



la aventura
de aprender

CÓMO HACER

microscopía
DIYbio



intef

INSTITUTO NACIONAL DE
TECNOLOGÍAS EDUCATIVAS Y DE
FORMACIÓN DEL PROFESORADO



GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO
DE EDUCACIÓN
Y FORMACIÓN PROFESIONAL

MINISTERIO DE EDUCACIÓN Y FORMACIÓN PROFESIONAL

Dirección General de Evaluación y Cooperación Territorial
Instituto Nacional de Tecnologías Educativas y de Formación del Profesorado (INTEF)
Recursos Educativos Digitales



La **Aventura de Aprender** es un espacio de encuentro e intercambio en torno a los aprendizajes para descubrir **qué prácticas, atmósferas, espacios y agentes hacen funcionar las comunidades**; sus porqués y sus cómo o en otras palabras, sus anhelos y protocolos.

Este proyecto parte de unos presupuestos mínimos y fáciles de formular. El primero tiene que ver con la convicción de que **el conocimiento es una empresa colaborativa, colectiva, social y abierta**. El segundo abraza la idea de que **hay mucho conocimiento que no surge intramuros de la academia** o de cualquiera de las instituciones canónicas especializadas en su producción y difusión. Y por último, el tercero milita a favor de que **el conocimiento es una actividad más de hacer que de pensar** y menos argumentativa que experimental.

Estas guías didácticas tienen por objetivo **favorecer la puesta en marcha de proyectos colaborativos que conecten la actividad de las aulas con lo que ocurre fuera del recinto escolar**.

Sin aventura no hay aprendizaje, ya que las tareas de aprender y producir son cada vez más inseparables de las prácticas asociadas al compartir, colaborar y cooperar.

<http://laaventuradeaprender.intef.es>

Proyecto concebido y coordinado por

Antonio Lafuente

para INTEF

<https://intef.es>

Obra publicada con licencia de Creative Commons Reconocimiento-Compartir Igual 4.0



Licencia Internacional.

<https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/>

Derechos de uso

El texto de esta guía ha sido creado expresamente para este artículo.

Para cualquier asunto relacionado con esta publicación contactar con:
Instituto Nacional de Tecnologías Educativas y de Formación del Profesorado
C/Torrelaguna, 58. 28027 Madrid.
Tfno.: 91-377 83 00. Fax: 91-368 07 09
Correo electrónico: lada@educacion.gob.es

ÍNDICE

Introducción	4
Materiales	6
Pasos	8
Consejos	27
Recursos	28

QUIÉN HACE ESTA GUÍA



Hamilton Mestizo. Licencia: [CC BY-SA](#)

Hamilton Mestizo. Artista, gestor cultural, investigador. Bogotá (1983). Desarrolla su trabajo e investigación con una visión transdisciplinar que explora los bordes entre el arte, la tecnología y la ciencia, indagando en sus formas de implicación, impacto, experimentación y desarrollo a nivel sociocultural y ecológico. Explora el DIYbio (biología hazlo tú mismo) como una práctica artística que involucra la biología de forma creativa y comunitaria. En los últimos años ha estado vinculado y en colaboración con laboratorios ciudadanos y centros de investigación como Medialab-Prado Madrid, el Exploratorio Medellín, Plataforma Bogotá, entre otros, en el desarrollo de prácticas de arte-ciencia donde se puedan generar ideas y proyectos implicando el software y hardware (de código abierto), el prototipado digital, las bellas artes, la ciencia ciudadana, el bioarte, los nuevos medios, la biotecnología, etc. Realiza piezas, instalaciones y proyectos artísticos usando como base la electrónica, la computación, la robótica, la biotecnología, el bioarte.

Web: librepensante.org

Instagram Facebook: [hamiltonmestizo](#)

INTRO DUCCIÓN

BIOLOGÍA HAZLO TÚ MISMO (DIYBIO)

La práctica de la biología “hazlo tú mismo” (DIYbio) ha ido incrementando en las últimas décadas siendo correspondida por comunidades de personas con diversos perfiles y disciplinas que hemos estado combinando formas de hacer aprendidas de la cultura hacker y maker aplicadas a la biología. Lo cual implica el uso de software y hardware libre, el código abierto, la ingeniería inversa, el bricolaje, el cacharreo, la fabricación digital, al igual que prácticas asociadas a las ciencias de la vida como la biotecnología, la genética, la ecología, la ciencia ciudadana, el bioarte, entre otras. Vemos en la biología un potencial de aprendizaje e innovación que puede generar grandes cambios sociales y culturales asociados a la forma como vemos, entendemos, usamos y nos relacionamos con el entorno, la vida y la naturaleza.

Las comunidades de biomakers somos una red de conocimiento abierto, buscamos compartir la información y los avances de nuestras investiga-

ciones para que cualquier otra persona o comunidad en cualquier lugar del mundo pueda tomarlas, desarrollarlas, replicarlas y apropiarse de este conocimiento para sí. Asumimos que el sistema de conocimiento científico, muchas veces cerrado y exclusivo, debe transformarse y generar una perspectiva abierta y colaborativa, a partir de la participación ciudadana y posibilitando a un público más amplio la investigación, experimentación y divulgación de la ciencia. Desde nuestras redes y comunidades compartimos, acompañamos y generamos conocimiento científico. Como ejemplos de nuestro quehacer y motivación puede ser: la recopilación y análisis de datos, las pruebas y monitorización de los fenómenos y recursos naturales, la creación e implementación de biotecnologías en comunidades, el desarrollo de hardware y software libre para la ciencia, la difusión de la ciencia a través del arte y la cultura, entre muchos otros.

¿QUIENES?

Somos científicos de garaje, lo que quiere decir que una parte importante de nuestra labor es habilitar y repensar “el laboratorio” para las prácticas de las ciencias de la vida (biolab/wetlab), creemos que el conocimiento científico y su experimentación y aplicación no solo debe estar a manos de expertos y desarrollándose en laboratorios especializados y cerrados. Por esa razón

adaptamos laboratorios de biología en nuestras casas, cocinas, baños, jardines, garajes, oficinas, makerspaces, museos, colegios, universidades, centros culturales, espacios comunitarios, laboratorios ciudadanos: lugares donde cualquier grupo de personas (biomakers) pueda reunirse para experimentar, investigar o aprender sobre los sistemas vivos.

El biolab-maker es más que un laboratorio para la práctica científica tradicional, además integra la participación e incentiva la investigación transdisciplinar, la cooperación y la implementación de estrategias conjuntas entre el público, los aficionados, investigadores y creadores. Estos

EL WETLAB/BIOLAB

Nuestros biolabs son recursivos y esto se refleja en los instrumentos y herramientas con los que llevamos a cabo nuestros experimentos e investigaciones, ya que algunos de éstos son hechos de forma “maker y hacker”: prototipados, adaptados, reparados y/o adaptados a nuestras necesidades. Los altos costos que supone adquirir ciertos instrumentos científicos, como el hecho de que sean tecnologías cerradas, nos ha impulsado a prototipar alternativas más asequibles. En las prácticas del DIYbio queremos abolir el modelo de “caja negra y cerrada” de estas tecnologías y al contrario ofrecer herramientas abiertas y de bajo costo que se puedan prototipar, probar y distribuir fácilmente.

Numerosos modelos de instrumentación científica desarrollados por biomakers se pueden

LAS SIGUIENTES PÁGINAS

A través de esta guía, seremos parte de este conocimiento abierto y llevaremos a cabo prácticas de microbiología, microscopía y micro-botánica: realizaremos experimentos de laboratorio con materiales que fácilmente encontraremos en el supermercado o directamente en nuestras cocinas. Aprenderemos cómo fabricar nuestros propios instrumentos científicos como microscopios e incubadoras de forma sencilla y a muy bajo costo. Daremos inicio a la actividad de nuestro biolab, sea comunitario, personal, fijo o temporal con el objetivo de investigar el entorno biológico que nos rodea. Indagaremos nuestros propios cuerpos y su alrededor, observando su constitución microscópica y recopilaremos evidencias de nuestra simbiosis con organismos microscópicos con los que convivimos y son parte fundamental de nuestra existencia. Analizaremos las estructuras de las plantas, las frutas y las verduras, veremos, por ejemplo, las partes de las flores en la primavera o los cambios de color y forma en las hojas en otoño. Buscaremos la evidencia de la vida en la tierra, en el aire y en el agua, viendo como a todos los niveles la vida se entretreje y se complejiza en relaciones multispecie, formando un gran enjambre de interacciones y cooperaciones. Y lo más importante, compartiremos nuestros descubrimientos e investigaciones,

laboratorios buscan generar “un caldo de cultivo” enriquecido por la diversidad que impulse el pluralismo en la creación con el apoyo de ideas y propuestas complejas, que tengan en cuenta la mayor cantidad de puntos de vista, y que se alimenten desde la conjunción de distintos saberes.

encontrar en internet, ofreciendo la opción de descargar libremente los planos, los códigos y los modelos de elaboración. Estos instrumentos pueden desarrollarse a través de la fabricación digital, el hackeo y el bricolaje, a bajo costo. Hackearemos y reciclaremos dispositivos, extraemos algunas de sus partes para otros fines; construimos y reconstruimos estructuras, partes electrónicas y mecanismos. Encontramos funciones inesperadas en objetos cotidianos y damos otros usos a objetos fáciles de adquirir que a su vez puedan reemplazar algunos instrumentos y herramientas del laboratorio. De igual modo las comunidades del DIYbio investigamos, mejoramos y facilitamos procedimientos, protocolos y modelos de laboratorio, buscando el cómo hacerlos más asequibles.

acercaremos a más personas a las ciencias de la vida y seremos parte activa de las comunidades de “biomakers”, colaborando con proyectos, propuestas e ideas para cambiar el mundo desde la biología y el DIYbio.



Laboratorio de microscopía DIY. 2019.
BioCrea: Espacio Abierto de Biología Creativa. Medialab Prado.
Madrid, España. Hamilton Mestizo. Licencia: [CC BY-SA](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/)

MATERIALES

Un biolab requiere equipamiento y herramientas específicas con respecto a sus prácticas. En este caso nos enfocaremos en aquellos necesarios para microbiología y microscopía desde las prácticas del DIYbio, haciendo posible el estudio en estas ramas con instrumentación de bajo costo

y fabricación. En algunos procedimientos se hará uso de utensilios de cocina y bricolaje, algunas de las herramientas las haremos a través de la fabricación digital usando máquinas de corte láser, impresión 3D, CNC y aplicando electrónica básica.

ESPACIO

- ✓ Mesa (material no poroso, fácil de limpiar)
- ✓ Estufa, cocina, mechero con soporte.
- ✓ Fregadero.

- ✓ Lugar con buena ventilación.
- ✓ Hipoclorito, acetona o alcohol (para limpiar superficies).

CUIDADO PERSONAL

- ✓ Bata.
- ✓ Mascarilla.

- ✓ Guantes.
- ✓ Gafas.

HERRAMIENTAS

- ✓ Microscopio. (versión DIY-cartón)
- ✓ Lupa.
- ✓ Incubadora. (versión incubox)
- ✓ Cristalería (cajas petri, tubos de ensayo, goteros, precipitador)
- ✓ Mechero o vela.
- ✓ Gramera.
- ✓ Cortador.
- ✓ Pinzas pequeñas.
- ✓ Tijeras.
- ✓ Olla a presión o autoclave.



Lista de materiales y herramientas.
Hamilton Mestizo. Licencia: [CC BY-SA](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/)

COLECCIÓN DE MUESTRAS MICROSCÓPICAS

- ✓ Silicona líquida.
- ✓ Silicona barra (pistola).
- ✓ Portaobjetos y cubreobjetos.

MEDIOS DE CULTIVO

- ✓ Agar-Agar o gelatina.
- ✓ Tinta china de colores.
- ✓ Cubo de caldo y/o medios de cultivo preparados.
- ✓ Agua destilada o mineral.
- ✓ Mezclador (puede ser una cuchara).

MICROSCOPIO DE CARTÓN:

<https://www.medialab-prado.es/proyectos/microscopio-de-carton>

- ✓ Cartón MDF 3mm.
- ✓ 3 tornillos de 5mm de espesor y 6 cms de altura.
- ✓ 5 tuercas para tornillo de 5mm de espesor.
- ✓ 1 puntero láser. (O lente retirado de artefactos láser como unidades de CD o DVDs). En el archivo la lente a usar tiene un diámetro de 4.7mm.
- ✓ Archivo corte láser:
- ✓ https://www.medialab-prado.es/sites/default/files/inline-files/microscope-lasercutting_0.zip
(Rojo corte-azul grabado)

LA INCUBADORA (MODELO INCUBOX):

<https://www.medialab-prado.es/proyectos/incubox>

- ✓ 1 Arduino. Pro mini.
- ✓ 1 Sensor temperatura. DHT22
- ✓ 1 Ventilador (de ordenador). 5 a 12v.
- ✓ 2 Mosfet. IRF540N.
- ✓ 1 Pantalla mini oLed I2C.
- ✓ 1 Regulador 7805.
- ✓ 2 Circuitos electrónicos impresos:
- ✓ Calentador (heater).
- ✓ Tarjeta madre.

PASOS

BIOSEGURIDAD EN EL BIOLAB

Nuestro biolab, fijo o temporal, público o personal, requiere seguir unas normas básicas de bioseguridad, lo cual quiere decir que debemos tener una serie de cuidados con el espacio y las personas para evitar riesgos biológicos como la propagación de enfermedades y la contaminación del ambiente. La buena práctica de los experimentos y el buen manejo de los residuos es esencial para el funcionamiento del biolab. La Organización Mundial de la Salud establece cuatro niveles de bioseguridad, los cuales están relacionados con el manejo de patógenos, la peligrosidad de los reactivos y la exposición del cuerpo y del ambiente a estos en los procedimientos y experimentos.

En el caso de las prácticas biológicas de esta guía son de nivel 1 donde el riesgo individual es mínimo y poblacional es escaso o nulo. Si es público, en el caso de un biolab comunitario, se recomienda adoptar un manual de seguridad donde la comunidad pueda identificar los riesgos conocidos y potenciales y el tipo de prácticas permitidas según el nivel de bioseguridad adoptado.

A nivel de laboratorio se recomienda mantener limpio, ordenado y libre de materiales no relacionados con la práctica. Las superficies se deben limpiar adecuadamente con hipoclorito, acetona o alcohol, antes y después de la práctica. Todo los materiales, muestras o cultivos deben ser descontaminados antes de ser eliminados o si se vuelven a usar. Evitar comer o tomar bebidas durante la práctica o mezclarlos con material de laboratorio. En cuanto al cuidado personal usamos batas o uniformes especiales de trabajo, más si se va a manipular químicos o cultivos, al igual que guantes protectores en prácticas donde éstas puedan entrar en contacto directo o accidental

con líquidos corporales, microorganismos o químicos. También usamos gafas, máscaras, mascarillas y/o viseras cuando es necesario proteger los ojos y el rostro de salpicaduras, impactos, radiación y vapores o microorganismos que se puedan expandir por el aire.

Los medios de cultivo deben permanecer cerrados en las cajas petri y en lugares herméticos

LA AUTOCLAVE

La autoclave es un instrumento de laboratorio indispensable para esterilizar algunos de los materiales y herramientas usados en el cultivo de microorganismos y otros procedimientos que puedan producir patógenos o contaminantes. El invento es atribuido a Charles Chamberland en el año de 1879, basado en los estudios de Louis Pasteur quien implementó el tratamiento de ciertos líquidos comestible como el agua, vino, leche, entre otros, a través de calentarlos a más de 80 grados centígrados, disminuyendo en gran proporción la presencia de microorganismos como bacterias, protozoos mohos, levaduras, ya que la mayoría de éstos no sobreviven a esa temperatura o superior. En el caso de la autoclave se busca eliminar todo tipo de agente patógeno o contaminante usando además de calor, humedad y presión.

La autoclave es un utensilio hermético que eleva la temperatura del agua produciendo vapor y presión en su interior. Con esta acción se produce la desnaturalización de las proteínas de los microorganismos y esporas resistentes, siendo el procedimiento más usado en microbiología, medicina, odontología, veterinaria, etc, es decir aquellos que tengan riesgo de infección en sus prácticas.

para evitar contaminación ambiental y de las personas que frecuentan el lugar. Es importante notificar con urgencia a los demás usuarios del biolab los accidentes o aparición de síntomas de enfermedades que pudiesen ser causadas por el uso inapropiado del laboratorio o por accidente. Como también mantener señalados los lugares para cada práctica, almacenamiento y procedimientos en ejecución.

Una forma de hacer una autoclave casera y de bajo costo es adaptando una olla a presión, la cual cumple con los requerimientos de hermetismo y presión controlada como la autoclave. Básicamente es permitir en su interior que las herramientas y utensilios estén al "baño María" sin entrar en contacto directo con el agua. Esto puede ser por medio de una rendija o cuenco metálico que separe el agua de los materiales. El vidrio o plástico (que soporte la temperatura como el polietileno) suele envolverse en papel de aluminio para mantener su esterilización después de sacarlo de la autoclave. También se puede introducir ropa como batas o trajes especiales de laboratorio que se deseen esterilizar.

El procedimiento es muy sencillo: se pone agua entre un 10% a 20% de la capacidad de la olla sin que llegue a rozar los materiales, se tapa y se deja a fuego medio entre unos 20 a 40 minutos. Por bioseguridad se recomienda poner, por ejemplo, las cajas petri con los cultivos antes de llevar al recipiente de basura orgánica o botar directamente en el recipiente de riesgo biológico (de color rojo) en el caso de tener uno cerca.



Autoclave casero con una olla a presión de cocina. Hamilton Mestizo. Licencia: [CC BY-SA](#)

MICROSCOPIA

No se sabe en qué momento aparece un instrumento que sirve para observar cosas "demasiado" pequeñas a simple vista. Ya algunos cristales o vidrios en su formación pueden generar este efecto óptico de amplificación por lo que pudo ser utilizados en varias épocas de la humanidad. Sin embargo, solo hasta la edad media data por primera vez el estudio de instrumentos enfocados particularmente en la tarea de amplificar.

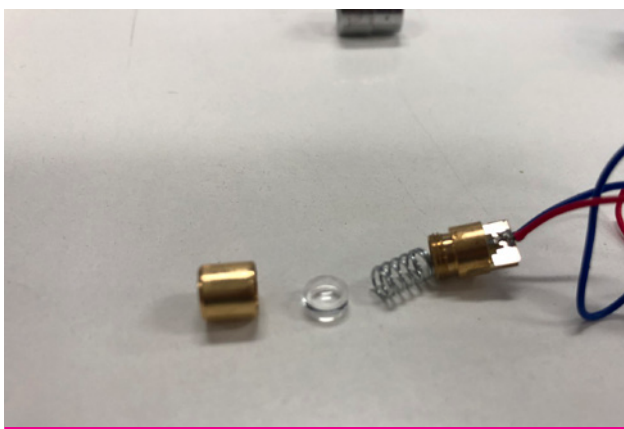
La lupa fue inventada por Roger Bacon en 1250, talladas las lentes de una piedras cristalinas o vidrios fabricados, dando forma aplanada pero redondeada en sus dos lados, como una lenteja. Esta forma del cristal o vidrio incide en la luz que la atraviesa, generando un punto donde se focaliza la luz y de allí, al otro lado de la lente, aparece una imagen virtual de ese mismo se percibe al ojo de mayor tamaño.



El microscopio combina varias lentes tipo lupa para generar la amplificación, esta invención es atribuida a Zacharias Janssen en 1590, quien ensambló este artefacto en un tubo del tamaño de la mano y es el primer microscopio óptico del que se tiene registro. Gracias a este instrumento se descubrió la existencia de los microorganismos por parte de Antonie van Leeuwenhoek, quien fabricó unos cuatrocientos modelos de microscopios y perfeccionó la herramienta. Observó que en una gota de agua conviven una gran variedad de microorganismos a los cuales llamó “animáculos” (ahora conocidos como protozoarios), fue el primero en describir las ricas estructuras de las semillas y plantas, los espermatozoides, los glóbulos rojos y las bacterias. Por la misma época Robert Hooke descubrió la estructura celular de las plantas (1665) y a partir de allí se denominan “células”. Este maravilloso instrumento ha seguido su evolución y perfeccionamiento, ha sido crucial en el estudio de las ciencias naturales y la medicina, como también ha proporcionado un conocimiento que ha significado una revolución con

MICROSCOPIOS DIY

A muy bajo costo y de forma DIYbio se pueden fabricar varios tipos de microscopios ópticos, combinando lentes extraídos de punteros láser o unidades de lectores de DVD o CDROM, o de objetivos de cámaras antiguas, o con cámaras web. El microscopio de cartón usando esta guía se puede ensamblar fácilmente, extrayendo las lentes de punteros láser o de unidades de CDrom o DVD, las cuales salen fácilmente al desarmar la carcasa. Usando las cámaras de los teléfonos inteligentes y tabletas podemos obtener fotografías y videos microscópicos añadiendo estas lentes



Lente extraída de un puntero láser al desarmar la carcasa protectora. Se debe tener cuidado de no rayar la lente durante la separación. Hamilton Mestizo. Licencia: [CC BY-SA 4.0](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/)

grandes descubrimientos sobre la forma como se constituye y comporta la vida y la materia desde lo microscópico.

En la actualidad existen una gran variedad de microscopios diseñados con propósitos especiales que permiten la observación de fenómenos microscópicos de muchos tipos con diferentes tecnologías de las cuales se obtienen muchos tipos imágenes, por ejemplo algunos como: el microscopio electrónico de barrido (SEM) de cual se puede obtener imágenes de entre 3 y 20 nanómetros; electrónico de transmisión (TEM) que puede aumentar la imagen de objeto hasta de un millón de veces; luz ultravioleta con el que se puede observar detalles de muestras que no se ven con luz visible; fluorescencia del cual se puede observar sustancias que emiten luz propia. El microscopio óptico es el más común, siempre presente como una herramienta fundamental en los laboratorios de biología de los cuales también hay de varios tipos, tamaños, precios, calidades y todo tipos de accesorios que se le puede añadir.

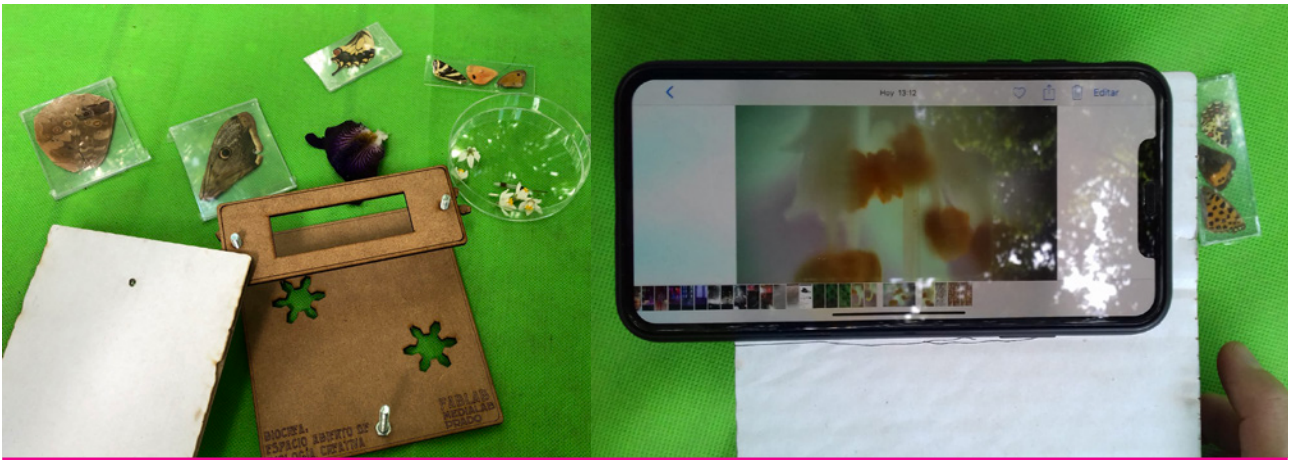
directamente a su óptica. La lente, para lograr la amplificación, tiene que ser lo más plana posible por un lado y convexo por el otro, situando el lado plano en el objetivo de la cámara del móvil. Este tipo de microscopio amplifica entre 4x a 200x comparado con un microscopio óptico normal. La estructura de cartón y tornillos ayudan de apoyo para el móvil y mantiene la distancia focal adecuada, puedes descargar los archivos de corte láser (incluidos en la lista de materiales) o puedes hacerla directamente recortado de cartón.



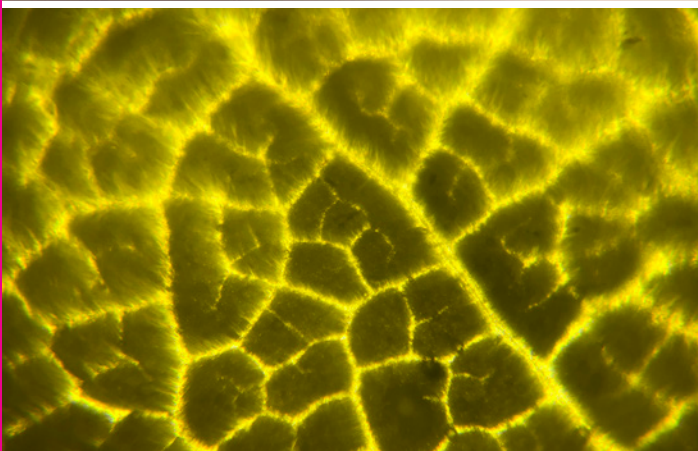
Estructura de microscopio cortada a mano de cartón de 2mm basada en los archivos de corte láser. Hamilton Mestizo. Licencia: [CC BY-SA 4.0](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/)

Con esto se puede ver detalles de objetos y muestras pequeñas como por ejemplo semillas, flores, estructuras celulares de las plantas, tejidos, protozoos en el agua, superficie de distintos materiales, detalles de partes de insectos, entre muchos otros. Se recomienda tener a mano una linterna

o iluminación extra, para mejorar la observación en las superficies al generar contraste y contraluz como en un microscopio óptico: se podrán ver muestras semitranslucidas como estructuras celulares, tejidos, y protozoos.



Microscopio de cartón con una lente de puntero láser. Taller de observación: las flores y sus polinizadores. Día de la fascinación por las plantas 2019. Real Jardín Botánico. Madrid. Hamilton Mestizo. Licencia: [CC-BY SA](#).



Detalle 4x (aprox). Microscopio de cartón, usando una lente extraída de una linterna de luz led. Hamilton Mestizo. Licencia: [CC BY-SA 4.0](#)

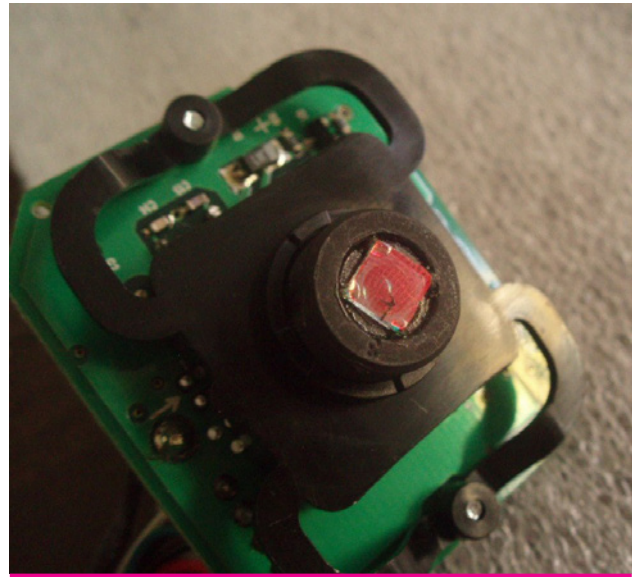
Detalle 40x (aprox). Microscopio de cartón, usando una lente extraída de un puntero láser. Hamilton Mestizo. Licencia: [CC BY-SA 4.0](#)

Detalle 100x (aprox). Microscopio de cartón, usando una lente extraída de un lector de DVD. Hamilton Mestizo. Licencia: [CC BY-SA 4.0](#)

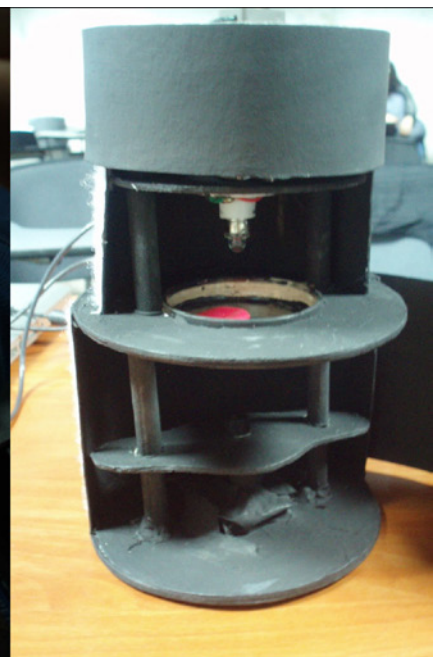
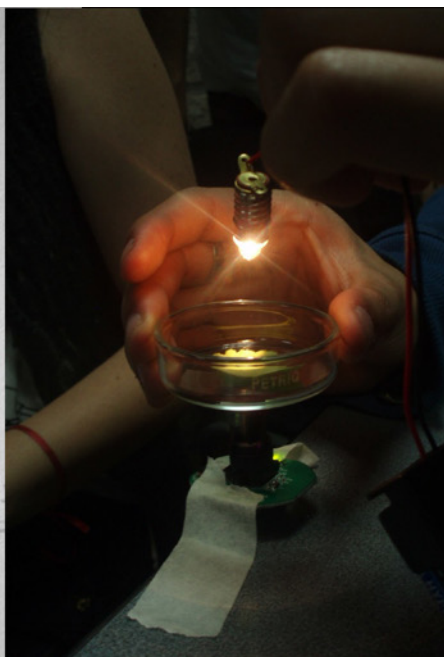
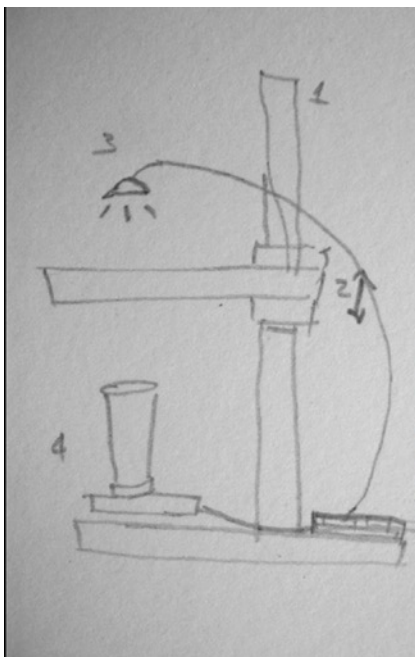
Otro modelo muy usado en la comunidad DIY-bio es un microscopio a partir del hackeo a una cámara web. La intervención es muy sencilla: se retira la carcasa para llegar a la lente, que en la mayoría de los casos está fija al circuito electrónico por medio de una rosca, al desenroscar la lente se invierte en 180 grados y se vuelve a poner "al revés" en su lugar. Se puede usar cinta negra para unir, para evitar la entrada luz por los lados, lo cual interfiere en la imagen. Esta intervención cambia el campo focal de la lente y la convierte en milimétrica, de esta forma genera acercamientos microscópicos con buen detalle y calidad. Se conecta directamente al ordenador, y a través de cualquier programa de visualización de cámaras, se puede obtener directamente una imagen digital microscópica.

La estructura necesaria puede ser de muchas formas, lo cual dependerá del modelo de cámara usado, la iluminación y los materiales que se dispongan. Se debe tener en cuenta la exactitud de distancia focal milimétrica, que es la parte fundamental de la visualización, se recomienda que

la cámara y la muestra puedan tener unos milímetros de movimiento entre ellas, es decir que se pueda enfocar manualmente, ya sea usando tornillos, elásticos, mecanismos, cartones, etc.



Detalle lente invertida en una cámara web hackeada. Taller de fabricación de microscopios a partir de webcams en desuso DIY. 2010. Tecnoparque Bogotá. Colombia. Hamilton Mestizo. Licencia: [CC BY-SA 4.0](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/)



Taller de diseño y fabricación de microscopios DIY a partir de webcams en desuso. 2010. Tecnoparque Bogotá. Hamilton Mestizo. Licencia: [CC BY-SA 4.0](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/)

La siguiente imagen es un prototipo de microscopio DIY donde la estructura ha sido modelada por ordenador y fabricada usando corte láser. La cámara hackeada es de alta definición 1080p y se conecta por wifi, lo cual permite ver muestras mi-

croscópicas en ordenadores, tabletas y teléfonos inteligentes simultáneamente. Fue desarrollado en 2019 como parte de las actividades de BioCrea en Medialab Prado:



Prototipo microscopio DIY 1080p WIFI.
Desarrollado como parte de las actividades
de BioCrea: Espacio Abierto de Biología
Creativa. 2019. Medialab Prado.
Hamilton Mestizo. Licencia: CC BY-SA 4.0

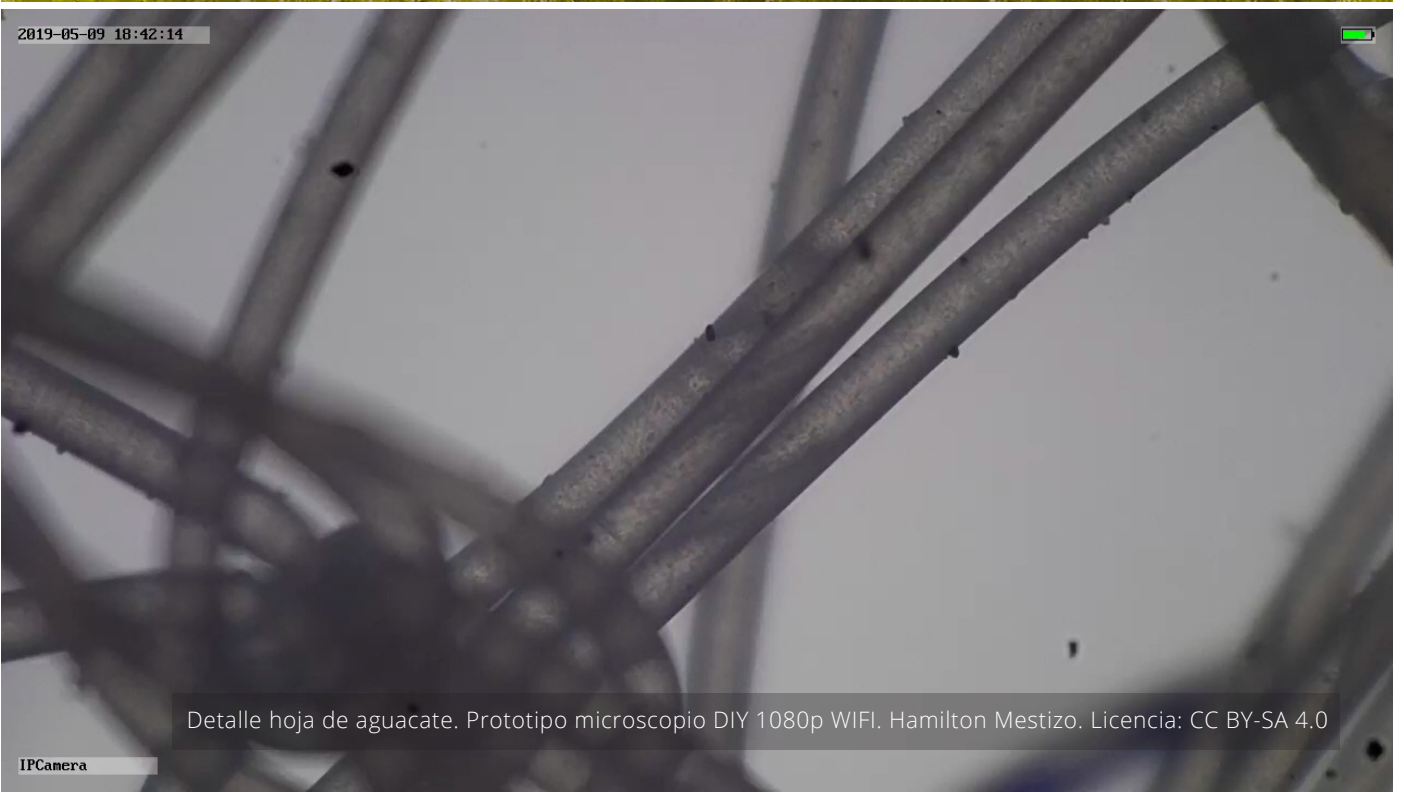


Detalle de micro plástico, tejido de un jersey.. Prototipo microscopio DIY
1080p WIFI. Hamilton Mestizo. Licencia: CC BY-SA 4.0



IPCamera

Detalle hoja de aguacate. Prototipo microscopio DIY 1080p WIFI. Hamilton Mestizo. Licencia: CC BY-SA 4.0



IPCamera

Detalle hoja de aguacate. Prototipo microscopio DIY 1080p WIFI. Hamilton Mestizo. Licencia: CC BY-SA 4.0

EXPEDICIÓN MICRO-BOTÁNICA

En botánica una práctica importante para estudiar el entorno es hacer colecciones de herbarios, que integran partes de plantas conservadas para el estudio taxonómico e identificación. Suele estar acompañada con información sobre el lugar, principales características de la planta, como fecha de expedición (para profundizar en este aspecto puedes consultar la guía “cómo hacer un herbario”). En el siglo XVIII muchos científicos atraídos por las plantas y sus propiedades medicinales, agrícolas, materiales inician los primeros estudios científicos sobre botánica. Por ejemplo, en la Expedición Botánica de la Nueva Granada (1783-1816) logró un archivo muy grande de dibujos y manuscritos científicos que clasifican más de 6000 especies vegetales y animales descubiertos en esos años en el territorio que ahora es Colombia, gracias a un equipo de científicos y artistas. Estas colaboraciones y cruces multidisciplinares son la esencia del DIYbio, donde las comunidades, integradas con personas de diversos perfiles, logran compaginar sus saberes en prácticas donde arte, ciencia y tecnología convergen armónicamente.

Las expediciones botánicas Invitan a recorrer lugares inexplorados con una mirada artística y científica, al (re)descubrimiento de las especies animales y vegetales que nos circundan y que son partes en nuestro entorno. Nuestros microscopios DIYbio nos permitirán descubrir un universo paralelo justo frente a nuestros ojos y hasta ahora invisible, podemos tener una mirada renovada de nuestros entornos cotidianos y observar la forma como la vida se entreteteje y funciona a nuestro alrededor. En una Expedición Micro-botánica el suelo es una fuente incalculable de recursos para el estudio: cada hoja que cae en otoño, o cada flor en primavera, fruto, trozo de madera, charca de agua, etc, es de gran valor para nuestra expedición, nos habla de estos lugares desde la biodiversidad microscópica.



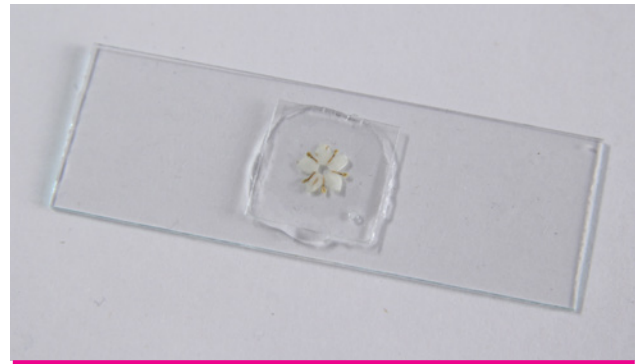
Expedición Bogotánica. Muestras colectadas del suelo del Humedal Córdoba. Septiembre de 2020. Bogotá. Hamilton Mestizo. Licencia: [CC BY-SA 4.0](#)

4. COLECCIÓN Y OBSERVACIÓN

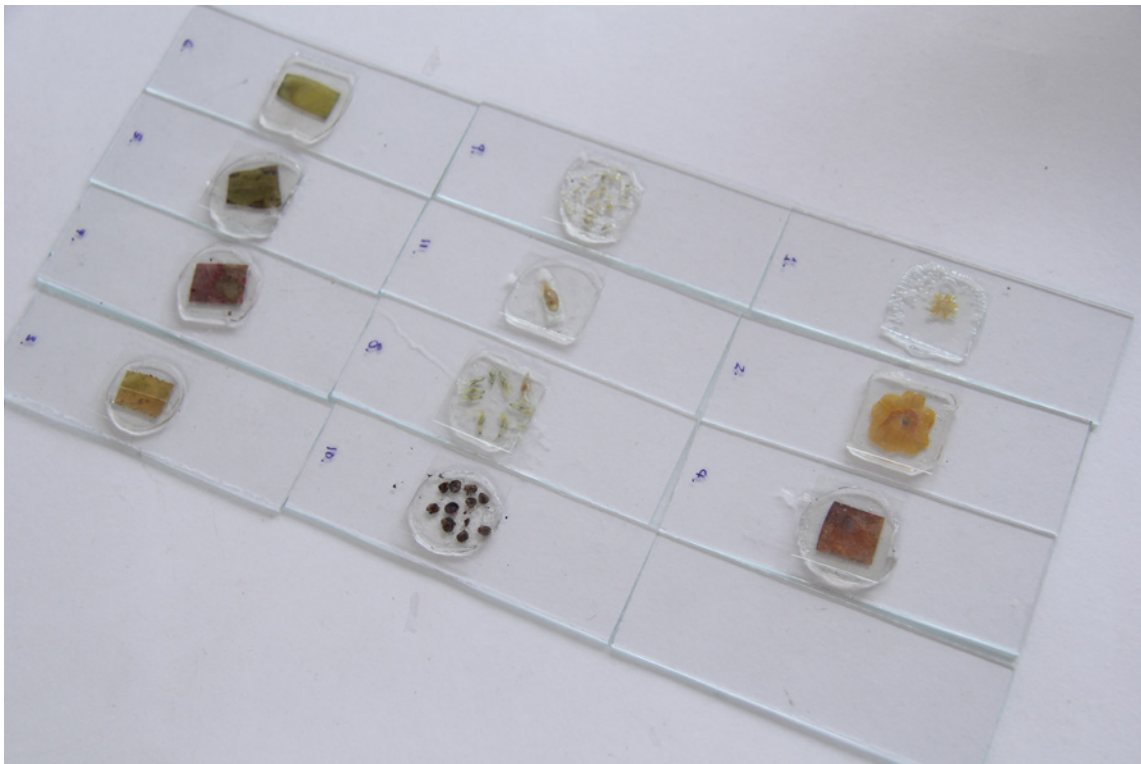
Para la observación detallada de nuestras muestras colectadas necesitaremos portaobjetos y cubreobjetos, que son los vidrios donde se preparan las muestras, ya sea con agua, aceites o resinas. Para hacer colecciones microbiológicas se suelen utilizar resinas especiales que fijan las muestras al vidrio como el “bálsamo de Canadá”, que es un tipo de trementina que endurece y suele ser usado en óptica por tener un índice de refracción similar al del vidrio. En nuestro caso, si no tenemos este material, podemos usar silicona líquida y de barra, común en bricolaje. También se puede usar resina epoxi transparente (se puede comprar en una ferretería). Además, necesitaremos tijeras, pinzas pequeñas y un cortador.

Las muestras tienen que ser recortadas más pequeñas que el tamaño del cubreobjetos (el vidrio más pequeño). Sólo se pueden fijar muestras planas o con poco volumen por lo que se recomienda recortar lados planos o que se puedan aplanar. Al tener el recorte con el tamaño indicado se pega la muestra al portaobjetos (el vidrio más grande) con silicona líquida, luego de secar se fija el cubreobjetos con una gota grande de silicona de barra, presionando suavemente con los dedos hasta aplanar la muestra y dispersar las burbujas a los lados para que no interfirieran con la observación y arruinen el experimento.

Es importante acompañar las muestras con fichas técnicas y anotaciones que puedan complementar el ejercicio de observación, como el lugar y fecha de colecta, el nombre común, nombre científico y/o especie (puedes consultar la guía “cómo hacer un herbario” página 18). Tomar fotos que acompañen la descripción física con las principales características: esto será de gran ayuda en el momento de estudiar las muestras con más detalle al microscopio. También se deben guardar con mucho cuidado, al ser muy delicadas se recomienda mantener en una caja o baúl que las proteja de los golpes, la humedad y la luz, ya que pueden alterar los colores de las muestras o dañarlas.



Expedición Bogotánica. Flor de Saúco fijado a un portaobjetos usando silicona. Presente en Europa, Oceanía, América del norte y del sur. Se conoce por sus atributos medicinales. Hamilton Mestizo. Licencia: [CC BY-SA 4.0](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/)



Expedición Bogotánica. Colección de muestras microscópicas del humedal Córdoba, entre las que se encuentran: hojas, flores y semillas. Hamilton Mestizo. Licencia: [CC BY-SA 4.0](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/)

Con simples procedimientos se pueden observar más vida microscópica en nuestra cotidianidad.

LA EPIDERMIS DE LA CEBOLLA.

La piel de una cebolla es un ejercicio interesante de observar al microscopio ya que podemos ver con claridad la estructura celular, y encontrar similitudes con las células humanas, ya que ambas son células eucariotas y tienen una forma parecida, aunque la gran diferencia es que las células vegetales podemos ver la pared celular (membranas plasmáticas), ausente en las células de los mamíferos. Para esta observación partimos una cebolla a la mitad y separamos las primeras capas más gruesas hasta obtener una capa muy delgada del interior. La retiramos y con ayuda de las pinzas retiramos una membrana transparente de su lado interior. Luego con un cortador recortamos un trozo de no más de 1 x 1 cms.



Para estos tipos de observaciones rápidas ponemos una gota de agua sobre el portaobjetos y luego sobre ésta la muestra, así quedará fijada al vidrio. Para mejorar la observación podemos po-

ner una gota de tinta y esperar unos minutos a que sea absorbido. Luego con paño absorbente, poniéndolo a un lado de la muestra sin tocarla, se retira el exceso de tinta.

VIDA EN UNA GOTTA DE AGUA.

Los animúnculos descubiertos por Leeuwenhoek son conocidos por la biología moderna como protozoos, este nombre lo puso Goerg Goldfuss en 1818 considerando a este grupo de microorganismos como animales primigenios, ya que, siendo organismos unicelulares, la mayoría tienen movilidad a través de flagelos (como una cola) y cilios (filamentos pequeños y numerosos) como dedos o aletas. Estos seres viven en el agua y algunos son causa de enfermedades graves como la malaria por lo que no es recomendable beber el agua en el caso que los veas a través del microscopio. Un

poco de agua de un estanque, de una charca, una fuente o de un florero será suficiente.

Antes de poner la muestra en el portaobjetos, agitaremos un poco el agua para asegurar una distribución uniforme de microorganismos. Con un gotero o pipeta se pone una gota o dos en el portaobjetos y luego se pone el cubreobjetos encima, esto permitirá que se distribuyan de forma uniforme por el agua, aunque no es completamente necesario mejora la observación.

BACTERIAS DE MI BOCA.

Todo nuestro cuerpo está en contacto directo y está habitado con bacterias y microorganismos con los que convive a lo largo de toda su existencia; la mayoría son benignos y viven en simbiosis y armonía con el cuerpo. Estos microorganismos son conocidos como microbiota. Están presentes en todo el cuerpo y colaboran con los procesos metabólicos. En la boca coexisten una gran cantidad de microorganismos y se pueden ver al microscopio de forma sencilla.

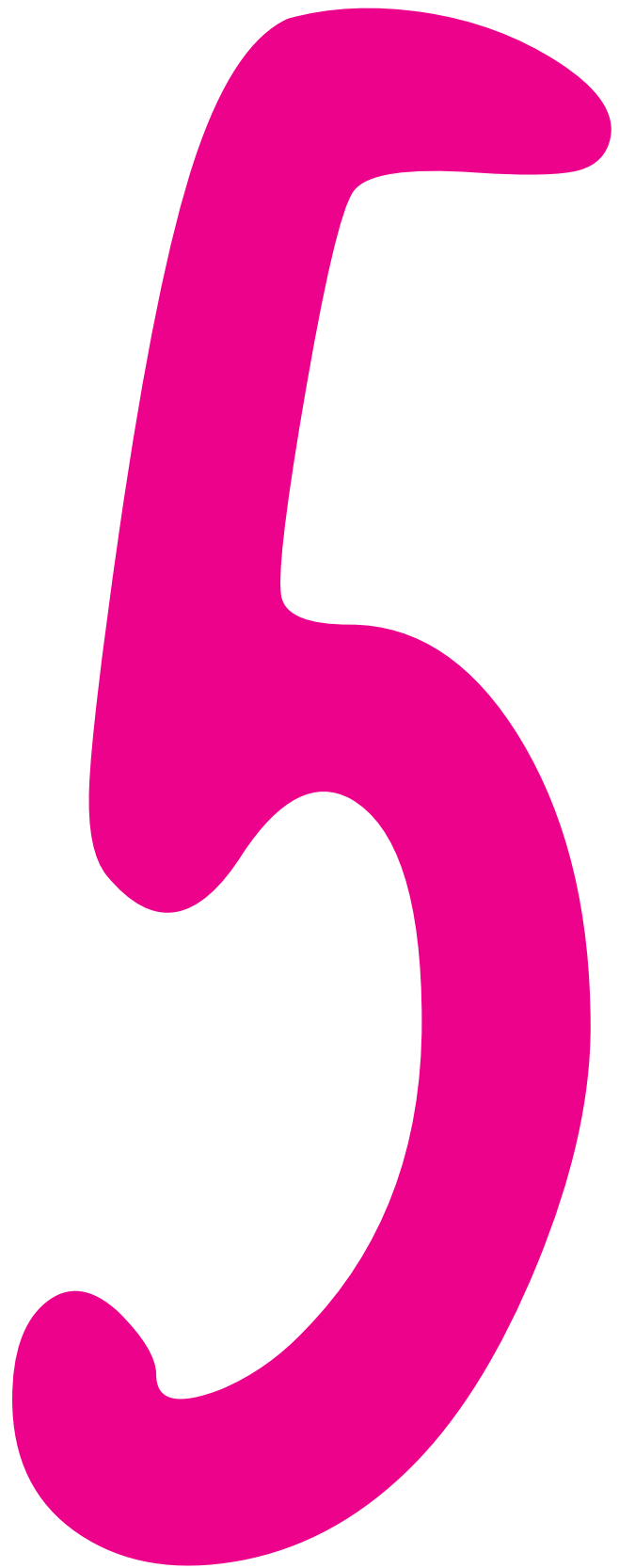
La extracción se hace con un palito de dientes raspando la parte interna de la mejilla para coleccionar las bacterias. Luego en un portaobjetos se coloca una o dos gotas de agua, el palito es puesto por unos segundos en el agua para depositar las bacterias. Luego se pone el cubreobjetos, evitando la formación de burbujas. Por uno de sus lados se pone una gota de tinta y esperamos unos minutos hasta que la tinta empape de forma homogénea la muestra. Con papel secante o una servilleta se retira los excesos laterales, y se procede a la observación.

MEDIOS DE CULTIVOS

En microbiología uno de los procedimientos más importantes para la investigación y observación de microorganismos como bacterias, hongos, levaduras y virus son los medios de cultivo: un ambiente artificial con una preparación alimenticia preparada en laboratorio, propicia para el crecimiento de ciertos tipos de microorganismos.

Los primeros experimentos con medios de cultivos fueron hechos por el famoso científico y uno de los primeros bacteriólogos de la historia Louis Pasteur, quien a mediados del siglo XIX refutó la teoría de la generación espontánea a través de la preparación de medios de cultivo. Algunos estaban tapados y otros expuestos al ambiente, por lo que en los que estaban tapados no se generaron microorganismos, al contrario de los que estaban destapados, por lo que se pudo comprobar que los microorganismos crecían en el medio de cultivo venían del exterior, y que estaban presentes en el aire, en el polvo, en la humedad, mejor dicho, en nuestro ambiente.

El medio de cultivo constituye el aporte de nutrientes indispensables para el crecimiento de los microorganismos. La composición precisa dependerá de la especie que se quiera cultivar, porque las necesidades nutricionales varían considerablemente, como también si son líquidos o sólidos. Hay microorganismos muy poco exigentes que crecen con medios de cultivo fáciles de preparar y microorganismos muy exigentes que necesitan determinadas sustancias y preparaciones muy especializadas con mezclas complejas con vitaminas, sueros, hemoglobina, antibióticos o sangre, entre muchos otros.



Aunque pueden llegar a ser muy complejos, los medios de cultivo son un invento culinario, los primeros medios de cultivos selectivos realizados a finales del siglo XIX usaban una receta basada en patatas y gelatina, implementada por el médico y microbiólogo Robert Koch. Por la misma época el médico Walter Hesse introduce un solidificante perfecto para los medios con un material

usado en repostería llamado Agar-Agar (extraído de algas rojas), aprendido de su esposa Angelina Fannie, el cual es el más común usado hasta nuestros días. Los cultivos sólidos suelen hacerse en cajas Petri (su nombre debido a su inventor Julius Richard Petri, ayudante de Koch), siendo un recipiente con tapa aplanado, translúcido y poco profundo de cristal o plástico.

PREPARACIÓN MEDIOS DE CULTIVOS

En la actualidad la mayoría de los medios de cultivo se consiguen comercialmente ya mezclados y listos para usar en cajas petri, al igual que sus compuestos para su preparación. Sin embargo, para nuestra práctica biohacker prepararemos nuestros propios medios de cultivo con materiales fácilmente adquiribles de nuestras cocinas

como harinas, caldos o extractos de frutas y verduras, abriendo un espectro amplio de experimentación con recetas interesantes y de autor, pudiendo cultivar y observar muchísimos tipos de microorganismos de nuestro entorno, entre los que se encuentran bacterias, hongos, mohos, algas, levaduras.



Materiales y herramientas. para preparar medios de cultivo. Hamilton Mestizo. Licencia: [CC BY-SA 4.0](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/)

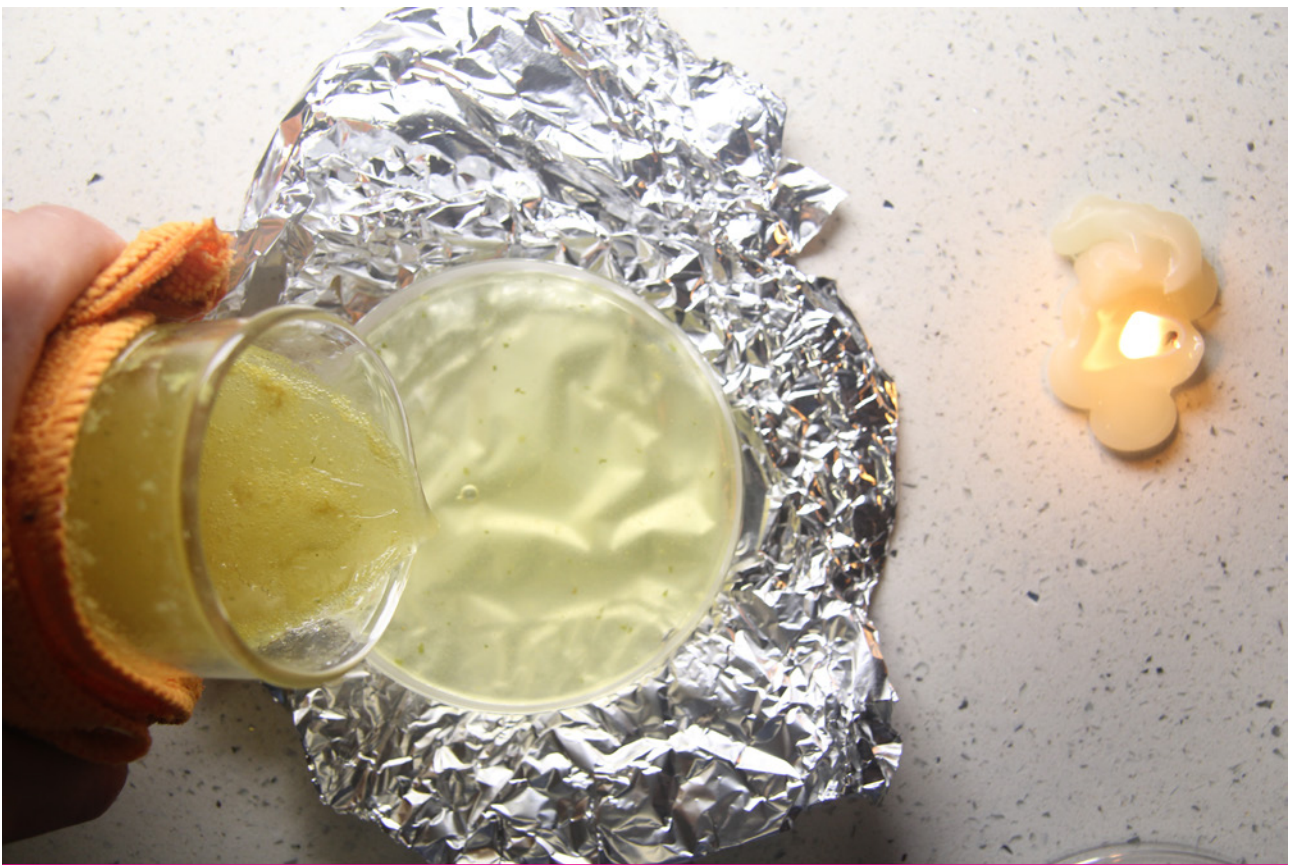
El medio más utilizado para realizar cultivos sólidos o semisólidos es el agar-agar o gelatina, una diferencia física es que el agar-agar se mantiene sólido a una temperatura más alta, lo que facilita las condiciones de crecimiento, también son de orígenes diferentes, uno es hecho a partir de un alga roja y el otro a partir de colágeno animal. El agar-agar se puede conseguir fácilmente en una tienda naturista por gramos. Para el agar-agar la proporción es de aproximadamente entre el 1% o 2% de concentración y en el caso de la gelati-

na esta proporción estará en las instrucciones de empaque. Si queremos preparar medios a partir de agar-agar tendremos que añadir entre 10 y 20 gramos en 1 litro de agua destilada o manantial. En esta misma mezcla se añade los nutrientes que queramos usar, como puede ser cubos medios preparados, o hechos a partir de alimentos de la cocina, como por ejemplo algunas harinas, cubo de caldo, leche en polvo, zumos de frutas y verduras, o patatas como los primeros medios realizados por Koch y Hesse en el siglo XIX. Además

de nutrientes se puede añadir color a los medios con tintas chinas o colorantes para alimentos o antibióticos para evitar el crecimiento de algunos, haciendo cultivos selectivos.

Se debe mantener la agitación en todo el proceso manteniendo la disolución homogénea. Se puede calentar al baño María o directamente sobre una llama, teniendo en cuenta su intensidad puede quemar el agar-agar en el fondo. Ya caliente y mezclado el color de algar cambia, y pasa de un blanco espeso a un amarillo semitransparente. En este punto se apaga la llama y está listo para ser vertido aún caliente a la mitad de una caja petri (unos 5 milímetros) o en los recipientes donde se

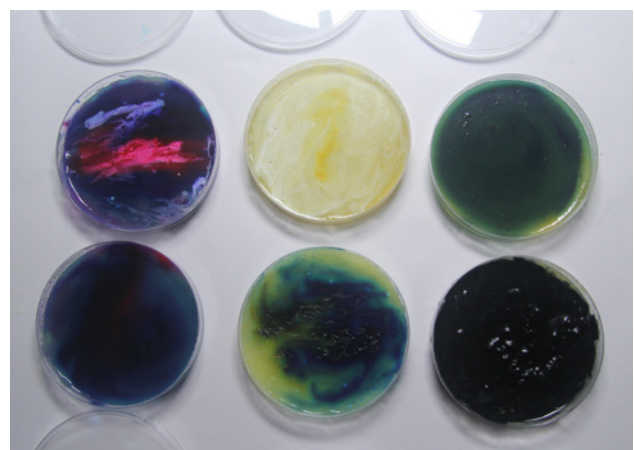
vayan cultivar. Se recomienda tener un mechero o vela cerca para evitar la menor contaminación de microorganismos en el aire en este momento: en un laboratorio de microbiología se suele usar una cabina de flujo laminar, que está purificando el aire en su interior a través de filtros de aire y luz ultravioleta. Una vez vertidos, aún en caliente se pueden añadir ingredientes y colores a partir de tintas y anilinas. Los medios de cultivo se pueden conservar en la nevera a 4 grados centígrados antes de cultivar. En el caso de usar gelatina se deben poner en la nevera unas horas para que ésta solidifique.



Vertido de agar agar con nutrientes en una caja petri. Hamilton Mestizo. Licencia: [CC BY-SA 4.0](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/)

A los medios de cultivo se pueden añadir distintos tipos de nutrientes, en el ejemplo añadimos a 100 ml de preparación un cubo de caldo, y luego a cada una un nutriente particular en el proceso de vertido, entre 1 y 2 gramos de :

- Fecula de patata.
- Extracto de levadura.
- Tryptone.
- Proteína de soya.
- Bacto-agar.
- Sin añadidos.



Medios de cultivo en cajas petri con distintos vertidos de tinta y nutrientes. Hamilton Mestizo. Licencia: [CC BY-SA 4.0](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/)

LOS MICROORGANISMOS DEL AIRE

Como lo demostró Louis Pasteur en los experimentos descritos anteriormente sobre la teoría de la generación espontánea, en el aire viven una gran variedad de microorganismos los cuales viajan a través de las partículas de polvo, en la humedad, en la lluvia, en el polen, en fibras y pieles, sustancias orgánicas, etc. Son numerosos los estudios de forma cuidadosa sobre el microbiota del aire en distintas atmósferas y lugares del planeta. Algunos de estos estudios han determinado la aparición de enfermedades y pandemias a través de la propagación de microorganismos en el aire: bacterias, virus o esporas flotan en estado vegetativo, buscando un huésped o ecosistema propicio donde habitar.



La Aerobiología, una ciencia que aparece a mediados del siglo XX estudia los microorganismos del aire en todos sus aspectos: identidad, comportamiento, movimientos y supervivencia. Por ejemplo, tomando muestras de aire es común encontrar bacterias como *Micrococcus luteus* y *Staphylococcus sp*, las cuales producen colonias redondeadas de color amarillo, también *Bacillus sp* en colonias blancas como mucosa y/o *Arthrobacter sp* en colonias de color marrón crema. Hongos como *Penicillium* en colonias verdes, el típico que aparece en frutas maduras, o el *Aspergillus sp* el moho de color negro, *Mucor sp* y *Rhizopus sp* moho de

color blanco-gris, *Candida sp* en colonias de color rosado o blanco.

La presencia de cierto tipo de microorganismos es totalmente dependiente del entorno, aunque su colección también está determinada por los nutrientes que añadamos a los medios de cultivo, los cuales favorecerán más a unas especies que otras. Básicamente lo que hacemos es abrir la(s) caja(s) petri por un tiempo (minutos, horas o días), dejando expuesto el medio de cultivo a la atmósfera del lugar.

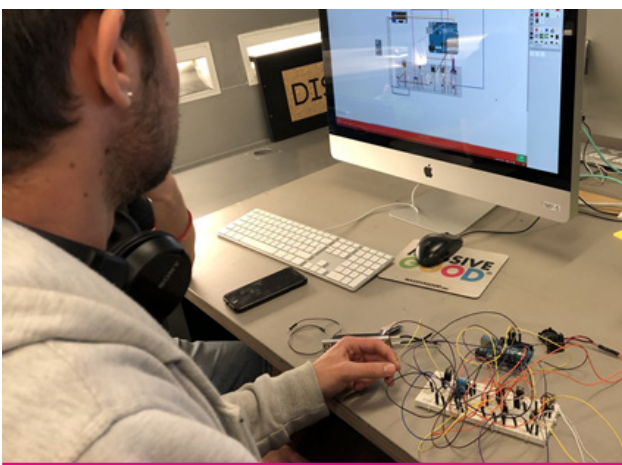


Expedición bogotánica. Medios de cultivo expuestos al ambiente durante 60 minutos. Humedal Córdoba. Hamilton Mestizo. Licencia: [CC BY-SA 4.0](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/)

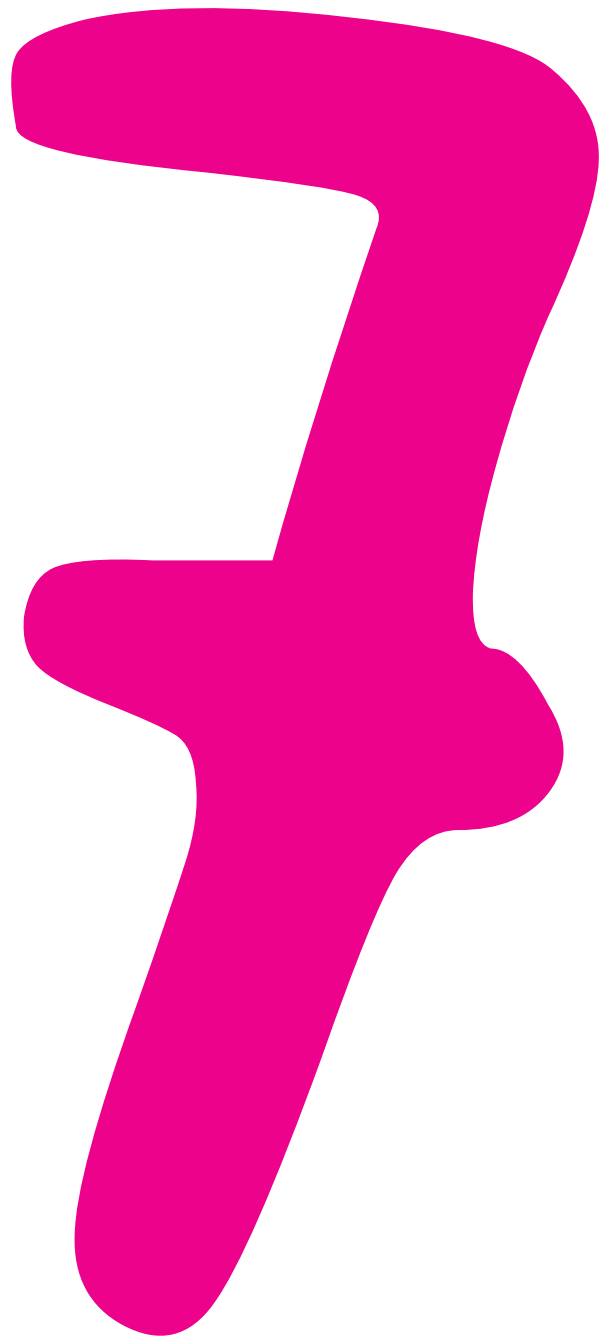
CULTIVO E INCUBACIÓN DE MICROORGANISMOS

El crecimiento de los microorganismos acontece al interior de una incubadora en el biolab. Esta mantiene un ambiente controlado donde crecen en condiciones óptimas de temperatura, humedad, iluminación, y/o nivel de pH. Los microorganismos tienen un margen de temperatura, algunos pueden crecer y sobrevivir a temperaturas de -5 grados centígrados y otros a temperaturas de 80, incluso algunas esporas sobreviven a más de 100. La temperatura promedio donde crece mayor cantidad de microorganismos suele ser entre los 25 a 40. Manteniendo la temperatura constante en un par de días ya podremos ver las primeras colonias crecer.

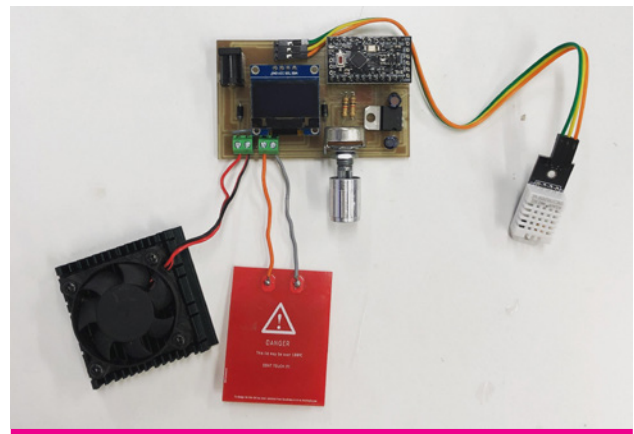
La incubadora que usamos para esta guía fue desarrollada en Biocrea en 2019, a partir de la colaboración entre estudiantes de colegio y el fablab de Medialab Prado. Se desarrolló una incubadora de código abierto llamado "incubox". Esta mantiene la temperatura constante a su alrededor (15 cms³ aprox) en un rango de 23 a 40 grados. Un circuito electrónico usa un sensor de temperatura-humedad para controlar por tiempos de encendido y apagado un calentador y ventilador, manteniendo el ambiente interno de una bolsa térmica usada para mantener calientes los alimentos.



Diseño y prototipado en colaboración con estudiantes de instituto, diseñadores y científicos. Biocrea 2019, Fablab Medialab Prado. Hamilton Mestizo. Licencia: [CC BY-SA 4.0](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/)



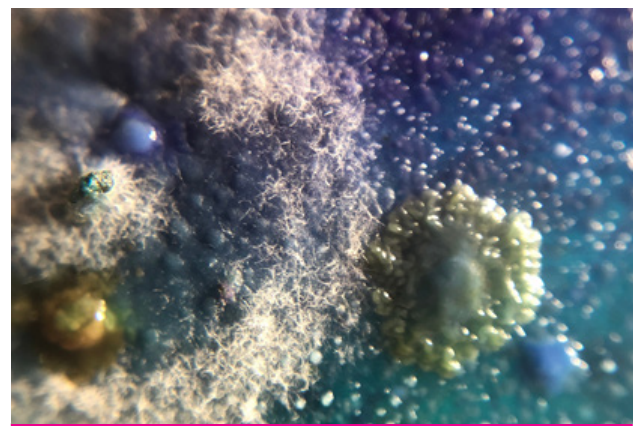
Básicamente los medios de cultivo deben permanecer en una temperatura constante entre 25 a 40 grados, por lo que puede crecer en cualquier lugar cálido, en el caso del prototipo incubox usamos una bolsa térmica para mantener el calor constante. En cuestión de días o semanas irán apareciendo distintos tipos de microorganismos en la superficie de los medios de cultivo y se podrá observar la evolución de las colonias y los ciclos de vida de cada una. En el caso de las muestras colectadas del aire de esta guía la temperatura fue constante (35 grados) y se mantuvo durante dos semanas.



Circuito y componentes internos de "incubox", Incubadora DIY. Desarrollado como parte de las actividades de BioCrea: Espacio Abierto de Biología Creativa. 2019. Medialab Prado. Hamilton Mestizo. Licencia: [CC BY-SA 4.0](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/)



Medios de cultivo en "Incubox". Temperatura promedio de 35 grados. Hamilton Mestizo. Licencia: [CC BY-SA 4.0](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/)



Detalle caja petri No 6.



Medios de cultivo en "Incubox". Crecimiento de microorganismos una semana después. Hamilton Mestizo. Licencia: [CC BY-SA 4.0](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/)

4 EL MICROMUNDO
A MI ALREDEDOR.
OTRAS PRÁCTICAS

5 MEDIOS DE
CULTIVOS

3 EXPEDICIÓN
MICRO-BOTÁNICA

6

LOS MICROORGANISMOS
DEL AIRE

2 MICROSCOPIA

1 BIOSEGURIDAD
EN EL BIOLAB

7

CULTIVO E
INCUBACIÓN



RESUMEN

CONSEJOS

Al terminar los pasos de esta guía tendrás bases conceptuales, prácticas, instrumentos y técnicas no solo en el campo de la microbiología y microscopía sino para empezar y dar continuidad a tu biolab, ya sea comunitario, en tu institución educativa, o privado en tu garaje. Los cuidados que tengas del laboratorio serán de suprema importancia, recuerda siempre tener en cuenta las adecuaciones de bioseguridad según el grado que implique las prácticas que realices, protege a las personas y el medio ambiente, toma todas las precauciones que sean necesarias.

Busca ayuda y cuenta con más personas para llevar a cabo proyectos interdisciplinarios, ya sea gestionando o siendo parte de una comunidad de DIYbio, donde podrás aportar con tu curiosidad, inquietudes, conocimiento y experiencia.

Habla con los profesores de ciencias de tu instituto o universidad, estudiantes, científicos en instituciones vinculadas con la ciencia ciudadana, biolabs comunitarios, etc: inicia con proyectos de DIYbio, establece cooperaciones, seguro encontrarás personas quienes además de asesorarte y ayudarte en temas específicos podrían darte una mano con espacios y materiales de ser posible.

Inventa tus propias máquinas, hackea, compra o copia las que están hechas y libres en páginas en internet, blogs, githubs de comunidades de desarrolladores del DIYbio, también podrás encontrar otras prácticas y procedimientos con más detalle y exactitud en otros campos de la biología como por ejemplo genética, biomateriales, biotecnología, entre muchos otros.

RECURSOS

Organización Mundial de la Salud. 2005. Manual de bioseguridad en el laboratorio. Tercera edición. https://www.who.int/topics/medical_waste/manual_bioseguridad_laboratorio.pdf

Domingo Sebastian y Sánchez Clara. 2018. De la flora intestinal al microbioma. Revista Española de Enfermedades Digestivas. http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1130-0108201800010000

Ciencia en ruta. 2010. Programa para la investigación científica en el aula. Museo de las ciencias de Castilla-La Mancha. Consejería de Educación y ciencia. https://pagina.jccm.es/museociencias/otras%20actividades%20web/material%20cnr%20web/guia_laboratorio_movil.pdf

Beltrán Pol. Los 18 tipos de microscopio (y sus características). <https://medicoplus.com/ciencia/tipos-de-microscopio>

hackteria.org, una comunidad DIYbio. Instrucciones detalladas para fabricar un microscopio a partir de una cámara web. https://hackteria.org/wiki/DIY_microscopy.

Microscopio DIY de alta definición. Biocrea. <https://www.youtube.com/watch?v=hQvCA7W3F5w&t=11s>

Microscopio de cartón. <https://www.youtube.com/watch?v=P0SizyTHa8w>

De La Rosa , Mosso, y Ullán. 2002. El aire: hábitat y medio de transmisión de microorganismos. Observatorio Medioambiental Vol 5. <https://revistas.ucm.es/index.php/OBMD/article/view/OBM-D0202110375A/21767>

Universidad de Granada. Preparación de medios de cultivo. <https://www.ugr.es/~cjl/medios%20de%20cultivo.pdf>

Do It Yourself Science. 2011. Como preparar un medio de cultivo casero. <https://doityourselfscience.wordpress.com/page/3/>

Quintero Susana. 2018. Análisis de los microorganismos de nuestro entorno. <https://www.biocuriosidades.com/recursos-docentes/analisis-de-los-microorganismos-de-nuestro-entorno/>

Universidad Nacional de San Luis. 2019. Guía de trabajos prácticos. Microbiología general. http://www.fqbf.unsl.edu.ar/documentos/mde/micro/Microbiologia_Biol_Mol_2019.pdf



la aventura
de aprender