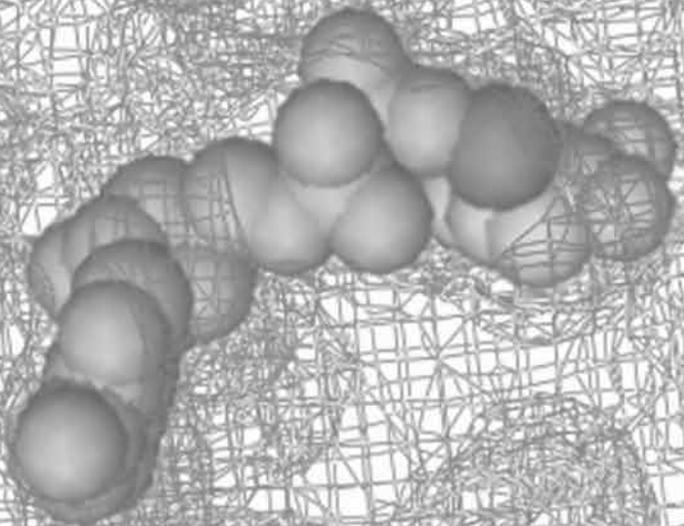


# DE NUESTRO POZO

BARRERA-FIGUEROA. Modelo 3D de enzima hexocinasa.

# ¿Qué es la biotecnología?



*Desde los orígenes de la fabricación de cerveza con procesos de fermentación, hace 5 mil años, hasta las modernas técnicas de edición genética, la biotecnología ha estado presente en la historia de la humanidad, tanto en elementos de la vida cotidiana como en innovadoras fórmulas de alto impacto social, con repercusiones evidentes en temas de salud. Como es de esperarse, la ética es la mejor herramienta para regulaciones y consensos.*

## El piquete milagroso

En la historia de la humanidad hay múltiples narraciones sobre profetas, seres míticos y personajes literarios que poseen un toque mágico o místico que cura enfermedades. En nuestro entorno cotidiano, estos seres existen, aunque no cuentan con cualidades sobrenaturales y su toque es más bien un piquete.

El individuo con el piquete "milagroso" más citado es Jonas Salk, un médico neoyorkino que decidió enfrentar, mediante conocimiento científico, una enfermedad terrible de su tiempo: la poliomielitis. Después de muchas investigaciones, no pudo encontrar una cura, pero sí una forma de prevenir que las personas sanas no fueran susceptibles a la polio, que no presentaran malformaciones permanentes en las extremidades ni sufrieran sus efectos paralizantes que pueden, incluso, ocasionar la muerte.

El doctor Salk integró un equipo multidisciplinario de médicos e investigadores biológicos, y movilizó a la sociedad norteamericana para recolectar fondos y buscar una vacuna. Descubrieron que si se colectaba al virus que causa el padecimiento, se le hacía replicarse en el laboratorio en cultivos aislados de células de riñón de mono, y se inactivaba con un tratamiento químico, se podía producir una vacuna. Al inyectarse en tres dosis, la población infantil adquirió inmunidad a la poliomielitis y a sus graves consecuencias. Cabe mencionar que Jonas Salk no patentó su invención, la mantuvo de uso público para permitir su licenciamiento y rápida distribución por el globo. En 1955, la vacuna se empezó a aplicar masivamente, y gracias a ello y a los subsecuentes avances de investigación inmunológica, la poliomielitis es una enfermedad prácticamente erradicada en el siglo XXI.

Esta historia constituye un buen ejemplo de lo que es la *biotecnología*: el uso de se-

res vivos o de sus moléculas para obtener productos o servicios útiles a la sociedad. Se trata de una ciencia milenaria, aunque su denominación actual es relativamente reciente. Durante mucho tiempo se le llamó selección artificial, ingeniería biológica, bioquímica industrial o microbiología aplicada, pero dichos conceptos resultan muy estrechos.

La clasificación clásica del conocimiento en medicina, biología, química o física, es un método artificial para ordenar lo que sabemos e intentar especializarnos en alguna área; no obstante, la naturaleza en realidad no tiene áreas y todos sus procesos se entienden de manera multidisciplinaria. Esto es clave en la biotecnología, porque agrupa los esfuerzos de personas con distintas formaciones académicas para entender la aplicación de los seres vivos en el desarrollo de tecnologías. En tal sentido, la investigación del doctor Salk requirió personas ligadas a la medicina, epidemiología, virología, biología celular, química de proteínas, epidemiología y estadística de poblaciones. Todos los esfuerzos se dirigieron a utilizar seres vivos para desarrollar una aplicación útil a la sociedad: la vacuna contra la poliomielitis.

Con el paso del tiempo, disciplinas clásicas, como la agronomía, la medicina, la ciencia de los alimentos y la química, han incorporado a sus esquemas la definición de biotecnología, formando una red de conocimiento más integral para entender el funcionamiento de la naturaleza e incidir en ella buscando un beneficio común.

## De maestros cerveceros a secuenciadores de ADN

En retrospectiva, hay certeza documental de que la biotecnología ha estado presente en la humanidad desde las primeras civilizaciones y tal vez antes. La cerveza es uno de los productos biotecnológicos clásicos de la antigüedad; hace más de 50 siglos, su fabricación estaba perfectamente sistematizada y se contaba con insumos estandarizados en China. Aunque aquellos maestros cerveceros no sabían que el microorganismo *Saccharomyces cerevisiae* era el responsable de transformar los azúcares de las plantas en alcohol a través de una ruta bioquímica llamada fermentación, fue obvio para ellos que en sus vasijas había un proceso de transformación que generaba un producto nuevo.



Imagen tomada de <https://bit.ly/37kiqf>



Wikimedia Commons

Si bien nos pueda resultar difícil encontrar una arista social a la fabricación de cerveza, vino y otras bebidas alcohólicas, la fermentación aumenta la vida útil de los jugos y extractos de plantas, asegurando reservas energéticas durante más tiempo. En el mismo sentido de asegurar recursos, existen otros desarrollos biotecnológicos igual de antiguos que llegan hasta nuestros días. Algunos ejemplos y sus fundamentos biotecnológicos son la producción de quesos (precipitación de proteínas para alargar su vida útil), yogurt (fermentación y acidificación de la leche para su conservación) y pigmentos (extracción de metabolitos como colorantes y conservadores). También destacan la domesticación de plantas y animales (selección de mutaciones para aumentar la productividad), uso de plantas medicinales (extracción de compuestos

químicos con actividad farmacológica) o la vestimenta (manipulación de fibras vegetales o matrices extracelulares para la protección corporal).

Todos estos usos clásicos de los seres vivos son la base fundacional que impulsó a investigar cómo mejorar los procesos y profundizar en las causas de las transformaciones de las materias primas. En el siglo XIX, tal esfuerzo involucró a varios de los científicos más famosos de la humanidad, como Louis Pasteur (microbiólogo), Gregor Mendel (botánico) y Charles Darwin (naturalista), quienes nos sumergieron en el conocimiento de los microbios, la genética y la evolución. Sus investigaciones tuvieron un fondo práctico: optimizar la producción del vino, conservar características deseables de los cultivos y explicar el proceso de domesticación de plantas y ani-

males; por lo tanto, sin que así se nombraran, eran biotecnólogos.

Ya en el siglo XX, mientras buscaba en la arquitectura de las moléculas la explicación de su función natural, la doctora Rosalind Franklin pudo fotografiar el patrón de difracción de rayos X del ADN y descifrar su famosa estructura de doble hélice. James Watson y Francis Crick, con base en el conocimiento previo, propusieron el mecanismo que explica cómo toda la información de construcción y funcionamiento de los seres vivos es almacenada, leída y ejecutada. De esta manera, nació una nueva ciencia: la biología molecular.

## La era molecular

Al saber que el ADN es la molécula que se había estado seleccionando y optimizando a través de los siglos por los primeros agricultores, maestros cerveceros, ganaderos y demás biotecnólogos originales, se abrieron las puertas a la era molecular de la biotecnología. Los institutos de investigación de varias partes del mundo comenzaron a estudiar moléculas de ADN de forma masiva, y se desarrollaron métodos para leerlas eficientemente (secuenciación), almacenarlas (clonación molecular), copiarlas (reacción en cadena de la polimerasa), observarlas (electroforesis), modificarlas (mutagénesis) y finalmente, intercambiarlas (transformación genética).

Así, la biología molecular se ha combinado con la biotecnología en la búsqueda

### Pilares legales y consensos de uso responsable de la biotecnología:

- ▶ *Guías profesionales de la Sociedad Internacional de Investigación en Células de Línea Germinal (ISSCR)*. Conjunto de estándares profesionales para regular la investigación y productos asociados al uso de células humanas, cuyo único fin debe ser aliviar el sufrimiento causado por enfermedades y lesiones.
- ▶ *Convención de Armas Biológicas*. Prohíbe la investigación, construcción y acumulación de armas biológicas por los países firmantes. De aplicación cuasi universal.
- ▶ *Protocolo de Cartagena sobre Seguridad de la Biotecnología*. Protege a la biodiversidad natural de cualquier riesgo real o potencial de los OGM vivos. Sirve para tomar decisiones científicamente informadas en el transporte y uso de los mismos. Son pocos los países no adheridos, como Estados Unidos e Israel.
- ▶ *Ley de Bioseguridad de Organismos Genéticamente Modificados*. Deriva del protocolo anterior y en sus planteamientos destaca el derecho de las comunidades a oponerse al cultivo de transgénicos en sus tierras, a que no se cultiven cerca de los orígenes de diversidad de las plantas nativas y que exista vigilancia y regulación en el uso OGM en investigación y comercialización.

de los organismos más útiles para satisfacer necesidades de alimentación, salud y vestido. Ya no tenemos que rastrear durante largos periodos al mejor organismo en la naturaleza, sino que podemos conocer dónde está almacenada esa información y acelerar su disponibilidad. La nueva biotecnología molecular ha cumplido muchas de sus promesas originales, como que gracias a la lectura de su información genética, los virus causantes de epidemias (ébola o influenza, por ejemplo) son rápidamente detectados, analizados y contenidos, o bien, que de forma rutinaria se estudia la secuencia de ADN de los humanos para diagnosticar enfermedades, diseñar terapias o incluso resolver crímenes.<sup>1</sup>

En el campo de la agricultura, al asociar lecturas de ADN con características deseables de las plantas, y a través de métodos clásicos como cruza y retrocruza, se puede seguir de forma fina su transferencia natural a través de las generaciones y su asociación con el aumento de la productividad. Muestras de esto son el arroz SUB1 que es tolerante a la inundación y se cultiva por miles de agricultores en Bangladesh, o el maíz BH661 que resiste los fuertes periodos de sequía en Etiopía. Dado que la transferencia de información genética se realiza forma natural, como se ha hecho por milenios, no está sujeta a ninguna regulación ambiental. Por otra parte, solo funciona en la misma especie o entre especies que aún conservan compatibilidad sexual.

Existen varias biotecnologías de transferencia de la información genética que rebasan la barrera de la compatibilidad sexual; en conjunto se denominan *transgénesis* y a sus productos se les llama *organismos genéticamente modificados* (OGM) o *transgénicos*. Gracias a la transgénesis, las bacterias producen proteínas humanas, como la insulina o los inhibidores TNF que aumentan la calidad de vida de los pacientes diabéticos o con artritis. Además de bacterias, existen

<sup>1</sup> Ver "Herramientas genéticas para proteger a la naturaleza", Ecofronteras 66, <https://bit.ly/2r8Q3ri>



JUANI CARLOS VELASCO

células animales, levaduras y hongos transgénicos que generan proteínas usadas en detergentes, medicamentos y procesos industriales desde hace tres décadas.

Recientemente, las capacidades de lectura de la información genética y por lo tanto, de la búsqueda y moldeado de nuevas cualidades en los seres vivos que nos proveen de materias primas, han llegado a niveles sorprendentes. Por ejemplo, la edición genética de alta precisión, conocida como CRISPR-Cas9, permite hacer cambios muy finos en las secuencias de ADN sin dejar cicatrices transgénicas, con enorme potencial para aumentar nuestras capacidades biotecnológicas. Se pueden remover mutaciones causantes de enfermedades mortales —como fibrosis cística—, evolucionar glóbulos blancos preparados para reconocer virus, propagar mosquitos resistentes a la malaria o al dengue u obtener plantas resistentes a la sequía.

### La ética de la biotecnología

A las plantas transgénicas se les ha considerado "artificiales" por varios sectores de la sociedad; no obstante, existen desde hace miles de años sin la intervención humana. Entre los múltiples organismos vegetales que son naturalmente transgénicos y poseen genes microbianos en sus genomas, encontramos variedades de plátano, camote, camelias, tabaco y ñame. El problema real de los eventos de transgénesis no es la metodología, sino la característica específica que se transfiere; la más polémica es la tolerancia a herbicidas en plantas, principalmente el maíz, pues

el paquete tecnológico que se comercializa incluye obligatoriamente el uso simultáneo del herbicida.

Además de este tema, se han expresado preocupaciones sobre las consecuencias del poder de alterar la naturaleza con nuevas tecnologías. Al respecto, la ética es la mejor herramienta, ya que no hay tecnología humana inocua, hasta la electricidad se ha utilizado para iluminación común o para elaborar armas de electrocución. La biotecnología, desde la clásica hasta la moderna, se podría usar para crear virus superinfectivos o para desarrollar una vacuna muy eficaz. La sociedad debe confiar en que la generalidad de la comunidad biotecnológica mundial gira alrededor de principios fundamentales de precaución y de bioseguridad, y se cultiva una solidez ética y profesional sustentada en leyes y consensos.

Adicionalmente, hay que considerar que la capacidad de modificar la naturaleza ha acompañado siempre a la humanidad. Todas las plantas, animales y microorganismos cuyos derivados empleamos a diario, fueron seleccionados por los primeros biotecnólogos desde hace decenas de siglos. Nos proveen protección (pinos), alimento (vacas, maíz), salud (plantas medicinales y proteínas recombinantes), entre otros beneficios. Sin duda, la biotecnología es una vieja compañera. 

Blanca Estela Barrera-Figueroa ([bbarrera@unpa.edu.mx](mailto:bbarrera@unpa.edu.mx)) y Julián Mario Peña-Castro ([julianpc@unpa.edu.mx](mailto:julianpc@unpa.edu.mx)) son profesores-investigadores del Instituto de Biotecnología de la Universidad del Papalapan, Laboratorio de Biotecnología Vegetal, campus Tuxtpec, Oaxaca.