

Patricia Barciela & Jose Viñas

Primeros experimentos en infantil y primaria



INDICE

Exploramos con nuestros sentidos

Huellas dactilares

¡Cuanta piel!

Sombrero con truco

Estrella

Sabemos quien eres

El punto ciego

Nombra el color

Donde está el ratón

Agujero en la mano

Junta la punta

La salchicha flotante

Mirando las pupilas

Sonido con cucharas

Exploramos la tecnología

Máquinas de garabatear

Circuitos textiles

EXPLORAMOS CON NUESTRO SENTIDOS

Tus huellas dactilares

Nadie en el mundo tiene unas huellas dactilares como las tuyas.

Lo que necesitas

- Tinta de la que se usa para mojar los sellos.
- Una cartulina tipo tarjeta
- Un amigo (para comparar tus huellas con las suyas)
- Una lupa

Manos a la obra

- Presiona tu dedo sobre la tinta para obtener una fina capa de tinta en tu piel.
- Coloca tu dedo en la cartulina y gíralo con cuidado de lado a lado, presionando. Puede que tengas que probar varias veces para conseguir que la tinta no se emborrone.
- Haz una huella de cada dedo. Las huellas de cada dedo ¿son diferentes? ¿cómo son?
- Pide a un amigo que haga la huella de su pulgar. Compara la huella de tu pulgar con la tuya. Puedes usar la lupa para observarlas más de cerca y comparar mejor.
- Pide a tu amigo que haga las huellas del resto de sus dedos.
- ¿Cómo son de parecidas tus huellas y las de tu amigo? ¿Cómo son de diferentes?

Somos más de 6.000 millones de personas en el mundo. Pero aunque tuvieras un gemelo, él no tendría unas huellas dactilares como las tuyas.

Herramientas de exploración

Comparar dos cosas

Observar los patrones básicos de las huellas dactilares. ¿Qué patrones presentan tus huellas?

Las huellas dactilares pueden agruparse en tres tipos principales: arcos, bucles y remolinos. Cada uno de estos tipos pueden agruparse a su vez en grupos más pequeños, haciendo un total de ocho clases de huellas.



- Lazos: lazos llanos radiales y cubitales. Los cubitales apuntan hacia el meñique de la propia mano, mientras que los radiales apuntan hacia el lado del pulgar.
- Remolinos: hay cuatro tipos. Simple, con bolsillo central, con doble lazo y remolinos accidentales.
- Arcos: simple y con forma de tienda.

Para explicar si una huella es un arco, un lazo o un remolino, los científicos cuentan cuantos "deltas" tiene una huella. Un delta es el sitio en el que las marcas de la huella forman un triángulo.

Si una huella no tiene deltas, es un arco. Si tiene un delta, es un lazo. Dos deltas, es un remolino. Si tienes más de dos deltas, ¡tus huellas se salen de los patrones! Compara tus huellas con estos dibujos. Puedes tener diferentes patrones en distintos dedos.

El patrón más común es el lazo que apunta al meñique. El 65% de las huellas son lazos, el 30% son remolinos, y el 5% son arcos.



Arco simple



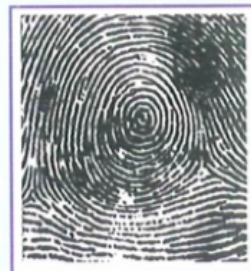
Arco con forma de tienda



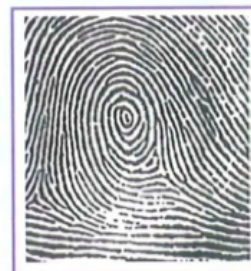
Lazo radial- apunta hacia el pulgar



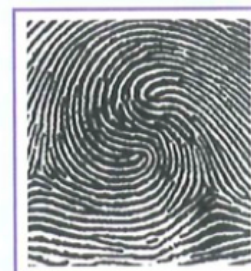
Lazo cubital- apunta hacia el cúbito



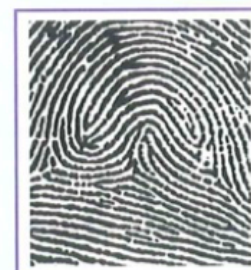
Remolino simple



Remolino con bolsillo central



Remolino con doble lazo



Remolino accidental

¡Cuanta piel!

Lo que necesitas

Hojas de periódico

Lo que vamos a hacer

Un participante elegido por el resto del grupo debe ser rodeado con papeles de periódico, incluyendo brazos, piernas... posteriormente abriremos esa especie de muñeco de papel sobre el suelo, comprobando la gran cantidad de piel que rodea nuestro cuerpo.

¿Qué sucede?

Estamos comprobando la cantidad de piel que posee nuestro cuerpo y reflexionando sobre el hecho de que toda esa piel es capaz de percibir señales del tacto.

Sombrero con truco

Lo que necesitas

- Una gorra con visera
- Cinta adhesiva
- Un espejo pequeño
- Papel
- Una mesa
- Un bolígrafo, lápiz o rotulador
- Un laberinto dibujado

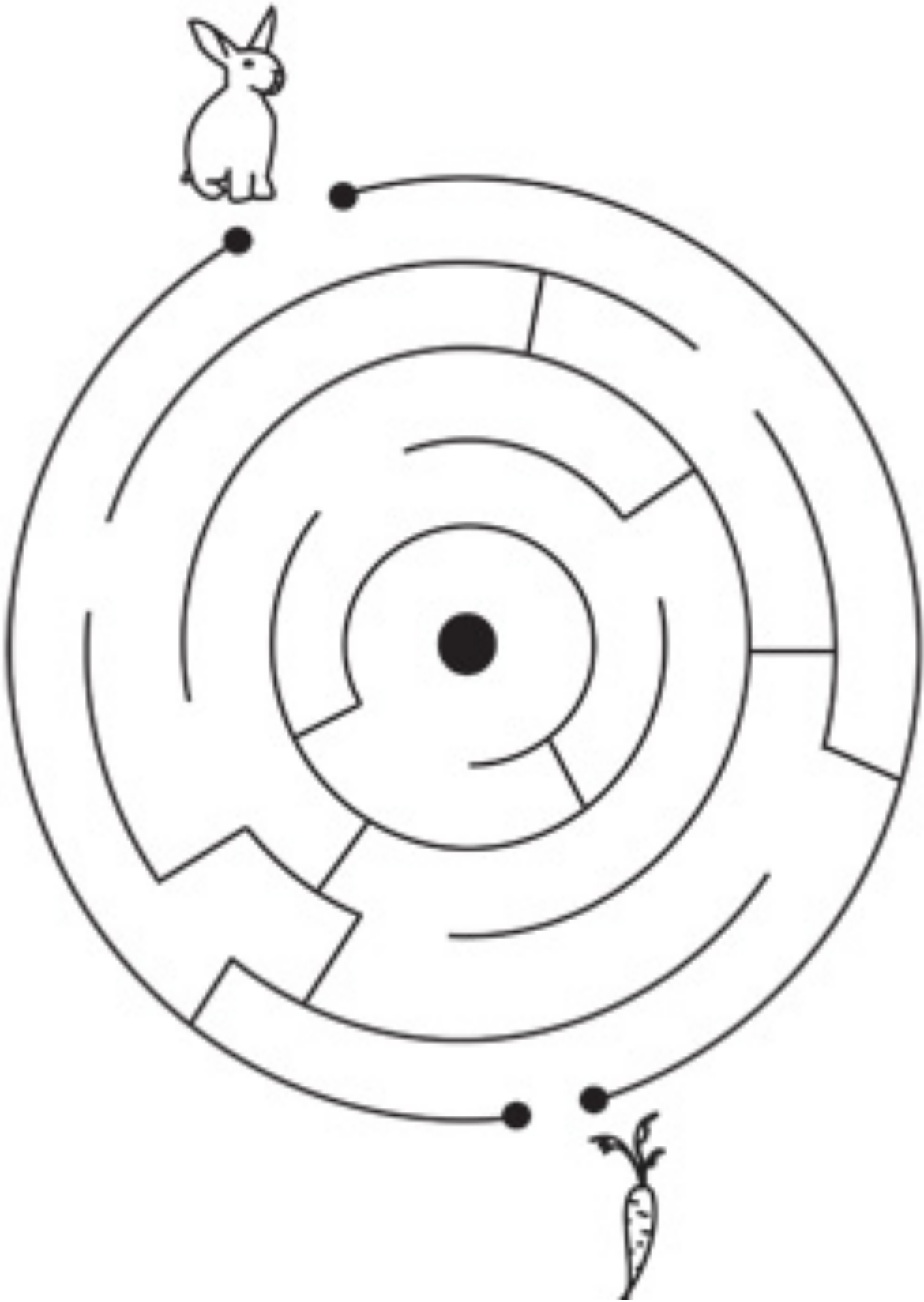
Manos a la obra

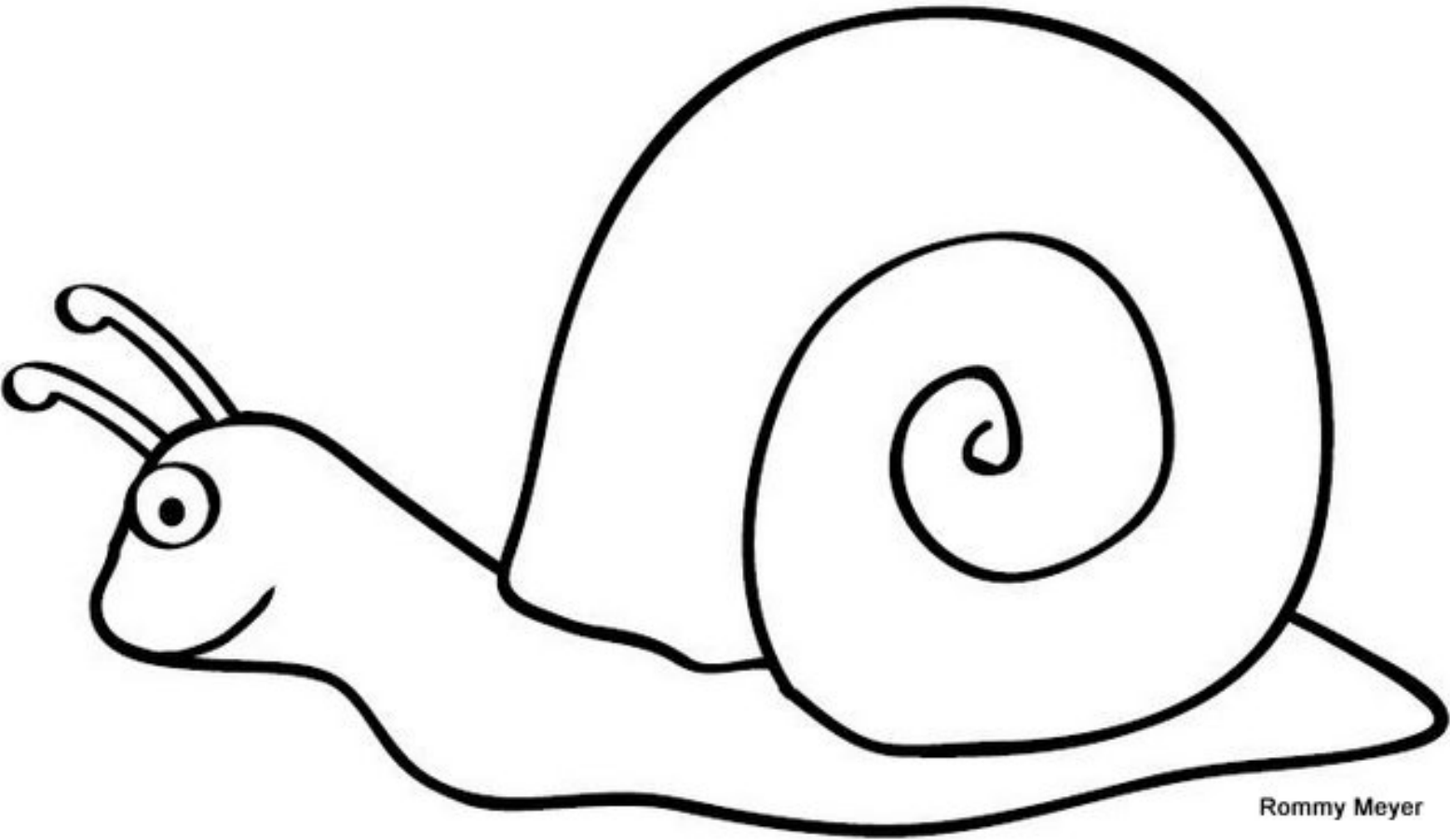
1. Pega el espejo a la parte de abajo de la visera.
2. Coloca el papel en la mesa
3. Mira hacia el espejo e intenta dibujar tu nombre en el papel. No mires hacia el papel mientras estás escribiendo; mira todo el tiempo hacia el espejo.
4. Escribe tu nombre un par de veces. ¡No mires al espejo todavía!
5. Ahora, prueba a mirar el espejo y dibujar algo al mismo tiempo (algo sencillo, como una casa, o una flor).
6. Ahora observa lo que has escrito y dibujado.
7. Vamos con el laberinto. Recórrelo con el lápiz, mirando hacia el espejo.

Dibujar y escribir es difícil cuando estás mirando hacia un espejo. Esto sucede porque la información que recibes a través de tus ojos no se corresponde con la que recibes desde tus manos. Cuando mueves tu mano hacia arriba, el espejo te la muestra como moviéndose hacia abajo. Ves tu mano moviéndose en una dirección, pero la sientes moviéndose en otra.

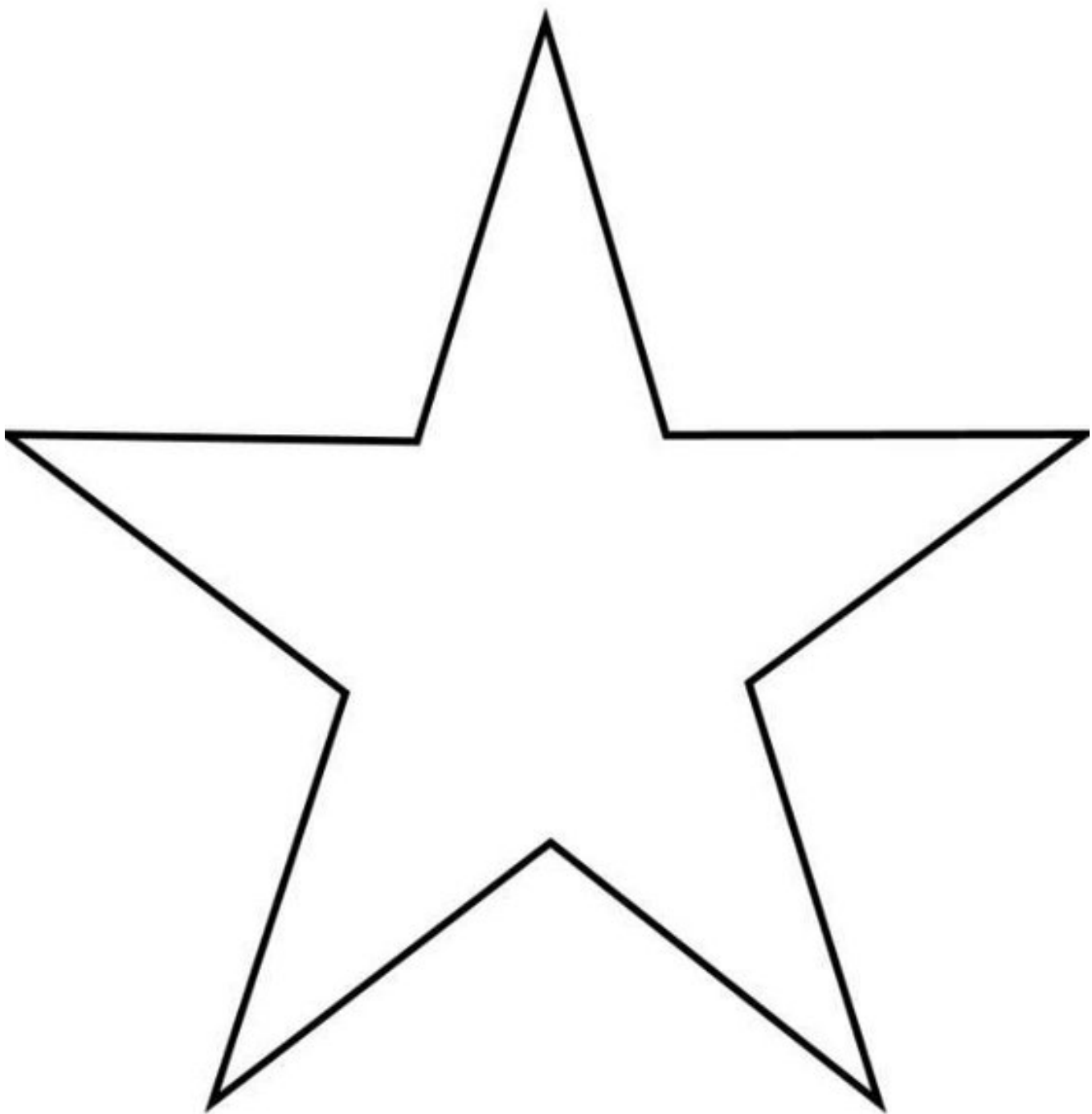
Herramientas de exploración

Explica lo que ves: intenta escribir tu nombre varias veces mirando hacia el espejo. ¿Es cada vez más fácil o más difícil? ¿Por qué crees que sucede así?





Rommy Meyer



Sabemos quien eres

¿Cómo sabemos quién eres tu? Tu ADN lo dice, así que vamos a conseguir un poco del tuyo.

Lo que necesitas

- Una cuchara sopera
- Sal
- Un vaso para medir 250 ml
- Agua
- Lavavajillas
- Un bol pequeño o un vaso
- Una cuchara de postre
- Una cucharilla de café
- Un vaso pequeño y transparente
- Un tubo de ensayo grande, o algo que se parezca a un tubo de ensayo- algo transparente, estrecho, y fino. Debería tener una apertura que nos permita introducir una cuchara. Posibilidades: vaso de zumo, aceitera, o frasco de pastillas.
- Plástico de envolver, o si tienes, un tapón o una tapa.
- Algo para mezclar. Puede ser una pajita, un palillo chino, una brocheta de metal o de madera, o un palo de helado.
- Alcohol de limpiar o isopropílico (puedes encontrarlo en una droguería).

Lo que vamos a hacer

1. Disuelve una cucharada sopera de sal en un vaso de agua para tener una disolución de NaCl del 6%. La fórmula química de la sal es NaCl. La sal está formada por sodio (Na) y cloro (Cl). Por eso le llamamos disolución de cloruro de sodio.
2. Diluye el lavavajillas mezclando una cucharada sopera de lavavajillas con 3 cucharadas soperas de agua en el bol pequeño. Esta será la solución detergente.
3. Introduce una cuchara de té (esta vez no sopera) de agua normal (no con detergente) en el interior de tu boca, y muévela vigorosamente durante al menos 30 segundos. Después, echa el agua de tu boca en el vaso pequeño. Esta va ser el agua con saliva.
4. Echa ½ cucharilla de café de la disolución de NaCl en el tubo de ensayo.

5. Echa el agua con saliva en el tubo de ensayo que contiene la disolución de NaCl.
6. Añade ½ cucharilla de café de la solución detergente en el tubo de ensayo.
7. Tapa el tubo de ensayo con el plástico de envolver o con la tapa que tengas.
8. Con suavidad, mueve el tubo de ensayo boca arriba y boca abajo varias veces. Evita que se formen burbujas.
9. Quita la tapa y vierte sobre una cucharada de té de alcohol de limpiar (isopropílico) sobre la pared interior del tubo de ensayo. Observa que el alcohol forma una capa por encima de la mezcla de agua con saliva/NaCl/detergente.
10. ¿Se ha formado una capa blanca y como con hebras? Bien. Ahora intenta coger esa capa blanca y con hebras con tu palillo mezclador. Esta parte no es sencilla. Esta sustancia principal contiene tu ADN. También contiene proteínas y otras cosas. Pero está formada en su mayor parte por ADN.

¿Qué sucede?

El ácido desoxirribonucleico, más conocido como ADN, es el material genético que está presente en todos los organismos, desde las bacterias a los seres humanos. Antes de que hubieras nacido, tu ADN proporcionó instrucciones de cómo construir tu cuerpo.

Tu ADN se puede obtener de tu sangre, de las células del interior de tus mejillas o de tu piel, entre otras partes de tu cuerpo. Hay muchas similitudes entre el ADN de diferentes organismos; de hecho, tienes más en común con un kiwi de lo que te imaginas. Pero, con una excepción, tu ADN es único y sólo tuyo. Los miembros de una familia tienen ADN parecido, pero ninguna otra persona (o fruta, o animal o planta de una maceta) en todo el universo tiene el mismo ADN que tu, al menos que tengas un gemelo idéntico. Si lo tienes, tú y tu gemelo tenéis el mismo ADN.

La capa blanca y con hebras que extrajiste del tubo de ensayo contiene tu ADN personal. Cada hebra está formada de miles de moléculas de ADN unidas.

El ADN es fácil de conseguir. Hay millones de células con ADN en tu cuerpo. Obtuviste tu ADN cuando enjuagaste tu boca con agua, de las células que conseguiste separar del interior de tus mejillas. De hecho, cuanto más muevas el agua por tu boca, más células conseguirás.

El detergente rompe las células, liberando el ADN en la mezcla. La sal se combina con el ADN, y el ADN se agrupa y se separa cuando la capa de agua y de alcohol se encuentran.

Este procedimiento que has realizado en tu cocina es básicamente el mismo proceso que los investigadores utilizan en sus laboratorios para aislar, analizar e identificar ADN. Los científicos han descubierto como leer el código del ADN. Pueden extraer ADN de una gota de sangre encon-

trada en una escena del crimen y averiguar si coincide con el ADN de un sospechoso. Por eso el ADN se ha convertido en una herramienta muy valiosa para resolver delitos.

El punto ciego

- Material:

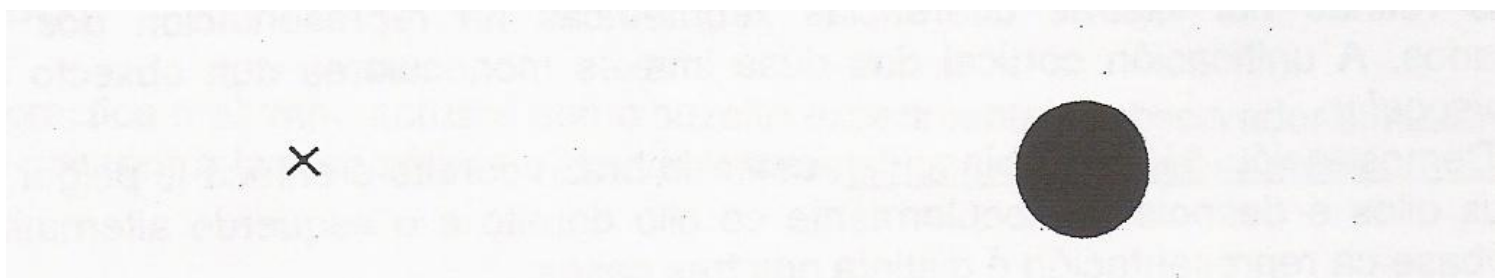
Dibujo adjunto.

- Objetivos:

Demostrar la existencia del punto ciego en el ojo, región interna del globo ocular que carece de receptores visuales y que, por lo general, se compensa con el campo óptico a su alrededor.

- Desarrollo:

Cerra el ojo izquierdo. Mirar con el ojo derecho la cruz del lado izquierdo del dibujo fijamente. Ir acercando el dibujo a la cara del participante, hasta que desaparezca del campo de visión el punto dibujado en el lado derecho, debido a que la imagen del punto se forma sobre el punto ciego del ojo.



Nombra el color

- **Lo que necesitas**

Hoja con nombres de colores escritos en color diferente al que designa.

- **¿Qué sucede?**

Vamos a nombrar el color en el que las palabras están escritas, sin leer la palabra en sí, lo más rápido posible.

- **Objetivos:**

Este experimento confunde al cerebro porque llegan a él dos ideas sobre un mismo concepto en el mismo momento.

El cerebro entra en conflicto cuando la vista recibe dos señales diferentes para un mismo concepto, puesto que el cerebro espera que, por ejemplo, el rojo sea rojo y no verde.

ROJO AMARILLO AZUL NEGRO VIOLETA VERDE ROSA NARANJA NEGRO
NEGRO VERDE ROSA VIOLETA VERDE AMARILLO ROJO VIOLETA AZUL
AMARILLO ROSA AZUL VIOLETA VERDE ROSA ROJO ROSA AMARILLO
AZUL NARANJA ROJO AZUL NEGRO VIOLETA VERDE ROSA NARANJA NE-
GRO NEGRO VERDE ROSA VIOLETA VERDE AMARILLO ROJO VIOLETA
AZUL AMARILLO ROSA AZUL VIOLETA VERDE ROSA ROJO ROSA AMARI-
LLO AZUL NARANJA NEGRO VIOLETA VERDE ROSA NARANJA NEGRO NE-
GRO VERDE ROSA VIOLETA VERDE AMARILLO ROJO AMARILLO AZUL NA-
RANJA ROJO AZUL NEGRO VIOLETA VERDE ROSA NARANJA NEGRO NE-
GRO VERDE ROSA VIOLETA VERDE AMARILLO ROJO VIOLETA AZUL AMA-
RILLO ROSA AZUL VIOLETA VERDE ROSA ROJO ROSA AMARILLO AZUL
NARANJA NEGRO VIOLETA VERDE ROSA VIOLETA VERDE AMARILLO ROJO
VIOLETA AZUL AMARILLO ROSA AZUL VIOLETA VERDE ROSA ROJO ROSA
AMARILLO AZUL NARANJA NEGRO VIOLETA VERDE ROSA NARANJA NE-
GRO NEGRO VERDE ROSA VIOLETA VERDE AMARILLO ROJO ROSA AMA-
RILLO AZUL NARANJA ROJO AZUL NEGRO VIOLETA VERDE ROSA NARAN-
JA NEGRO NEGRO VERDE ROSA VIOLETA VERDE AMARILLO ROJO VIOLE-
TA AZUL AMARILLO ROSA AZUL VIOLETA VERDE ROSA ROJO ROSA AMA-
RILLO AZUL NARANJA NEGRO VIOLETA NARANJA NEGRO VIOLETA VERDE
ROSA NARANJA NEGRO NEGRO VERDE ROSA VIOLETA VERDE AMARILLO
ROJO ROSA AMARILLO AZUL NARANJA ROJO AZUL NEGRO VIOLETA
VERDE ROSA NARANJA NEGRO NEGRO VERDE ROSA VIOLETA VERDE
AMARILLO ROJO VIOLETA VERDE ROSA ROJO ROSA AMARILLO AZUL NA-
RANJA NEGRO VIOLETA VERDE ROSA NARANJA NEGRO NEGRO VERDE
ROSA VIOLETA VERDE AMARILLO ROJO ROSA

¿Dónde está el ratón?

- Material:

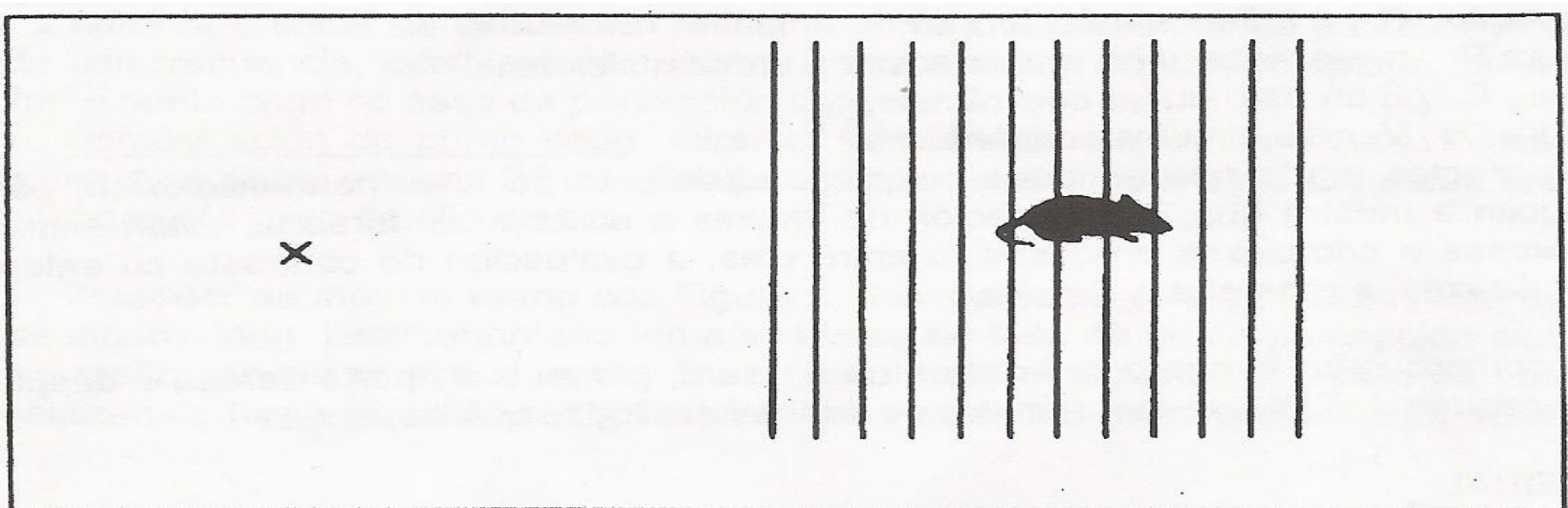
Dibujo adjunto.

- Objetivos:

Demostrar la existencia del punto ciego en el ojo, y que se compensa con el campo óptico a su alrededor, siendo capaz de completar imágenes continuas.

- Desarrollo:

Mirar con el ojo derecho la cruz del lado izquierdo del dibujo fijamente e ir acercando el dibujo a la cara del participante, hasta que desaparezca del campo de visión el ratón dibujado en el lado derecho, debido a que la imagen del punto se forma sobre el punto ciego del ojo, sin embargo las líneas se siguen viendo, debido a que la visión de formas continuas depende de múltiples neuronas.



Agujero en la mano

- Material:

Hoja de papel.

- Objetivos:

Demostrar que la visión humana proviene del conjunto de las dos imágenes distintas que proviene de cada uno de los ojos.

- Desarrollo:

Enrollamos el papel a modo de tubo, y el/la participante se lo coloca sobre un ojo, mirando a través del tubo. El/la participante extiende la mano enfrente de su cara por delante del tubo, y la va acercando hasta conseguir ver un “agujero” en la mano debido a que la imagen recibida por el ojo con el tubo interactúa con la imagen completa del otro ojo.



Junta la punta

- Material:

Dos lápices. Parche (opcional).

- Objetivos:

Comprender el concepto de “percepción de profundidad” y visión tridimensional y entender que depende de la visión simultánea y complementaria de ambos ojos.

- Desarrollo:

El/la participante cierra o se tapa un ojo, a la vez que intenta juntar la punta de los dos lápices, posteriormente lo intentará con ambos ojos abiertos, comprobando las diferencias.

La salchicha flotante

- Material:

Sin material.

- Objetivos:

Demostrar que la visión humana proviene del conjunto de las dos imágenes distintas que proviene de cada uno de los ojos.

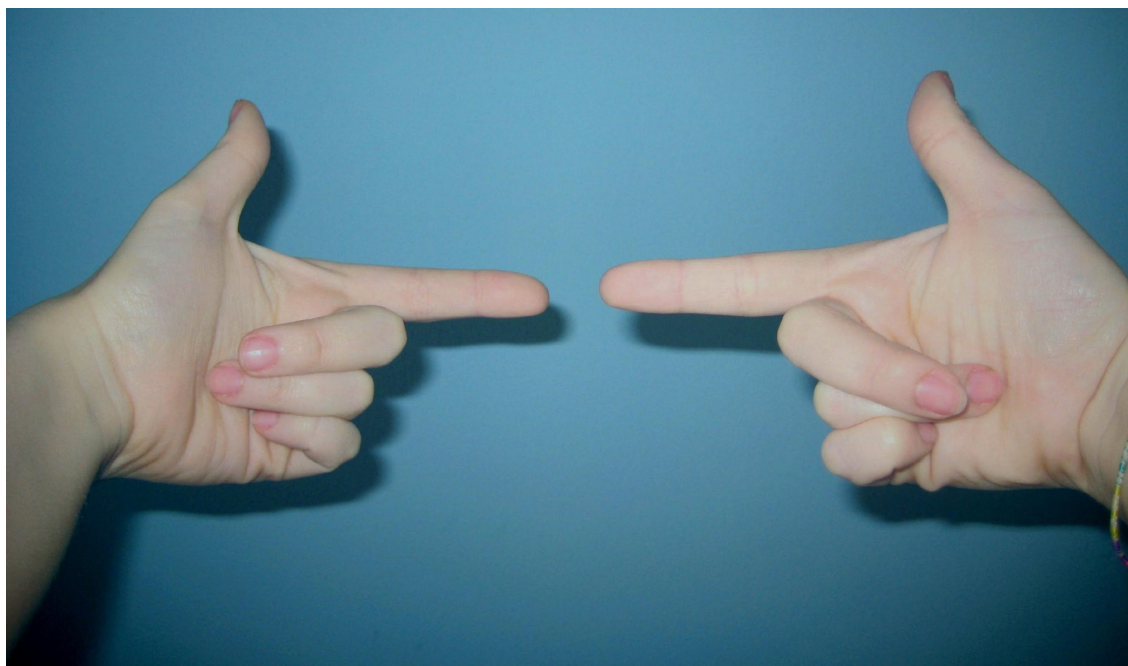
- Desarrollo:

Extender los brazos por delante de su cara a unos 15-20 cm, con los dedos índices extendidos y apuntando el uno hacia el otro.

Mirar hacia el hueco que dejan los dos dedos.

Poco a poco, dirigir la mirada más allá de los dos dedos.

En el hueco entre ambos dedos se forma una "salchicha" debido a la interacción de las distintas imágenes que recibe cada ojo por separado y que el cerebro trata de interpretar.



Mirando las pupilas

- Material:

Espejo, linterna pequeña, parche o cartón oscuro.

- Objetivos:

Comprobar las diferencias en el tamaño de las pupilas en función de la cantidad de luz que reciben. La pupila se dilata en condiciones de poca luz y se contrae para disminuir la cantidad de luz que entra en zonas de gran luminosidad.

- Desarrollo:

El/la participante debe mirar sus ojos reflejados en el espejo, mientras el monitora/a u otro participante varía las condiciones de luz que recibe el ojo encendiendo la linterna o tapándolo con el parche o cartón. De esta manera el/la participante observará de q manera la pupila reacciona a los cambios de luz.

Sonido con cucharas

- **Lo que necesitas**

Uno o dos metros de hilo de tanza, dos cucharas metálicas.

- **Lo que vamos a hacer**

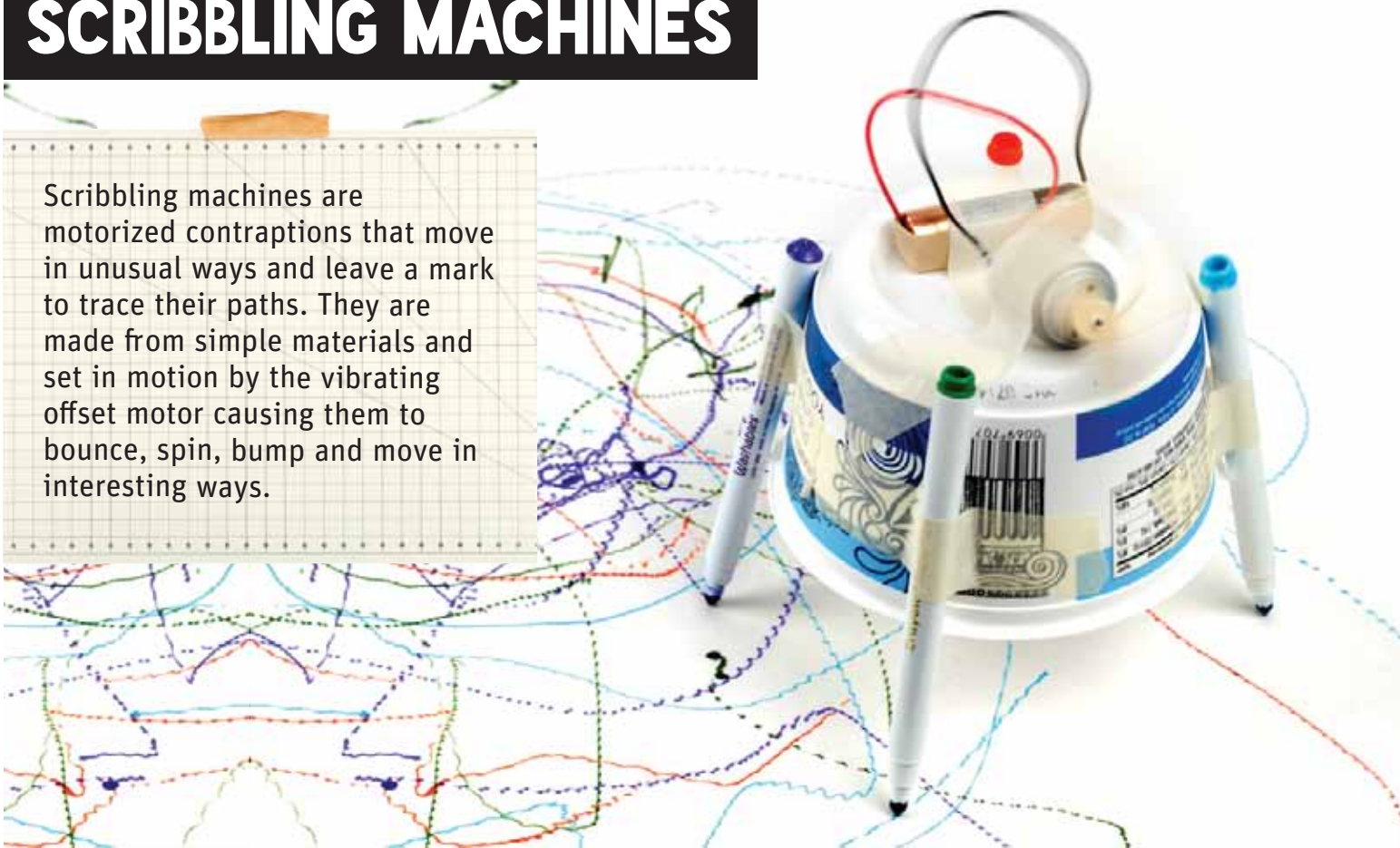
- Atar en el medio del hilo una de las cucharas y enrollar los extremos del hilo a los dedos índice de ambas manos.
- Colocamos los dedos índice en el interior de los oídos, con cuidado. A continuación, otro participante deberá dar pequeños golpes en la cuchara, que queda colgando, con la otra cuchara.
- Percibiremos así las vibraciones de una manera clara, directamente en el oído, sin pasar primero por el aire.

- **¿Qué sucede?**

El sonido se transmite por el aire como ondas. En este experimento se transmite como vibraciones por el hilo, inciden sobre el tímpano y de ahí a todos los huesos del sistema auditivo.

SCRIBBLING MACHINES

Scribbling machines are motorized contraptions that move in unusual ways and leave a mark to trace their paths. They are made from simple materials and set in motion by the vibrating offset motor causing them to bounce, spin, bump and move in interesting ways.



TRY IT!

Collect these things:



Markers



Recyclable container such as a strawberry basket or yogurt cup



AA battery



1.5-3.0 volt motor
(you can find motors in all sorts of toys and common household objects)

A piece of hot melt glue stick



Masking tape



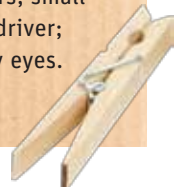
Broccoli band
(thick rubber bands used for produce)



Plus:
Paper for testing

Some other helpful materials:

Clothespins;
Popsicle sticks;
wood skewer sticks; pipe cleaners; wire; nuts, washers, or other small weights; wire stripper; scissors; small screwdriver; googly eyes.



the
tinkering
studio

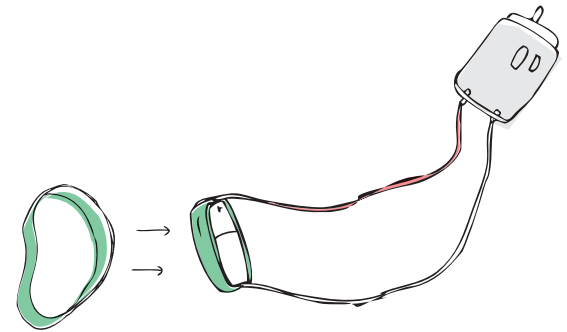
© 2014 Exploratorium. www.exploratorium.edu

The Exploratorium grants reprint permission of this material for noncommercial, educational use only. Copyright notice must be included on all reprints. Requests for electronic or other uses should be directed to permissions@exploratorium.edu

exploratorium®

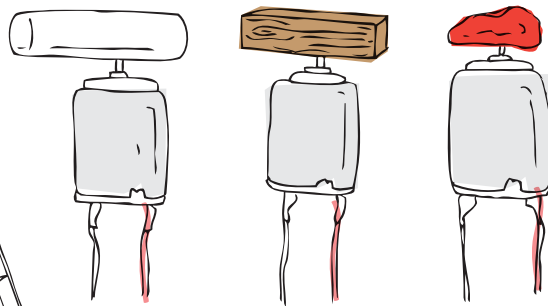
GETTING STARTED

Connect the motor to the battery—a broccoli band is perfect for keeping the leads attached to the motor and still be able to disconnect them when you want to change the motor's position (masking tape can work too if you don't have a broccoli band).



Experiment with ways to offset the motor: try a piece of hot melt glue stick, wood, or clay.

What happens if you change the weight of the offset motor? Or change the length of the arm on the motor? Or change the orientation of the hot melt glue stick?

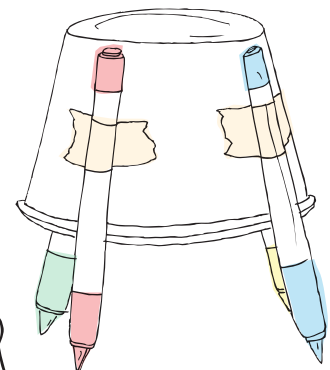


Find or build a base and attach your offset motor to it (try a strawberry basket, yogurt container, or other recyclable container).

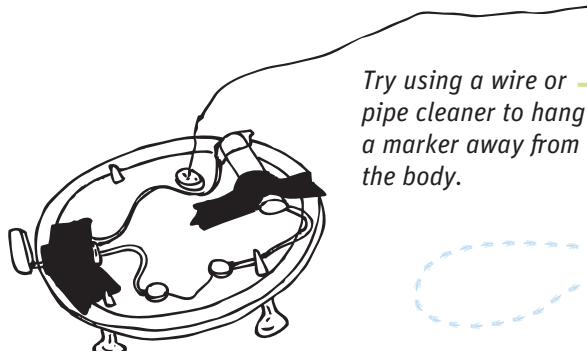
TIP: Make sure there is enough clearance for your offset motor to spin



Attach one or more markers to trace the jittering movement of your scribbling machine. Turn it on and make some scribbles!



Experiment with different designs: How could you make it go really slow and smooth? Fast—and jumpy? Make big and small circles?



Try using a wire or pipe cleaner to hang a marker away from the body.

TAKE IT FURTHER

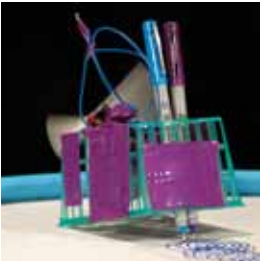
- **Trace-making materials:** Experiment with using different materials such as paint and paintbrushes, chalk, or pencils to trace the patterns your scribbling machine makes. With chalk you can even scribble on the sidewalk!
- **Natural materials:** Collect items like sticks, leaves, bark, and pods from a park or your backyard. Add them to your machine and set it scribbling outside to see how the natural materials leave different pathways in sand or dirt.
- **Incorporating switches:** Experiment with making a switch to make it easier to turn your scribbling machine on and off. Try using a combination of clothespins, tinfoil, paperclips, brads, craft foam, or other materials.



EDUCATOR ADDENDUM

A note on our philosophy:

The Tinkering Studio is based on a constructivist theory of learning, which asserts that knowledge is not simply transmitted from teacher to learner but actively constructed by the mind of the learner. Constructionism suggests that learners are more likely to make new ideas while actively engaged in making an external artifact. The Tinkering Studio supports the construction of knowledge within the context of building personally meaningful artifacts. We design opportunities for people to “think with their hands” in order to construct meaning and understanding.



Activity Design (decisions and designs that support a tinkering experience)

Tinkering Studio activities and investigations are designed to encourage learners to complexify their thinking over time. The variety of materials and variables available for experimentation allow learners to enter at a point where they are comfortable starting, and then alter and refine their designs as they develop new ideas. Tinkering activities are often fun, whimsical, inspired, and surprising.



Building a scribbling machine is a playful platform for the learner to investigate concepts at the intersection of art, science, and technology. The pattern and object created are as significant as the process of testing, questioning, and occasionally failing. Here are a few principles that exemplify the design goals of this activity:

- *STEM (science, technology, engineering, and mathematics) education is a means, not an end in itself.* Building a functioning circuit is at the heart of this activity. Participants are intrinsically motivated to construct circuits as a means to making a scribbling machine.
- *Activities and investigations encourage learners to complexify their thinking over time.* The variety of materials and variables available for experimentation allow learners to rebuild and redesign as they have new ideas. Complexity can manifest itself electrically (by adding additional motors or incorporating switches), structurally (by exploring balance or size of the machine), or aesthetically (by focusing on building techniques to create specific patterns).
- *Activity station design enables cross-talk and invites collaboration.* We build scribbling

machines at a communal table so that participants can see (and hear) what others are working on. Solutions to similar problems are shared and iterated upon from one builder to the next. New ideas are often inspired by other builders in the space.

Environment (the elements of the space that support tinkering)

In the Tinkering Studio there are many things that we keep in mind when setting up an environment for a successful tinkering activity.

Since learners often work with us for an extended period of time, we try to create a warm and welcoming workspace with comfortable seating, sturdy worktables, and good lighting. We often display exhibits or examples from past projects and current activities throughout the space to seed ideas and provide an introduction to what is happening that day. Materials are easily accessible and in close proximity to the tinkerers. We often work at large, communal activity stations to enable cross-talk and invite collaboration between participants, allowing them to look to each other for answers and solutions.



When creating an environment for building scribbling machines, you'll want to prepare spaces for materials, building, and testing. There is a constant back and forth between building and testing, so you might consider how participants will move within your space to access materials, make changes, and test their machines.

Try the activity beforehand to discover what materials work well for you. Once you've found a good set, consider how you'll want to make them visible and accessible for the participants. It's helpful to keep materials for construction like tape, scissors, markers, and Popsicle sticks on the main building table so they can be accessed quickly. If the participants are working at a large table, having multiple small containers of each item (Popsicle sticks, batteries, motors, etc.) allows them to find what they need to build with without having to reach too far. Materials that are large or used less often (such as the bases made from recycled containers) can be displayed outside the main work area.

Scribbling machines often move erratically and can jump off a table or work surface before you know it! So when testing the machines it can be helpful to have some sort of table barrier. Placing a hula hoop on a piece of butcher paper laid on a table makes a great testing area for making a communal drawing. Placing sheets of paper in the bottom of cardboard boxes (like a cereal box with the front removed) works well for making personal testing stations. Rolling out large pieces of butcher paper on the floor can also work for testing and may result in beautiful group drawings.

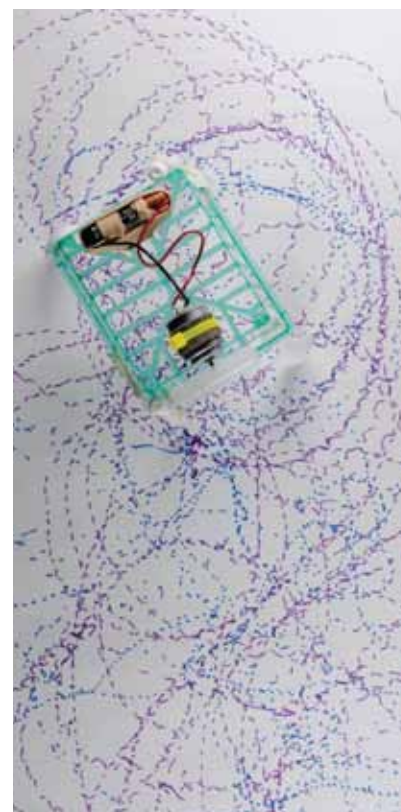
Facilitation (the things we say and do to support learning through tinkering)

Facilitation is a way of teaching in which you support the learner's own investigations, questions, and ideas within the framework of an activity. In the Tinkering Studio, we strive to practice a kind of facilitation that respects the individual path of the learner. As facilitators, we watch and wait until the right moment to jump in and offer a hint, a material, or a new way of looking at a problem. As educators, we allow learners to feel frustration and encounter moments of failure as they work with real materials to try to solve their own challenges.

There are many ways that the facilitator can influence the interactions with participants in an activity. We help people get started with the activity by giving a quick sense of the goals. We invite them into the space and introduce the materials and tools they might use. We spark interest and sustain learner's engagement by asking questions about their work and responding to their answers. We support multiple outcomes of the activity and are open to the possibility of new ideas, different solutions, and changing goals of the individual learners. We try to practice a style of facilitation in which we are not teachers who transmit knowledge to passive learners, but rather are guides and co-learners on a path to understanding.

As a facilitator of scribbling machines there are a few things to keep in mind: The first thing you can help a learner get started on is connecting the battery to the motor and observing the difference in motion with and without the hot glue stick.

We encourage participants to try and make small changes in the position of the glue stick, its length, or the location of the motor on the body. Once the machine is up and running add pens or markers to trace its path so you can see the motion and promote observation and reflection about why and how the machine creates a specific pattern. After the first machine has been tested, support the learner to complexify her creation with more motors, different ways of holding the pens, or other more complicated ways of making motion. Throughout the experience of building the scribbling machine be sure to emphasize the process of testing and prototyping instead of the creation of a final finished product.



RELATED TINKERING ACTIVITIES

Activity Connections

Try these related activities to develop your own repertoire of tinkering experiences.

Circuit boards: Tinker with electricity using common objects such as batteries, lights, buzzers, motors, switches, and more. This activity provides an introduction to exploring circuits before making a scribbling machine or an opportunity to continue testing ideas that arose after building a machine.

<http://tinkering.exploratorium.edu/circuit-boards>

Light painting: Create striking images and illusions using nothing more than a camera, a light source, and a little practice. With this activity you can continue to explore trace-making in three-dimensional space with light. You can also incorporate circuit building by using LEDs, batteries, motors, and more to design your own light painting tool.

<http://tinkering.exploratorium.edu/light-painting>



ARTIST CONNECTIONS

(inspiring connections to the Scribbling Machine activity)



Pe Lang explores regular and erratic motion and the kinetic interaction between different elements to create beautiful artwork. He experiments with inexpensive motors, small magnets, and other raw materials to allow viewers and listeners to appreciate delicate and unpredictable movements and sound. Like scribbling machines, his creations are built from simple systems that generate wildly complex patterns.

<http://www.pelang.ch/>



Super Awesome Sylvia and Evil Mad Scientist teamed up to create a friendly art robot, called a WaterColorBot, that moves a paintbrush to paint your digital artwork onto paper using a set of watercolor paints. To move the paintbrush, there are two motors built into the frame of the robot. Each motor drives a little winch that moves a length of cord attached to a rod that controls either the X or Y position of the brush. This is similar to scribbling machines because it uses science and engineering principles to produce an artistic experience. While scribbling machines create chaotic patterns, the WaterColorBot moves with precision.

<http://www.evilmadscientist.com/>
<http://sylviashow.com/>



Bruce Shapiro is an innovator in robotic artwork. He created the Egg-Bot, which uses a stepper motor and a processor to draw patterns on the outside of eggs or other spherical objects. For Bruce, computer-controlled motion is a new frontier for art, but it is also a great teaching tool for exploring electronics, programming, and robots.

<http://egg-bot.com/>

Máquinas de garabatear

Las máquinas de garabatear son artilugios motorizados que se mueven de forma inusual y dibujan en papel el trazo que va dejando su recorrido. Se construyen con materiales sencillos y se desplazan gracias a la vibración de un motor con un contrapeso, de forma que giran, chocan, saltan y se mueven de forma sorprendente.

¡Inténtalo!

Prepara este material:

- Motores de 1.5 – 3.0 voltios (puedes encontrarlos en muchos juguetes u otros aparatos que tengas por casa)
- Pilas AA
- Rotuladores
- Un trozo de barra de cola termofusible
- Gomas elásticas anchas (a veces vienen con los manojos de espárragos frescos)
- Recipientes reciclados, como vasos de plástico o de helado, cajitas de frutas, ...
- Cinta de carroceros

Otros materiales que pueden ser útiles

Pinzas de la ropa; palos de helado; palos de brocheta; limpiadores de pipas; alambres; tuercas, arandelas y otros objetos pequeños y pesados; pelacables; tijeras; destornilladores pequeños; ojos de muñecos.

(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)

Vamos a comenzar

Conecta el motor a la pila: una goma elástica ancha es lo mejor para sujetar los cables en cada extremo del motor. Así podrás desconectarlos fácilmente cuando quieras cambiar la posición del motor (la cinta de carroceros también puede ser útil si no tienes gomas elásticas adecuadas).

Prueba distintos contrapesos en el motor: un trozo de la barra de cola termofusible, un palo, plastilina, arcilla, ...

¿Qué sucede si cambias el tamaño del contrapeso? ¿Y si cambias el punto de unión con el motor? ¿Y la orientación del trozo de barra que hace de contrapeso?

Busca o construye una base y añádele el motor (prueba con un vaso de helado, una caja de fresas, un trozo de caja de cartón o cualquier otro envase reciclado).

CONSEJO: Asegúrate de que dejas espacio suficiente para que el contrapeso gire sin chocar.

Une uno o varios rotuladores a tu base para que dibujen sobre un papel el movimiento errático de tu artefacto. ¡Enciéndelo y a garabatear!

Prueba diferentes montajes: ¿eres capaz de que avance lento y suave? ¿rápido y saltarín? ¿qué haga círculos grandes y pequeños?

Puedes colocar algún rotulador que se aleje del cuerpo de tu máquina usando un alambre o un limpiador de pipas.

Un paso más...

- **Otras formas de dibujar:** usa otros marcadores, como pintura y pinceles, tiza, o lápices para trazar el recorrido del garabateador. Si usas tiza podrías garabatear sobre la acera.

- **Materiales naturales:** recoge en un parque palos, hojas, trozos de corteza, semillas,... Colócalos en tu máquina y ponla a funcionar en la tierra o en la arena. Verás como estos materiales hacen trazados muy diferentes.

- **Añade interruptores:** prueba a colocar un interruptor para encender y

apagar tu máquina fácilmente. Puedes usar pinzas de la ropa, papel de plata, clips, remaches, chinchetas, goma eva...

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 construcción de máquinas de garabatear es una forma divertida de experimentar con conceptos que están en la intersección entre arte, ciencia y tecnología. Los dibujos y los objetos que se crean en la actividad son tan importantes como el proceso de probar, hacerse preguntas y, como ocurre a veces, fallar. Estos son algunos de los principios que forman parte de los objetivos de esta actividad:

- *El aprendizaje en STEM (ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas) es un medio para alcanzar los objetivos, no un fin en si mismo. Ejemplo: los participantes están motivados para construir circuitos porque los necesitan para crear la máquina de garabatear.*
- *Las actividades e investigaciones estimulan que los participantes elaboren un pensamiento cada vez más complejo. Ejemplo: la diversidad de materiales y opciones con las que experimentar permiten rediseñar y modificar las máquinas según van surgiendo*

nuevas ideas. La complejidad puede concretarse en aspectos eléctricos (añadiendo más motores, interruptores,...), estructurales (jugando con el equilibrio o tamaño de la máquina), o estéticos (centrándose en las técnicas necesarias para dibujar un patrón determinado).

- *El diseño del entorno en el que desarrollamos la actividad favorece la comunicación e invita a la colaboración.* Ejemplo: Construimos las máquinas de garabatear en una mesa común, de manera que los participantes pueden ver (y oír) lo que hacen los demás. Se comparten las soluciones a problemas semejantes y se transmiten de unos a otros. Las nuevas ideas surgen a menudo inspirándose en otros compañeros de mesa.

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.

Al preparar el espacio para construir máquinas de garabatear, te vendrá bien disponer de zonas diferenciadas para los materiales, el montaje y las pruebas. Se produce un continuo ir y venir entre el montaje y las pruebas, por lo que es necesario tener en cuenta cómo se van a mover los participantes dentro del espacio para acceder a los materiales, introducir cambios y probar sus máquinas.

Ensayla la actividad con anterioridad para ver qué materiales funcionan mejor desde tu punto de vista. Cuando hayas escogido unos cuantos, piensa cómo vas a colocarlos para que sean visibles y accesibles para los participantes. Puede ser útil colocar en la mesa de trabajo los materiales de construcción, como cinta de carrocero, tijeras, rotuladores, palos de helado, pilas y

motores, para que sean fácilmente accesibles. Si la mesa es muy grande, es mejor tener varios grupos de cajas con estos materiales para que no sea necesario ir a buscarlos muy lejos. Los materiales más grandes, como las bases de las máquinas de garabatear, y otros que se usen menos, pueden estar en una mesa auxiliar, fuera de la zona de trabajo.

Las máquinas de garabatear se suelen mover de forma errática, y pueden caerse de la zona de trabajo cuando menos te los esperas. Por eso, cuando las pruebas, estaría bien tener algún tipo de barrera en la mesa. Un aro de *hula hoop* sobre una hoja de papel de envolver es un buen campo de pruebas para todo el grupo. Para pruebas individuales puede ir bien una hoja de papel en el fondo de una caja de cereales con una de sus caras grandes recortada.

También es una buena opción para hacer dibujos en grupo un trozo de papel en rollo de tamaño grande colocado en el suelo.

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 a cambios en los objetivos de cada participante. 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.**

Como facilitador de la actividad de máquinas de garabatear, hay varias cosas a tener en cuenta: en primer lugar, puedes ayudar a un alumno a conectar un motor y una pila y ver las diferencias de movimiento con y sin la barra de cola termofusible como contrapeso. Sugerimos a los participantes que prueben a hacer pequeños cambios en la posición y longitud del contrapeso, o en la posición del motor sobre el cuerpo de la máquina de garabatear. Cuando la máquina esté montada y funcionando, podemos añadir lápices o rotuladores para que dibujen su movimiento, de modo que podamos analizarlo y empezar a pensar en cómo y por qué la máquina describe un patrón determinado. Una vez probado el primer prototipo, podemos invitarlos a que la hagan más compleja, con más motores, con otras formas de sujetar los rotuladores u otras formas más sofisticadas de generar movimiento. Como facilitador, asegúrate de resaltar el proceso de creación y prueba de los prototipos, en lugar de centrarte en conseguir un producto

final acabado.

Actividades *tinkering* relacionadas

Prueba a hacer estas otras actividades para crear tu propio repertorio de experiencias tinkering.

Circuitos eléctricos: Experimenta con la electricidad utilizando objetos cotidianos como pilas, bombillas, timbres, motores, interruptores y mucho más. Esta actividad permite explorar los circuitos que vas a usar en la máquina de garabatear, y es una oportunidad para probar nuevas ideas después de haberla construido.

<http://tinkering.exploratorium.edu/circuit-boards>

Dibujos con luz: crea imágenes sorprendentes e ilusiones visuales sólo con una cámara, una fuente de luz y un poco de práctica. Con esta actividad puedes continuar explorando cómo trazar patrones pero, en este caso, con una luz y en tres dimensiones. Puedes construir tus propios pinceles con LEDs, pilas, motores,...

<http://tinkering.exploratorium.edu/light-painting>

Conexiones artísticas

(sugerencias inspiradoras para la actividad de Máquinas de garabatear)

Pe Lang explora movimientos regulares y erráticos, y las interacciones cinéticas entre varios elementos, para crear hermosas obras de arte. Utiliza motores de precio asequible, pequeños imanes y otros materiales sencillos para crear movimientos y sonidos delicados e impredecibles. Como en las máquinas de garabatear, sus creaciones parten de sistemas sencillos que generan patrones realmente complejos.

<http://www.pelang.ch/>

Super Awesome Sylvia y **Evil Mad Scientist** unieron sus esfuerzos para crear el robot artista **WaterColorBot**, que mueve un pincel sobre papel para

pintar diseños digitales con acuarelas. El robot tiene dos motores para mover el pincel. Cada uno acciona una pequeña polea que mueve una cuerda, la cual a su vez controla la posición X o Y del pincel. Como las máquinas de garabatear, utiliza la ciencia y la tecnología para producir una experiencia artística. Mientras que las máquinas de garabatear crean patrones caóticos, el WaterColorBot se mueve con precisión.

<http://www.evilmadscientist.com/>
<http://sylviashow.com/>

Bruce Shapiro es un innovador en la aplicación de la robótica en el arte. Creó el **Egg-Bot**, que usa un motor de pasos y un microprocesador para dibujar patrones en la superficie de un huevo o de cualquier otro objeto esférico. Para Bruce, el movimiento controlado por ordenador abre nuevas fronteras en el mundo del arte, y es una magnífica herramienta educativa para explorar la electrónica, la programación y la robótica.

<http://egg-bot.com/>

SEWN CIRCUITS



Sewn circuits uses conductive thread, batteries, and LEDs to embed technology into pieces of fabric. It's a materials mash-up that combines traditional crafting techniques with newer technologies. It's also a playful way to develop an understanding of circuitry through the process of creating a personal project.

BUILD IT!

Collect these things:



the
tinkering
studio

© 2014 Exploratorium. www.exploratorium.edu

The Exploratorium grants reprint permission of this material for noncommercial, educational use only. Copyright notice must be included on all reprints. Requests for electronic or other uses should be directed to permissions@exploratorium.edu

exploratorium®

General Materials:



TRY IT!

Getting started:

This activity builds on basic sewing techniques and working with simple circuits. If you've sewn before, great! Those techniques will come in handy for creating your sewn circuit. If you haven't used a needle and thread before, find a book or tutorial online and try some sewing basics with non-conductive thread. Try running a stitch and making knots (we like this [Instructable \(link\)](#) on sewing basics).

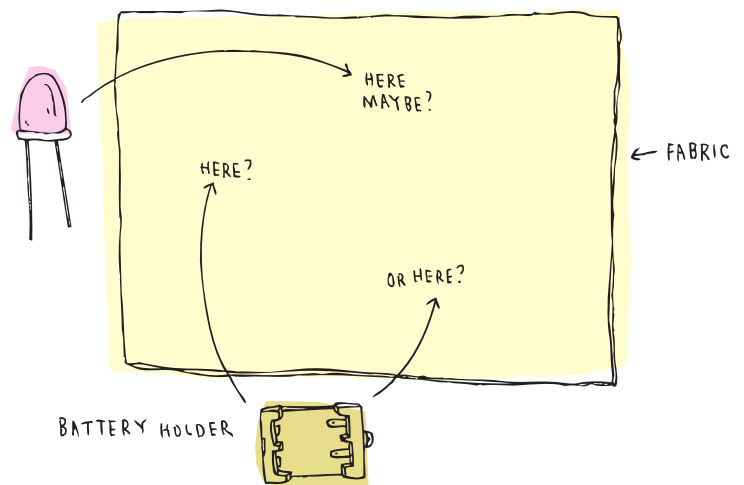
Likewise, if you haven't played with LEDs much before, try turning on the light by touching the leads to either side of your battery. Use a sharpie to mark the positive leg of your LED (the one touching the positive side of the battery). This will come in handy later.

Think about what you'd like to make for your first project. You could make a patch, cuff, pillow, or something to wear. These can get complicated pretty quickly, so at first you might just focus on lighting up one LED and expand from there.

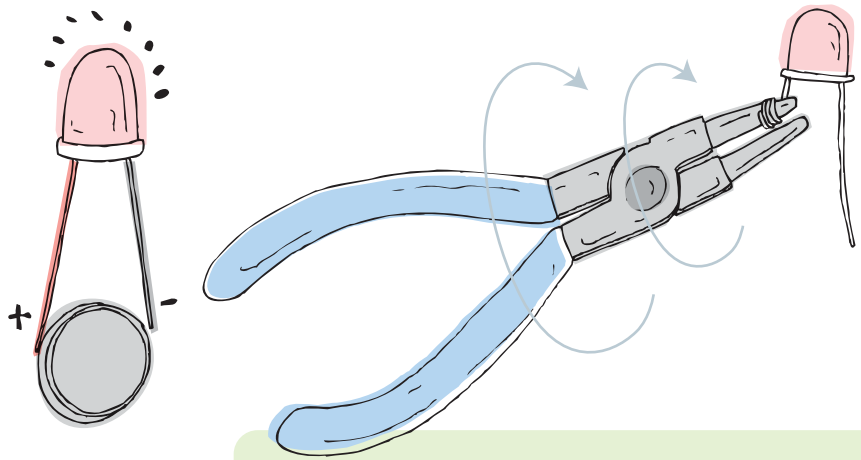
And no matter what, give yourself some time to work this out.

Layout the circuit on your piece of fabric. Think about where you want to place your battery holder and your LED.

next page



Prep your LED to make it a sewable component. Test your LED by placing one leg on either side of the coin cell battery. You might notice that the LED works when oriented one way on the battery but not the other. When lit, mark the leg that is touching the positive (smooth) side of the battery with a sharpie.



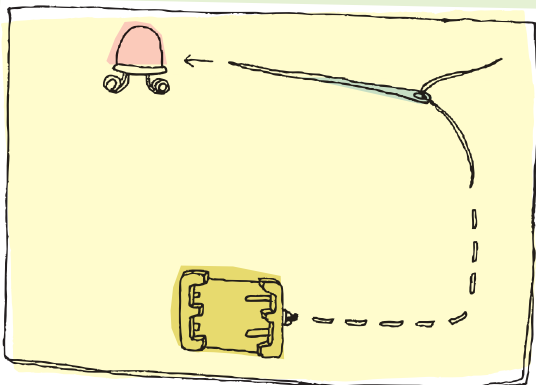
You can make the LED sewable by using jewelry pliers to curl it into a circle.

- Pinch the end of the LED leg in the pliers.
- Turn the pliers away from you to begin curling the leg.
- Before you loop around both tips of the pliers, pause, open the pliers and rotate them back, then repeat the first two steps.
- Continue turning until you reach the LED.
- *TIP: They don't have to be perfect circles, any kind of loop will work! You can practice on a scrap piece of wire to get the hang of it before you try on your LED.*



Set aside your LED for now and grab your needle and conductive thread.

Sew one side of the battery holder onto your fabric. Make sure your needle is small enough to fit through the hole in the battery holder. *TIP: It helps to loop it through the hole several times so it's very secure.* Once one side is in place, sew away from the battery pack towards the place where you want to connect one leg of your LED.

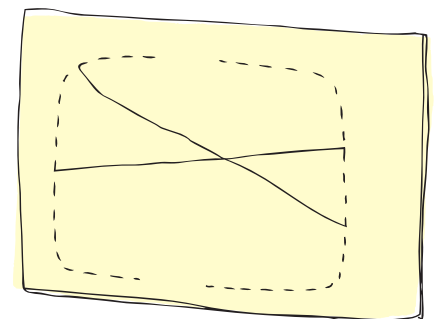


When you've stitched to the place where your LED will go, **grab your prepped LED to sew it on.** If you started by sewing on the negative side of the battery pack, you'll want to sew on the negative leg of the LED (and vice versa). Loop the thread around the LED leg several times to secure it (just like you did with the battery pack). Tie a knot and snip off the excess thread.

Now that you have half your circuit complete, it's a good opportunity to test it out before you sew the rest. Use another piece of thread to connect the opposite leg of LED to the other side of the battery pack. If it works you're good to go! If not, here are a couple things to check:

- *Is your LED oriented the right way?*
- *Is there a short circuit somewhere?* It's easier for the electricity to go through the thread than the LED. If a piece of thread is accidentally crossing both lines of thread the light will not light. Sometimes this happens on the back of the piece and you can't see it from the front.

Complete your circuit by sewing the opposite side of the battery pack to the other leg of the LED.



WHOOOPS.

next page

Now for the fun part: What felt scraps can you sew around your LED to make it unique? You can use embroidery thread to enhance the design or cover up the ugly bits.

Making a sewn circuit doesn't have to stop with a single LED. Here are a few ideas for things you can try using the same materials.

Experiment with switches: A switch can be created by making a break in your thread somewhere between your battery and your LEDs. Create two conductive connection points that you can separate and bring together to turn your LED on and off. You can use conductive thread sewn to a flap of fabric to make a surface switch. Metal snaps are great for making switches on wearable cuffs. Metallic beads connecting to patches of conductive thread or fabric make great tilt switches. You can even experiment with putting conductive materials inside a stuffed object to make squeezable switches.

Experiment with multiple LEDs: You can create sewn circuits with many LEDs. Add on to your first circuit by extending the positive and negative lines with more thread and sewing on additional LEDs.

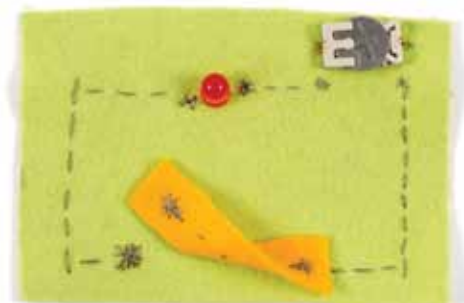
When using multiple LEDs, it helps to organize them in a parallel circuit. It's possible to create series circuits too, but you'll need to add in a battery pack for each light.

To make a parallel circuit you can create two different pathways, one from the negative side of the battery and one from the positive side. LEDs can go anywhere those pathways come together.

You can branch the traces in many different directions to create organic shapes or geometric pathways with lines and sharp corners. When making complicated pathways, make sure your positive and negative traces don't touch or you could end up with a short circuit.

***TIP:** Some LEDs don't get along with others (blue is not very compatible with other colors). Test your LEDs' color compatibility by placing them all on your battery before you sew them down.*

Make something wearable: Incorporate LEDs into your clothes or make accessories like light-up neckties, brooches, headbands, hats, and more. Conductive fabric can also be a great material for extending your explorations into wearable circuits.



switches



multiple LEDs



parallel circuit



TAKE IT FURTHER

- **Computation:** You can get as intricate or complex as you like. Use a LilyPad or a chip to make the LEDs blink, or add a sensor so your sewn circuit responds to the environment.
- **Explore textiles:** Try needle-felting wool roving into a three-dimensional object that incorporates LEDs. You can even sew through your needle-felted creation after it is formed. Or try other fabrics with the LEDs. Things that could be illuminated by the LEDs are fun. Reflective materials are also interesting to use.
- **Sewing machines:** Use conductive thread in your sewing machine to extend the possibilities of what you can sew, or add machine-sewn elements to your hand-sewn circuit.



EDUCATOR ADDENDUM

A note on our philosophy:

The Tinkering Studio is based on a constructivist theory of learning, which asserts that knowledge is not simply transmitted from teacher to learner but actively constructed by the mind of the learner. Constructionism suggests that learners are more likely to make new ideas while actively engaged in making an external artifact. The Tinkering Studio supports the construction of knowledge within the context of building personally meaningful artifacts. We design opportunities for people to “think with their hands” in order to construct meaning and understanding.



Sewing circuits is a fun new way for the learner to investigate concepts at the intersection of art, science, and technology. Here are a few principles that exemplify the design goals of this activity:

- STEM (science, technology, engineering, and mathematics) education is a means not an ends. Building a functioning circuit is at the heart of this activity. Participants are also intrinsically motivated to construct circuits using these unusual materials to create something of their own design that is personally meaningful to them.
- Activities and investigations can encourage learners to complexify their thinking over time. By making several iterations on their designs, incorporating switches or more complex circuits, or even adding in computation, learners have many opportunities to create ever more complicated designs.
- Activity station design enables cross-talk and invites collaboration. The communal table is a social aspect perfectly suited to sewing. It's easy to see and hear what others are working on. Solutions to similar problems can be shared and iterated upon from one builder to the next.

Environment (the elements of the space that support tinkering)

In the Tinkering Studio there are many things that we keep in mind when setting up an environment for a successful tinkering activity.

Since learners often work with us for an extended period of time, we try to create a warm and welcoming workspace with comfortable seating, sturdy worktables, and good lighting. We often display exhibits or examples from past projects and current activities throughout the space to seed ideas and provide an introduction to what is happening that day. Materials are easily accessible and in close proximity to the tinkerers. We often work at large, communal activity stations to enable cross-talk and invite collaboration between participants, allowing them to look to each other for answers and solutions

When creating an environment for sewn circuits, you'll want to prepare a separate space for materials because this is a fairly materials intensive activity. We like to have a larger separate area for working. Once participants choose their initial materials they generally work in their own space when they're sewing, and only need to go back to the materials table if they're changing their design or need additional supplies.

We strongly suggest that you try the activity beforehand to discover what materials work well for you and to get comfortable with the process. This experience will help you figure out the variety of materials you'd like to work with. Setting up the materials so they're visible and accessible to the participants is helpful because this activity is such a personalized creation. It's also helpful to keep the conductive materials like conductive thread, battery holders, and LEDs together and separate from the more general sewing things. You can incorporate all kinds of additional sewing materials and notions, but the conductive elements are the basic ones to start out with.

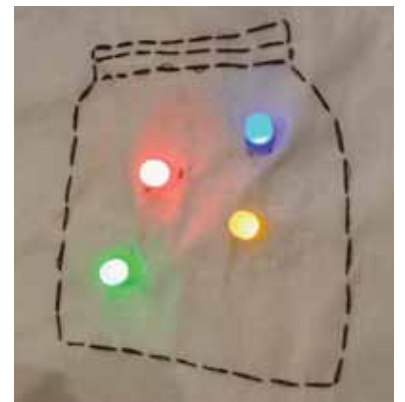


Facilitation (the things we say and do to support learning through tinkering)

Facilitation is a way of teaching in which you support the learner's own investigations, questions, and ideas within the framework of an activity. In the Tinkering Studio, we strive to practice a kind of facilitation that respects the individual path of the learner. As facilitators, we watch and wait until the right moment to jump in and offer a hint, a material, or a new way of looking at a problem. As educators, we allow learners to feel frustration and encounter moments of failure as they work with real materials to try to solve their own challenges.

There are many ways that the facilitator can influence the interactions with participants in an activity. We help people get started with the activity by giving a quick sense of the goals. We invite them into the space and introduce the materials and tools they might use. We spark interest and sustain learner's engagement by asking questions about their work and responding to their answers. We support multiple outcomes of the activity and are open to the possibility of new ideas, different solutions, and changing goals of the individual learners. We try to practice a style of facilitation in which we are not teachers who transmit knowledge to passive learners, but rather are guides and co-learners on a path to understanding.

For sewn circuits there are a few things to keep in mind as a facilitator. It can be a challenge to help a learner get started with how to think about sewn circuits if they don't have a lot of experience with circuits in general. Sewing with unusual materials is what makes this activity fun, but it can also make thinking about circuits a little trickier. Frustration is part of the process, and is a fruitful place for learners to overcome challenges. We like to have circuit boards nearby to use as a refresher on how to complete a circuit. For some people drawing out the circuit they'll be sewing can also help. Remember, you don't have to explain everything about circuits at the start; learners will develop an understanding as they design and make their sewn circuits. Having many different types of examples on hand can help to inspire possibilities and provide ways of explaining the more complicated elements of this activity. (pictures of some of our favorite examples)



When testing your sewn circuits for the first time, the LED may not light. Don't worry, it's actually useful to figure out why it's not working. This is when we like to use a multimeter to test the connections, to see if the thread isn't tight enough or if the LED isn't oriented in the correct direction (these two things are the most common problems we encounter).

RELATED TINKERING ACTIVITIES

Toy Take-Apart: Collect discarded mechanical stuffed toys and dissect them to find battery packs, switches, sensors, and motor-driven mechanical elements similar to the parts used for circuit boards. You can use the circuit board components to test the things that you find inside, and some of these parts can even become new circuit board blocks.

<http://tinkering.exploratorium.edu/toy-take-apart>



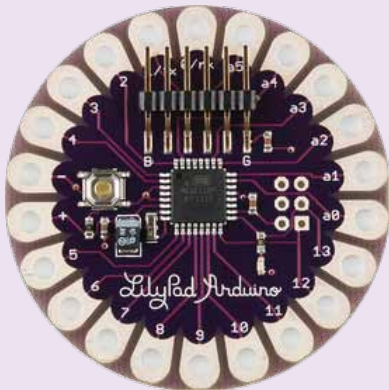
Paper Circuits: Paper circuits is another exploration of electrical circuits inspired by artist Jie Qi that incorporates traditional paper-folding techniques into electronic projects. In this activity, you can use copper tape, surface mount LEDs, and watch batteries to bring a greeting card or piece of origami to life. As in the circuit board activity, participants build understanding of circuits as solutions to problems that come up as they engage with materials.

<http://tinkering.exploratorium.edu/paper-circuits>



ARTIST CONNECTIONS

(inspiring connections to the Circuit Boards activity)



Leah Buechley is the developer of the LilyPad Arduino toolkit, in addition to other smart textiles and soft-circuit solutions. She was an associate professor at the MIT Media Lab, where she directed the High-Low Tech research group. Her work explores the integration of high and low technology from cultural, material, and practical perspectives, with the goal of engaging diverse groups of people in developing their own technologies.



Grace Kim is a San Francisco-based wearable technology designer. Her work centers on incorporating traditional crafts such as embroidery, knitting, applique, and sewing, into circuitry. She teaches soft circuitry workshops in the Bay Area.

<http://www.iamgracie.com>

Cosiendo circuitos

Con hilo conductor, pilas y LEDs podemos crear circuitos blandos que se integren en un tejido. Es una mezcla de materiales que combina las técnicas tradicionales de manualidades con las más nuevas tecnologías. Es también una forma lúdica de entender el funcionamiento de los circuitos eléctricos creando tus propios proyectos.

¡Constrúyelo!

Prepara estos materiales:

Cinta conductora

Alicate de punta estrecha

Pila de botón

Hilo conductor

CONSEJO: Es como el hilo normal, pero tiene dentro fibras metálicas, por lo que funciona como un cable. La electricidad circulará entre dos puntos que estén unidos por el hilo.

Porta pilas para coser

LEDs

CONSEJO: A diferencia de las bombillas convencionales, los LEDs tienen una pata positiva y una negativa. Cuando lo conectes a una pila, la pata positiva debe conectarse al lado positivo de la pila y viceversa.

Broches magnéticos o automáticos para coser

Alicate de punta redonda

(El Exploratorium da permiso para reeditar estos materiales para un 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 generales:

Floca de relleno (algodón sintético)
Pegamento para tejidos (opcional)
Botones
Filtro
Rotuladores permanentes
Bolígrafos/Lápices
Alfiletero
Tijeras
Otras telas no tejidas, como vinilo, cuero sintético, etc
Agujas
Hilo
Enhebrador de agujas

¡Inténtalo! Vamos a comenzar

Esta actividad utiliza técnicas básicas de costura y trabajo con circuitos sencillos. Si ya cosiste alguna vez, ¡perfecto! Esta técnica te ayudará a crear tu circuito cosido. Si nunca usaste aguja e hilo, busca un libro o un tutorial en internet y prueba a coser algunas piezas con hilo no conductor. Intenta dar unas puntadas y hacer nudos (te recomendamos el tutorial <http://www.instructables.com/id/How-to-Sew./?ALLSTEPS> de iniciación a la costura).

Asimismo, si nunca manejaste un LED, prueba a encender uno tocando con cada pata uno de los polos de la pila. Marca la pata positiva del LED (la que toca el polo positivo de la pila) con el rotulador permanente. Te resultará útil más adelante.

Piensa qué te gustaría hacer en tu primer proyecto. Puede ser un parche, una pulsera, un cojín, o alguna prenda de vestir. La realización puede complicarse rápidamente, así que es mejor que empieces por un único LED y luego vayas avanzando.

Y hagas lo que hagas, date el tiempo suficiente para que funcione.

Dibuja el circuito en un trozo de tela. Piensa donde quieres poner el porta pilas y el LED.

página siguiente

¿Quizás aquí?

¿Aquí?

¿O aquí?

Tela

Porta pilas

Prepara el LED para que sea un componente que se puede coser. Prueba el LED conectando cada pata a un polo de la pila. Fíjate que sólo funciona conectado en una dirección, pero no en la otra. Cuando se encienda, marca la pata que toca el polo positivo de la pila con un rotulador permanente.

Puedes coser el LED curvando sus patas con un alicate de punta redonda.

- Sujeta el extremo de la pata del LED con el alicate.
- Gira el alicate para empezar a doblar la pata.
- Antes de acabar de enrollar las dos patas, para. Abre el alicate, desenrolla las pata del LED y vuelve a repetir los dos pasos anteriores.
- Sigue girando hasta llegar al LED - CONSEJO: No es necesario que sean círculos perfectos. ¡Vale cualquier forma similar a un anillo! Puedes practicar con un trozo de alambre antes de empezar con el LED.

Deja el LED a un lado y enhebra la aguja con el hilo conductor.

Cose uno de los terminales del porta pilas a la tela. Asegúrate de que la aguja es lo suficientemente fina como para pasar por el agujero del porta pilas. CONSEJO: Es mejor si das varias puntadas a través del agujero del porta pilas, de manera que quede seguro. Una vez fijado un terminal, sigue cosiendo hacia el lugar donde quieres poner el LED

Cuando hayas cosido tu circuito de puntadas hasta el lugar donde va a ir el LED, **coge el LED que has preparado para coserlo.** Si empezaste cosiendo el polo positivo de la pila, debes coser la pata positiva del LED (y viceversa). Haz varias puntadas alrededor de la pata del LED para fijarlo (como hiciste con el porta pilas). Acaba con un nudo y corta el hilo que te sobra.

Ahora que tienes construida la mitad del circuito, es un buen momento para probar que funciona bien antes de coser el resto. Usa otra hebra de hilo conductor para unir la otra pata del LED con el otro terminal del porta pila. Si enciende, ¡podemos seguir! En caso contrario, hay que revisar un par de cosas:

- ¿Está bien orientado el LED?
- ¿Hay un cortocircuito en algún sitio? Para la electricidad es más fácil pasar por el hilo conductor que por el LED. Si un hilo conductor cruza accidentalmente las dos líneas que van de la pila al LED, la luz no encenderá. A veces el fallo está en la parte posterior de la tela, y no se ve desde delante.

Completa el circuito cosiendo desde el otro terminal del porta pilas hasta la otra pata del LED.

Para la parte más divertida: ¿Qué trozo de fieltro podrías coser alrededor del LED para hacer tu diseño único? Puedes probar con hilo de bordar para realzar el diseño o esconder las zonas que no te gusten.

Hacer un circuito blando no acaba con poner solo un LED. Aquí tienes algunas ideas que puedes probar usando los mismos materiales.

Experimenta con interruptores: Puedes crear un interruptor cortando en algún sitio el hilo conductor que une la pila con el LED. Prepara dos puntos de conexión que se puedan separar y juntar para encender y apagar el LED. Puedes usar hilo conductor cosido en una solapa de tejido para que funcione como un interruptor. Los broches magnéticos son estupendos para hacer interruptores en los brazaletes. Las cuentas metálicas cosidas a piezas de tela con hilo conductor también funcionan bien como interruptores. Incluso puedes experimentar poniendo materiales conductores dentro de un objeto con relleno para hacer interruptores que funcionen al presionar.

Experimenta con más LEDs: Puedes crear circuitos con muchos LEDs. Añádelos al primer circuito extendiendo las líneas de alimentación positiva y negativa cosiendo más hilo y añadiendo nuevos LEDs. Cuando uses varios LEDs, es útil conectarlos haciendo un circuito en paralelo. También es posible conectarlos en serie, pero necesitarás añadir una pila por cada luz nueva que pongas.

Para hacer un circuito en paralelo puedes coser dos caminos separados: uno para el lado positivo de la pila y otro para el negativo. Puedes poner los LED en cualquier sitio en el que los caminos estén próximos.

También puedes hacer ramificaciones del circuito en varias direcciones, creando formas orgánicas o caminos geométricos con líneas rectas y esquinas. Si coses caminos complejos, ten cuidado de que las líneas positivas y negativas no se crucen en ningún sitio, ya que se produciría un cortocircuito.

Consejo: Algunos LEDs no se llevan bien con otros (los azules son poco

compatibles con los de otros colores). Prueba la compatibilidad de los colores de tus LED conectándolos todos a la vez a la pila antes de empezar a coserlos.

Crea un circuito que puedas vestir: pon LEDs en tu ropa, o crea accesorios que se iluminen, como pajaritas, broches, sombreros, etc. Los tejidos conductores son un gran recurso para ampliar las posibilidades de tus experimentos con prendas con circuitos.

Un paso más...

Ordenadores: Puedes hacer que tu proyecto sea todo lo complicado y enrevesado que quieras. Usa un LilyPad o un circuito integrado para hacer que los LEDs parpadeen, o añade algún sensor a tu circuito de manera que responda al entorno.

Explora otros tejidos: Prueba a fabricar un objeto tridimensional hecho con lana de enfieltar que incluya algún LED. Incluso puedes pasar el circuito a través de lana una vez que le hayas dado forma. O prueba los LEDs en otras telas. Los objetos que se iluminan con LED son divertidos. Los materiales reflectantes también son muy interesantes.

Máquinas de coser: Usa hilo conductor en tu máquina de coser para ampliar las posibilidades de tus creaciones, o añade elementos cosidos a máquina a tu circuito cosido a mano.

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.

Coser circuitos es un camino nuevo y divertido para que el alumno investigue conceptos en la intersección entre arte, ciencia y tecnología. Estos son algunos de los principios que forman parte de los objetivos de esta actividad:

- *La educación en STEM (ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas)*

es un medio para alcanzar los objetivos, no un fin en si mismo.

Construir un circuito que funcione es el centro de esta actividad. Los participantes están también intrínsecamente motivados a construir circuitos usando este material inusual para crear algo con su propio diseño y que es significativo para ellos.

- *Las actividades e investigaciones estimulan que los participantes elaboren un pensamiento cada vez más complejo.* Al repetir varias veces la construcción de un circuito, incorporando interruptores o circuitos más complejos, o incluso añadiendo algún procesador, los alumnos tienen más oportunidades de crear diseños cada vez más complicados.
- *El diseño del entorno en el que desarrollamos la actividad favorece la comunicación e invita a la colaboración.* La mesa compartida es un aspecto social que se adapta perfectamente a coser. Es fácil ver y oír lo que hacen los demás. Se comparten las soluciones a problemas semejantes y se transmiten de unos a otros.

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 de tinkering tenga éxito.

Como los participantes suelen estar con nosotros un período de tiempo más o menos largo, 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, para buscar soluciones y responder preguntas.

Al crear un entorno para la actividad de circuitos cosidos, preferirás preparar un espacio separado para los materiales, ya que se hace un uso muy intenso de los mismos. A nosotros nos gusta tener una zona amplia de trabajo. Una vez que los participantes eligen sus materiales de trabajo, generalmente trabajan cosiendo en su propio espacio, y sólo necesitan volver a la mesa de materiales si cambian su diseño o necesitan más suministros.

Te recomendamos especialmente que pruebes la actividad antes para saber que materiales funcionan bien en tu caso y sentirte cómodo durante la actividad. Esta experiencia previa te ayudará a decidir con qué variedad de materiales te gustaría trabajar. También es útil situar los materiales de forma que estén visibles y accesibles para los participantes, ya que esta actividad tiene un componente importante de creación personal. Otro aspecto que facilita el trabajo es mantener los materiales conductores, como el hilo, los porta pilas y los LEDs juntos y separados de los objetos de costura. Si bien puedes incorporar múltiples tipos de materiales para coser, los elementos eléctricos son los básicos para comenzar la actividad.

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 el conocimiento a alumnos pasivos, sino guías y compañeros en el proceso de descubrimiento.

Como facilitador, en los circuitos cosidos hay que tener en cuenta algunos detalles. Ayudar a un alumno que no haya tenido experiencias previas con circuitos a crear circuitos cosidos es un auténtico desafío. Lo que hace que esta actividad sea divertida es que se pueda coser con materiales inusuales, pero también hace que sea más difícil pensar en términos de circuitos eléctricos. Sentir frustración es parte del proceso, y es una forma fructífera de superar los desafíos. A nosotros nos gusta tener a mano montajes de circuitos que sirvan para recordar cómo se monta uno. Para algunas personas, dibujar el circuito que van a coser puede ser de ayuda. Pero recordad que no es necesario explicarlo todo sobre los circuitos al principio; los participantes irán desarrollando su comprensión al ir diseñando y haciendo sus propios circuitos. Disponer de varios ejemplos puede inspirar diversas posibilidades y proporciona una base para explicar los elementos más complicados de esta actividad.

Cuando pruebes tu circuito cosido por primera vez, puede que el LED no se encienda. No te preocupes, porque en realidad es útil deducir por qué no funciona. En este momento es cuando nos gusta usar un multímetro para probar cómo están las conexiones, ver si el hilo conductor no está bien cosido o si el LED no está orientado en la dirección correcta (estos dos últimos son los problemas más frecuentes que solemos encontrar).

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 encuentres 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>

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 así como en buscar soluciones a los problemas

que surjan al probar nuevos materiales.

<http://tinkering.exploratorium.edu/paper-circuits>

Conexiones artísticas

(sugerencias inspiradoras para la actividad Cosiendo circuitos)

Leah Buechley es una experta muy conocida en el campo de los textiles electrónicos (e-textiles). Su trabajo en esta área incluye el desarrollo de un método para crear ropa con circuitos eléctricos impresos (tejidos PCB, de *printed circuit board*) y el diseño de la herramienta LilyPad Arduino, disponible comercialmente. Su investigación recibió el premio al mejor artículo en el Simposio Internacional de Computadoras Corporales del año 2006 y ha sido citada en numerosos artículos de prensa en medios como The New York Times, Boston Globe, CRAFT Magazine, Denver Post y Taipei Times. Leah se doctoró e hizo un máster en informática por la Universidad de Colorado y se licenció en física por el Skidmore College.

Leah vino al Learning Studio durante dos semanas como parte de una beca del programa Artistas en Residencia. Durante su residencia, diseñó y construyó una pintura interactiva a gran escala inspirada en el estilo "craftsman".

<http://leahbuechley.org>

Grace Kim es una diseñadora de San Francisco que trabaja en tecnología incorporada a prendas y complementos. Sus creaciones incorporan circuitos eléctricos a las manualidades tradicionales, como bordados, calceta, apliques o costura. Organiza talleres de circuitos blandos en el Área de la Bahía de San Francisco.

<http://www.iamgracie.com>