Engenharia Genética e suas Implicações Bioéticas e Legais

Autor(res)

Rosimeri Do Nascimento Costa

Categoria do Trabalho

Trabalho Acadêmico

Instituição

CENTRO UNIVERSITÁRIO ANHANGUERA

Introdução

A engenharia genética, campo da biotecnologia que manipula genes para modificar organismos, avança rapidamente com aplicações na medicina e agricultura. Sua evolução exige diretrizes bioéticas fundamentadas nos princípios de autonomia, não maleficência, beneficência e justiça, garantindo consentimento informado e equidade no acesso às tecnologias.

Técnicas como CRISPR-Cas9 permitem desde a criação de organismos geneticamente modificados (OGMs) até terapias inovadoras. Na medicina, destaca-se o tratamento de doenças monogênicas, edição genômica, imunoterapias como células CAR-T e produção de proteínas terapêuticas (insulina humana). Esses avanços, embora promissores, exigem cautela ética, assegurando que aplicações priorizem o bem-estar humano, minimizem riscos e promovam justiça distributiva, equilibrando inovação científica com responsabilidade social. A engenharia genética configura-se como fronteira científica transformadora, demandando urgentemente diretrizes bioéticas fundamentadas nos princípios de autonomia, beneficência, não maleficência e justiça.

Tecnologias como CRISPR-Cas9 e terapias gênicas apresentam aplicações promissoras na medicina, desde tratamento de doenças monogênicas até imunoterapias avançadas (NABAIS, 2015; DOUDNA; CHARPENTIER, 2014) e também na agricultura, com culturas resistentes a pragas (WINCKLER; MUNARINI, 2019). Contudo, levantaram-se questões críticas sobre modificações hereditárias (SGANZERLA; PESSINI, 2020), privacidade de dados genéticos (DANTAS et al., 2024) e impactos ambientais de OGM's (Organismo Geneticamente Modificado) (NOACK et al., 2024). A perspectiva histórica (RASKIN, 1995) alerta para riscos de homogeneização genética, enquanto abordagens conservacionistas (ALPHEY et al., 2019; REDFORD et al., 2019) exploram aplicações sustentáveis. O equilíbrio entre inovação e precaução exige arcabouço regulatório robusto, assegurando que os avanços genéticos beneficiem a sociedade de forma equitativa e responsável.

Objetivo

O estudo tem o objetivo de demonstrar as implicações éticas da engenharia genética para a sociedade examinando como as tecnologias de engenharia genética a afeta, levando em consideração questões como privacidade, justiça distributiva e segurança. Provar a necessidade de legislações e diretrizes éticas claras.

Material e Métodos

Este trabalho é uma pesquisa do tipo revisão sistemática, a questão norteadora desta pesquisa é: Como fazer com

que a engenharia genética traga reais benefícios à sociedade? E o objetivo é demonstrar a importância da bioética na engenharia genética, identificando pontos-chave que necessitam de atenção e regulamentação ou até mesmo uma atualização. Sugerir práticas que promovam benefícios sociais e minimizem os potenciais riscos relacionados à engenharia genética, analisando fontes acadêmicas relevantes.

A revisão foi conduzida de acordo com as diretrizes descritas por Mendes e Pereira (2020), seguindo estas cinco etapas comuns em revisões sistemáticas: definição do objetivo e pergunta de pesquisa, busca de estudos relevantes, seleção dos trabalhos incluídos, análise dos dados dos estudos selecionados e apresentação dos resultados da revisão (Mendes; Pereira, 2020, p. 208).

O processo de análise de dados é qualitativo, conforme definição dada por Mendes e Pereira (2020), pois apresenta uma análise rica em dados descritivos e terá como foco a realidade complexa à qual está imersa o assunto engenharia genética. Por compreendermos que o Google Scholar é uma base ampla que obtém material advindo de outras bases, o utilizamos como meio para a pesquisa.

Resultados e Discussão

A engenharia genética representa uma fronteira científica com potencial transformador, trazendo benefícios significativos para a sociedade. No entanto, seu avanço acelerado exige uma reflexão ética profunda sobre os limites e aplicações dessa tecnologia. A bioética surge como elemento fundamental nesse contexto, atuando como mediadora essencial entre o conhecimento científico e o bem-estar comum. Esta análise aborda justamente essa interface crucial, examinando como princípios éticos podem guiar o desenvolvimento responsável da manipulação genética, com especial atenção às implicações legais e sociais dessas tecnologias.

A engenharia genética contemporânea, representada por tecnologias como a CRISPR/Cas9 e terapias gênicas, demanda uma reflexão bioética e jurídica aprofundada. Maciel (2024) sustenta que a bioética é essencial para assegurar que os avanços genômicos ocorram de forma ética e socialmente justa, respaldados por legislação adequada. Sganzerla e Pessini (2020) alertam que a edição genética, especialmente com CRISPR/Cas9, levanta questões críticas sobre modificações hereditárias, equidade de acesso e autonomia, requerendo aplicação rigorosa dos princípios bioéticos.

No campo terapêutico, Ginn et al. (2018) destacam que a terapia gênica, embora promissora no tratamento de doenças hereditárias, ainda enfrenta desafios de segurança com vetores virais. Santos et al. (2021) complementam esta análise ao descrever diferentes abordagens terapêuticas, incluindo RNAi, ressaltando a necessidade de superar obstáculos técnicos.

Quanto às implicações sociais, Siqueira e Curti (2018) enfatizam que intervenções de caráter eugênico exigem limites éticos e legais rigorosos para proteger a diversidade humana. Goulart et al. (2010) introduzem a perspectiva do biopoder, defendendo que a regulação genética deve equilibrar inovação científica com proteção de direitos fundamentais. Finalmente, Bellarmino (2018) aborda a proteção de dados genéticos em biobancos, argumentando que a regulamentação deve conciliar privacidade dos doadores com avanços em medicina personalizada.

Coletivamente, os autores convergem na defesa de um marco bioético-jurídico que garanta o desenvolvimento responsável das tecnologias genéticas, protegendo a dignidade humana enquanto possibilita benefícios científicos à sociedade.

A análise demonstra a necessidade urgente de uma legislação adaptada para orientar o desenvolvimento da manipulação genética. Esta regulamentação deve ser fundamentada em princípios éticos sólidos para proteger direitos individuais, garantir segurança e promover equidade no acesso aos benefícios. É crucial que a lei seja complementada por sistemas de fiscalização, monitoramento contínuo de impactos, educação pública e

cooperação internacional. O objetivo final é assegurar que os avanços na genética ocorram de forma ética e responsável, alinhando o progresso científico com o respeito à dignidade humana e à justiça social.

Conclusão

O estudo revela que as complexidades éticas da manipulação genética exigem regulamentações robustas e cooperação internacional. É crucial equilibrar inovação científica com proteção de direitos humanos, mediante monitoramento contínuo, consentimento informado e transparência. A educação pública e a equidade no acesso às tecnologias emergem como pilares indispensáveis para assegurar que os avanços genéticos beneficiem toda a sociedade de forma justa e eticamente responsável.

Referências

ALPHEY, Luke et al. Genetic frontiers for conservation: an assessment of synthetic biology and biodiversity conservation. Gland: IUCN, 2019. Disponível em: https://portals.iucn.org/library/node/48413. Acesso em: 23 fev. 2024.

BELLARMINO, Clarissa Lopes et al. A proteção ético-jurídica dos dados genéticos humanos em atividades de biobancos, à luz da Constituição Federal de 1988 e das diretrizes internacionais. Revista de Direito da Saúde, São Paulo, 2018.

DANTAS, Larissa Elizabeth C.; KÖLLING, Gabrielle Jacobi; ANDRADE, Gernardes Silva. A sensibilidade dos dados genéticos: uma análise ético-jurídica sobre a carência de normatização não discriminatória no espectro das seguradoras. Duc In Altum, 2024.

DOUDNA, Jennifer A.; CHARPENTIER, Emmanuelle. The new frontier of genome engineering with CRISPR-Cas9. Science, 2014.

GINN, S. L. et al. Gene therapy clinical trials worldwide to 2017: an update. The Journal of Gene Medicine, 2018.

GOULART, Maria Carolina Vaz et al. Manipulação do genoma humano: ética e direito. Ciência & Saúde Coletiva, 2010.

MACIEL, Nicole Felisberto; GARCIA, Marcos Leite. O dilema das técnicas de manipulação genética aplicadas ao genoma humano na interface entre os direitos humanos e a bioética. Revista Direito e Justiça, 2024.

NABAIS, Ana Teresa Gaspar. Técnicas de edição de genoma como abordagem promissora na terapia génica. 2015. Dissertação (Mestrado em Biotecnologia) - Egas Moniz School of Health and Science, Monte de Caparica, 2015.

NOACK, Frederik et al. Environmental impacts of genetically modified crops. Science, p. eado9340, 2024.

RASKIN, Salmo. Ética e genética. Revista Educar em Revista, Curitiba, 1995.

SGANZERLA, Anor; PESSINI, Leo. Edição de humanos por meio da técnica do CRISPR-Cas9: entusiasmo científico e inquietações éticas.

WINCKLER, Silvana Terezinha; MUNARINI, Ana Elsa. Riscos socioambientais oriundos da liberação de organismos geneticamente modificados no ambiente. Revista Direitos Culturais, 2019.