**Placas de circuitos**

Una forma estupenda de empezar a cacharrear con circuitos es a través de la experimentación con pilas, bombillas, timbres y otros componentes eléctricos.

Los elementos se montan sobre una base de madera y permiten que cualquiera pueda empezar a crear conexiones eléctricas con objetos cotidianos. Partiendo de piezas básicas, puedes ir profundizado a medida que experimentes con potenciómetros, interruptores, motores, resistencias y otros componentes eléctricos que, al conectarlos, pueden hacer las cosas más interesantes e inesperadas. Esta colección de circuitos no es sólo una emocionante forma de descubrir la electricidad, ya que podrás reutilizar muchos de los montajes en otras actividades *tinkering*.

**¡Constrúyelo!**

Antes de que empieces a cacharrear, tienes que montar y construir tu propia colección de placas de circuitos. Podrás utilizarlas una y otra vez tanto en una actividad independiente de circuitos como en otras actividades y exploraciones *tinkering*.

**Componentes eléctricos**:

Deberás reunir estos materiales para cada grupo de dos a cuatro personas que utilizarán las placas conjuntamente.

4 porta pilas 2x AA (3 voltios cada uno)

8 pilas AA

4 portalámparas

8 mini bombillas

4 motores

24 cables con pinzas de cocodrilo

2 timbres

2 interruptores de doble polo y doble vía

1 interruptor de un polo y una vía

1 interruptor de cuchilla

2 potenciómetros

1 generador de manivela

(El Exploratorium da permiso para reeditar estos materiales para uso exclusivamente educativo y no comercial. Los créditos de autoría estarán incluidos en todas las reediciones. Las peticiones para un uso digital o de otro tipo se dirigirán a permissions@exploratorium.edu)

**Materiales y herramientas de construcción:**

Pistola de pegamento

Martillo

Soldador

Destornillador

Tornillos de estrella

Clavos de cobre o de acero inoxidable

Bridas

Alicate

Soldadura

Cable revestido

Pelacables

Además:

Serrucho

Papel de lija

Otros elementos:

Interruptores reciclados

Componentes mecánicos de juguetes viejos

Ventiladores de ordenadores

LEDs

Timbres o mecanismos sonoros

CONSEJO: Por cuestiones de seguridad, recomendamos el uso de porta pilas de seis voltios o menos.

**GUÍA DE CONSTRUCCIÓN**

**Corte de las bases de madera:** Corta y lija bloques de madera (nosotros los usamos de 1,25 cm de grosor y de madera de pino, ya que es blanda) que sean dos o tres veces más grandes que lo que vas a montar sobre ellos.

**Montaje de los componentes:** corta y pela trozos pequeños de cable y únelos a los componentes eléctricos (cuando sea necesario). Monta los componentes eléctricos sobre los bloques de madera con tornillos o bridas. Pon los clavos en la madera y enrolla en torno a ellos los extremos de los cables pelados.

**Soldado y pegado:** Suelda el cable a los clavos. Los clavos pueden tardar un poco en calentarse lo suficiente como para unirse a la soldadura, pero ten paciencia y dale tiempo para que funcione. Nosotros solemos poner unas gotas de pegamento caliente en los cables para evitar que se rompan durante su uso.

**Inventar y probar nuevos componentes:** A medida que construyes, comprueba si los componentes funcionan conectándolos a la pila.

Deja algún bloque de madera a mano para usarlo con componentes eléctricos nuevos o poco habituales que quieras ir añadiendo a tu colección de placas de circuitos.

También puedes preparar algunas placas especiales para hacer pruebas sencillas durante la experimentación:

**Comprobador de cable-** esta placa se puede usar para saber si un cable está roto.

**Comprobador de pilas-** esta placa puede ser útil para localizar una pila descargada.

**¡Inténtalo!**

**Vamos a comenzar:**

El primer paso y el más importante en la actividad de circuitos es asegurarte de que adquieres unos conocimientos básicos sobre el funcionamiento eléctrico de cada componente para conseguir que funcionen en conjunto.

**Empecemos con esto:**

Ofrécele a cada persona o grupo de personas un par de cables con pinzas de cocodrilo, una base de madera con una pila y otra con una bombilla. Pregúntales si se les ocurre alguna forma de conectar la pila a la bombilla para que ésta se encienda.

Cuando alguno de los grupos consiga encender la bombilla, ofrécele una base con motor y plantéales que intenten conectarlo a la pila para hacerlo funcionar. Cuando la mayor parte del grupo haya conseguido que la bombilla y el motor funcionen, puedes incorporar interruptores u otros componentes más complicados.

**Introduzcamos interruptores:**

El objetivo de esta exploración es adquirir soltura en el manejo de interruptores, potenciómetros, materiales conductores y sensores que controlan el flujo de corriente hacia los motores, las luces o los timbres.

Comienza por ofrecer un tercer cable y un interruptor sencillo para que lo incorporen al circuito inicial. Cuando hayan obtenido resultados con estos elementos, ofréceles interruptores más complejos e inusuales. Probad los interruptores que habéis reunido y construid o usad materiales conductores como el papel de aluminio a modo de interruptores.

**Añadamos componentes más complejos**:

El objetivo de esta exploración es adquirir soltura con las formas de conectar y probar distintos componentes eléctricos que incluyen bombillas, motores, timbres, elementos mecánicos de juguetes y cualquier otra cosa que puedas incorporar. Empieza por desafiar a alguien a que conecte un timbre una vez que haya conseguido encender una bombilla. También puedes ofrecerles una placa con tres bombillas y pedirles que las enciendan usando una pila como única fuente de alimentación. Todos los componentes tienen dos patas que se pueden usar para conectarlos a los dos polos de la pila. A veces, al cambiar la polaridad de la batería se modificará el comportamiento de los componentes. En muchos casos sólo funcionarán al conectarlos en una configuración determinada.

Fomenta la exploración con componentes variados y pide a los participantes que compartan sus experiencias a medida que avanzan.

Esta actividad no siempre sigue el camino paso a paso que hemos planteado hasta ahora, ya que muchos participantes descubren aspectos interesantes trasteando a su aire con los diferentes componentes. También puede ocurrir que un cable o una pila se sobrecaliente si se produce un cortocircuito (cuando la pila está conectada directamente a sí misma). Mantente alerta para que nadie se haga daño y los componentes no se estropeen.

**Un paso más…**

* Organiza una búsqueda conductora del tesoro con una bombilla, una pila y dos cables que se pueden conectar a distintos objetos para probar su conductividad. Prueba a montar interruptores con papel de aluminio, cubiertos metálicos, chapas de botellas, empastes y otros elementos conductores (sólo ten cuidado de no conectar los dos cables a otra batería o fuente de alimentación externa; podría ser peligroso).
* Construye un kit de prueba para descubrir *inputs y outputs*. Tener a mano una placa con pila y un par de cables mientras desmontas elementos eléctricos que ya no se usan (como pequeños electrodomésticos o juguetes mecánicos), te servirá para identificar y probar motores, interruptores, sensores y otros elementos. Llévate el kit de prueba a tiendas de excedentes de electrónica, e incluso de manualidades, para encontrar elementos nuevos y poco habituales que puedas usar con tus circuitos.
* Incorpora placas de circuitos en otras actividades *tinkering*. Por ejemplo, puedes usar las placas con pilas y bombillas para explorar juegos de luces como los que se usan en Navidad, o integrar los *inputs* y *outputs* en una actividad de reacción en cadena.

**Anexo educativo**

***Unas notas sobre nuestra filosofía:***

*El Tinkering Studio se basa en la teoría constructivista de aprendizaje, que considera que el conocimiento no se transmite simplemente del profesor al alumno, sino que se construye activamente en la mente del que aprende. El constructivismo sugiere que es más fácil que el alumno desarrolle ideas nuevas cuando está activamente implicado en la fabricación de un artilugio. El Tinkering Studio promueve la construcción de nuevos conocimientos en el contexto de la creación de artilugios que resulten personalmente significativos para el alumno. Ofrecemos oportunidades para que las personas “piensen a través de sus manos” y construyan a través de la comprensión y el significado personal.*

**Diseño de la actividad** (decisiones y diseños que están detrás de una experiencia *tinkering*)

*Las actividades e investigaciones que hacemos en el Tinkering Studio están pensadas para estimular un pensamiento cada vez más complejo en los participantes. La variedad de materiales y de opciones con las que se puede experimentar permiten que el participante inicie la actividad en una fase de fácil comprensión, y que comience a cambiar y refinar sus diseños a medida que va desarrollando nuevas ideas. Las actividades tinkering suelen ser divertidas, imaginativas, inspiradoras y sorprendentes.*

La actividad de placas de circuitos permite que los alumnos tracen su propio camino a medida que comprenden el funcionamiento de los componentes eléctricos y realizan conexiones entre ellos. Esto suele conducir a múltiples posibilidades y descubrimientos que son llevados a cabo por participantes de todas las edades y con conocimientos previos muy diferentes. Nuestro objetivo no consiste en “enseñar” cuestiones específicas sobre circuitos, sino en facilitar una comprensión inicial que evolucione con el tiempo.

Como disponemos de una amplia variedad de elementos de mayor o menor complejidad, aunque los alumnos tengan niveles de experiencia previos muy diferentes, todos podrán encontrar algo con lo que comenzar. Esto significa que los principiantes podrán empezar con los elementos más sencillos e ir complicándolos a medida que las ideas evolucionan.

Una parte fundamental de la actividad es el aprendizaje por ensayo y error. Es especialmente importante para saber, en una etapa posterior, qué es lo que se ha comprendido realmente. A veces, las pilas se sobrecalientan y las bombillas se funden cuando los cables se entrecruzan, y todos esos son resultados válidos e importantes que surgen de las ideas de la gente durante su exploración personal.

Los clavos, placas y componentes eléctricos son una mezcla de objetos más o menos familiares. Los menos conocidos resultan menos intimidantes cuando los conectamos a un trozo de madera de pino. Casi todo está a la vista, así que el alumno puede seguir el recorrido de los cables para hacerse una idea de cómo están conectados todos los componentes.

Al principio no hay instrucciones ni formas “correctas” y preconcebidas de cómo conectar los elementos. Los componentes eléctricos pueden funcionar o no, y permitir que los participantes realicen conexiones “erróneas” resulta casi tan útil como que las realicen de forma “correcta”. Nos sorprende muchas veces la variedad de caminos que toma la gente para usar los componentes de los circuitos y no queremos que nuestra intervención elimine la posibilidad de descubrimiento que ofrece la actividad.

**Entorno** (los elementos del espacio que ayudan a hacer *tinkering***)**

*En el Tinkering Studio hay varios aspectos que tenemos en cuenta al configurar el espacio para que una actividad tinkering tenga éxito.*

*Intentamos que el espacio sea cálido y acogedor, con asientos cómodos, mesas sólidas y buena iluminación. Exponemos cerca de la zona de trabajo módulos o ejemplos de proyectos realizados en esta u otras actividades, para que sirvan de inspiración y como presentación de lo que vamos a hacer. Los materiales están cerca de la zona de trabajo y son fácilmente accesibles. Solemos trabajar en mesas grandes y compartidas para facilitar la comunicación y promover la colaboración entre los participantes, permitiéndoles verse entre ellos, buscar soluciones y responder preguntas conjuntamente.*

Cuando creéis un entorno para explorar con placas de circuitos, querréis preparar una zona para que todos los participantes puedan explorar los componentes, de forma que cada alumno pueda compartir sus descubrimientos (y frustraciones) con el resto del grupo. Ayuda estar sentados frente a frente en una mesa cómoda.

Esta forma de distribuir los asientos también permite que el profesor ejerza como facilitador, al poder moverse entre los puestos y ver a los participantes en lugar de ser él el foco de atención.

Muchas veces enseñamos imágenes y vídeos de creaciones sorprendentes y cautivadoras basadas en circuitos, y así estimular un “pensamiento diferente” sobre la electricidad. Y distribuimos objetos poco habituales e inspiradores por la sala, para que los profesores o facilitadores puedan interaccionar con los participantes usando elementos aún menos habituales, como relés mecánicos, discos telefónicos y otros hallazgos que están esperando a ser conectados.

**Facilitación** (lo que decimos y hacemos para facilitar el aprendizaje a través del *tinkering*)

*La facilitation es una forma de enseñanza en la que el educador apoya las investigaciones, preguntas e ideas propias del alumno en el marco de una actividad. En el Tinkering Studio hacemos un gran esfuerzo para poner en práctica un tipo de facilitación que respete el camino individual del alumno. Como facilitadores, observamos y esperamos hasta encontrar el momento adecuado para intervenir, aportando una sugerencia, un material, o una nueva forma de ver el problema. Como educadores, permitimos que los participantes sientan frustración y experimenten errores al tratar de resolver sus propios retos trabajando con materiales reales.*

*Hay varias formas en las que el facilitador puede influir en el desarrollo de la actividad. Ayudamos a que los participantes comiencen la actividad contándoles los objetivos de forma breve. Los invitamos al espacio de la actividad y les enseñamos los materiales y herramientas que pueden usar. Estimulamos el interés y mantenemos la implicación preguntándoles por sus montajes y haciendo comentarios a sus respuestas. Aceptamos que la actividad puede tener muchos resultados distintos, y estamos abiertos a ideas nuevas, soluciones distintas y al cambio de los objetivos individuales de cada uno. Intentamos llevar a cabo un tipo de facilitación en el que no somos profesores que transmiten conocimientos a alumnos pasivos, sino* ***guías y compañeros en el proceso de descubrimiento.***

Con las placas de circuitos solemos realizar la facilitación de tres formas, dependiendo del punto de la investigación en el que se encuentre el alumno. Al principio les animaremos a que empiecen a jugar con los materiales y les haremos preguntas sencillas como “¿puedes hacer que algo funcione conectándolo con cables a una pila?” Este punto de partida dará una idea al facilitador de su nivel de confianza y habilidad. Es una forma estupenda de hacerse una idea de lo que ya saben.

**Cosas que puedes decir y hacer en esta etapa:**

* “¿Habías hecho un circuito así antes?”
* Si se atascan y algo no funciona, puedes indicarles que sigan el recorrido de los cables para asegurarse de que hay un camino cerrado y completo para que la electricidad fluya (circuito).
* Los alumnos se suelen liar con bastante rapidez, así que una opción es hacerle alguna sugerencia para simplificar. Se puede despejar un espacio amplio en el que observar detenidamente las conexiones y lo que se espera de ellas.
* A veces las cosas no funcionan porque hay un cable roto o una pila descargada. Recomendar a los alumnos que revisen estos elementos antes de empezar sus exploraciones les resultará después de gran ayuda.
* Deja a los participantes que realicen sus propios descubrimientos y dales la oportunidad de sentirse orgullosos de sus pequeños avances al conseguir que las cosas funcionen.

En la mitad del proceso de facilitación, dedicamos un tiempo a que los participantes avancen. Lo hacemos ayudándoles a salir de un posible atasco u ofreciéndoles nuevos desafíos con los materiales que tenemos sobre la mesa. Podemos complicar la conexión de una bombilla con un interruptor simple cambiándolo por otro interruptor más complejo (conmutador o potenciómetro), o podemos pedirles que intenten encender tres bombillas a la vez, utilizando más cables y siguiendo el mismo procedimiento que utilizaron para encender una sola.

**Cosas que puedes decir y hacer en esta etapa:**

* Pregúntales específicamente que están intentando hacer (si algo no funciona) y pídeles que te enseñen cómo han completado su circuito con los materiales que han elegido. De esta forma podrás hacerte una idea que lo que está pensando el alumno.
* A veces, un alumno puede hacer que algo funcione por casualidad, ya que no era lo que pretendía conseguir. Puedes comprobar si entiende esta conexión inesperada pidiéndole que realice la misma conexión con otro componente.

Dejar que la gente se atasque en algún momento es importante; también lo es permanecer en este punto durante un tiempo, antes de dar el paso de “ayudarle”, para estimular el desarrollo de la confianza del alumno. Sin embargo, no esperes demasiado, ya que no queremos que la gente abandone la actividad. Mantener este punto es algo que, como facilitador, necesita práctica.

* Haz lo que puedas para hacer sugerencias en la línea de las ideas que el alumno estaba desarrollando. Intenta resistirte a ofrecer TU solución a SU problema.

Más adelante, en otros momentos de la exploración, surgen diferentes estrategias de facilitación. Suelen incluir apoyo en un uso más creativo de los componentes eléctricos (por ejemplo, usar un juguete mecánico para crear un interruptor automático).

La etapa final de facilitación es también una oportunidad para resolver algunas de las ideas erróneas que los alumnos pueden tener sobre la electricidad, o de las confusiones sobre los circuitos en serie o paralelos.

**Cosas que puedes decir y hacer en esta etapa:**

* Ofrecer un desafío que sea un poco complicado. Pídeles, por ejemplo, si “¿Puedes hacer que tres bombillas se enciendan a la vez conectándolas de tres formas diferentes?” (Es una forma de explorar los circuitos en serie o en paralelo.)
* Prueba a compartir nuevas ideas de una manera no verbal. Por ejemplo, construye un circuito interesante a su lado para ver si/cómo ellos son capaces de observar y entender lo que has hecho.
* Pregunta si algún participante estaría dispuesto a pasar a ayudar a otros participantes de la mesa. Es una buena idea para hacer que utilicen lo que acaban de aprender, pero hay que tener cuidado de que no se apropien de la exploración de alguno de los otros participantes.

**Actividades *tinkering* relacionadas**

**Desmontando juguetes:** Recoje juguetes viejos que tengan mecanismos y desmóntalos para encontrar pilas, interruptores, sensores y motores similares a los elementos que se utilizan en la actividad de montar circuitos. Puedes usar los componentes de las placas de circuitos para probar cómo funcionan las cosas que encontraste en el interior de los juguetes, e incluso algunas de esas partes pueden llegar a ser parte de nuevas placas de circuitos que diseñes.

http:⁄⁄tinkering.exploratorium.edu⁄toy-take-apart

**Cosiendo circuitos**: Prueba a crear una amplia gama de circuitos experimentado con hilo conductor, pilas que se cosen y LEDs. Crear objetos que puedas vestir o trozos de tela decorativos que lleven circuitos blandos es una forma estupenda de dar rienda suelta a la imaginación, aplicando lo que has aprendido sobre la electricidad en la actividad de circuitos eléctricos. Además, los circuitos eléctricos se pueden usar para resolver problemas o desarrollar nuevas ideas experimentando con nuevos materiales.

http:⁄⁄tinkering.exploratorium.edu⁄sewn-circuits

**Circuitos de papel:** Son otra forma de explorar los circuitos eléctricos inspirándose en el trabajo de la artista Jie Qi, que incorpora las técnicas clásicas del plegado de papel en proyectos electrónicos. En esta actividad puedes usar cinta conductora de cobre, LEDs de montaje en superficie y pilas para dar vida a tus propias tarjetas de felicitación o creaciones de papiroflexia. Como en la actividad de montaje de circuitos, los participantes se iniciarán en las bases de la electrónica y buscarán soluciones a los problemas que surjan al probar nuevos materiales.

http:⁄⁄tinkering.exploratorium.edu⁄paper-circuits

**Conexiones artísticas**

(sugerencias inspiradoras para la actividad Placas de circuitos)

**Jay Silver** y **Eric Rosenbaum** inventaron una interfaz informática que lleva el nombre de Makey Makey. Este invento permite que cualquier cosa que pueda conducir electricidad (plátanos, tenedores de metal, tazas de leche) pueda actuar como dispositivo de entrada a tu ordenador. La placa Makey Makey permite la experimentación con una variedad de posibles dispositivos de entrada para controlar juegos de ordenador accionados por un solo botón, hacer simulaciones de teclados musicales o manipular otros programas que puedes diseñar tú mismo.

htpp://www.makeymakey.com

**Shih Chieh (“CJ”) Huang** crea formas orgánicas tecnológicas con ventiladores de ordenador, pantallas digitales, luces y todos aquellos materiales que ha ido recogiendo a lo largo de los años. Estas formas electrónicas orgánicas imitan al mundo vivo y se mueven con gracia al ritmo de las luces y pantallas de video que se encienden y apagan siguiendo patrones inusuales.

htpp://www.messymix.com