



¿Comentarios y sugerencias?, ¿Preguntas sobre temas científicos? CONTÁCTANOS: editorial @acmor.org.mx

Inventando nuevas bacterias con Biología Sintética

José Antonio Alonso Pavón

Licenciatura en Ciencias Genómicas
Presidente de *Más Ciencia por México*

Presentado por Agustín López Munguía

Instituto de Biotecnología, UNAM
Academia de Ciencias de Morelos

Presentación

José Antonio Alonso Pavón es Licenciado en Ciencias Genómicas, que cursó en el Centro de Ciencias Genómicas de la UNAM. Obtuvo la Maestría en Bioética por el Centro de Bioética de la Universidad de Pennsylvania. Actualmente imparte un curso de bioética en la Licenciatura en Ciencias Genómicas, así como el curso de Ética y Desarrollo Profesional en la Licenciatura en Ingeniería en Energías Renovables, ambas de la UNAM. Además, ofrece consultoría en asuntos éticos, legales y sociales de la ciencia, particularmente de las ciencias genómicas y la biotecnología. Dentro de sus intereses se encuentran la observación de las dinámicas existentes entre la sociedad y la ciencia, la apropiación del conocimiento científico como elementos culturales y la comunicación científica. Ha hecho amplia divulgación en materia de genética, genómica y bioética. José Antonio es presiden-

te de la asociación civil Más Ciencia por México y miembro de la Asociación Morelense de Tecnólogos, Innovadores y Vinculadores, A.C.

Inventando nuevas bacterias con Biología Sintética

Seguramente has visto algún video de un automóvil al cual le han cambiado los amortiguadores para hacer distintas acrobacias como simular que está rebotando, los famosos *lowriders*. Una de las maneras más sencillas de lograrlo podría ser ir a un taller y pedir que te cambien la suspensión que el coche trae de fábrica por una suspensión hidráulica. En pocas palabras, estarías cambiando una parte por otra. Este ejemplo nos sirve para poner en contexto uno de los usos de la tecnología del ácido desoxirribonucleico (ADN) recombinante: si necesitas que una bacteria realice una función de manera distinta, sólo necesitas insertarle un gen o fragmento de ADN de otra bacteria que realice esa misma función de manera más eficiente. Otra cosa que podrías querer hacer con tu coche es darle una gran potencia para poder acelerar mucho más en una carrera. Para ello, una de las opciones que existen es colocarle al motor de tu automóvil un sistema de óxido nítrico que te permita

tener ese gran impulso. Esta idea, como seguramente ya imaginas, también se ha hecho en bacterias: cuando queremos que una bacteria haga una función para la cual no tiene los genes necesarios, se los podemos insertar con ADN recombinante.

Pero, ¿qué tal si quisieras hacer un coche que pudiera nadar? Si te dispusieras a realizar esta tarea, es muy probable que encuentres muchas dificultades encontrando las partes que necesitas de un barco o un submarino para después incorporarlas a un automóvil, además de tener que modificar esas partes para hacerlas compatibles. Si todo fuera tan sencillo como cambiar partes de una máquina a otra, quizá ahora tendríamos más de estos vehículos anfibios y no sólo los prototipos que escuetamente han logrado ver la luz. En este sentido, para crear un coche que pueda nadar, lo más efectivo será diseñarlo desde cero, claro, tomando como base los principios de las máquinas que ya existen pero sólo como referencia.

Aunque no es la intención de este texto analizar la posibilidad de un auto nadador, éste nos sirve de base para comprender la complejidad de lo que quisiera hablarte: la Biología Sintética. El avance del

estudio de la genómica, es decir, la totalidad de la información genética que se hereda de un organismo a su progenie, así como la manera en la cual los genes, el metabolismo, y los factores ambientales se integran dentro de la célula para dar origen a una respuesta, ha hecho posible que actualmente se puedan tomar secciones completas de un genoma relacionadas con alguna función más compleja para modificarlas y afinarlas con el objetivo de crear una función completamente nueva. Así, lo que antes era conocido como ingeniería genética que usaba una técnica de copiado y pegado de una bacteria a otra, se ha convertido en la disciplina que hoy se conoce como Biología Sintética, la cual surge de esta idea de no sólo transferir elementos como se hace con ADN recombinante, sino además diseñar, probar, modificar, sintonizar y construir desde cero elementos para sistemas novedosos que permita la creación de nuevas funciones.

¿Alguna vez te hubieras imaginado que un cultivo de bacterias pudiera servir para tomar fotografías? Una de las aplicaciones más emblemáticas de la Biología Sintética ha sido la creación de una cepa de bacterias *E. coli* que puedan servir como película fotográfica. ¿Cómo se logró esta innovadora creación? Pues



Figura 1. Imagen proyectada (izquierda) sobre un cultivo de bacterias e imagen resultante (derecha), tomado de Anselm Levskaya et al., *Nature* 438, 441-442 (2005).

bien, podemos ir analizando paso a paso el diseño que los investigadores de la Universidad de Austin, Texas, hicieron de este sistema. Primero, se necesitaba un pigmento que le diera color a la fotografía. Este pigmento fue un carbohidrato llamado S-gal, que al ser metabolizado por la bacteria, deja un residuo de color negro. Si bien las imágenes serían de un solo color, era un buen inicio. Una vez resuelto el asunto de con qué se "imprimiría" la fotografía, se tenía que diseñar con estrategias de ingeniería la

LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	¿Hoy que se arma? con Vinos y Licores
<p>Café Frappé</p> <p>Yelox 12 oz</p> <p>a solo \$14.90</p>	<p>Croissant CERCO 120 gr.</p> <p>+</p> <p>Coca Cola (Clásica, Light y Zero Sugar 33 cl)</p> <p>a solo \$19.90</p>	<p>2 Capuchinos Mediano 12 oz</p> <p>a solo \$29.90</p>	<p>Vikingo Grill, Normal</p> <p>a solo \$9.50</p>	<p>2 Vinos Premium A solo \$279.00</p> <p>2 Whisky Buchanan's Whisky A solo \$539.00</p> <p>2 Whisky Buchanan's A solo \$1099.00</p> <p>2 Vinos Premium A solo \$259.00</p>

¿Quieres un anuncio Clasificado GRATIS?

Compra tu periódico **La Unión** en las **tiendas OXXO**

llena tu cupón y deposítalo en los buzones ubicados en todas las tiendas oxxo del estado y en nuestras instalaciones.

"Más fácil no se puede"

ACADEMIA DE CIENCIAS DE MORELOS, A.C.

¿Comentarios y sugerencias?, ¿Preguntas sobre temas científicos? CONTÁCTANOS: editorial @acmor.org.mx



manera con la cual la película de bacterias iba a percibir la luz selectivamente. ¿Por qué es necesario esto? Porque si no hay una detección selectiva, toda la "película" se podría velar y sólo nos quedaría una mancha negra. El problema es que no existe un gen, proteína o compuesto en ninguna bacteria u otro organismo que cumpla esta función de detección selectiva, así que había que inventarlo. La idea fue simple. Se sabe que existen proteínas en ciertas cianobacterias que contienen sistemas que reaccionan a la luz para poder efectuar el proceso de fotosíntesis. Entonces, transfiriendo este sistema a *E. coli* se pudo comenzar a conectar los puntos y seleccionar en dónde

se tiene que colorear la película y en dónde no. La forma en la cual se logró esto fue haciendo que el sistema que detecta la luz desactivara la proteína que metaboliza el carbohidrato S-gal (en lugar de participar en la fotosíntesis), de tal forma que en aquellas bacterias donde llegara la luz, no se produjera el pigmento negro. Esto significaba que en aquellas zonas en dónde la luz no pudiera registrarse, el sistema que detecta la luz no podría desactivar la producción del gen que metaboliza el S-gal, y esa zona oscura adquiriría un color negro. Tras construir este sistema, lo único que faltaba era probarlo. Para ello, se crearon varias plantillas con distintos dibujos, y se colocaron en una cámara por la cual pasaría la luz roja. En las zonas de la plantilla donde pasaba la luz, la película bacteriana mantuvo el color claro del medio de cultivo. Como te pudiste haber dado cuenta, uno de los retos de la Biología de Sistemas es la creación de sistemas que puedan percibir algo y dar una respuesta. Esto requiere la construcción de sensores que puedan integrar una o varias condiciones y codificar hacia una respuesta determinada (como "imprimir" o no un color de acuerdo a si hay luz o no). Estos sensores se construyen con "bio-partes" específicas, las cuales se busca sean estanda-

rizadas para que cualquier investigador pueda adaptarlas a sus propios diseños. Como si se trataran de bloques del popular juego de Lego, que sirven para construir cosas, cada una de estas bio-partes se pueden utilizar dentro de un sistema cuyo diseño logre funciones antes inimaginables. ¿Qué más se está intentando hacer con esta forma de crear bacterias? Se ha comenzado a trabajar en bacterias que tengan un sensor para detectar contaminantes en el medio y emitir una señal, como arsénico en agua, logrando niveles de detección mejores que los métodos tradicionales. Muchas otras bacterias no sólo detectan los contaminantes, sino que los procesan y eliminan del medio, una acción que se conoce como "biorremediación". Otra área promisoría de gran potencial médico es el desarrollo de bacterias con un sensor que les permita detectar células cancerígenas, diferenciándolas de las células sanas del cuerpo, para posteriormente eliminarlas. Si esta área de investigación prospera, sería un avance revolucionario para la Medicina. El desarrollo de fármacos con nuevas propiedades, generación de biocombustibles, creación de biomateriales, y nuevas tecnologías en biomateriales se puede agregar a la lista de promesas de la Biología

Sintética. Sin embargo, aún hay que esperar un poco. Realizar este tipo de modificaciones requiera una planeación cuidadosa y responsable, para evitar sorpresas desagradables. Más allá de las regulaciones sobre Organismos Genéticamente Modificados que existen en México y el mundo, los científicos que realizan Biología Sintética tratan de predecir el comportamiento de sus creaciones mediante modelos matemáticos y computacionales. No podemos aplicar algo sobre lo cual no tengamos una idea lo más completa posible, y para ello las predicciones con métodos analíti-

cos nos sirven para minimizar los riesgos. Junto con un desarrollo de prácticas responsable, la Biología Sintética será un área que nos traerá sorpresas en el futuro.

Nota: Este texto pertenece al libro "Un mundo de bacterias", resultado de un proyecto realizado en el Taller de Redacción de la UNAM, Campus Morelos, conducido por Francisco Rebolledo, presentado el martes 21 de octubre del 2014 en el Parque Acapantzingo en Cuernavaca, Morelos, como una actividad dentro del marco de la 8va Jornada Estatal de Ciencia y Tecnología.

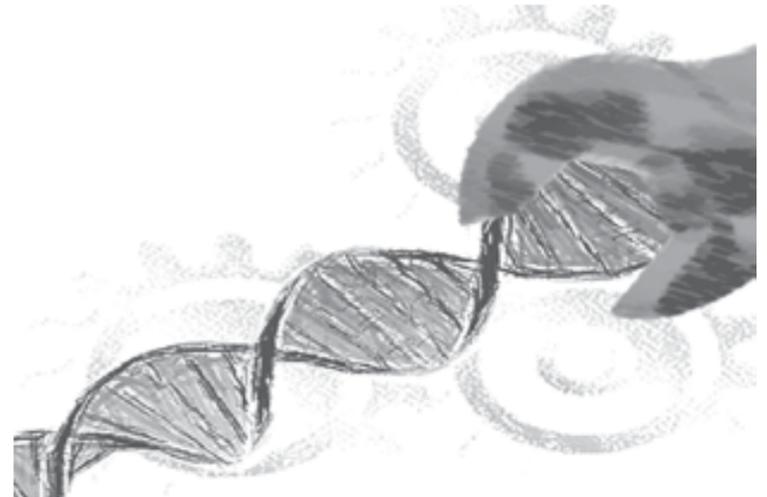


Figura 2. Ilustración del libro "Un mundo de bacterias" realizado en el Taller de Redacción de la UNAM, Campus Morelos, conducido por Francisco Rebolledo, conteniendo éste y otros textos.

