la aventura de aprender

Ciencia Ciudadana

Reclama tus bacterias! La fermentación

Ana María Delgado Aleman

intef
INSTITUTO NACIONAL DE TECNOLOGÍAS EDUCATIVAS Y DE FORMACIÓN DEL PROFESORADO

GOBIERNO DE ESPAÑA
MINISTERIO DE EDUCACIÓN Y FORMACIÓN PROFESIONAL

MINISTERIO DE EDUCACIÓN Y FORMACION 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 comos 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

Obra publicada con licencia de Creative Commons Reconocimiento-Compartir Igual 4.0 Licencia Internacional. https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/

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 00

Materiales 00

Paso 1: RECLAMAR 00

Microbiota 00

Fermentar 00

Tiempo y vida 00

Lo común 00

Inter-cambios 00

Paso 2: EXPERIMENTAR 00

La cacharrería: microscopios 00

Cultivos 00

Masas madres 00

Creando acceso en comunidad: Biología DIY. 00

¿Quién hace esta guía?

Ana Delgado es profesora de estudios de ciencia y tecnología en la Universidad de Oslo. Está interesada en cómo la gente se interesa por las cosas vivas y produce conocimiento sobre ellas, en los laboratorios y fuera de ellos. Algunos temas en los que ha estado trabajando son activismo y ciencia, biología Do It Yourself, microorganismos y bioeconomía, big-data y biodiversidad, infraestructuras digitales, ciencia y participación ciudadana, entre otros. En estos momentos está haciendo investigación sobre open data y comunes digitales en relación a la biodiversidad de microbios marinos, y sobre fermentaciones, estilos de vida probióticos y experimentos. Y se ha divertido mucho haciendo esta guía mientras intentaba aprender a fermentar ella misma.

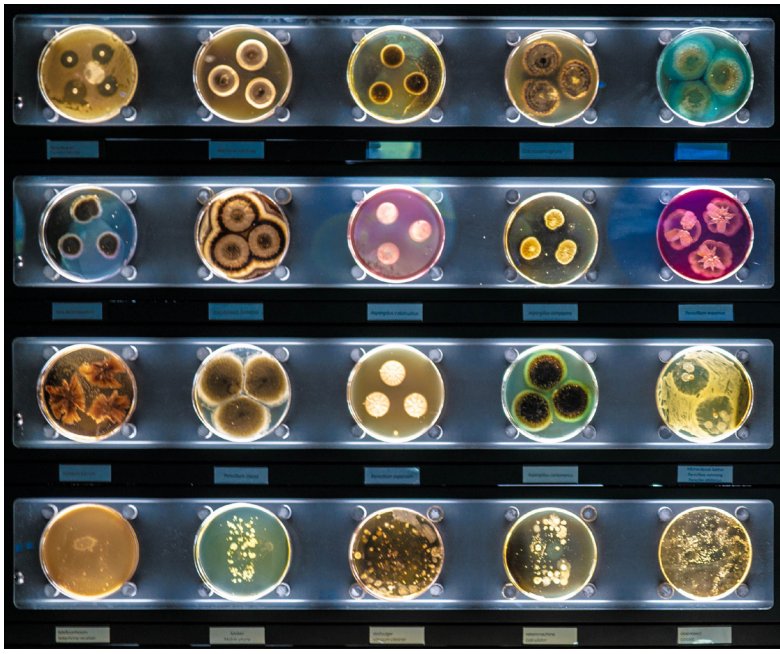
Introducción

¡No estás solo, no estás sola! En tu vida de todos los días, desde que te levantas hasta que te acuestas, cuando te lavas los dientes, desayunas o te atas los zapatos para salir a la calle, en cada una de esas acciones pequeñas y ordinarias, entras en relación con miles de seres invisibles. Son los microorganismos que habitan en tu cepillo de dientes, en la levadura del pan de tu tostada o en los restos de tierra bajo la suela de tus zapatos.

Para visibilizar este mundo invisible que forma parte de nuestra vida cotidiana, "Micropia" el museo de microbios de Ámsterdam, les ha puesto luz y color, y nos los presentan con un texto que yo os traduzco:

No los puedes ver, pero están aquí.
Están sobre ti. Dentro de ti. Y tienes más de cien mil billones de ellos.
Te acompañan cuando comes, cuando respiras y cuando besas.
Están en todas partes, en tus manos, y en tu barriga y se entrometen en todo lo que haces.
Ellos forman nuestro mundo:
Los olores, los sabores,
cuando te sientes mal y cuando te pones mejor.
Pueden salvarte, o aniquilarte.

Algunos de estos microorganismos son peligrosos para los humanos, y los conocemos como *patógenos*. Entre esos patógenos encontráis bacterias y virus. Covid-19 ya os suena, y estáis experimentando como la llegada de un ser microscópico puede irrumpir en la política, la sociedad y la economía, y puede cambiarnos radicalmente la vida de todos los días. Sin embargo, otros muchos microorganismos son, de hecho, beneficiosos, algunos incluso imprescindibles para el funcionamiento de un organismo humano.



Micropia Picture by Yann Caradec. CC BY-SA 2.0

Esta guía presta atención a las bacterias beneficiosas que habitan en cuerpos y ambientes. Nos centraremos en la comida como punto de encuentro entre formas de vida macro y lo micro, para hacer visible como las ***bacterias son una parte importante de nuestra vida pública y común.*** Incluso podríamos decir que son nuestras, vuestras. Lo primero que os propongo es que penséis el cuerpo como microbiota, y en las fermentaciones como método para apropiaros de ella. **Pero, ¿qué significa eso?**

Materiales

A modo general, necesitaréis:

- Una cocina con cacharros y un frigorífico.
- Tu cuerpo.
- Otra materia viva (harina, tierra, cualquier cosa viva).
- Tiempo.
- Acceso a internet.
- Aire.

Para los diferentes experimentos que os propongo en esta guía, se necesitan diferentes materiales, que encontráreis descritos con más detalles en las secciones donde se describen los experimentos:

I. Materiales para ver microorganismos, página 13.

II. Materiales para cultivar microorganismos, página 19.

III. Materiales para hacer masas madre que se usan para hacer pan, página 29.

Esta guía es para divertirse, pero se toma muy en serio una cosa: el experimento. Experimentar es una forma de hacer, que juega con diferentes posibilidades. Por eso, os propongo que pensemos en los materiales también como cosas abiertas y flexibles. Esta guía os quiere demostrar que se puede explorar la biología y, en concreto el mundo de las bacterias, con elementos que os rodean y que os son fácilmente accesibles, que encontráis en vuestra cocina, por ejemplo. Y si una cosa no funciona, probamos con otra. A diferencia de mucha de la gente que se dedica al bioarte o que está en grupos *DIYbio (Do It Yourself Biology)*, como los que se citan a modo de recurso aquí, la autora de esta guía no tiene una formación en biología. De hecho, esta guía es un experimento para mí, y una forma de *pensar-haciendo* cómo la comida que comemos está viva. Esta guía no va a enseñaros como montar un laboratorio o seguir protocolos científicos: lo que persigue es mostrar con prácticas muy sencillas que existe un mundo microbiano que forma parte de vuestra vida cotidiana y que, con las cosas que tenéis a mano, podéis empezar a notarlo, a olerlo y a verlo. Antes de pasar a la práctica, introduciré la idea de que somos parte de una *ecología* de microorganismos. Desde la comida hasta tu piel, las bacterias pueblan todos los rincones de nuestra vida más cotidiana.

Paso 1: **Reclamar**

1.1 Microbiota: ellas son nosotros, nosotras somos ellos

¿Quien es quién? Desde hace varias décadas, desde la microbiólogia y otras ciencias que trabajan científicos trabajando en cuestiones relacionadas, nos cuentan cómo en el cuerpo humano hay más bacterias que células humanas. Algunos dicen que el noventa por ciento de nuestras células son bacterianas, otros dicen, que por cada célula humana tenemos una bacteriana y que somos «mitad humano, mitad bacteria».

Aunque los y las expertas no se pongan necesariamente de acuerdo en los números exactos, el mensaje es que las bacterias intervienen y participan en el funcionamiento de sistemas vitales en nuestro organismo, y es difícil decir donde acaba lo humano y dónde empieza lo microbiano. Las bacterias viven en nuestra piel y pelo, en el estómago, el aparato respiratorio... casi puedes pensar tu cuerpo como un bosque, o como un ecosistema.

Microbiota es, pues, originalmente un concepto científico que se refiere al conjunto de relaciones de microorganismos en un cierto espacio/cuerpo, como el cuerpo humano. Pero, mas allá de la ciencia, en sitios como herboristerías, mercados o blogs también se empieza a hablar en mayor medida sobre la microbiota. Podríamos decir que cada vez más gente se apropia de este concepto, quizás re-interpretándolo en ocasiones desde prácticas más antiguas, como las fermentaciones, de las que hablaremos adelante. En cualquier caso, es interesante que, tanto desde la ciencia como desde otros ámbitos, cuando se habla de microbiota se pone énfasis en las interacciones entre lo micro y macro ... y se habla de una ecología.

¿Cómo una ecología? Ursula Damm y otros artistas de la Bauhaus nos invitan a pensar en cómo los humanos y no-humanos compartimos hábitat. Esta es una forma en la que podéis empezar a reclamar vuestros microorganismos, pensando en cuáles son los lugares donde os encontráis con ellos, donde ocurren las relaciones y donde se producen intercambios. ¡Entre otros, *muuuchos* intercambios químicos!

Anna Dumitriu se dedica al bio-arte y nos invita a visualizar algunas de esas relaciones químicas, en una obra que se llama *"Make Do and Mend"* («Haz y repara»). ¡Pensad que antes de la Segunda Guerra Mundial prácticamente no existían los antibióticos! El primer antibiótico que se comercializó ampliamente es la penicilina. Esta sustancia la produce el hongo *Penicullium*, que podéis ver crecer en vuestra propia casa, solo observando una naranja u otra fruta al pudrirse. La penicilina usada como medicamento se deriva de la purificación y producción a gran escala de esa sustancia azul-verdoso que vemos tan a menudo en el frutero. *Make Do And Mend* nos hace

reflexionar sobre el sobreuso y el abuso de los antibióticos, y como esto ha llevado al actual problema global de la resistencia a los antibióticos. *Make Do And Mend* hace referencia al primer uso de antibióticos en humanos en 1941, y rememora textiles de la época -como, por ejemplo, un traje militar femenino- que la artista *repara* con parches biológicos de bacterias que han desarrollado resistencia a antibióticos. Así, nos invita a pensar lo difícil que es reparar nuestras relaciones con el mundo bacteriano, en concreto, con las bacterias que forman parte de nuestra microbiota intestinal. *Make Do And Mend* también nos recuerda que el comienzo del periodo de la Segunda Guerra Mundial coincide con el momento histórico en el que la industria farmacéutica declaró la guerra a los microorganismos. Puedes leer más sobre este proyecto aquí.

Make Do and Mend by Anna Dumitriu Photo credit Anna Dumitriu

¡Claro que los antibióticos han salvado muchas vidas humanas! Pero la crisis de la resistencia a antibióticos nos empuja a pensar que quizás otras formas de relaciones con los microorganismos son necesarias. No para sustituir completamente a los antibióticos, sino para pensar cómo depender menos de ellos, para pensar en formas de relacionarnos con los microorganismos que son menos aniquiladoras y más reparadoras, y en las que tú y los que te rodean podéis decidir un poco más que la industria farmacéutica. Se trata de abordar otras relaciones que sean más comunes y más compartidas. Por eso os invito a pensar en un método antiguo de cocina: las fermentaciones.

Las formas en que organizamos nuestras relaciones con los microorganismos son también formas en las que organizamos cómo vivir en sociedad.

1.2 Fermentar

Fermentar es cocinar con vida y con aire. Alimentos muy antiguos y muy comunes, como el pan, no existirían si no fuera por las bacterias. En concreto, para hacer pan se necesitan levaduras y bacterias, que se mezclan con harina de algún cereal, agua y sal. Amasar bien es imprescindible. Así se integran bien los ingredientes y también se facilitan que entre aire en la masa. El

aire es, de hecho, un ingrediente muy importante. En una serie de documentales que se llama *Cooked*, Michael Pollan nos enseña cómo hacer pan es cocinar con aire y con microorganismos; ¿no es esta una gran descripción? La fermentación es el proceso en el que los microorganismos *espiran*. Al calentar la masa en el horno, el oxígeno que los microorganisms (bacterias y levaduras) han llegado a capturar se convierte en esas cavidades que nos hacen pensar, cuando vemos un pan, que es un pan antiguo o un *pan de pueblo*. El pan de molde del súper no tiene burbujas, tampoco está tan vivo.

Puedes fermentar casi todos los alimentos no procesados: frutas, verduras, carnes, cereales... Los humanos han fermentado alimentos desde hace miles de años: el yogurt, el kéfir o el queso son productos que es común identificar como fermentados. Pero, ¿sabías que los embutidos tradicionales también están fermentados? Seguramente has visto esa capa blanca que cubre el salchichón o los jamones. Es una capa bacteriana, que se forma al contacto con el aire y que funciona como un *conservador* natural. Otras cosas más exóticas como la salsa de soja o el chutney indio son productos fermentados también.

Los productos fermentados se pueden pensar como *pro*bióticos. La idea aquí es que esas bacterias que viven en los alimentos fermentados pueden interaccionar con las bacterias que habitan en tu estómago (tu *flora intestinal*, como se la conoce) y, en esta interacción, van a estimular a tus bacterias a producir químicos que son beneficiosos para el funcionamiento de tu organismo, desde el sistema nervioso a la piel. En un libro que se llama *Te presento a tus bacterias* (*Meet Your Bacteria*, en inglés), Nicola Temple y Catherine Whitlock nos proponen pensar nuestro estómago como una farmacia en miniatura, donde el cuerpo genera los químicos que necesita a partir de los alimentos. Es una idea interesante, y es probable que, al comer alimentos crudos y fermentados, te empieces a sentir diferente. Pero la idea del probiótico es una idea moderna y científica. Seguramente es el sabor de los alimentos fermentados lo que nos hace tener un acceso más directo al mundo bacteriano. Ese sabor habrá influido en que culturas en todas partes del mundo hayan favorecido la fermentación durante tantos siglos. ¡Cocinar con aire y microoganismos!

Foto por Ana Delgado

1.3 Tiempo y vida

Otra cosa fantástica que hacen los microorganismos con la comida es ¡parar el tiempo! O desacelerarlo. Imagínate, usar aire para revertir el proceso de putrefacción y convertirlo en conservación, qué gran invento. Las fermentaciones se han usado mucho antes de que existieran los frigoríficos para preservar los alimentos, y también para hacerlos más transportables: ¿con qué es más fácil moverte, con un litro de leche o con un trozo de queso?¡Haz la prueba! Pero sin tetrabricks y envases suplementarios. El queso es en sí un envase.

Seguro que has escuchado muchas veces eso de «comida rápida» y «comida lenta». Cuando la gente habla de «comida rápida» suelen referirse a comidas que se hacen con fuego o en ondas, productos pre-cocinados que solo tienes que calentar, por ejemplo, en un microondas. A lo mejor a los alimentos fermentados los podríamos llamar «comida ultra-lenta», pues toma el tiempo de los procesos de cambio de la materia vida. Una forma de reclamar tus bacterias es tomarse el tiempo. Y esto parece ser un lujo hoy, no todo el mundo se puede tomar el tiempo que toma fermentar. Seguramente, el pan de molde del súper, ese de superficies homogéneas y sin burbujas, es lo más accesible para mucha gente. Así que una manera de reclamar tus bacterias es reclamar el tiempo.

1.4 Lo común

El olor y sabor son formas de acceso al mundo microbiano, un mundo que ha sido tradicionalmente público y muy común, incluso en el sentido de que es algo que experimentamos todos los días, que es parte de nuestra vida ordinaria. En algunas regiones de Francia la gente identificará muy rápido ciertos quesos por sus olores. Es un olor común, como también lo es el método para elaborar muchos de esos quesos. La gente ha experimentado con las fermentaciones durante siglos, y ha compartido este conocimiento. Es un saber que se mantiene y que cambia al mismo tiempo. Cambia cada vez que pasan de mano en mano. Son métodos que cada cual modifica y ajusta según el uso, o el gusto. Es interesante pensar que en casa uno de esos intercambios no solo cambia el conocimiento o los *métodos* (sobre como curar un queso, por ejemplo), también cambian las bacterias, y a la vez *se mantienen*.

El kéfir es una fermentación que proviene originalmente del Cáucaso. Aún hoy en día, los cultivos de kéfir suelen circular de mano en mano entre la gente. Seguramente, si preguntas en tu barrio, alguien te podrá dar un poco (la apariencia es como un puñado de gránulos). Te lo puedes llevar a casa en un bote de cristal o plástico (no de metal, porque puedes dañar los gránulos). Al llegar a casa puedes meterlo en leche y simplemente esperar algo más de un día. Luego puedes filtrar la leche y separarla de los gránulos. La leche ahora tiene un sabor más ácido, ya no es leche exactamente.

El sabor a kéfir no es estándar, tú lo puedes ir cambiando, dependiendo de cuánta leche uses en relación con la cantidad de gránulos que añadas, o del tipo de leche que uses. Lo más común es usar leche de vaca, pero también puedes usar leche de cabra o leches vegetales, como, por ejemplo, la leche de soja. Otra cosa que va a influir en el sabor es, claro está, el tiempo. La acidez y la textura del kéfir se intensifican dependiendo de cuánto tiempo dejes fermentar tu cultivo. Los gránulos en sí tampoco son iguales, sino que van cambiando, dependiendo de los diferentes ambientes en los que viven; la humedad, por ejemplo, es importante.

Cuando ya has filtrado la leche y sacado los gránulos, puedes conservarlos en la nevera o secarlos sobre un trapo. Así se conservan. Si quieres activarlos de nuevo, puedes volver a ponerlos en un recipiente con leche y reactivarlos. Puedes repetir este proceso y hacer kéfir cuantas veces quieras. Saboréalo, huélelo, ¿notas diferencias entre tu primero kéfir y este más reciente? Es difícil registrar los sabores y olores, pero quizás puedas ir anotando tus sensaciones en un cuaderno cada vez que completas una fermentación, y así documentar tu experimento. Si le das unos gránulos a alguna de la gente que conoces, y cultivan su propio kéfir, podéis hacer una degustación. Al comparar sabores, vais a sentir cómo la fermentación es un proceso en que los microorganismos cambian, pero también se mantienen. Antes vimos el ejemplo de los quesos franceses. Al hacer pan, mucha gente no quiere comprar la levadura estandarizada e industrial del supermercado, sino que prefiere mantener sus propios cultivos de microbios para hacer el pan, lo que normalmente se conoce como masa madre o levadura madre, en lugar de comprar la levadura seca del súper. El pan tiene otro sabor. Quizá esta persona le dará un poco de su masa madre a un conocido. En el intercambio y en el cultivo en masa va a cambiar, pero también va a mantener algo de su origen. El resultado es que uno puede asociar ciertas comunidades y lugares con ciertos sabores. Te propongo pensar los microorganismos que producen esos sabores y esas texturas tan especiales de algunos lugares como una forma de *procomún*.

Y ya has visto arriba que en algunas de sus formas este procomún *se cura*, como en el queso. Otras veces, *se cultiva*, como con el kéfir. En su origen latino, *curar* y *cultivar* vienen de la raíz de *cuidar*. Mantener esos cultivos de kéfir, de yogurt o de levaduras madre es nutrirlos con leche, cereales o manteniéndolos en unas condiciones de humedad y temperatura que les permita seguir viviendo y crecer. Y cuando se trata de microbios, ¡cuidar es intercambiar!

1.5 Inter-*cambios*

Cada vez que alguien comparte con alguien su cultivo de kéfir o su levadura madre, y empieza a cultivarlas en las condiciones ambientales de otro hogar, esos cultivos cambiarán para adaptarse a esas nuevas condiciones. Incluso cambian al relacionarse con los microorganismos de nuestro cuerpo. Cuando la gente dice que un queso «huele a pies», esto es probablemente más que una metáfora.

La gente ha intercambiado levaduras y otros microorganismos desde siempre, y en esos intercambios ellos cambian también, como cambian sus olores y sabores. En los intercambios entre humanos, las levaduras y bacterias se diversifican, como también ocurre con las semillas en la agricultura. Al diversificarse también tienden a hacerse mas resistentes (o resilientes, si queréis) a nuevos cambios por venir. Por eso, estos intercambios microbianos se pueden ver como una forma de cuidado.

La industria agroalimentaria creó alimentos que se pueden cocinar más rápido, y en los que se minimiza el número de microorganismos, como el pan de molde que ya hemos mencionado. También ha llevado a una reducción de la biodiversidad microbiana que se generaba en los intercambios de cultivos y a la que la gente tenía acceso y contribuía de forma común y ordinaria. Las levaduras secas, o el yogurt que compras en el súpermercado, son algunos ejemplos de como los procesos de industrialización son procesos de estandarización y reducción de la biodiversidad microbiana local. En este sentido, no solo en la agricultura, sino también al hablar de microorganismos, podemos hablar de monoculturas. Esta es una de las ideas que nos propone el proyecto *Heirloom Microbes: The History and Legacy of Ancient Dayring Bacteria*, del Instituto Max-Planck en Alemania, que combina arqueología, microbiología, ciencias de la alimentación y antropología cultural con el objetivo de recuperar la biodiversidad de bacterias involucrada en practicas locales para la producción de quesos, yogurt y otros productos lácteos en Eurasia. Es un proyecto fascinante.

Paso 2: **EXPERIMENTAR**
La cacharrería. Los Microscopios

La razón más obvia por la que nos cuesta trabajo imaginar a los microorganismos como parte de nuestra vida común y de todos los días es porque no podemos verlos. La forma más inmediata de *notarlos* es por el olor o por el sabor (por ejemplo, el sabor ácido del vino). También por el dolor, si son microorganismos patógenos. Pero esos son momentos muy puntuales. En realidad, estamos siempre rodeados de microorganismos, que son invisibles al ojo humano y a los que es difícil acceder. Para acceder a la escala microbiana dependemos de microscopios.

La historia los microscopios y de cómo han servido para hacer visible lo invisible es apasionante. Os invito a indagar en ella: podéis comenzar aquí. Por otro lado, la dependencia de esta tecnología para acceder visualmente al mundo microbiano ha tenido como implicación que este mundo haya caído tradicionalmente en el dominio de la ciencia. Así, la gente común, que no puede observarlos, tampoco ha estado autorizada a decir mucho sobre los microorganismos. Lo peor es que en nuestra cultura se prioriza la vista (y la observación) como el sentido en el que se debe basar el conocimiento por encima de otros sentidos. Y la observación metódica, objetiva y autorizada suele haber sido del dominio de la ciencia.

Hasta ahora, esta guía os ha animado a reclamar el sabor y el olor. Ahora vamos a reclamar la vista como forma de acceder al mundo de los microbios. Te propongo que construyas tu propio microscopio.

Por suerte, cada vez es más fácil hacer un microscopio en casa ya que, por desgracia, cada vez estamos más rodeados de basurilla elec-

trónica. Quizás en vuestra casa también tenéis ese típico cajón o caja lleno de cables, pilas viejas, quizás algún teléfono móvil antiguo... y otras cosas así. No sería imposible que encontrarais algún cacharro con una lente de aumento o una webcam antigua que podáis hackear. La red Hackteria.org ha documentado en detalle cómo hacer microscopios usando una webcam y un portátil. Como podéis ver, la imagen que la lente recoge se proyecta en el ordenador. Aquí podéis encontrar toda la documentación. Es un procedimiento simple y fácil de seguir, aunque aún se requiere que tengáis acceso a una webcam. Lo que os propongo es construir un microscopio más sencillo aún. Es tan simple que no necesitáis ni una lente. Lo único que necesitáis es lo que detallaremos a continuación.

2.1 ¿Cómo construir un microscopio?

Materiales:

- Un puntero láser.
- Una jeringuilla.
- Agua sucia.
- Una tabla o cosas para construir una plataforma soporte.
- Una pared blanca.

Posibles materiales para una plataforma.
Foto por Ana Delgado

Podéis imaginar lo que vamos a construir como una suerte de proyector. Para daros una panorámica: vamos a cargar la jeringuilla con agua sucia y vamos a presionarla hasta dejar una gota en suspensión; luego vamos a hacer pasar la luz láser a través de la gota y la misma gota va a servir de lente. Al pasar la luz a través de la gota, parte de los microorganismos que están contenidos en ella se van a proyectar en la pared blanca, que hará de pantalla. Así de sencillo es un microscopio sin lente de cristal.

Puntero láser, jeringuilla y agua sucia.
Foto por Ana Delgado

Vamos por pasos. Lo primero es encontrar un puntero láser. Puede que no necesitéis ir a la tienda porque tengas uno en casa. Está de moda ponerle punteros láser a los llaveros, por ejemplo. El que yo tengo es un llavero porque todos los que encontraba en las tiendas no me parecían muy baratos. Tienen precios relativamente bajos, de todas formas, y se encuentran en cualquier tienda donde vendan productos electrónicos. La luz puede ser azul, verde, roja... eso no importa tanto. El mío tiene la luz roja.

Lo segundo que hay que hacer es construir una plataforma que sirva de soporte para la luz. Si queréis que sea más estable, también podéis fijar la jeringuilla a la plataforma, como en éste video. Yo en mi casa encontré una tabla de corcho y unas varillas de hierro. Con cinta adherente he fijado el puntero a las varillas y las varillas a la tabla en unos cinco minutos. Por último, hay que situar la plataforma enfrente de una pared blanca. Yo lo voy a hacer sobre una mesita, pero también puede ser sobre el suelo u otro sitio, como

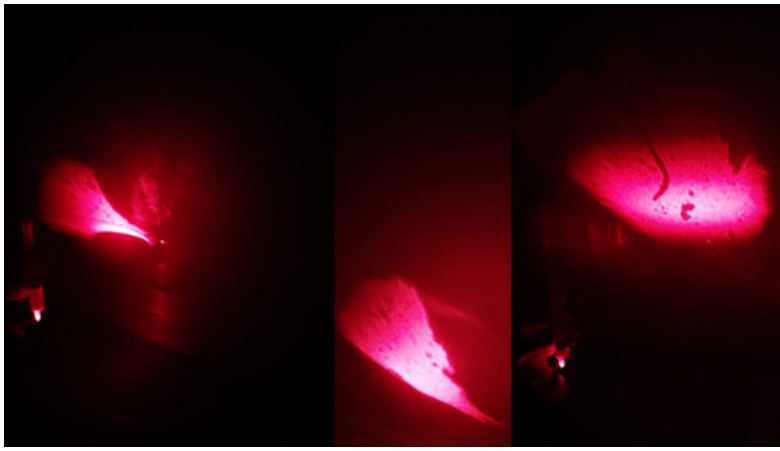
os sea más cómodo. La habitación deberá estas a oscuras cuando proyectéis.

Plataforma para puntero láser. Foto por Ana Delgado

Lo siguiente es tomar la muestra de agua. Yo voy a coger un poco de tierra de una maceta y la voy a disolver en un vaso de agua. Tomo una muestra en la jeringuilla.

Gota de agua en suspensión. Foto por Ana Delgado

Hay que presionar la jeringuilla despacio hasta que se vea salir la gota y entonces dejar que se quede en suspensión. Con la habitación a oscuras, sitúa la gota frente a la luz láser, a unos cinco cm. -aunque se puede ir calibrando la distancia hasta que el contenido de la gota se proyecte en la pared. La luz tendrá que pasar justo por el centro de la gota. Puede ser que no se vea nada en el primer intento, hay que ir probando sensitivamente, alineando la gota con la luz hasta que salga proyectada la imagen en la pared. En algún momento veréis que aparecen manchas en movimiento en la pared: esos son algunos de los microorganismos que habitan en esa gota de agua. Claro que la imagen que vais a obtener no es en alta definición. Pero nos muestra que una simple gota de agua está llena de vida.



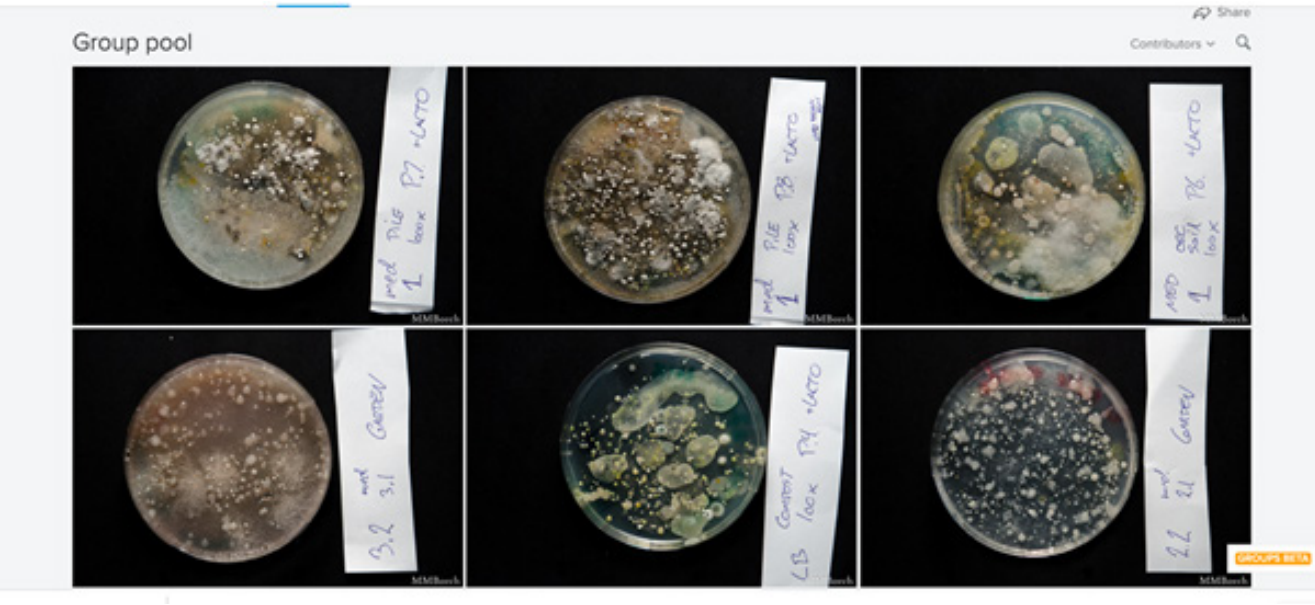
Proyección de una gota de agua en una pared blanca. Imagen por Ana Delgado

Si buscáis en *YouTube* encuentraréis un montón de videos que enseñan de forma muy clara y con pasos simples pasos como hacer diferentes tipos de microscopios con diferentes materiales y de forma muy sencilla. Tenéis un ejemplo en una de las guías que se han publicado en esta misma serie, que se llama "Cómo hacer microscopía DIYbio. Existen muchos métodos diferentes para construir microscopios, cada cual puede elegir el suyo dependiendo de lo que se quiera ver, y de los materiales y el tiempo que se tengan. Como os comentaba anteriormente, la red Hackteria.org contiene mucha documentación interesante sobre cómo hacer microscopios. Si os interesa podéis comenzar por su wiki. Y si os falta tiempo, pero tenéis algo de dinero, podéis encontrar opciones comerciales a bajo precio. Por ejemplo, en eBay se puede encontrar material de laboratorio de segunda mano a precios relativamente bajos.

2.2 Cultivos

Vamos a seguir dándole vueltas a esa idea de que los microorganismos están en todos lados, nos rodean y son parte de casi todo lo que hacemos. Lo único que ocurre es que son demasiado pequeños como para verlos. Una primera forma de visualizarlos fue con un microscopio casero, que, proyectando el contenido de una gota de agua sobre la pared, nos permitía aumentar la imagen de las bacterias en movimiento. Una segunda manera en la que podemos verlas es aumentando su número, es decir, cultivándolas. Para hacer un cultivo de bacterias necesitaremos crear un ambiente controlado en el que les apetezca reproducirse. Para hacer este cultivo necesitamos una placa de Petri como la que se usa en los laboratorios, solo que en nuestro caso la vamos a fabricar de forma sencilla y casera. En la imagen veis una serie de placas de Petri de laboratorio con líquido agar y colonias de bacteria.

El líquido agar es el medio en el que viven y se alimentan las bacterias. Es un ambiente artificial que favorece la reproducción de las bacterias junto con otros instrumentos en el laboratorio, como aquellos que sirven para controlar la temperatura ambiente. La placa de Petri es transparente y permite a quién experimenta ver la evolución de los cultivos de bacterias, tal y como van evolucionando. Para hacer nuestro cultivo en casa, también necesitáis una placa del líquido en el que se alimentan las bacterias (agar). Podríais comprarlo en internet, pero vamos a intentar usar cosas que se encuentran en vuestros alrededores.



BioStrike selección de muestras accesible en zotero.org. Uso de la imagen cedido por Martin Malthe Borch.
https://www.zotero.org/groups/228325/biostrike/collections/5FFTEQJX/items/6V4EMW72/collection.

Siguiendo la idea de que de lo que se trata es de experimentar y probar, buscaremos y usaremos materiales de forma abierta. Ahí entran en juego vuestra creatividad, y vuestra curiosidad, para decidir de donde queréis tomar las muestras y qué queréis ver. Las muestras de la imagen, por ejemplo, corresponden a algunas recogidas en viñedos y ambientes urbanos. Este experimento consistía en investigar hasta qué punto los microorganismos de esos ambientes habían desarrollado resistencia a algunos tipos de antibióticos comunes. La gente que hizo este experimento añadió en la placa de Petri sustancias antibióticas comunes, de las que consumen los humanos. Si miráis en la imagen, alrededor de algunas colonias de bacterias se ve una especie de círculo blanco grisáceo: esto indica que el antibiótico está funcionando y está parando el crecimiento de la colonia. Por el contrario, la ausencia de círculo inhibidor señala la ausencia a su vez del efecto antibiótico. Es decir, es probable que esas bacterias hayan desarrollado resistencia a los antibióticos. Este es un experimento que diseñaron y llevaron a cabo varios grupos de bió-

logos DIY (*Do It Yourself)* en diferentes ciudades europeas, con el objetivo de hacer público y visibilizar el problema de la resistencia a antibióticos. A través de este experimento, este problema se demuestra de forma muy directa y material (Delgado y Callén, 2016). Una demostración así podría servir, por ejemplo, para que la gente quizás se lo pensara más a la hora de usar o tirar antibióticos.

Nuestro experimento va a ser menos ambicioso: nos vamos a limitar a explorar si hay microorganismos en nuestro medioambiente inmediato. Para eso vais a elegir ciertos lugares que os den curiosidad, y vamos a hacer una placa de Petri casero, con su líquido agar y todo. Lo que necesitáis es lo que indicaremos a continuación.

2.3 ¿Cómo hacer una placa de Petri ?

Materiales:

- 125 gramos de gelatina.
- Una pastilla de caldo de pollo.
- Dos botes de cristal (planos).
- Agua medio litro de agua.
- Un palillo de dientes para tomar la muestra.

Posibles materiales para hacer medio agar y tomar muestras. Foto por Ana Delgado

El cultivo de las bacterias es la forma en la que los científicos han trabajado tradicional y casi exclusivamente con ellas hasta no hace tanto (hoy existen otros métodos basados en leer secuencias genéticas). Los microorganimos han sido interesantes para la ciencia porque, entre otras cosas, producen muchos de los medicamentos que usamos.

Los microoganismos que intentaremos cultivar son bacterias también. Lo que os propongo es que toméis muestras de microorganismos de vuestro cuerpo (piel, interior de orejas o cavidad nasal, etc...) y de algún otro lugar u objeto que os intrigue en vuestro entorno cercano. Por ejemplo, los billetes y monedas son interesantes, al igual que los pomos de las puertas, porque están en contacto con mucha gente. En época de pandemia como en la que estamos, los especialistas nos recomiendan que evitemos lugares de mucho tránsito microbiano-humano como estos. Así lo haremos. De todas formar, lo que vamos a cultivar aquí son bacterias (y no virus), que es lo que se cultiva más fácilmente en una placa de Petri.

Podéis encontrar bacterias en cualquier lugar. Por ejemplo, en el interior del pescado que compraste en la pescadería. También podríais darle un repaso a la encimera de la cocina, a la tabla que usáis para cortar el queso o la carne, o al cepillo de dientes, o a lo que se os ocurra. Yo he decidido tomar muestras de mi boca justo antes de levantarme y sin haberme lavado los dientes durante muchas horas, así como después de lavarme los dientes. Mi objetivo es:

I. ver si hay bacterias en mi boca;

II. quizás pueda ver también si la microbiota de mi boca varía antes y después de lavarme los dientes.

Una vez elegido el lugar de muestreo, empecemos ha preparar la placa de Petri y el liquido agar casero. Aquí veis como se hace en un laboratorio. En nuestro caso vamos a intentar hacerlo de forma mucho más sencilla, usando solo cosas que se pueden encontrar en una cocina. Como decíamos anteriormente, es importante que cada cual elija lo que le sea más accesible. Como veis en la imagen donde se muestran los materiales (imagen 8), yo he elegido como placa de Petri unos botes de cristal relativamente planos y sin mucha altura. Pero podéis elegir otra

cosa que imite bien las condiciones de la placa estándar de laboratorio (sobre todo que no sea profundo, porque si es así os costará maniobrar).

Mezcla. Foto por Ana Delgado

También estaría bien que la tapa fuera transparente, para que no tengáis que estar abriendo para ver. Una alternativa, por ejemplo, sería usar el culo de una botella de agua de plástico transparente. En ese caso necesitaréis dos culos de botella, porque uno de ellos será la tapa de la placa de Petri. Yo uso botes de cristal porque vivo en Noruega y aquí las botellas de agua suelen ser demasiado pequeñas y muy caras. Pero si vivís en un sitio donde la gente suele tener en casa botellas de agua de un litro, pues perfecto. Otra opción sería usar cuencos de cristal de esos de postre, que son bastante comunes. En este caso, podríais cubrir el cuenco con plástico film transparente como el que se usa para conservar la comida en el frigorífico. Lo importante es que hagáis esto al más bajo costo posible, usando lo que tengáis y la imaginación. Con imaginación casi todo es reemplazable.

Siguiente paso: hay que mezclar el agua, la gelatina y la pastilla de caldo de pollo. Lo mejor es que la gelatina sea neutra y no tenga sabor (gelatina en láminas). Donde yo vivo, no encuentro este producto en los supermercados. Por eso, como veis en la foto, voy a usar gelatina de postre de limón, que además lleva azúcar. La verdad es que no sé si va a funcionar, porque en los vídeos y recetas que consulto en Internet no veo que nadie use este tipo de gelatina. Pero todo es probar. Al fin y al cabo, lo que estamos haciendo es un experimento. Bien, cuando hayáis mezclado agua, gelatina y pastilla de caldo, dejad que hiervan mientras removéis la mezcla. Tiene que hervir unos diez minutos o así.

Recipientes poco profundos. Foto por Ana Delgado

Mientras tanto, hay que ir desinfectando los recipientes. Es importante hacer esto en un ambiente limpio para que no se contamine el cultivo. Cuando termine de hervir la mezcla, hay que dejarla enfriar y cubrirla con algo que esté limpio, igual, para que no se contamine. Yo, como voy a usar recipientes de cristal grueso, he vertido la mezcla directamente en los recipientes para evitar todo lo posible transvases y contaminación. Cuando la mezcla se enfríe, guardadla en el frigorífico y dejadla allí al menos una noche. Cuando la saquéis, se habrá solidificado.

Placas de agar hechas con ingredientes de cocina.
Foto por Ana Delgado

Es el momento ahora de tomar la muestra. Voy a tomarla con palillos de dientes. Los bastoncillos de los oídos funcionan mejor y es lo que yo pensaba usar. Pero me dado cuenta de que no me quedan, así que los he reemplazado. Creo que para el tipo de muestra que voy a tomar (en mi cavidad bucal), esta solución puede servir igual. Otra cosa que podría servir serían los palos de madera de hacer polos, o algo similar, algo que permita recoger una muestra. Inserto el palillo de dientes entre mis dientes y luego lo paso cuidadosamente, pero con suficiente fricción, sobre la mezcla solidificada (agar casero). Después se cubre la placa de Petri y se deja reposando en un lugar templado de la casa, sin mucha luz. En unos días puede que se aprecie claramente una colonia de bacterias. Aquí os dejo un video que muestra otro método para generar el líquido agar. En internet puedes encontrar muchas variaciones sobre el mismo tema, y muchas formas de reinterpretar este método. En mi caso, tras tres días no podía observar crecimiento en mis cultivos. Anoto abajo posibles razones. El principal motivo creo que fue falta de nutrientes en la placa, como podéis también leer aquí. Si vuestro experimento resulta exitoso, es muy importante que os deshagáis de las placas correctamente y aplicando medidas de seguridad como las que se indican en ese enlace: colocad las placas en un cubo con lejía (10% por la cantidad de agua) al menos media hora.

2.4 Bloc de notas/comentarios

Lo importante es que os apropiéis del método y generéis el vuestro. Y para hacerlo vuestro una cosa que podéis hacer es tomar notas. Bien de cada paso, como yo he hecho aquí, o también notas auxiliares o comentarios de lo que funciona y lo que no, de observaciones que queráis destacar. Así iréis sumando experiencias. Abajo os pongo un ejemplo de mis comentarios.

Placas de Petri caseras con muestras tras tres días. Foto por Ana Delgado

La gelatina de limón no funcionó. Después de unas horas fuera de la nevera, se volvía líquida otra vez en una habitación a 20°C. Al final, investigando un poco más me di cuenta de que vendían gelatina en láminas (sin sabor) en algunas tiendas. Esta es más consistente y funciona mejor. Hice placas nuevas con la gelatina en láminas y el líquido se solidificó.

Los palillos de dientes al final no me parecía que sirvieran para tomar una muestra. Así que bajé al supermercado y compré bastoncillos de los oídos, los más baratos. Estos servían mejor para recoger placa bacteriana de las cavidades de la boca y la nariz.

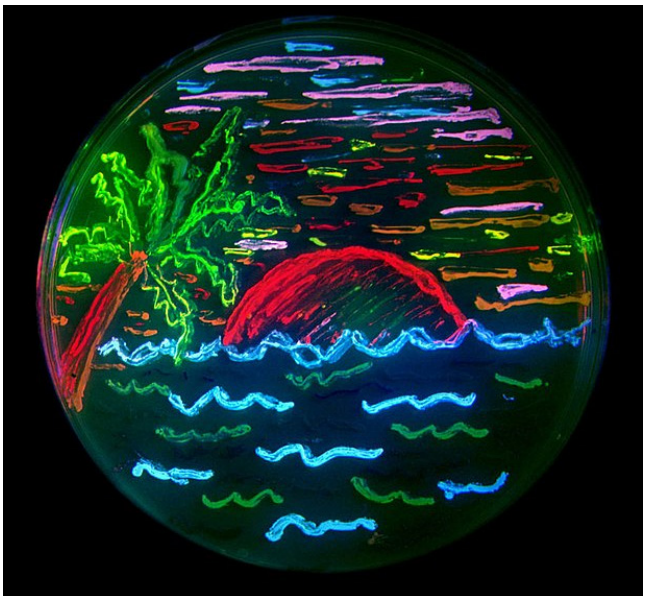
Para desinfectar los recipientes he usado agua que acababa de hervir y *antibac*. Esto, creo, puede haber inhibido el cultivo. La próxima vez, quizás sea mejor usar alcohol o algo que se evapore para que no se queden restos en el vidrio que puedan mezclarse con el medio agar de la placa.

La placa probablemente también necesitaba más nutrientes para que las bacterias proliferaran.

2.5 El arte del cultivo

El bio-arte es hacer arte con la materia viva. Los artistas que se dedican al bio-arte hacen muchas cosas diferentes; algunos trabajan con microorganismos. Hacer arte con cultivos de bacterias y placa de Petri como marco se ha convertido en algo muy popular en los últimos años. Controlando la forma del crecimiento de las bacterias y usando pigmentos se pueden conseguir composiciones realmente bellas.

La artista Mexicana Maria Penil Cobo hace paisajes con cultivos de bacterias y líquido agar. En 2015 Maria Penil y Mehmet Berkmen ganaron el premio del público en el concurso Agar Art de la American Society of Microbiology por una obra llamada "Cell to Cell". En esta obra usaban bacterias coloreadas de amarillo y naranja para colorear neuronas. Puedes ver esta y más arte en de Petri aquí.



Playa de San Diego en cultivo fluorescente de Nathan Shaner, CC BY-SA 3.0, via Wikimedia Commons, http://creativecommons.org/licenses/by-sa/3.0/

Cell to Cell de Mehmet Berkmen and Maria Peñil Cobo. American Society for Microbiology Agar Art Contest 2015, People's Choice / Wikimedia Commons / CC BY-SA 4.0

2.6 Masas madre

Os invito a que hagáis pan sin tener que comprar levadura en una tienda. Ya lo sabéis: la levadura es lo que hace que el pan suba en el horno. Al principio de esta guía ya os introduje a la idea de que, cuando usamos microorganismos para cocinar, estamos cocinando con aire. Ahora os propongo que veamos cómo ocurre esto en la práctica. Os propongo que demos los primeros pasos para hacer pan, y que cultivemos primero desde el principio los microorganismos que hacen falta para hacerlo. Es decir, os voy a contar unos pasos muy sencillos para que hagáis una masa madre en casa sin casi nada, solo con harina, agua y tiempo.

En los dos apartados anteriores, al acceder al mundo microbiano que nos rodea, lo que hemos comprobado es que los microorganismos están por todos lados. La harina no es menos, también contiene microorganismos y, además, es un material vivo. Al hacer masa madre, como veréis, lo que estamos haciendo es poner a los microorganismos que viven en la harina y el ambiente a trabajar para nosotros. Se trata de activar de forma controlada el metabolismo de estos microorganismos; es decir, la capacidad que tienen de transformar energía y masa.

Podríais hacer el pan con levadura. Es decir, podríais usar levadura para fermentar la harina, y hacer que crezca en el horno. Las levaduras no son bacterias, son hongos microscópicos. La forma de acceder a este tipo de levadura para hacer el pan es comprándola en una tienda de alimentación. Pero si hacéis masa madre, os podéis saltar ese paso de tener que comprar la levadura. Además, las levaduras industriales están estandarizadas. Si hacéis el pan con masa madre, el proceso es menos estandarizado y más abierto y, al final, estaréis en parte usando los microorganismos que tenéis en casa. La masa madre es una comunidad simbiótica de levaduras salvajes y bacterias, microorganismos del ambiente que se alimentan de la harina al fermentarla.

Además, para hacer un pan de levadura, solo necesitáis una hora. Para hacer un pan con masa madre, si hacéis desde el principio la masa, vais a tardar entre cinco y siete días. Así que sí: necesitáis tiempo. Lo que necesitáis para hacer masa madre es lo que indicamos a continuación.

Materiales

- Harina, preferentemente integral.
- Agua a temperatura ambiente.
- Un recipiente de vidrio.
- Un trapo y una gomilla.
- Un frasco de cristal.

Harina y agua. Imagen de Ana Delgado

Ahora, manos a la masa: lo primero es coger un recipiente y una cuchara; lo segundo añadir la harina y el agua. Para hacer masa madre en principio no necesitáis ser muy precisos en lo que se refiera a la cantidad de harina y agua. Podéis usar más o menos. Lo que si es más importante es que el porcentaje de agua y harina estén equilibrados. Digamos que por dos cucharadas de harina, podéis añadir una y media o dos de agua. Lo que queréis es que la mezcla sea compacta, pero también un poco chiclosa. Para conseguir esto, la cantidad de agua que necesites en proporción a la harina dependerá del tipo de harina que uséis. Para hacer masa madre podéis usar harina de cualquier tipo de cereal: trigo, espelta, avena... estos son los cereales más comunes de los que suelen estar hechas las harinas. No importa el cereal, lo que sí es más importante es que sea harina integral. Yo aquí, por ejemplo, he usado harina integral de espelta y harina de avena. Esto es porque las harinas integrales tienen germen y salvado que facilita la fermentación (la alimentación de las bacterias). Siempre es posible también hacer masa madre con harina blanca si eso es lo que tenéis a mano.

Mezcla de agua y harina. Foto de Ana Delgado

Luego tapáis el cuenco con un trapo y una gomilla. Si no tenéis, podéis cubrir el recipiente con un plástico, pero distanciando el plástico de la masa. No hay que tapar del todo el recipiente, solo cubrirlo. Esto es porque las bacterias van a comenzar a soltar gas carbónico que hay que dejar escapar. Dejáis que la mezcla repose en un lugar con temperatura templada (unos 25 °C), que no pase frío, y con poca luz. A las veinticuatro horas lo movéis con la cuchara, para que se repartan las bacterias. Según pasan los días iréis notando un olor ácido: las bacterias van a acidificar la mezcla, las levaduras empezarán a producir alcohol. Esos ácidos también ayudan a eliminar a bacterias no panaderas. Así, estos microorganismos se te harán presentes por el olor con lo que sabréis que se están multiplicando.

Imagen de Ana Delgado

Día 1: Mezcláis bien la harina y el agua con la cuchara. Si vivís en un lugar donde el agua tiene mucho cloro, debés intentar quitárselo, porque el cloro mata a las bacterias. Podéis dejar el agua fuera en un vaso la noche anterior para que el cloro se evapore.

Día 2: Este día no váis a ver aún mucha actividad. Aun no se le puede llamar masa madre. Podéis añadir un par de cucharaditas de harina y un tanto igual de agua. Cubrid el cuenco para que no se seque la mezcla, no dejéis que le entre mucho aire porque puede que se seque.

Día 3: Este día es más divertido, porque en este periodo el aspecto de la masa madre debería haber cambiado. Si todo ha ido bien, veréis como se han empezado a formar burbujas de aire en la mezcla, que también se habrá vuelto más compacta y se habrá oscurecido: estos son signos de fermentación. Desde este momento, vamos a añadir cada día una cucharada de agua y una de harina, y a mover muy bien. Notaréis que el olor ácido, un olor parecido al del vino o al del queso se hace más intenso: es el olor de la fermentación. Nos indica que las bacterias y levaduras en tu masa madre están proliferando.

Día 3 al 7: Alimentamos la masa madre cada día, con una parte más o menos proporcional de harina y agua. A medida que crece, vuestra masa madre va a necesitar cada vez más harina y agua. Notaréis que cada vez tarda menos en fermentar (os lo indicarán las burbujas). Podríais haber usado un bote de plástico, pero el bote de cristal os permite observar el proceso. Como algo opcional, se puede marcar el nivel por donde ha crecido la masa madre cada día con una goma elástica, para que podáis haceros más conscientes de esos cambios.

Después de esta semana, tendréis una masa madre que podréis usar para hacer pan en lugar de usar levadura. Algunas personas reaccionan al olor ácido de la masa madre porque no están acostumbradas. Esto no es una sorpresa, lo que se encuentra más comúnmente en los supermercados es el pan hecho con levaduras. El pan de masa madre es más ácido. Esta acidez se puede regular dependiendo de cómo alimentéis y refresquéis vuestra vida a tu masa madre. A la hora de usar la masa madre en el pan, se puede controlar la acidez mezclándola con harinas que no estén tan fuertes. Al hacer el pan, no importa tanto ya si no usáis una harina integral, esto depende más de vuestro paladar. Internet esta lleno de recetas para hacer masas madre y para hacer pan de masa madre. Ahí puedes ver cómo mezclar para controlar la acidez del pan, si es que no te gusta así. A otra gente le encanta ese sabor. Aunque es más ácido, y el proceso de hacer la masa madre toma tiempo, el pan hecho de esta manera también se conserva mejor.

Tiempo y cuidados

Hay que alimentar la masa madre cada día, si no, morirá. Piensa que hay masas madre de más de cien años. Esto significa que ha habido alguien que se ha dedicado a alimentarla cada día durante todos esos años. Hay pizzerías y panaderías conocidas por sus masas madre, que son el resultado de muchos años de alimentar y observar a bacterias y levaduras, tal y como van cambiando a lo largo del tiempo. A veces mucho en solo un día. Otras veces casi nada. Estas masas madre, que son memorias históricas, cambian y se mantienen constantemente.

Si no váis a usar vuestra masa madre en unos días, podéis simplemente cerrar el recipiente de cristal y ponerlo en el frigorífico Así dejaréis vuestras bacterias en *stand-by*. No van a necesitar alimentarse. Si aún vais a estar más días sin alimentar a vuestra masa madre, puedes meterla en el congelador. Cuando la necesitéis de nuevo, podéis dejar que se descongele, y luego comenzar a alimentarla otra vez. Alguna gente llama a esto de alimentar a la masa madre «refrescarla». Al alimentar la masa madre, también vais controlando el grado de acidez. Al «refrescarla», la acidez debería disminuir, al menos durante unas horas. A veces la masa madre puede estropearse si, por ejemplo, no se la alimenta durante un tiempo o la temperatura en la habitación no era la correcta, o si la cantidad de agua y harina que le añadisteis para alimentarla era muy desproporcionada (si llevaba, por ejemplo, demasiada agua). Lo notaréis, es obvio: veréis que cambia

el color y huele a podrido, no tiene burbujas igual, está más líquida y se le ve menos viva. Una masa madre sana huele bien, aunque huela ácido (huele como a yogurt). Una masa madre no está sana si no huele bien. La mayoría de las veces se puede recuperar porque es increíblemente resiliente. Puede que os tome unos días. Podéis probar a alimentarla con una harina más suave, más refinada, si es que estabais usando una harina muy integral. Las harinas integrales tienen un tiempo de fermentación más corto y está bien usarlas al principio, para arrancar la fermentación. Pero si de lo que se trata es de recuperar o restaurar una masa, quizás sea mejor con una harina más fina. Intentad ser regulares en los tiempos en los que la alimentáis, intenta que sea más o menos a la misma hora, y que la temperatura de la habitación no sea ni demasiado fría ni demasiado caliente.

Para ser la primera vez que os ponéis manos a la obra, habéis podido comprobar lo fácil que es, y que la mayoría del trabajo lo hacen los microorganismos, el tiempo y el aire. Las burbujas que veis en vuestra masa madre te indican si la fermentación está siendo exitosa. Y la gente que hace o que conserva masas madre, suele contar cómo poco a poco se va creando un vínculo entre la persona y la masa, y lo emocionante que es mirar esas burbujas y ver cómo van cambiando, refrescar la masa madre, etc. Hay gente que hasta les pone nombre. Después de tanto tiempo, se les empieza a coger cariño.

Masa madre día 6. Imagen de Ana Delgado

Creando acceso en comunidad: Biología DIY

Esta última sección de la guía intenta convenceros de que experimentar individualmente es divertido, pero experimentar con otros quizás lo sea más: hablamos del movimiento Biología DIY (*Do It Yourself)*. Aunque se llame «hazlo tu mismo o tu misma», en realidad la biología DIY se suele organizar en grupos. De hecho, a veces se usa también el acrónimo DIWO (*Do It With Others*), DITO (Do It Together) o «Community labs». En Europa existen grupos locales en muchas ciudades. Podéis ver un directorio y mapa de grupos registrados aquí (es posible que la información no esté actualizada). Puede que encuentres uno de estos grupos locales en la ciudad en la que vives.

Estos grupos se suelen organizar alrededor de un laboratorio común que los miembros han construido y mantienen. Los laboratorios de biología DIY suelen combinar instrumentos baratos y de segunda mano con instrumentos de construcción propia, o simplemente cosas que no se usan normalmente como material de laboratorio y a las que se ha dado este uso nuevo. En los grupos puede haber gente que tiene bastante conocimiento de biología, y otra gente que lo que tiene sobre todo es interés en el mundo biológico. En Europa más que en otros lugares, en los ambientes DIY Bio hay mucho interés en el bio-arte. También hay más apoyo público al bio-arte y a los grupos DIY Bio que en otros lugares. Muchos de estos proyectos consisten en interactuar con bacterias de diferentes modos. Las fermentaciones son un tema estrella en los laboratorios de DIYbio.

Si vives en Europa, un sitio clásico donde se hace «biología en código abierto» de este tipo es el Open Wetlab de la Waag Society en Ámsterdam. Además de haber hecho un montón de proyectos interesantes en la frontera entre la biología, el arte y la cocina, el Open Wetlab coordina la Biohack Academy, y ahí sí que podéis aprender, entre otras cosas, a ver y cultivar las bacterias de vuestro medioambiente mucho más allá de lo que te ofrece esta guía. En ciudades españolas encontráis, por ejemplo, el biolab del Medialab-Prado en Madrid, o DIYBio Barcelona. Si queréis aprender a fermentar, si tenéis

curiosidad en saber más sobre los microorganismos que tenéis a vuestro alrededor, seguro que podéis pasaros por uno de estos laboratorios DIY y acceder a conocimiento y herramientas.

Cuando en un apartado anterior hablabamos de cómo hacer un cultivo de bacterias, hicimos referencia a un proyecto en el que diferentes grupos DIY en Europa colaboraban para facilitar protocolos de forma que gente sin una formación en biología pudiera tener una idea sobre la resistencia a antibióticos. Este proyecto se llama BioStrike y está documentado en una plataforma abierta, zontero. Si no tenéis ningún conocimiento previo en biología, es muy posible que os sea difícil seguir estos protocolos. Claro, no por ser abiertos son automáticamente accesibles. Pero para poder entenderlos siempre podríais poneros en contacto con uno de los grupos DIYbio que participaron en el proyecto, por ejemplo, DIYbio Barcelona. Cómo otros proyectos DIYbio, lo que persigue este proyecto no es precisión, sino visibilizar un problema común: el de la proliferación de bacterias que están desarrollando resistencia a antibióticos. Seguramente, este problema se hace más obvio si te lo (de) muestran que si solo te lo cuentan. Y seguramente, se siente aún más cercano si colectáis personalmente las muestras en vuestra propia casa, calle o patio.

Esta guía quiere terminar como empezó: reclamando la relación entre humanos y microorganismos como una ecología. Que nuestras interrelaciones con los microorganismos necesitan ser más cuidadosas es algo que el problema de la resistencia a antibióticos clama. El proyecto HUMUS Sapiens-open soil-ecology, de la red Hackteria.org, nos invita precisamente a restaurar nuestras relaciones con los microorganismos, empezando por aquellos que viven en el suelo, y a hacer más visibles los vínculos entre lo microbiano y lo social.

Visualizando los microorganismos de la tierra a partir de protocolos y herramientas simples DIY, podéis ver si el suelo está vivo o devastado. Si comparaseis muestras de un olivar cultivado con técnicas de la agroecología, con las de un monocultivo de olivar de agricultura industrial, por ejemplo, veríais la diferencia del microbiota de uno y otro. Y un problema global como es el empobrecimiento de los suelos y la desertificación quizás os pareciera de repente más inmediato, más vuestro a la vez que del común. Así, tener acceso a la biología, y al mundo de los microorganismos en concreto, es una manera de hacerse cargo de problemas comunes, y puede ser también un medio para intervenir en la realidad, en este caso, hacia unas relaciones más cuidadosas con el mundo micro.

CONSEJOS:

El primer consejo, es que, cuando no os salga un queso, un pan o un cultivo bacteriano, lo reinventéis. Que lo hagáis de otra manera y por otros medios. Esto es, que experimentéis. Además de que puede ser muy divertido ver y anotar las variaciones de vuestros experimentos, pensad que de los resultados negativos y no esperados también se sacan conclusiones. A veces, las conclusiones más interesantes. Dicen las leyendas de laboratorio que Alexander Fleming descubrió la penicilina por error. Cuentan que marchó de vacaciones y se olvidó una placa de Petri en la que creció el hongo *Penicillium* por accidente y qué, al volver de las vacaciones y observar la placa, Fleming se dio cuenta de que el hongo había inhibido el crecimiento del cultivo bacteriano. Esta archiconocida historia, cuyos detalles son polémicos, se usa muchas veces para señalar que las cosas que en principio parecen un error o que ocurren por accidente pueden ser productivas. Pueden ser una fuente de conocimiento nuevo, de sabores y olores nuevos en vuestras fermentaciones. De burbujas diferentes en vuestra masa madre.

El segundo consejo ya os lo di al principio de la guía, cuando introduje los materiales, y es que hagáis con lo que tengáis en vuestro entorno. Con los tipos de harina que tengáis más a mano, con los cultivos de kéfir que tiene vuestra vecina. Esto no es solo porque así probablemente la creatividad se volverá también un recurso, sino también porque usando lo más accesible y cercano se suele generar comunidad, en este caso, en torno a fermentaciones y cultivos comunes.

Supongo que el público que está interesado en leer una guía como esta también está interesado en compartir lo que hace. Pero para que algo como un experimento o una receta sobre cómo fermentar un alimento se pueda compartir, es muy importante saber documentar esa práctica. Por eso mi consejo es que cuidéis vuestras anotaciones, que penséis quién es vuestra audiencia y a que personas queréis llegar: ¿a todas? ¿a algunas? ¿Qué saben esas otras personas a las que os dirigís? ¿Y que necesitan saber? Alguien en un grupo de DIYbio me dijo una vez mientras hacíamos un workshop «si no lo documentas, no existe». Pero la pregunta es, ¿para quién lo estas documentando? Así que, bueno, pensad un poco en cómo hacéis vuestros experimentos e invenciones bacterianas públicas y qué formatos usáis para eso. Un protocolo para detectar resistencia a antibióticos no es accesible solo porque existe en una plataforma abierta como Zotero.org, y una receta sobre cómo fermentar un queso tampoco es accesible por el simple hecho de estar publicada en un blog. Así que supongo que esto es una invitación a re-pensar que es el acceso abierto en la práctica.

Y pensando en acceso, por último, estaría muy bien que os paréis a oler las cervezas de los bares, que os preguntéis por esos sabores ácidos de muchos alimentos, que busquéis burbujas en el pan...

Recursos

- BioHack Academy, lista de medios de cultivo: http://biohackacademy.github.io/bha6/cultivation-media/.
- Historias de comida, feminismos y fermentaciones: http://www.foodfeminismfermentation.com/2019/12/our-latest-project-musings-collection.html.
- Curso a distancia para hacer queso: https://listantfromager.com.
- Un proyecto interesante sobre públicos, microbios e higiene en la cocina https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5989869/.
- Cooked -Un documental sobre métodos de concina que incluye fermentaciones: http://www.foodfeminismfermentation.com/2019/12/our-latest-project-musings-collection.html.
- La documentación del proyecto BioStrike: https://www.zotero.org/groups/228325/biostrike/library and https://github.com/DennisAng/BioStrike/blob/master/Protocol%20and%20Issues/BioStrike-SG-Protocol.md#stage-01—acquisition-of-bacteria
- Un artículo sobre DIYbio: Delgado A, Callén B. Do-it-yourself biology and electronic waste hacking: A politics of demonstration in precarious times. *Public Understanding of Science*. 2017;26(2):179-194.
- Una colección de bio-arte en abierto: https://commons.wikimedia.org/wiki/Category:BioArt .

Ciencia Ciudadana

Reclama tus bacterias! La fermentación

la aventura de aprender