La herramienta CRISPR permite editar genes con una precisión sin precedentes. Este avance abre nuevas posibilidades para la salud, la agricultura y el medio ambiente, pero también obliga a reflexionar sobre sus límites éticos.

[ILUSTRACIÓN: VALENTINA KRUCHININA / ISTOCK]

Imagine poder corregir un error en el ADN como quien pasa el corrector automático de un texto. Ahora, piense en aplicar ese mismo principio para tratar enfermedades, mejorar cultivos o estudiar cómo funciona la vida. Esa es la promesa de CRISPR (Repeticiones Palindrómicas Cortas Agrupadas y Regularmente interespaciadas, en español), una técnica reciente que ha transformado la forma en que comprendemos y manipulamos el material genético.

Descubierta en bacterias casi por casualidad —una de esas afortunadas coincidencias a las que los científicos llaman serendipias—, la técnica conocida como CRISPR utiliza una proteína llamada Cas9 para localizar y cortar fragmentos del ADN.

CRISPR utiliza una proteína llamada Cas9 para localizar y cortar fragmentos del ADN

Su sencillez y eficacia la han convertido en una de las revoluciones biotecnológicas más importantes de las últimas décadas. Para muchos investigadores, es un logro comparable a la secuenciación del genoma humano, la creación de la reacción en cadena de la polimerasa y el desarrollo de la terapia génica.

Pero más allá de su éxito científico, CRISPR nos recuerda que todo avance conlleva una gran responsabilidad. La posibilidad de mejorar la genética plantea preguntas sobre sus límites y consecuencias, y revive antiguos fantasmas, como el de la eugenesia. Entre la esperanza de curar enfermedades y el miedo a manipular la naturaleza, la edición genética afronta uno de los mayores dilemas éticos y sociales de nuestro tiempo.

La posibilidad de mejorar la genética plantea preguntas sobre sus límites y consecuencias

Para comprender el interés que ha despertado esta herramienta, conviene detenerse brevemente en su funcionamiento. Su primera descripción se atribuye al investigador español Francisco Martínez-Mojica, quien, al estudiar bacterias halófilas, descubrió que el sistema CRISPR constituye un mecanismo natural de defensa empleado por algunos microorganismos frente a los virus. En esencia, actúa como una forma de memoria genética capaz de reconocer y neutralizar amenazas previamente encontradas.

Cuando una bacteria sobrevive a una infección viral, incorpora un fragmento del ADN del virus en su propio genoma. Esta información, que será heredada por su descendencia, constituye una memoria inmunológica. De este modo, si el virus vuelve a atacar, la bacteria puede reconocerlo y eliminarlo de forma específica.

Los científicos comprendieron que este mecanismo ancestral podía ponerse al servicio de nuestras propias necesidades. Aprendieron a programar el sistema CRISPR para actuar sobre cualquier fragmento de ADN que quisieran modificar. En esta herramienta, el elemento clave es una proteína llamada Cas9, que actúa como una tijera molecular capaz de cortar el ADN en el punto exacto indicado por una guía de ARN. Esa guía funciona como un GPS genético que conduce a Cas9 hasta su destino, como demostró el equipo de Doudna y Charpentier.

La proteína Cas9 actúa como una tijera molecular capaz de cortar el ADN en el punto exacto indicado por una guía de ARN, que funciona como un GPS genético y conduce a Cas9 hasta su destino

Una vez realizado el corte, la célula intenta reparar el ADN de manera natural. En ese proceso, a veces introduce pequeños cambios que pueden desactivar el gen afectado. Los científicos aprovechan este mecanismo para dirigir la reparación según su propósito: inactivar un gen, corregirlo, eliminar un inhibidor para que el gen se exprese más o incluso añadir nuevo material genético con características específicas.

La elegancia de este proceso radica en su sencillez. Frente a métodos anteriores, lentos y costosos, CRISPR no solo ofrece rapidez sino también un bajo coste y una precisión que hasta la fecha parecía inalcanzable. En este sentido, no es de extrañar que sus descubridoras, Jennifer Doudna y Emmanuelle Charpentier, recibieran el Premio Nobel de Química en 2020 por desarrollar —como ellas mismas indican— una herramienta que ha cambiado la forma en que la ciencia puede modificar la vida.

CRISPR no solo ofrece rapidez sino también un bajo coste y precisión que parecían inalcanzables

Ese reconocimiento no solo celebró una hazaña científica, sino que abrió la puerta a una nueva etapa: la de aplicar esta herramienta a campos cada vez más diversos. Comprender cómo funciona CRISPR permite apreciar la magnitud de este avance biotecnológico. Sin embargo, su verdadero impacto se revela en sus múltiples líneas de investigación:

1. En medicina, la técnica ha dado resultados prometedores al corregir mutaciones responsables de enfermedades hereditarias, como la anemia falciforme o una forma de ceguera infantil. En este último caso, un ensayo clínico temprano liderado por investigadores de Massachusetts Eye and Ear mostró mejoras visuales en pacientes en 2024.
2. En agricultura, CRISPR podría abrir la posibilidad de crear cultivos más resistentes a plagas y sequías, modificando el genoma de las plantas sin añadir genes externos.
3. En el ámbito ecológico y de la conservación, los investigadores exploran su uso para controlar especies invasoras o recuperar la diversidad genética de poblaciones amenazadas.

Sin embargo, la promesa de CRISPR no está exenta de controversias. Modificar el código genético, especialmente en humanos, plantea preguntas profundas sobre los límites de la ciencia. ¿Hasta dónde deberíamos intervenir? ¿Quién decide dónde está la frontera ética? ¿Podemos garantizar que esta tecnología se use en beneficio de todos y no solo de unos pocos?

Modificar el código genético, especialmente en humanos, plantea preguntas profundas sobre los límites de la ciencia

En 2018, el anuncio del nacimiento de dos gemelas chinas editadas genéticamente con CRISPR marcó un punto de inflexión. Por primera vez, la ciencia había cruzado un límite que hasta entonces parecía intocable, como relató la revista Nature. Este episodio puso de relieve la urgencia de establecer una regulación clara y estricta para la aplicación de esta técnica.

En Europa, la regulación del uso de esta tecnología en alimentos ha sido un proceso largo y complejo. Durante años, el debate se ha desarrollado en el ámbito de la Unión Europea —que tiene la competencia regulatoria— con la participación de científicos y representantes políticos. A finales de 2025, las instituciones europeas alcanzaron un acuerdo provisional, todavía restrictivo, que abre la puerta a un marco regulatorio para la aplicación de esta tecnología. Este paso podría acercar a Europa a otros países donde ya existen alimentos desarrollados mediante CRISPR y autorizados para el consumo humano.

Pese a los dilemas que plantea, CRISPR representa una de las mayores hazañas científicas de nuestro tiempo. Ahora la responsabilidad está en nuestras manos: la sociedad, la comunidad científica, los educadores y los

responsables políticos. Todos debemos asegurar que su uso se guíe por la ética, la prudencia y la humanidad. Solo así esta revolución podrá traducirse en un verdadero progreso y contribuir a hacer del nuestro un lugar más justo y mejor.