C} = 1 \text{ J}$$

A través del consumo diario de energía o el contenido energético de los alimentos, los alumnos pueden pensar también sobre la demanda energética en el ámbito de la técnica. El consumo energético diario de un joven de aproximadamente 10.000 kilojoule (kJ) corresponde a la energía necesaria para:

- Hacer que un aparato de 1.000 vatios esté prendido durante 2,8 horas.
- Calentar 30 litros de agua de 20 °C a 100 °C.

Es importante recordarles a los estudiantes que aun cuando los términos *generación* y *consumo energéticos* sean utilizados en forma permanente en un contexto económico, desde el punto de vista físico y técnico son incorrectos. La energía no se puede generar ni se puede consumir, sino que solo se puede transformar de una forma a otra. Así, en el experimento 1 se transforma la energía de radiación en energía eléctrica y luego en energía mecánica (motor). En el experimento 2, la energía mecánica se transforma en eléctrica. En el experimento 3, la energía mecánica se transforma en eléctrica, y luego nuevamente en energía mecánica y lumínica.



Indicaciones generales de los experimentos de la secuencia didáctica 3

Experimento 1: La energía eléctrica a partir de la energía de radiación de la luz

En las células solares se miden la tensión y la corriente. La potencia (P) se calcula a partir de los valores de medición de la tensión (U) y la intensidad (I).

$$P = U \cdot I$$

Los posibles valores de medición en este experimento son:

Cantidad de células	Conexión	Tensión [V]	Intensidad [A]	Potencia [W]
1	-	0,5	0,2	0,1
2	Conexión en serie	1,0	0,2	0,2
2	Conexión paralela	0,5	0,4	0,2

Si bien la potencia calculada sobre la base de la tensión en circuito abierto y la corriente de cortocircuito constituyen parámetros típicos para la célula solar, no corresponde, sin embargo, a la potencia efectiva bajo carga, es decir, si se conecta un consumidor. También, el motor solar utilizado no es adecuado para determinar la potencia máxima posible de la célula solar. Para determinarlo tendrían que variar la resistencia a la carga y la medición de los valores de la corriente y tensión. Es conveniente indicárselo a los alumnos para que no haya malentendidos.

Las mediciones muestran en forma clara que la tensión máxima se produce en una conexión en serie; esto es comparable con la conexión en serie de pilas, para poner a disposición una mayor tensión. La intensidad máxima se consigue con una conexión paralela. En esta medición la potencia obtenida cada vez con, por ejemplo, dos células es igual, dado que el cambio de la intensidad y la tensión prácticamente se compensan entre sí. El motor solar empieza a girar cuando se alcanza una tensión de 0,4 V y una intensidad de 0,014 A, aproximadamente. Estos valores se pueden alcanzar en función de la intensidad luminosa entre una a tres células solares (conexión en serie). Como ampliación del experimento se podría utilizar un espejo cóncavo para potenciar la luz o para concentrar la luz que incide en la célula solar.

Experimento 2: La energía eléctrica a partir de la fuerza del agua

En este experimento se transforma la energía potencial del agua en energía eléctrica, por tanto se esperan valores de medición de, por ejemplo, 0,07 V y 0,0025 A para una duración de 8 segundos. La energía eléctrica (E) transformada se calcula a partir de la potencia (P) y el tiempo (t) de la siguiente manera:

$$E = P \cdot t$$

tensión [V]	intensidad [A]	potencia [W]	tiempo [t]	energía [Ws]
0,07	0,005	0,00035	8	0,028



La potencia calculada sobre la base de la tensión en circuito abierto y la corriente de cortocircuito no corresponde a la potencia efectiva bajo carga, es decir, si se conecta una carga. Para determinarla se debería hacer las mediciones de corriente y tensión con una carga incluida en el circuito. Los alumnos reconocerán que a mayor altura de caída de agua, aumentan la tensión e intensidad, y con ellas la potencia eléctrica. Porque a mayor altura de caída del agua y creciente caudal, aumenta la energía potencial del agua, y con ello también la energía eléctrica resultante. Asimismo, se busca describir el principio de una central eléctrica de almacenamiento: cuando hay energía excedente se bombea agua hacia arriba; cuando se necesita energía se deja que fluya por las turbinas, transformando la energía potencial en energía eléctrica.

Experimento 3: La energía eléctrica a partir de la energía eólica

El viento hace girar la hélice de un motor eléctrico que hace las veces de generador. Los posibles resultados de este experimento son:

Tensión [V]	Intensidad [A]	Potencia [W]
3,1	0,030	0,093

Se puede ver cómo el diodo luminoso que se utiliza aquí como carga se enciende a partir de una tensión de 1,8 V.

Los alumnos han de entender que la potencia de una turbina eólica depende de la forma, la superficie de la hélice y la intensidad del viento.

Variantes de ejecución y metodología de trabajo

Lo importante es el debate y la comparación de los resultados de los grupos entre sí. Si los alumnos tienen problemas para realizar los cálculos, sólo debería pedirles que describan el fenómeno.

Tiempo necesario

Secuencia didáctica 3	Preparación y realización, evaluación y preguntas
Todos los experimentos en bloque	Hasta 180 min.

Advertencias de seguridad

ATENCIÓN: los experimentos solo pueden ser realizados bajo la vigilancia del docente. Se debe advertir a los alumnos que los materiales suministrados solo deben utilizarse siguiendo las instrucciones del docente.



Materiales para la secuencia didáctica 3

ATENCIÓN: para la realización de los 3 experimentos se utilizarán los materiales del kit detallados en las instrucciones para los alumnos y además se precisará obtener previamente los siguientes **materiales adicionales:**

- Agua
- Reglas (de 30 cm)
- 1 reloj
- Fósforos

Si se realiza el experimento 2 por primera vez, se utilizarán de la caja de experimentación las velitas junto con los fósforos a fin de que la hélice grande se pueda doblar para que cumpla la función de molino de agua.

El cableado y la utilización correcta del multímetro, los LED y el motor es algo que debería aclarar el docente de antemano en función de los conocimientos previos y el curso introductorio incluido en esta guía, si hace falta haciendo una demostración. Los materiales y aparatos deben ser controlados antes de entregárselos a los alumnos para comprobar que funcionen en forma correcta.

Ordenar, eliminar residuos y reciclar

Lo detallado en la secuencia didáctica 1 respecto de ordenar los materiales y reciclar lo que sea posible aplica también en este caso. Los materiales no reutilizables deben ser tirados a la basura correcta. Los residuos resultantes de estos experimentos se pueden tirar a la basura normal o por el desagüe.

El docente deberá instruir a los alumnos sobre el correcto guardado y descarte o reciclado de los materiales después de su uso. Además, debe asegurarse de que los aparatos estén listos para ser utilizados en una próxima ocasión.



SECUENCIA DIDÁCTICA 3: LAS ENERGÍAS RENOVABLES

Tema: el sol, el agua y el viento

INSTRUCCIONES PARA ESTUDIANTES

EXPERIMENTO 1: LA ENERGÍA ELÉCTRICA A PARTIR DE LA ENERGÍA DE RADIACIÓN DE LA LUZ

Idealmente, este experimento debería realizarse con luz solar directa, pero en caso de esto no sea posible también puede utilizarse la lámpara halógena.

Materiales necesarios

Del kit:

- 1 multímetro digital con sus cables de medición
- 1 hélice chica con motor y base
- 2 células solares
- 8 cables con pinzas cocodrilo
- 1 lámpara halógena 42 W (si fuera necesaria)
- 1 portalámpara (si fuera necesario; recordá que incluimos zapatillas/alargues)
- 1 tablita baja lengua
- 2 bandas elásticas

ATENCIÓN: los materiales solo deben utilizarse según las instrucciones del experimento y/o las del docente a cargo. Las lámparas halógenas levantan temperatura, se recomienda no tocarlas. Al finalizar el experimento, los materiales deben ser guardados en la caja o depositados en los cestos correspondientes, siguiendo las instrucciones del docente.

Pasos para la realización del experimento 1

1. Conectar la célula solar con los cables de medición al multímetro. Prestar especial atención en la conexión a la identificación del polo positivo y del negativo.
2. Dirigir la célula solar hacia la fuente de luz (la luz del sol o el foco de luz), de forma tal que se pueda determinar la máxima tensión (en mV) y la máxima corriente (en mA) posibles para medir (Fig. 3.1 y 3.2).

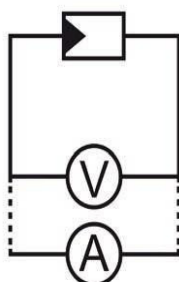


Fig. 3.2: diagrama eléctrico para medir en una célula solar con un multímetro cambiando el campo de medición de la tensión (V) a la intensidad (A).

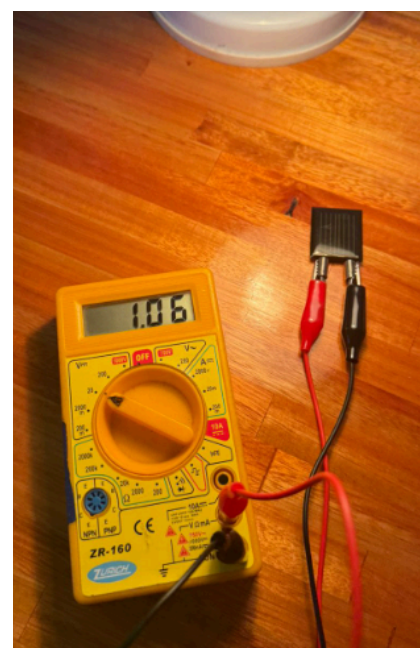


Fig. 3.1: la medición con una célula solar.



Pasos para la realización del experimento 1 (continuación)

4. Conectar las dos células solares disponibles de forma que logren la máxima tensión o la máxima intensidad. Tener en cuenta que en la **conexión en serie** (Fig. 3.3 y 3.4) el polo positivo de una célula solar debe estar conectado al polo negativo de la otra célula solar; si se trata de una **conexión paralela** (Fig. 3.5 y 3.6) deben estar conectados el polo positivo con el positivo y el negativo con el negativo.

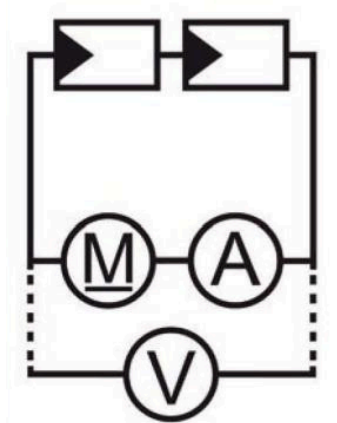


Fig. 3.3: diagrama eléctrico de la conexión en serie.

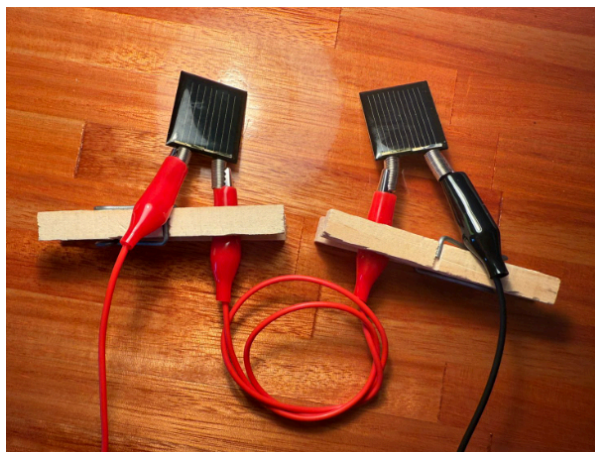


Fig. 3.4: cableado en la célula solar con conexión en serie.

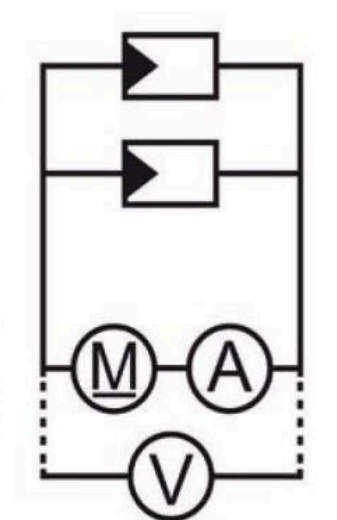


Fig. 3.5: diagrama eléctrico de la conexión en paralelo.

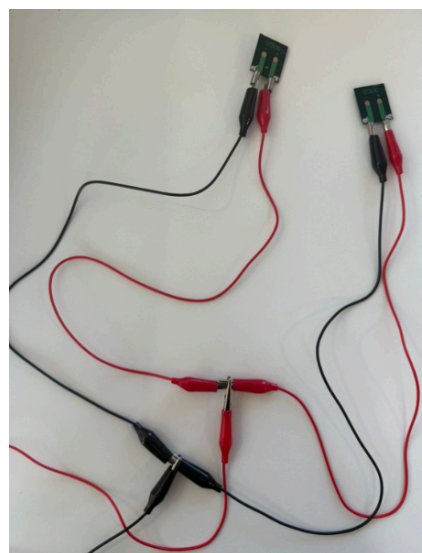


Fig. 3.6: cableado con conexión paralela.

ATENCIÓN: la segunda célula solar no se debe conectar directamente en la primera, pues hay peligro de contacto flojo y cortocircuito. En lugar de eso, se debe conectar el cable a través del punto de cruce.



Pasos para la realización del experimento 1 (continuación)

5. Luego, considerar la cantidad de la luz que hay disponible, conectar primero una célula solar al motor solar. Si no se empieza a mover, entonces conectar dos células solares una detrás de la otra.
6. Cuando el motor se empiece a mover (Fig. 3.7), medir los valores relativos a la tensión y la intensidad.

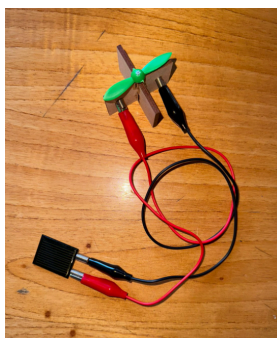


Fig. 3.7: funcionamiento del motor solar conectado a una célula solar.

1. Observación

a) Determinar los mayores valores de la tensión y la corriente, respectivamente, calcular dichos valores en voltios (V) y amperios (A) y anotarlos en una tabla como esta:

Cantidad de células	Conexión	Tensión [V]	Intensidad [A]	Potencia [W]
1	-			
2	conexión en serie			
2	conexión paralela			

2. Evaluación

La potencia (P) se calcula a partir de los valores de medición de la tensión (U) y la intensidad (I):

$$P = U \cdot I$$

Ejemplo:

$$\text{Para } 0,3 \text{ V y } 0,05 \text{ A} \Rightarrow P = 0,3 \text{ V} \cdot 0,05 \text{ A} = 0,015 \text{ W}$$

a) Calcular la potencia a partir de los valores medidos y completar la tabla anterior.

3. Preguntas

- a) Nombrar la conexión más indicada para obtener la tensión máxima o la intensidad máxima.
- b) Comparar la potencia calculada con igual cantidad de células pero con diferente tipo de conexión (conexión en serie o paralela) y explicarlo.



SECUENCIA DIDÁCTICA 3: LAS ENERGÍAS RENOVABLES

Tema: el sol, el agua y el viento

INSTRUCCIONES PARA ESTUDIANTES

EXPERIMENTO 2: LA ENERGÍA ELÉCTRICA A PARTIR DE LA FUERZA DEL AGUA

Si es la primera vez que se realiza este experimento, el docente primero deberá armar y doblar la hélice para convertirla en un molino de agua. Para eso, seguir estos pasos:

1. Prender la velita con los fósforos.
2. Tomar la hélice por una de sus aspas y mantener el punto medio de cada aspa sobre la llama de la velita, aproximadamente a 3 cm por encima de la llama durante unos 10 segundos (Fig.3.8).
3. Esperar a que el plástico se ablande y doblar el ala caliente desde sus 15 grados a 90 grados.
4. Repetir este procedimiento hasta que las tres aspas tengan un ángulo de 90 grados (Fig. 3.9).



Fig. 3.8: cómo doblar las aspas de la hélice con calor.



Fig. 3.9: hélice convertida en un molino de agua.

ATENCIÓN: el procedimiento del doblado de las aspas debe realizarlo el docente; puede ser con la compañía de los estudiantes. Tomar las precauciones necesarias respecto de la llama de la vela y del plástico caliente, pues pueden quemar la piel.

Materiales necesarios

Del kit:

- 4 cables con pinzas cocodrilo
- 1 recipiente contenedor (tupper) cúbico
- 1 jeringa de 60 ml
- 1 velita
- Cinta adhesiva
- 1 motor redondo
- 1 hélice grande (con las aspas modificadas a 90°)
- 1 multímetro digital con sus cables de medición

No incluidos en el kit (serán provistos por el docente):

- 1 regla (de 30 cm)
- 1 reloj
- Agua
- Fósforos



ATENCIÓN: los materiales solo deben utilizarse según las instrucciones del experimento y/o las del docente a cargo. Al finalizar el experimento, los materiales deben ser guardados en la caja o depositados en los cestos correspondientes, siguiendo las instrucciones del docente.

Pasos para la realización del experimento 2

1. Primero tapar con la cinta adhesiva las aberturas del motor redondo, de tal manera que quede hermético y no pueda entrar el agua de eventuales salpicaduras.
2. Colocar la hélice grande en el motor redondo formando un molino de agua, que ahora funcionará como generador. Conectarlo con el multímetro.
3. Sacar de la jeringa de 60 ml el émbolo, llenarla con agua y cerrar el orificio con un dedo.
4. Colocar el generador con el molino de agua encima de un recipiente colector.
5. Hacer que corra el agua sobre el molino de agua desde una altura aproximada de 30 cm (Fig. 3.10). Recordar que la distancia del molino de agua a la jeringa debe medirse con exactitud al comienzo del experimento y todo el tiempo tiene que ser constante. Se puede complementar la actividad con dos trípodes si se dispone de ellos para fijar el motor y la jeringa, regulando el chorro de agua que cae sobre el molino de agua.
6. Medir con el reloj durante cuánto tiempo está en funcionamiento el motor. Repetir el experimento con diferentes alturas buscando determinar cuáles son los valores máximos para la tensión (en mV), la intensidad (en mA) y el tiempo de funcionamiento del motor (en segundos) (Fig. 3.11).



Fig. 3.10: el molino de agua se mueve debajo del chorro de agua.

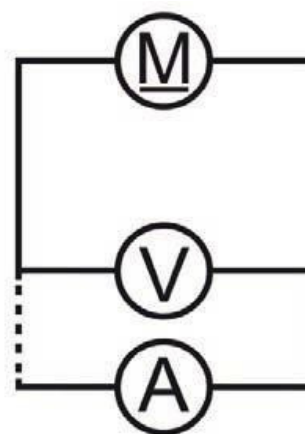


Fig. 3.11: diagrama eléctrico para medir la electricidad y la tensión.



1. Observación

- a) Tomar nota de los valores máximos para la tensión (en mV), la intensidad (en mA) y el tiempo de funcionamiento del motor (en segundos).
- b) Calcular los valores obtenidos en voltios (V) y amperios (A), y colocar los valores en una tabla siguiendo este ejemplo:

Altura [cm]	Tensión [V]	Intensidad [A]	Tiempo [s]	Potencia [W]	Energía [Ws]

2. Evaluación

La energía eléctrica transformada se calcula a partir de la potencia (P) y el tiempo (t):

$$E = P \cdot t$$

Ejemplo:

$$\text{Para } 0,03 \text{ W y } 5,5 \text{ s} \Rightarrow E = 0,03 \text{ W} \cdot 5,5 \text{ s} = 0,165 \text{ Ws} = 0,165 \text{ J}$$

- a) Explicar cómo influye la altura de caída del agua en la energía del agua y, por tanto, en la potencia del molino de agua.
- b) Calcular la potencia y la energía a partir de los valores medidos y anotarlas en la tabla.
- c) Explicar cómo configurarían el experimento para obtener un máximo de energía eléctrica con el molino de agua.

3. Preguntas

- a) Las centrales hidroeléctricas generan por la noche más energía de la necesaria, que se desea almacenar para el consumo durante el día. Desarrollar una instalación técnica utilizando turbinas de agua para construir un sistema de almacenamiento que funcione bien.



SECUENCIA DIDÁCTICA 3: LAS ENERGÍAS RENOVABLES

Tema: el sol, el agua y el viento

INSTRUCCIONES PARA ESTUDIANTES

EXPERIMENTO 3: LA ENERGÍA ELÉCTRICA A PARTIR DE LA ENERGÍA EÓLICA

Materiales necesarios

Del kit:

- 6 cables con pinzas cocodrilo
- 1 hélice chica con motor y base
- 1 LED rojo
- 1 motor redondo
- 1 hélice chica para encastrar
- 1 multímetro digital con sus cables de medición

ATENCIÓN: los materiales solo deben utilizarse según las instrucciones del experimento y/o las del docente a cargo. Al finalizar el experimento, los materiales deben ser guardados en la caja o depositados en los cestos correspondientes, siguiendo las instrucciones del docente.

Pasos para la realización del experimento 3

1. Preparar el motor redondo encastrando la hélice chica como se muestra en la imagen (Fig. 3.12).
2. Conectar el motor redondo al motor solar chico, más sensible, y soplar sobre la hélice del motor redondo intentando que arranque el motor solar chico (Fig. 3.13).

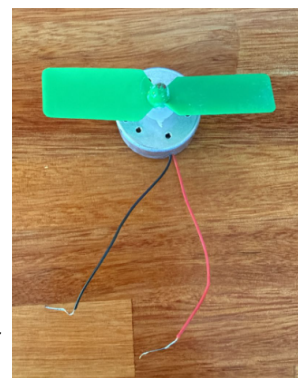


Fig. 3.12: motor redondo con hélice.

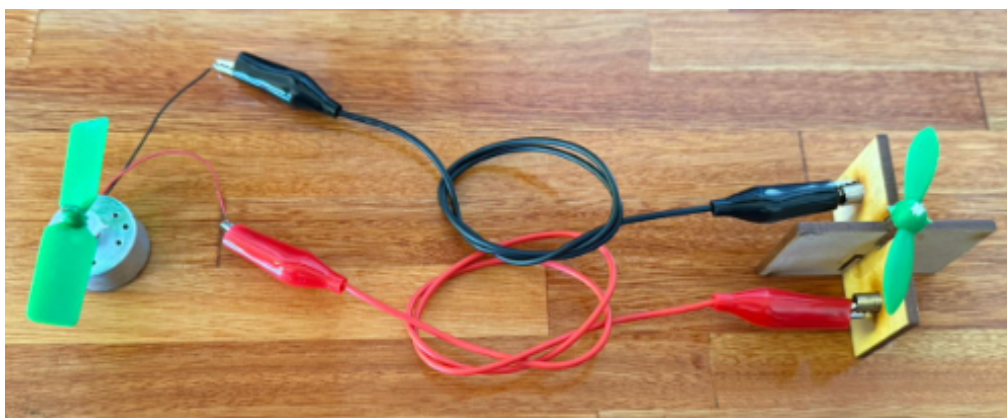


Fig. 3.13: configuración del experimento 3.



Pasos para la realización del experimento 3 (continuación)

3. Luego, conectar un LED al motor solar redondo prestando especial atención a los polos: la patita larga del LED es el polo positivo.
4. Soplar con fuerza hasta que se prenda en forma leve el LED.
5. Medir la tensión con el multímetro, conectar las pinzas cocodrilo a las patitas del LED.
6. Determinar la tensión máxima (en mV) y la intensidad máxima (en mA) que puede alcanzar (Fig. 3.14) soplando sobre la hélice doble.
7. Repetir el experimento haciendo que todos soplen.

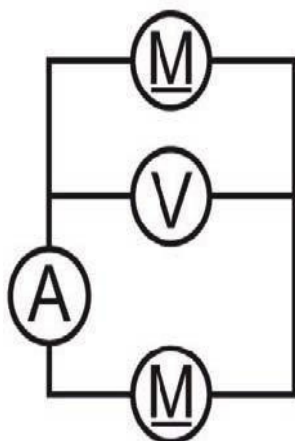


Fig. 3.14: diagrama eléctrico para medir la electricidad y la tensión.

1. Observación

- a) Registrar la tensión (en mV) y la intensidad (en mA) máximas observadas.
- b) Calcular los valores obtenidos en voltios (V) y amperios (A), y registrarlos en una tabla, según este ejemplo:

Medición	Tensión [V]	Intensidad [A]	Potencia [W]
1			
2			
3			

- c) Reflexionar sobre cuán elevada debe ser la tensión (en mV) para que se prenda visiblemente el LED.

2. Evaluación

- a) Calcular las potencias alcanzadas por la turbina de viento.
- b) Explicar la influencia de la intensidad del viento, es decir, la intensidad del soplido sobre la potencia de la turbina de viento.

3. Preguntas

- a) Explicar qué cambios tendrían que hacerse en la turbina de viento para aumentar la potencia.

INTRODUCCIÓN A LAS ENERGÍAS RENOVABLES

Proyecto #EnergiaJoven
www.energiajoven.ar

Guía para docentes de ciclo básico
de nivel medio técnico



¡Las sugerencias siempre serán bienvenidas!

Recuerden que pueden escribirnos a

 fundacion.ar@siemens.com

 [fundacionsiemens](https://www.instagram.com/fundacionsiemens)



SIEMENS | Fundación



Supported by:



on the basis of a decision
by the German Bundestag



Cofounded by:

