

Edição genética e CRISPR: estamos preparados para suas implicações éticas?

Gene editing and CRISPR: are we prepared for its ethical implications?

Jorge Hernández Navas¹, Juan Therán Leon¹

PALAVRAS-CHAVE: Edição genética. CRISPR. Ética.
KEYWORDS: Gene editing. CRISPR. Ethics.

A edição genética, liderada por ferramentas como CRISPR-Cas9 (uma ferramenta de engenharia genética que permite aos pesquisadores modificarem o DNA em organismos vivos), transformou a biologia molecular ao oferecer um método preciso, eficiente e relativamente acessível para modificar o genoma de organismos vivos. Desde sua descoberta, essa tecnologia abriu um leque de possibilidades em campos tão diversos quanto medicina, agricultura e pesquisa básica, consolidando-a como uma das maiores inovações científicas do século XXI. Entretanto, este avanço vertiginoso gerou intensos debates éticos, legais e sociais que exigem reflexão coletiva e o estabelecimento de regulamentações adequadas.¹

No âmbito médico, o CRISPR-Cas9 demonstrou ser ferramenta promissora para tratar doenças genéticas anteriormente consideradas incuráveis. A correção de mutações em genes responsáveis por doenças como fibrose cística, anemia falciforme ou doença de Huntington já começa a ser materializada em pesquisas pré-clínicas e ensaios clínicos. Além disso, essa tecnologia permitiu avanços significativos na imunoterapia contra o câncer e no desenvolvimento de órgãos para transplantes através da edição de células animais. No setor agrícola, contribuiu para o desenvolvimento de culturas mais resistentes às pragas, secas e condições climáticas adversas, o que pode ajudar a combater a insegurança alimentar global.²

Contudo, o CRISPR não é infalível. Os efeitos fora do alvo, que consistem em alterações genéticas não intencionais, representam riscos significativos. Esses erros podem ocasionar consequências inesperadas, desde danos celulares até o desenvolvimento de novas doenças. No caso da edição genética em humanos, esses riscos tornam-se ainda mais críticos, pois podem ser transmitidos às gerações futuras se forem modificadas células da linha germinativa. Por isso, é indispensável

realizar pesquisas extensas, bem como ensaios pré-clínicos e clínicos rigorosos, antes de aplicar essas tecnologias de maneira generalizada.³

O uso do CRISPR para edição da linha germinativa humana, que implica a modificação de embriões e a possibilidade de alterar características hereditárias, é um dos aspectos mais controversos dessa tecnologia. Embora possa prevenir doenças genéticas devastadoras, também levanta preocupações éticas profundas ao abrir a porta para a criação de "bebês projetados". Isso pode resultar na seleção de características como inteligência, cor dos olhos ou desempenho físico, suscitando questões fundamentais sobre os limites entre tratamento médico legítimo e aprimoramento genético. Surge a questão de quem deve decidir quais modificações são aceitáveis e como evitar que essa tecnologia perpetue ou exacerbe as desigualdades sociais existentes.³

De perspectiva global, as desigualdades entre países desenvolvidos e em desenvolvimento são preocupantes. Em muitas regiões, a falta de infraestrutura científica e a limitada capacidade de regulamentação podem deixá-las para trás no acesso e controle dessa tecnologia, perpetuando lacuna de inovação e saúde já considerável. Além disso, o uso irresponsável do CRISPR por atores não regulamentados pode levar a experimentos eticamente questionáveis com consequências potencialmente catastróficas.³

É fundamental estabelecer marco regulatório global que garanta o uso seguro, ético e equitativo da edição genética. Isso requer a colaboração ativa entre cientistas, bioeticistas, legisladores e a sociedade civil. Os governos devem trabalhar com organizações internacionais, como a UNESCO ou a Organização Mundial da Saúde (OMS), para desenvolver diretrizes que limitem o uso não ético do CRISPR, promovam a transparência na pesquisa e garantam o acesso equitativo a seus benefícios. A educação pública também desempenha papel crucial.

¹Universidad de Santander, Bucaramanga, Colômbia.

Conflito de interesse: Nenhum | Financiamento: Nenhum | Recebido em: 07/10/2024 | Aceito em: 09/12/2024 | Data de publicação: 11/02/2025 | Correspondência: jorgeandreshernandez2017@gmail.com | Editor Associado: Carmen Australia Paredes Marcondes Ribas

Como citar:

Navas JH, Leon JT. Edição genética e crispr: estamos preparados para suas implicações éticas?. BioSCIENCE. 2025;83:e00001

É essencial fomentar debate informado e participativo para que as decisões sobre o uso do CRISPR não fiquem exclusivamente nas mãos de especialistas, mas incluam as perspectivas de toda a sociedade.⁴

Enquanto a edição genética por meio de ferramentas como CRISPR-Cas9 representa uma revolução científica com o potencial de transformar a medicina e a sociedade, esse poder carrega responsabilidade significativa. Avançar com cautela é essencial, priorizando a segurança dos pacientes e o bem-estar das gerações futuras. Apenas por meio de abordagem equilibrada, que combine inovação científica com sólida base ética e social, será possível maximizar os benefícios dessa tecnologia revolucionária enquanto se minimizam seus riscos. O diálogo aberto, a regulamentação rigorosa e o compromisso com a equidade serão fundamentais para garantir que a edição genética se torne ferramenta a serviço de toda a humanidade, e não um privilégio exclusivo de poucos.⁵

Contribuição dos autores

Jorge Hernández Navas: Conceituação, Administração do projeto, Redação (revisão e edição)

Juan Therán Leon: Conceituação, Administração do projeto, Redação (esboço original), Redação (revisão e edição)

REFERÊNCIAS

1. Howard HC, Van El CG, Forzano F, Radojkovic D, Rial-Sebbag E, De Wert G, et al. One small edit for humans, one giant edit for humankind? Points and questions to consider for a responsible way forward for gene editing in humans. *Eur J Hum Genet.* 2018;26(1):1–11. <https://doi.org/10.1038/s41431-017-0024-z>
2. Piergentili R, Del Rio A, Signore F, Umani RF, Marinelli E, Zaami S. CRISPR-Cas and Its Wide-Ranging Applications: From Human Genome Editing to Environmental Implications, Technical Limitations, Hazards and Bioethical Issues. *Cells.* 2021;10(5). <https://doi.org/10.3390/cells10050969>
3. Collier BS. Ethics of Human Genome Editing. *Annu Rev Med.* 2019;70:289–305. <https://doi.org/10.1146/annurev-med-112717-094629>
4. Ormond KE, Mortlock DP, Scholes DT, Bombard Y, Brody LC, Faucett WA, et al. Human Germline Genome Editing. *Am J Hum Genet.* 2017;101(2):167–76. <https://doi.org/10.1016/j.ajhg.2017.06.012>
5. Greenfield A. Making sense of heritable human genome editing: Scientific and ethical considerations. *Prog Mol Biol Transl Sci.* 2021;182:1–28. <https://doi.org/10.1016/bs.pmbts.2020.12.008>