# Guía docente: simulación de circuitos eléctricos

## Ficha rápida

La simulación de circuitos eléctricos monta circuitos de corriente continua con una pila, un interruptor y bombillas o resistencias, y muestra en cada receptor su tensión, su intensidad y su potencia, con los electrones moviéndose por los cables. Tiene tres modos: ley de Ohm con un receptor y aparatos de medida, receptores en serie y receptores en paralelo. Su uso principal es 2.º y 3.º ESO, con uso puntual en 4.º ESO.

| Dato | Detalle |
|---|---|
| Enlace | simulaciencia.es/simulaciones/circuitos/ |
| Cursos | 2.º ESO y 3.º ESO (uso principal); uso puntual en 4.º ESO |
| Materia | Física y Química |
| Duración orientativa | 15–20 minutos de explicación con la simulación proyectada |
| Material | Proyector o pizarra digital; funciona en navegador, también en móvil y tableta, sin instalar nada. En pantallas estrechas los controles pasan arriba y el lienzo debajo; para explicar es mejor una pantalla grande |
| Conocimientos previos | La materia está formada por átomos con electrones. Para 3.º ESO, despejar en una fórmula de tres magnitudes y leer una gráfica |
| Accesibilidad | Tema oscuro, claro y de alto contraste (botón del engranaje). Botón «Electrones» para ocultar la animación. Todo lo que se pulsa en el circuito también se puede hacer desde el panel |

## Cómo funciona la simulación

La simulación tiene tres modos, «Ley de Ohm», «Serie» y «Paralelo», que se eligen arriba del panel izquierdo. En los tres se ve el circuito arriba y, debajo, una gráfica o unos diagramas de barras. Los cambios se ven al instante: no hay que pulsar ningún botón para que el circuito «funcione».

| Modo | Qué controla el docente | Qué muestra |
|---|---|---|
| Ley de Ohm | «Resistencia (R)» de 5 a 100 Ω, en pasos de 5 (empieza en 20 Ω). Los botones «▮ Anotar medida» y «Borrar medidas» | Una pila, un interruptor, un amperímetro en serie y un receptor con un voltímetro en paralelo. Cada aparato tiene una pantalla con su lectura. Debajo, la «GRÁFICA INTENSIDAD – TENSIÓN» y el recuadro «LEY DE OHM» con el cálculo, por ejemplo «I = 6,00 V / 20 Ω = 0,300 A» |
| Serie | «Número de receptores» (2 o 3), «Resistencia $R_1$», «$R_2$» y «$R_3$» de 5 a 100 Ω (empiezan en 10, 20 y 30 Ω) y los botones «Receptores conectados» $R_1$, $R_2$ y $R_3$ | Los receptores uno tras otro en el cable de arriba. Junto a cada uno, su R, V, I y P. Debajo, los diagramas «TENSIONES (V)» e «INTENSIDADES (A)» |
| Paralelo | Los mismos controles que en serie | Cada receptor en su rama, entre el cable de arriba y el de abajo, con sus valores al lado y los mismos diagramas de barras |

| Modo | Qué controla el docente | Qué muestra |
|---|---|---|
| En los tres modos | «Tensión de la pila» de 0 a 12 V, en pasos de 0,5 (empieza en 6,0 V). El interruptor. «Tipo de receptor»: «Bombillas» o «Resistencias» | Las bombillas brillan más cuanta más potencia tienen; las resistencias se ponen al rojo. Con el circuito abierto aparece el aviso «Circuito abierto: no circula corriente (I = 0).» |

El interruptor se abre y se cierra desde el panel o pulsándolo en el circuito. En serie y en paralelo, un receptor se quita y se vuelve a poner con los botones «Receptores conectados» o pulsándolo en el circuito; en su lugar quedan los dos bornes vacíos y el rótulo «bombilla quitada» o «resistencia quitada».

Cuatro elementos sostienen la explicación:

- **Los electrones.** Unos puntos azules con signo «−» recorren los cables de − a +, más deprisa donde la intensidad es mayor. Están siempre en todos los cables: al abrir el circuito se paran, pero no desaparecen. Una flecha naranja con «I = …» marca el sentido convencional de la corriente, de + a − por fuera de la pila. El botón «Electrones», arriba a la derecha del lienzo, los oculta.
- **Los rótulos del circuito.** La pila muestra su tensión y sus polos. Cada receptor muestra «$R_1$ = 10 Ω» y debajo (o a su derecha) «$V_1$», «$I_1$» y «$P_1$». Con el interruptor abierto y un solo hueco en el circuito se lee la tensión entre sus extremos, por ejemplo «V = 6,00 V».
- **La gráfica I–V.** En el modo «Ley de Ohm» cada medida anotada es un punto. Cada resistencia tiene su color y su recta I = V / R; la del receptor actual va discontinua y un círculo marca el punto en el que está funcionando. La escala de intensidad se ajusta sola.
- **Los diagramas de barras.** En serie y en paralelo hay una barra por receptor y una más para la pila (tensiones) o el total (intensidades). Cuando la última es la suma de las demás, se dibuja apilada con los trozos $V_1$, $V_2$, $V_3$ o $I_1$, $I_2$, $I_3$. Arriba a la derecha se recuerda la regla que se cumple, por ejemplo «$V = V_1 + V_2 + V_3$».

El desplegable «Medidas del circuito» está abierto al inicio. Da la tensión, la intensidad total y la resistencia (la «R equivalente» en serie y en paralelo), una tabla «Receptores» con R, V, I y P de cada uno y del total, y una frase que resume lo que pasa. En el modo «Ley de Ohm» añade la «Tabla de medidas», con hasta 12 filas y la columna V / I. El desplegable «Fórmulas esenciales» reúne I = q / t, V = I · R y sus despejes, P = V · I, las reglas de la serie y del paralelo y las unidades. En la cabecera, «Descripción y reglas rápidas» resume las tres reglas clave.

## Uso en cada curso

En 2.º ESO la simulación sirve para presentar el circuito eléctrico, sus elementos y las magnitudes eléctricas fundamentales con sus unidades y aparatos de medida. En 3.º ESO trabaja la ley de Ohm, los circuitos básicos y la asociación de resistencias en serie y en paralelo. En 4.º ESO su uso es puntual, para la potencia y la energía consumida. Los saberes y criterios citados son los del currículo LOMLOE de la Comunidad de Madrid para Física y Química.

### 2.º ESO: el circuito y las magnitudes eléctricas

*13–14 años · 8th grade en EE. UU. · Year 9 en Reino Unido*

**Saberes básicos.** Bloque E: «Consideración de la naturaleza eléctrica de la materia y de la obtención de energía eléctrica a partir de distintas fuentes de energía. Magnitudes eléctricas fundamentales. Unidades de medida. Corriente continua». Bloque A: «el laboratorio y los entornos virtuales», «Instrumentos de medida» y «unidades del Sistema Internacional y sus símbolos. Medida de magnitudes».

**Criterios de evaluación.** 1.1 (identificar fenómenos fisicoquímicos cotidianos con la terminología científica adecuada), 3.1 (utilizar datos en diferentes formatos para interpretar y comunicar información) y 3.2 (identificar los materiales e instrumentos básicos del laboratorio).

**Objetivos.** Reconocer los elementos de un circuito y sus símbolos. Distinguir tensión, intensidad y resistencia, con sus unidades. Saber cómo se conectan el amperímetro y el voltímetro. Explicar la corriente continua como un movimiento de electrones en un solo sentido.

**Secuencia de explicación (15–20 min).**

1. Modo «Ley de Ohm» con los valores iniciales. Señalar la pila, el interruptor, los cables y la bombilla, y dibujar sus símbolos en la pizarra. La placa larga de la pila es el polo +.
2. Abrir el interruptor. La bombilla se apaga y los electrones se paran, pero siguen en los cables: no salen de la pila, ya estaban ahí. El amperímetro marca 0,000 A. Cerrarlo de nuevo.
3. Leer los aparatos. El amperímetro, en serie, mide la intensidad: 0,300 A. Explicar que la intensidad es la carga que pasa en cada segundo ($I = q / t$): 0,3 C cada segundo, 18 C en un minuto. El voltímetro, en paralelo con la bombilla, mide la tensión: 6,00 V. Escribir las unidades: voltio (V), amperio (A) y ohmio (Ω).
4. Subir la «Tensión de la pila» a 12 V. La intensidad se duplica (0,600 A), los electrones van el doble de rápido y la bombilla brilla más. Bajarla a 0 V: la pila no impulsa a los electrones y no hay corriente.
5. Explicar la corriente continua: los electrones se mueven siempre en el mismo sentido, de − a +. Por convenio, el sentido de la corriente es el contrario, de + a −, como marca la flecha naranja.
6. Pasar a «Serie» y luego a «Paralelo» y quitar en cada uno la bombilla $R_2$. En serie se apagan todas; en paralelo las demás siguen encendidas. Preguntar cómo estarán conectadas las luces de casa.

## 3.º ESO: ley de Ohm y asociación de resistencias

*14–15 años · 9th grade en EE. UU. · Year 10 en Reino Unido*

**Saberes básicos.** Bloque E: «Naturaleza eléctrica de la materia: electrización de los cuerpos y los circuitos eléctricos», «La electricidad como movimiento de cargas eléctricas. Ley de Ohm. Circuitos eléctricos básicos. Asociación de resistencias. Aplicaciones de la electricidad en la vida diaria». Bloque A: «Registro de datos y resultados empleando tablas, gráficos y expresiones matemáticas» y «Aplicación del método científico a experiencias sencillas».

**Criterios de evaluación.** 1.2 (resolver problemas con las leyes adecuadas, razonando los procedimientos y expresando los resultados), 2.1 (emplear las metodologías propias de la ciencia, incluido el razonamiento lógico-matemático), 3.1 (emplear datos en diferentes formatos) y 3.2 (usar correctamente las unidades de medida y las herramientas matemáticas).

**Objetivos.** Comprobar experimentalmente la ley de Ohm y representarla en una gráfica. Resolver problemas con $V = I \cdot R$. Calcular la resistencia equivalente de dos o tres resistencias en serie y en paralelo. Explicar cómo se reparten la tensión y la intensidad en cada asociación.

**Secuencia de explicación (15–20 min).**

1. Modo «Ley de Ohm» con R = 20 Ω. Formular la pregunta: ¿cómo cambia la intensidad al cambiar la tensión? Llevar la tensión a 2, 4, 6, 8, 10 y 12 V y pulsar «Anotar medida» en cada una. La tabla da 0,100, 0,200, 0,300, 0,400, 0,500 y 0,600 A, y la columna V / I vale siempre 20 Ω.
2. Mirar la gráfica: los puntos forman una recta que pasa por el origen. Tensión e intensidad son proporcionales y la constante es la resistencia: $V = I \cdot R$.

3. Cambiar a R = 40 Ω y anotar 4, 8 y 12 V: 0,100, 0,200 y 0,300 A. La nueva recta tiene la mitad de pendiente (0,025 A/V frente a 0,050 A/V): con más resistencia pasa menos corriente para la misma tensión.
4. Plantear un problema: ¿qué resistencia hace pasar 0,240 A con una pila de 12 V? R = 12 / 0,24 = 50 Ω. Comprobarlo con el deslizador.
5. Modo «Serie» con los valores iniciales (6,0 V; 10, 20 y 30 Ω). La intensidad es la misma en los tres, 0,100 A, y las tensiones, 1, 2 y 3 V, suman los 6 V de la pila: la barra «pila» está apilada. R equivalente = 10 + 20 + 30 = 60 Ω y I = 6 / 60 = 0,100 A. Quitar $R_2$: se corta el único camino y no circula corriente por ninguno; entre los bornes vacíos hay 6,00 V.
6. Modo «Paralelo» con los mismos valores. Todos tienen 6 V y las intensidades, 0,600, 0,300 y 0,200 A, suman 1,100 A. 1 / R equivalente = 1/10 + 1/20 + 1/30, luego R equivalente = 5,45 Ω, menor que la más pequeña. Quitar $R_2$: las otras ramas no cambian y la intensidad total baja a 0,800 A (R equivalente = 7,5 Ω).

### 4.º ESO: uso puntual

*15–16 años · 10th grade en EE. UU. · Year 11 en Reino Unido*

En el bloque E aparecen «El trabajo y la energía mecánica. Potencia» y «La energía en nuestro mundo: estimación de la energía consumida en la vida cotidiana mediante la búsqueda de información contrastada, la experimentación y el razonamiento científico». La simulación da la potencia de cada receptor (P = V · I) y sirve para estimar la energía consumida con E = P · t. Por ejemplo, la bombilla del modo «Ley de Ohm» con 6 V y 20 Ω consume 1,80 W; en una hora son 1,80 × 3600 = 6480 J. Con tres bombillas iguales de 20 Ω a 6 V, en paralelo cada una consume 1,80 W y en serie solo 0,20 W: nueve veces menos, por eso en serie brillan mucho menos. No trata la energía en kWh ni el coste de la factura.

## Concepciones alternativas que ayuda a corregir

La simulación ataca sobre todo la idea de que la corriente «se gasta» al pasar por los receptores y la de que la pila da siempre la misma corriente. Cada fila indica la idea previa frecuente y cómo desmontarla con la simulación.

| Idea del alumnado | Idea correcta | Cómo mostrarlo |
|---|---|---|
| «La corriente se gasta en las bombillas: a la última llega menos» | En serie la intensidad es la misma en todos los puntos del circuito; lo que se transforma es la energía | Modo «Serie»: $I_1 = I_2 = I_3$ = 0,100 A y los electrones van igual de rápido antes y después de cada bombilla |
| «Los electrones salen de la pila y tardan en llegar a la bombilla» | Los electrones ya están en todos los cables; la pila los pone en movimiento a todos a la vez | Abrir y cerrar el interruptor: los electrones se paran y arrancan en todo el circuito a la vez |
| «La pila da siempre la misma intensidad» | La pila mantiene la tensión; la intensidad depende de la resistencia del circuito | Con 6 V: 0,300 A con un receptor de 20 Ω, 0,100 A con tres en serie y 1,100 A con tres en paralelo |
| «Con más bombillas, más resistencia» | En serie la resistencia equivalente aumenta; en paralelo disminuye | Paralelo con 2 receptores: 6,67 Ω y 0,900 A; con 3: 5,45 Ω y 1,100 A |
| «Si se funde una bombilla se apagan todas» | Solo en serie; en paralelo cada rama es independiente | Quitar $R_2$ en «Serie» y en «Paralelo» |

| Idea del alumnado | Idea correcta | Cómo mostrarlo |
|---|---|---|
| «Tensión e intensidad son lo mismo» | Puede haber tensión sin corriente | Modo «Ley de Ohm» con el interruptor abierto: el amperímetro marca 0,000 A y bajo el interruptor se lee «V = 6,00 V» |
| «La bombilla con más resistencia brilla siempre menos» | En serie brilla más la de mayor resistencia ($P = I^2 \cdot R$); en paralelo, la de menor | Valores iniciales: en serie brilla más $R_3$ (0,30 W); en paralelo, $R_1$ (3,60 W) |
| «Los electrones van de + a −, como la corriente» | El sentido convencional es de + a −; los electrones van de − a + | La flecha naranja y los electrones azules van en sentidos opuestos |

## Simplificaciones que conviene conocer

La simulación prioriza que se vean las reglas de la serie y del paralelo y para ello trata todos los elementos como ideales. Conviene conocer estas licencias para no reforzar ideas incorrectas sin querer.

1. **Pila ideal.** No tiene resistencia interna: da siempre su tensión, pase la corriente que pase. Con tres receptores de 5 Ω en paralelo a 12 V circulan 7,2 A, algo que una pila real no podría mantener. No se simulan cortocircuitos ni fusibles.
2. **Receptores óhmicos.** Las bombillas tienen una resistencia constante. En una bombilla real de filamento la resistencia crece mucho al calentarse, así que su gráfica I–V no es una recta. La ley de Ohm se cumple bien en resistencias a temperatura constante.
3. **Cables, interruptor y aparatos ideales.** Los cables y el interruptor no tienen resistencia; el amperímetro tampoco y el voltímetro no deja pasar corriente.
4. **Velocidad de los electrones fuera de escala.** Los electrones de un cable real avanzan en promedio fracciones de milímetro por segundo. En la animación la velocidad es proporcional a la intensidad (70 px/s por amperio) con un tope a partir de unos 4,6 A para que se puedan seguir con la vista. La separación entre electrones es siempre la misma.
5. **Brillo orientativo.** El brillo crece con la potencia pero se satura ($P / (P + 0{,}5\ \text{W})$), para que se distingan tanto 0,1 W como 3 W. No es una medida de la luz emitida.
6. **Tensión en los huecos.** Con un único hueco en serie (un receptor quitado o el interruptor abierto), entre sus extremos está toda la tensión de la pila. Con dos huecos a la vez esa tensión no está definida en un circuito ideal y se muestra «—».
7. **Solo corriente continua.** No hay corriente alterna, ni red doméstica de 230 V, ni consumo en kWh. Las resistencias van de 5 en 5 Ω y la tensión de 0,5 en 0,5 V.

## Ficha de actividades del alumnado

La ficha de actividades sigue el esquema predice, observa y explica. Cada actividad enlaza a la simulación ya preparada, así que funciona en el aula de informática, con tabletas o como tarea en casa. Se descarga en Word y LibreOffice para adaptarla.

| Curso | Actividades | Duración orientativa |
|---|---|---|
| 2.º ESO | Antes de empezar, actividades 1, 2 (sin la última columna) y 6, Revisa tus ideas y Autoevaluación | Una sesión de 50–55 minutos |
| 3.º ESO | Ficha completa salvo Para ampliar | Dos sesiones, o una si los problemas se hacen como tarea |

| Curso | Actividades | Duración orientativa |
|---|---|---|
| 4.º ESO | Actividades 4 a 6 y Para ampliar, como repaso con potencia y energía | Una sesión |

La tabla de «Antes de empezar» recoge seis ideas previas sobre la corriente eléctrica. Conviene no corregirla al principio: el alumnado vuelve a ella en «Revisa tus ideas». Los valores de la simulación son exactos, así que las soluciones también.

## Soluciones

| Apartado | Solución |
|---|---|
| Antes de empezar | Todas falsas. a) En serie la intensidad es la misma en todas las bombillas (actividad 4). b) Los electrones ya están en todos los cables y se ponen en marcha a la vez (actividad 1). c) La intensidad depende de la resistencia (actividad 3). d) En paralelo la resistencia equivalente disminuye (actividad 5). e) Solo en serie; en paralelo las demás siguen encendidas (actividades 4 y 5). f) Con el interruptor abierto hay tensión, pero no corriente (actividad 1) |
| Actividad 1 | Pila: da la energía que mueve los electrones; 6 V con el interruptor cerrado y abierto. Amperímetro: mide la intensidad, en serie; 0,300 A cerrado y 0,000 A abierto. Voltímetro: mide la tensión de la bombilla, en paralelo; 6,00 V cerrado y 0 V abierto (la tensión de la pila queda entre los bornes del interruptor). Los electrones se paran, pero siguen en los cables. El amperímetro tiene que dejar pasar por él toda la corriente; el voltímetro compara dos puntos del circuito. Los electrones van de − a +; por convenio, la corriente va de + a − |
| Actividad 2 | 0,100, 0,200, 0,300, 0,400, 0,500 y 0,600 A; V / I = 20 Ω siempre. La gráfica es una recta que pasa por el origen: V e I son directamente proporcionales. La constante es la resistencia: $V = I \cdot R$ |
| Actividad 3 | 10 Ω: 0,600 A y 3,60 W. 20 Ω: 0,300 A y 1,80 W. 30 Ω: 0,200 A y 1,20 W. 60 Ω: 0,100 A y 0,60 W. Al aumentar R, la intensidad y el brillo disminuyen. La pila mantiene la tensión; la intensidad depende de la resistencia: $I = V / R$ |
| Actividad 4 | $R_1$: 10 Ω, 1 V, 0,100 A, 0,10 W. $R_2$: 20 Ω, 2 V, 0,100 A, 0,20 W. $R_3$: 30 Ω, 3 V, 0,100 A, 0,30 W. Total: 60 Ω, 6 V, 0,100 A, 0,60 W. Al quitar $R_2$ se apagan todas: se corta el único camino y entre los bornes vacíos hay 6,00 V. La intensidad es la misma en todas: la corriente no se gasta, lo que se transforma es la energía. $V = V_1 + V_2 + V_3$ y R equivalente = $R_1 + R_2 + R_3$ |
| Actividad 5 | $R_1$: 10 Ω, 6 V, 0,600 A, 3,60 W. $R_2$: 20 Ω, 6 V, 0,300 A, 1,80 W. $R_3$: 30 Ω, 6 V, 0,200 A, 1,20 W. Total: 5,45 Ω, 6 V, 1,100 A, 6,60 W. Al quitar $R_2$ las demás siguen igual y la intensidad total baja a 0,800 A (7,5 Ω). Todas tienen la tensión de la pila; $I = I_1 + I_2 + I_3$. La R equivalente es menor que la menor de ellas: cada rama nueva es un camino más para la corriente |
| Actividad 6 | Serie: 2 V, 0,100 A y 0,20 W cada una; total 0,100 A; al quitar una se apagan todas. Paralelo: 6 V, 0,300 A y 1,80 W cada una; total 0,900 A; las demás siguen encendidas. En las casas se conectan en paralelo: cada aparato recibe toda la tensión de la red y funciona aunque se apague o se estropee otro |
| Aplica lo aprendido | 1) $I = 9 V / 30 Ω = 0{,}300$ A. 2) $R = 12 V / 0{,}240$ A = 50 Ω. 3) $R = 15 + 45 = 60$ Ω; $I = 12 / 60 = 0{,}200$ A; $V_1 = 0{,}2 \cdot 15 = 3$ V y $V_2 = 0{,}2 \cdot 45 = 9$ V (suman 12 V). 4) $I_1 = 12 / 15 = 0{,}800$ A; $I_2 = 12 / 45 \approx 0{,}267$ A; $I = 1{,}067$ A; $R = 12 / 1{,}067 \approx 11{,}25$ Ω (o $1/R = 1/15 + 1/45$) |
| Para ampliar | 1) $E = 1{,}80 W \cdot 3600 s = 6480$ J. 2) Nueve veces: en paralelo cada una tiene el triple de tensión y el triple de intensidad que en serie (1,80 W frente a 0,20 W). 3) En serie brilla más $R_3$ (0,30 W), la de mayor resistencia, porque $P = I^2 \cdot R$ con la misma I; en paralelo brilla más $R_1$ (3,60 W), la de menor resistencia, porque $P = V^2 / R$ con la misma V. No es verdad en serie |

Juan Ramón Grijota · SimulaCiencia. Guía publicada bajo licencia CC BY-SA 4.0: puedes adaptarla y compartirla citando la autoría y con la misma licencia. Versión actualizada y simulación en simulaciencia.es/guias/circuitos/.