

A NOVA TÉCNICA DE ENGENHARIA GENÉTICA CRISPR/CAS9 E SUA REPERCUSSÃO ÉTICA: OS AVANÇOS E DESAFIOS DE SUA APLICAÇÃO À LUZ DO PRINCÍPIO DA DIGNIDADE DA PESSOA HUMANA

A NEW TECHNIQUE IN GENETIC ENGINEERING CRISPR/CAS9 AND ITS ETHICAL IMPACT: ADVANCES AND CHALLENGES OF ITS APPLICATION FROM THE PERSPECTIVE OF THE DIGNITY OF THE HUMAN PERSON

LA NUEVA TÉCNICA DE INGENIERÍA GENÉTICA CRISPR/CAS9 Y SU REPERCUSIÓN ÉTICA: LOS AVANCES Y DESAFÍOS DE SU APLICACIÓN A LA LUZ DEL PRINCIPIO DE LA DIGNIDAD DE LA PERSONA HUMANA

* Discente do Programa de Mestrado em Direito do Centro Universitário Salesiano de São Paulo (UNISAL), Brasil. Brasil

** Doutor em Teologia pela Pontifícia Universidade Lateranense, Itália. Professor e Pesquisador do Centro Universitário Salesiano São Paulo (UNISAL), Brasil.

Christiane Vincenzi Moreira Barbosa*

Lino Rampazzo**

SUMÁRIO: *Introdução; 2 CRISPR/CAS9: Conceito, aplicação e aspectos bioéticos; 2.1 O que é a CRISPR/CAS9?; 2.2 Aplicações da CRISPR/CAS9; 2.3 A bioética e a aplicação da técnica com fins de eugenia; 3 Cautelas a serem tomadas em relação ao uso da tecnologia CRISPR/CAS9; 3.1 O perigo da intervenção humana; 3.2 Argumentos a favor e contra o uso da técnica; 3.3 Os riscos trazidos pela tecnologia CRISPR/CAS9; 4 A importância da dignidade da pessoa humana ante a evolução da ciência; 4.1 O princípio da dignidade da pessoa humana; 4.2 A eugenia e a dignidade da pessoa humana; 4.3 Fato recente; 5 Conclusão; Referências.*

RESUMO: O objetivo deste artigo é desenvolver uma análise reflexiva a respeito das possíveis consequências sociais que poderão decorrer do uso de tecnologias de edição genética em seres humanos. Investiga-se, em especial, a nova técnica denominada CRISPR-CAS9, que trouxe grande inovação nessa área. Discutem-se, à luz do princípio da dignidade da pessoa humana, as desigualdades sociais que podem advir da disseminação dessa prática e o impacto social que causará, quando de sua implantação. Examina-se, também, a possibilidade da ampla utilização dos avançados recursos de eugenia criar uma nova categoria da “super-humanos”, formada por indivíduos com acesso a esses recursos, em detrimento de outros, que permaneceriam em categorias inferiores, fadados a desempenhar papéis menos privilegiados na sociedade. Conclui-se, então, que conquanto não se deva renunciar aos avanços da ciência e da tecnologia, é com prudência e ponderação que eles devem ser incorporados à humanidade.

PALAVRAS-CHAVE: CRISPR-CAS9; Dignidade da pessoa humana; Engenharia genética; Eugenia; Impacto social.

Autor correspondente:

Lino Rampazzo

lino.rampazzo@uol.com.br

Recebido em: 01/04/2020

Aceito em: 16/04/2020

ABSTRACT: The possible social consequences from the use of Genetic Technologies in human beings are discussed. The novel technique CRISPR-CAS9 is focused upon due to the great innovation it brought in the area. Social inequalities that may arise with the dissemination of the practice and the social impact it will cause on its implantation will be discussed from the perspective of the principle of human dignity. The possibility of a wider use of advanced eugenic resources is examined for a new category of super humans formed by individuals who access these resources to the detriment of others left in lower categories and destined to have less privileged roles within society. Results show that progress in technology and science, albeit not shunned, should be employed and incorporated to humanity prudently and with respect

PALAVRAS-CHAVE: CRISPR-CAS9; Eugenics; Genetic engineering; Human dignity; Social impact.

RESUMEN: El objetivo de este artículo es desarrollar un análisis reflexivo a respecto de las posibles consecuencias sociales que podrán transcurrir del uso de tecnologías de edición genética en seres humanos. Se investiga, en especial, la nueva técnica llamada CRISPR-CAS9, que trajo gran innovación en esa área. Se discuten, a la luz del principio de la dignidad de la persona humana, las desigualdades sociales que pueden advenir de la diseminación de esa práctica y el impacto social que causará, cuando de su implantación. Se examina también, la posibilidad de la amplia utilización de los avanzados recursos de eugenesia crear una nueva categoría de la “súper-humanos”, formada por individuos con acceso a esos recursos, en detrimento de otros, que permanecerían en categorías inferiores, predestinados a desempeñar papeles menos privilegiados en la sociedad. Se concluye, entonces, aunque no se deba renunciar a los avances de la ciencia y de la tecnología, es con prudencia y evaluación que ellos deben ser incorporados a la humanidad.

PALABRAS CLAVE: CRISPR-CAS9; Dignidad de la persona humana; Eugenesia; Impacto social; Ingeniería genética.

INTRODUÇÃO

Diante das tecnologias que surgem no mundo contemporâneo, novas formas de controle se fazem necessárias. No contexto contemporâneo, em que são divulgadas notícias recentes de pesquisas científicas sobre modificações genéticas em embriões, faz-se necessário o levantamento de questões acerca de como o assunto será tratado do ponto de vista ético, jurídico e social.

Em face desse problema, busca-se responder como essas tecnologias devem ser aplicadas, bem como analisar o impacto social que delas decorre, de forma a ser respeitado o princípio da dignidade da pessoa humana. Levantam-se discussões acerca do alcance dessas tecnologias, o que inclui até mesmo a possibilidade de criação de uma “super-raça”, uma vez que o homem, há muito, se interessa pela eugenia.

Neste trabalho será enfatizada a aplicação da técnica CRISPR-CAS9 em linha germinal, ou seja, de forma a serem as mudanças no genoma transmitidas à descendência, por meio da reprodução. O que se busca é discutir sobre os riscos e os benefícios dessa nova tecnologia, tomando-se em conta o princípio da dignidade da pessoa humana.

Justifica-se o desenvolvimento deste trabalho pela relevância que o tema possui e pela imprescindibilidade de que seja abordado de maneira crítica. A discussão sobre este assunto de enorme atualidade leva a muitos questionamentos, seja no âmbito da ética, seja no do direito, razão pela qual deve ser analisado de maneira interdisciplinar.

A pesquisa será realizada por meio de levantamento bibliográfico e documental.

2 CRISPR/CAS9: CONCEITO, APLICAÇÃO E ASPECTOS BIOÉTICOS

É preciso, antes de tudo, definir o que é o CRISPR/Cas9, como vem sendo utilizado e, diante disso, quais questionamentos são levantados pela bioética.

2.1 O QUE É A CRISPR/CAS9?

A evolução de qualquer espécie viva se dá por meio de mutações genéticas. Essas mudanças, que ocorrem de forma aleatória, manifestam-se de modo a promover uma seleção de indivíduos, uma vez que os portadores de genes mais favoráveis são mais propensos a se reproduzir e perpetuar suas características, transmitindo-as a seus descendentes¹.

O homem, desde longa data, já se interessava em modificar o patrimônio genético dos seres com os quais interagia, normalmente com o intuito de obter melhoramentos que o beneficiassem. Antes de entender o funcionamento do DNA, realizavam-se cruzamentos entre diferentes indivíduos de uma espécie, ou mesmo entre espécies, de modo a induzir que certos caracteres fossem combinados com outros específicos nos descendentes.

Com a descoberta do DNA, passaram a ser realizadas pesquisas com o objetivo de se modificar o genoma. No entanto, os resultados eram limitados e imprecisos.

No ano de 2012, surgiu a técnica do CRISPR/CAS9, a qual trouxe avanços decisivos, suficientes para se afirmar o surgimento de uma nova era para engenharia genética.

Trata-se de um mecanismo de defesa encontrado em bactérias, capaz de eliminar vírus invasores. A bióloga italiana, Anna Meldolesi,² explica, tecnicamente, em que consiste o CRISPR/CAS9, nestes termos.

¹ MENDES, Ingrid Sandy; APÓSTOLO, Rodrigo Augusto Cunha. CRISPR-CAS9: implicações técnicas e sociais. In: CONGRESSO DE TECNOLOGIAS APLICADAS AO DIREITO, 1, Belo Horizonte, 2017. Disponível em: <https://www.conpedi.org.br/publicacoes/6rie284y/3j3zda80/3v3SSjG20erzr138.pdf>. Acesso em: 26 nov. 2019.

² MELDOLESI, Anna. Edição do genoma: o que é, afinal, a técnica Crispr. Equipe Oásis, 8 set. 2017. Disponível em: https://www.brasil247.com/pt/247/revista_oasis/316191/Edi%C3%A7%C3%A3o-do-genoma-O-que-%C3%A9-afinal-a-t%C3%A9cnica-Crispr.htm. Acesso em: 27 nov. 2019.

O nome correto e completo é Crispr/Cas9: trata-se de uma técnica, precisa e potente, de correção de um ou mais genes em qualquer célula viva. A técnica usa a colaboração da proteína Cas9 e de uma pequena molécula-guia constituída por material genético. A máquina molecular assim construída se inspira em um sistema bacteriológico chamado Crispr, presente em cerca da metade das bactérias e em cerca de 90% das arqueas. Crispr é o acrônimo de “clustered regularly interspaced short palindromic repeats”, uma expressão em inglês traduzível como “repetições palindrômicas curtas agrupadas e regularmente interespaçadas”.

Cas9 é, por seu lado, o nome da proteína associada ao CRISPR: junto a outras proteínas similares faz parte de um sistema denominado Sistema Associado CRISPR.

O CRISPR/CAS9 funciona como sistema de imunidade em bactérias. Partes do código genético de vírus que atacam essas bactérias são incorporadas de modo a permitir o seu reconhecimento em caso de novo ataque. A proteína CAS9 associa-se a um RNA guia, capaz de carregá-lo até o núcleo. Além disso, é capaz de transportar repressores genômicos e até mesmo permitir a realização de corte em fila dupla de um DNA, com a possibilidade de inserção de outro DNA. Assim, torna-se viável a modificação do genoma daquele organismo³.

Cientistas observaram esse mecanismo e perceberam que ele pode ser reproduzido em qualquer organismo, incluindo o humano. Sequências de DNA podem ser “cortadas” e eliminadas. Usando filamentos de RNA, podem-se modificar sequências-alvo de DNA.

O que se tem então é um mecanismo que permite a modificação de qualquer DNA. Pode-se corrigir um DNA defeituoso, cancelar genes, até mesmo introduzir DNA no genoma.

Trata-se de algo totalmente novo, uma vez que as técnicas que existiam antes eram muito imprecisas. Isso ocorria com a técnica do DNA recombinante, na qual apenas se acrescentava um gene considerado “correto”, quando se detectava a existência de um “defeituoso”. Quanto ao CRISPR/CAS9, tem-se uma precisão muito maior, já que o suposto gene “defeituoso” é cortado, retirado e substituído por outro⁴.

Desse modo, a técnica difere de outras disponíveis no passado, trazendo muitas vantagens, tais como o fato de ser mais precisa e de oferecer a possibilidade de inserção de outro gene no lugar daquele considerado “defeituoso”.

A CRISPR/CAS9 pode apresentar diversas aplicações práticas, desde a modificação do genoma de vegetais e animais, com o fim de obtenção de progressos nos campos agropecuário e de controle de pragas, até a modificação do patrimônio genético humano.

2.2 APLICAÇÕES DA CRISPR/CAS9

Diante dessa realidade sem precedentes, surgem novos questionamentos. Isso porque aquilo que até pouco tempo atrás parecia pertencer a um futuro remoto, ou mesmo à ficção científica, hoje se apresenta como possível e viável. E aí está incluída até mesmo a perspectiva de serem fabricadas novas formas de vida.

Conquanto qualquer intervenção humana na natureza seja alvo de preocupação, uma vez que o homem não domina todos os fatores que movem os complexos organismos vivos e as relações que esses organismos estabelecem entre si, aqui serão abordadas as alterações realizadas no genoma humano.

É bom lembrar que, até recentemente, o sistema CRISPR/CAS9 vinha apenas sendo utilizado em modificações de interesse agrícola, para a produção de biocombustíveis. Quando se fala em modificação do patrimônio genético de animais, muitas objeções são feitas. Modificações em genes de embriões humanos, com vistas à melhora dos futuros bebês ainda não são realizadas e devem ser objeto de severos questionamentos antes de sua implantação⁵.

³ MENDES; APÓSTOLO, op. cit.

⁴ MELDOLESI, op. cit.

⁵ MENDES; APÓSTOLO, op. cit.

Quando se fala em modificação genética em humanos, três aplicações se distinguem: a terapia genética em células enfermas, a terapia genética em linha germinal e as denominadas intervenções de melhora – estas diretamente relacionadas com a eugenia. A primeira tem por objetivo corrigir patologias genéticas em indivíduos. A terapia genética em linha germinal também tem fins de tratamento de enfermidades genéticas, contudo altera o genoma, de forma a ser transmitida a futuras gerações, gerando, assim, mais insegurança⁶. Dentre as técnicas acima mencionadas, a terapia em linha germinal é uma das que mais traz incertezas. Trata-se de “alteração no genoma – seja por adição ou por supressão de genes”⁷.

E quando se fala de intervenções de melhora, com objetivos de eugenia, há necessidade de ainda maiores questionamentos, tendo em vista os perigos que podem acarretar toda a humanidade.

Antes que se adentre no assunto, é imprescindível que se distinga a eugenia negativa da positiva. A negativa visa evitar que genes patológicos continuem se propagando através das gerações. Os seus fins são tanto humanitários quanto evolucionistas, pois “trata-se de um caso especial da ética da compaixão: uma antecipada compaixão que se decide por poupar a existência a um sujeito abstratamente imaginado para assim poupar-lhe um sofrimento concretamente representado”⁸.

É certo que, para popularizar essas mudanças no genoma, de forma a serem perpetuadas a futuras gerações, muitos cuidados deverão ser tomados. Isso em razão do que se entende por genes ideais ou por genes a serem erradicados: trata-se, pois, de um conceito muito subjetivo, que varia de acordo com a cultura e a época. Nesse sentido, o que hoje, para uma determinada cultura, pode corresponder a características desejáveis, em outro contexto histórico-geográfico, pode significar defeitos intoleráveis.

Os efeitos que essas manipulações genéticas podem acarretar a gerações futuras são incertos, podendo mesmo fomentar o surgimento de enfermidades hereditárias hoje inexistentes. Além da terapia em linha germinal, há também a terapia gênica somática, que busca, por intermédio da transferência de material genético, a correção de um estado patológico, excluindo-se as células germinais. Essa terapia deve ser empregada atualmente em circunstâncias bem definidas⁹.

Saindo das intervenções genéticas terapêuticas e passando para a edição genética, com vistas à suposta “melhora” do genoma humano, ou seja, da eugenia, a discussão se torna ainda mais polêmica.

Eugenia consiste em tentativas de se produzir seleção da raça humana, mediante melhoras genéticas. Trata-se de um termo que advém do grego e significa “bem-nascido”. O termo em si surgiu em 1883 e foi criado por Francis Galton, primo de Darwin, mas a preocupação em se melhorar a raça humana remonta aos tempos antigos, podendo ser mesmo encontrada no pensamento de Platão¹⁰.

As alterações no DNA, até não muito tempo atrás, decorriam apenas de mudanças aleatórias ocorridas na estrutura do DNA, sendo que a seleção natural estabelecia quais seriam as favoráveis à sobrevivência. Aquelas que ajudassem na conservação do indivíduo e da espécie seriam propagadas às gerações futuras, enquanto as que fossem prejudiciais seriam excluídas, já que o indivíduo que as portasse seria eliminado por causas naturais e dificilmente teria chances de se reproduzir.

⁶ BERGEL, Salvador Dario. O impacto ético das novas tecnologias de edição genética. *Revista Bioética*, Brasília, v. 25, n. 3, 2017, p. 455-456. Disponível em: http://www.scielo.br/pdf/bioet/v25n3/pt_1983-8042-bioet-25-03-0454.pdf. Acesso em: 21 nov. 2019.

⁷ BERGEL, op. cit., p. 455.

⁸ JONAS, Hans. *Técnica, medicina e ética: sobre a prática do princípio da responsabilidade*. Tradução do Grupo de Trabalho Hans Jonas da ANPOF. São Paulo: Paulus, 2013, p. 12.

⁹ BERGEL, op. cit., p. 458.

¹⁰ DEL CONT, Valdeir. Francis Galton: eugenia e hereditariedade. *Scientiae Studia*, São Paulo, v. 6, n. 2, p. 201-218, abr./jun. 2008. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1678-31662008000200004. Acesso em: 10 fev. 2020.

Para Habermas, “[...] hoje já é difícil respeitar a fronteira entre a seleção de fatores hereditários indesejáveis e a otimização de fatores desejáveis”¹¹.

Quanto à viabilidade da aplicação das referidas técnicas em humanos, em agosto de 2017, cientistas norte-americanos anunciaram instrumentos capazes de corrigir mutação genética causadora de uma doença cardíaca em embriões humanos. Outras aplicações também são possíveis, como, por exemplo, novas terapias para cura do câncer e o controle de insetos, como o *Aedes aegypti*¹². E, no ano de 2018, o cientista chinês, He Jiankui, anunciou haver alterado o código genético em dois bebês, fato esse que chocou a comunidade científica. Ele afirmou que as crianças nasceram imunes ao vírus HIV¹³.

Assim, uma discussão, que de certa forma vinha sendo evitada, sob o argumento de que o uso dessas técnicas pertenciam ao futuro, diante da nova realidade que se apresenta, é improtelável.

2.3 A BIOÉTICA E A APLICAÇÃO DA TÉCNICA COM FINS DE EUGENIA

Tal inovadora técnica, capaz de trazer enormes benefícios quando de seu uso terapêutico, carrega consigo dilemas quando associada à eugenia. Isso traz inúmeras preocupações.

Essa apreensão se deve a diversos fatores, dentre eles o fato de a história demonstrar que o homem não costuma ser prudente quando se trata de aplicação de novas tecnologias.

No que concerne à pesquisa em embriões, “em alguns países, é regulamentada desde a década de 80”¹⁴. Isso a torna problema a ser tratado no campo da bioética, “ramo da ética que estuda os conflitos, controvérsias, pesquisas e práticas que visam a esclarecer e resolver questões éticas dentro da medicina e da biologia”¹⁵.

108

Nesse sentido, passa-se a questionar o caráter ético dessa aplicação da CRISPR-CAS9. Enquanto a técnica é utilizada para o tratamento de enfermidades, sem que os genes modificados sejam transmitidos a futuras gerações, a discussão mostra-se mais branda. Até porque privar alguém de um tratamento disponível e que traga mais benefícios que riscos parece não ser razoável.

Interessa à bioética tanto a forma como são conduzidas as pesquisas, as quais necessariamente precisam passar pela forma de “ensaio e erro”, quanto às consequências do seu sucesso. Devem-se, assim, questionar e impor limites à liberdade de pesquisa, uma vez que, embora se afigurem de extrema importância os avanços por ela trazidos, os danos porventura acarretados não podem ser deixados de lado¹⁶.

Quanto a pesquisas em objetos, tem-se a possibilidade de simplesmente destruir o artefato que não atende aos padrões desejados. Não se pode dizer o mesmo quando se trata de seres vivos, e, ainda mais marcadamente, seres humanos. O experimento deve ser realizado no próprio indivíduo, e não se pode olvidar que a vida é envolta em inúmeras variáveis, a maioria das quais não pode ser controlada, havendo mesmo muitas desconhecidas pela ciência¹⁷.

O problema agrava-se quanto a modificações genéticas em linha germinal. E acentua-se ainda mais quando se abordam as voltadas à melhora do genoma.

¹¹ HABERMAS, Jürgen. O futuro da natureza humana: a caminho de uma eugenia liberal? Tradução de Karina Jannini. São Paulo: Martins Fontes, 2010, p. 29.

¹² MELDOLESI, op. cit.

¹³ CHINÊS que diz ter editado genes de bebês desaparece e levanta suspeita de prisão, dizem jornais: universidade nega que He Jiankui tenha sido preso; cientista não é encontrado desde a última quarta-feira, após evento em Hong Kong. Globo, 03 dez. 2018. Disponível em: <https://g1.globo.com/ciencia-e-saude/noticia/2018/12/03/chines-que-diz-ter-editado-genes-de-bebes-desaparece-e-levanta-suspeita-de-prisao-dizem-jornais-do-pais.ghtml>. Acesso em: 05 dez. 2019.

¹⁴ MENDES; APÓSTOLO, op. cit.

¹⁵ CÓDIGO DE ÉTICA. Bioética. Código de Ética. Disponível em: <http://codigo-de-etica.info/etica-medica/bioetica.html>. Acesso em: 05 dez. 2019.

¹⁶ JONAS, op. cit., p. 173.

¹⁷ Ibidem, p. 174-175.

Como os resultados dos experimentos nessa área são imprevisíveis e irreversíveis, toda a cautela possível deve ser tomada. A irrevogabilidade desses resultados, que não deixa espaço para correções, dá-se pelo fato de não ser possível o descarte de “peças defeituosas”, em se tratando de seres humanos¹⁸.

3 CAUTELAS A SEREM TOMADAS EM RELAÇÃO AO USO DA TECNOLOGIA CRISPR/CAS9

É diante da possibilidade de prejudicar particularmente o ser humano que é preciso considerar, a seguir, o perigo da intervenção humana, com os argumentos a favor e contra o uso da técnica; e particularmente os riscos trazidos pela tecnologia CRISPR/CAS9.

3.1 O PERIGO DA INTERVENÇÃO HUMANA

É importante lembrar que qualquer modificação de um simples elemento em um ecossistema pode acarretar sérias consequências à natureza. Clássico exemplo foi a introdução, em 1859, de 24 coelhos europeus na Austrália. Os mamíferos foram levados para serem usados na caça esportiva, mas, por não existirem predadores naturais na região, reproduziram-se vertiginosamente e, em 1930 sua população estimada era de 10 bilhões. Esses animais se espalharam por todas as zonas rurais australianas, causando enorme devastação¹⁹.

Esse exemplo mostra-se interessante pela sua pertinência ao tema abordado. Somente com medidas drásticas a população de coelhos foi reduzida, e está se falando aqui da introdução de duas espécies diferentes de vírus que fizeram com que os coelhos desenvolvessem tumores e fossem impedidos de se reproduzirem. Ainda assim, embora a população de coelhos tenha sido reduzida e esteja controlada, o problema não foi completamente resolvido, visto que os indivíduos da espécie alienígena voltam a se multiplicar em certos períodos. Por mais domínio que um cientista tenha sobre um assunto, estará sempre distante de entender e controlar todos os fatores que mantêm o equilíbrio de um sistema.

3.2 ARGUMENTOS A FAVOR E CONTRA O USO DA TÉCNICA

Com relação à terapia gênica em linha terminal, a posição majoritária é no sentido de sua impossibilidade e os argumentos que embasam essa posição serão a seguir expostos.

Inicialmente, deve-se entender que a utilização da técnica é extremamente arriscada, pelo fato de não ser possível que se prevejam as suas consequências no longo prazo. E, embora a simples existência de riscos não seja argumento suficiente para que não se aplique determinada técnica – até porque qualquer técnica traz riscos –, não se pode admitir que mudanças genéticas transmissíveis a futuras gerações sejam implantadas indiscriminadamente. De fato, sua aplicação de forma indiscriminada pode acarretar consequências inimagináveis, pelas muitas incertezas científicas quanto ao seu resultado. Como os cientistas não possuem meios suficientes para conhecer todas as variáveis que pairam em torno da atuação de um conjunto específico de genes, sua supressão ou substituição pode levar a sequelas completamente imprevisíveis.

Deve-se, além disso, acrescentar que esses resultados inesperados serão transmissíveis ao longo de gerações, o que é capaz de agravar ainda mais as suas consequências, uma vez que não será possível impor que os seus portadores deixem de gerar descendentes.

¹⁸ Ibidem, p. 176.

¹⁹ BBC. O vírus que o governo australiano importou da América do Sul para matar coelhos, 27 maio 2018. BBC. Disponível em: <https://www.bbc.com/portuguese/internacional-44275162>. Acesso em: 28 nov. 2019.

Outra consequência da disseminação dessas tecnologias, sem a imposição de claras fronteiras ao seu uso, é a possibilidade de que caiam em mãos de pessoas inescrupulosas, ávidas por produzirem novas formas de vida, e mesmo de terroristas, desejosos pela confecção de armas biológicas.

Há também quem argumente ser o genoma sagrado. A própria Unesco consagrou o genoma humano como patrimônio da humanidade, na Declaração Universal sobre o Genoma Humano e os Direitos Humanos. Nesse sentido: “Artigo 1. O *genoma humano* constitui a base da *unidade fundamental de todos os membros da família humana* bem como de sua *inerente dignidade e diversidade*. Num sentido simbólico, é o *patrimônio da humanidade*”²⁰.

Em seguida, em seus artigos 11 e 12, o mencionado diploma normativo²¹ assim dispõe:

Artigo 11

Práticas contrárias à dignidade humana, tais como a clonagem de seres humanos, não devem ser permitidas. Estados e organizações internacionais competentes são chamados a cooperar na identificação de tais práticas e a tomar, em nível nacional ou internacional, as medidas necessárias para assegurar o respeito aos princípios estabelecidos na presente Declaração.

Artigo 12

a) Os *benefícios dos avanços na biologia, na genética e na medicina*, relacionados ao *genoma humano*, devem ser *disponibilizados a todos*, com a devida consideração *pela dignidade e pelos direitos humanos* de cada indivíduo.

b) A *liberdade da pesquisa*, necessária ao avanço do conhecimento, é parte da *liberdade de pensamento*. As aplicações da pesquisa, incluindo aquelas realizadas nos campos da biologia, da genética e da medicina, envolvendo o genoma humano, devem buscar o *alívio do sofrimento e a melhoria da saúde* de indivíduos e da humanidade como um todo.

110 Assim, o que se passa a questionar é se a edição genética viola o acima disposto. Até que ponto a intervenção no genoma humano, com o intuito de trazer melhora de vida a portadores de enfermidades, reduzindo-lhe o sofrimento, viola a dignidade da pessoa humana?

Talvez o melhor entendimento seja no sentido de não ser aconselhável que se adote qualquer posicionamento radical. Se, por um lado, a manipulação em genes humanos assusta por trazer enormes incertezas quanto a seus resultados a curto, médio e longo prazo, não deve ser totalmente desprezada, uma vez que não se pode renunciar aos benefícios que essas pesquisas podem trazer.

Não se pode deixar de mencionar que certas terapias, cuja viabilidade já é vislumbrável, poderiam proporcionar grandes avanços à medicina. Isso em razão do fato de a tecnologia CRISPR-CAS9 permitir que se substituam genes disfuncionais por outros sadios.

O que deve ser feito para que sejam evitados os mencionados desvios é a imposição de regras restritivas na pesquisa, de modo a serem impedidos abusos no seu exercício. Não se deve optar por simplesmente não se realizarem as aludidas pesquisas, mas pela sua realização de modo consciente.

Nesse sentido, a Academia Nacional de Ciências, a respeito da edição do genoma humano, traz critérios para o uso da edição genética²², quais sejam:

1. A ausência de outras alternativas razoáveis;
2. Restringir a edição de genes que possa causar uma doença ou condição grave;
3. Existência de dados pré-clínicos e/ou clínicos críveis sobre riscos e potenciais benefícios para a saúde;

²⁰ UNESCO. Declaração Universal sobre o Genoma Humano e os Direitos Humanos, de 11 de novembro de 1997. UNESCO, 1997. Disponível em: <http://unesdoc.unesco.org/images/0012/001229/122990por.pdf>. (Grifo nosso). Acesso em: 24 nov. 2019.

²¹ Ibidem.

²² ACADEMIAS de Ciências e de Medicina dos EUA admitem edição genética de embriões humanos no futuro; G1, 14 fev, 2017. Disponível em: <https://g1.globo.com/ciencia-e-saude/noticia/academias-de-ciencias-e-de-medicina-dos-eua-admitem-edicao-genetica-de-embrioes-humanos-no-futuro.ghtml>. Acesso em: 06 dez. 2019.

4. Supervisão contínua e rigorosa durante os ensaios clínicos;
5. Planos abrangentes para o acompanhamento da geração atual e das seguintes a longo prazo;
6. Reavaliação contínua dos benefícios e riscos para a saúde e a sociedade.

3.3 OS RISCOS TRAZIDOS PELA TECNOLOGIA CRISPR/CAS9

No que tange à melhora do genoma humano, há motivos para preocupação. E isso se dá porque muito do que há alguns anos parecia pertencer aos filmes de ficção científica, hoje se apresenta como realidade fática.

Afinal, o que seria melhorar o homem? Está aí uma reflexão que não pode deixar de ser feita. Onde começa e onde termina o direito que têm os seres humanos de buscar o aperfeiçoamento de suas habilidades e mesmo de fazê-lo por meio de intervenções médicas?

Por outro lado, a busca por melhorar o indivíduo acaba por melhorar o mundo. Entretanto, ao passo que as terapias possuem critérios mais objetivos, a melhora não segue os mesmos padrões, uma vez que aquilo que se considera “bom” ou “mau” não é universal, ou seja, varia de acordo com a época e com o local²³.

Outro perigo trazido por essa tecnologia é o risco de que possa cair em mãos erradas. Não é difícil que se preveja a perspectiva de tal situação no cenário mundial contemporâneo, no qual os ataques terroristas são frequentes e utilizam as mais criativas armas de que dispõem. Nesse sentido,

Em julho 2017, no decurso de uma conferência internacional sobre o hacking, em Las Vegas, John Sotos, diretor médico do Intel afirmou que as mesmas tecnologias médicas que permitem, por exemplo, escolher como algo apenas as células cancerosas, poderiam consentir à engenharia genética, no futuro, criar uma arma biológica que ataque apenas indivíduos com particulares características genéticas, por exemplo os membros de uma certa família ou etnia de proveniência²⁴.

Sendo assim, ainda que certas tecnologias não se encontrem disponíveis ou mesmo regulamentadas, não se está muito distante de que isso possa acontecer. Reitere-se que é imprescindível que sejam levantados todos os questionamentos acerca do assunto, antes que isso ocorra, o que não parece estar muito distante²⁵.

111

4 A IMPORTÂNCIA DA DIGNIDADE DA PESSOA HUMANA ANTE A EVOLUÇÃO DA CIÊNCIA

A seguir, considera-se, primeiro, o princípio da dignidade da pessoa humana, elevado a fundamento da República Federativa do Brasil, para depois verificar se tal princípio deva ser aplicado na área da eugenia. Por fim apresenta-se e comenta-se um ‘fato recente’: o de ter sido editadas geneticamente duas crianças, na China, tornando-as imunes ao vírus do HIV.

4.1 O PRINCÍPIO DA DIGNIDADE DA PESSOA HUMANA

O princípio da dignidade da pessoa humana está previsto na Constituição Federal, elevado a fundamento da República Federativa do Brasil, conforme abaixo reproduzido *in verbis*:

²³ BERGEL, op. cit., p. 460.

²⁴ BRASIL247. Edição do genoma: o que é, afinal, a técnica CRISPR. Brasil 247, 08 set. 2017. Disponível em: https://www.brasil247.com/pt/247/revista_oasis/316191/Edi%C3%A7%C3%A3o-do-genoma-O-que-%C3%A9-afinal-a-t%C3%A9cnica-Crispr.htm. Acesso em: 29 nov. 2019.

²⁵ MELDOLESI, op. cit.

Art. 1º. A República Federativa do Brasil, formada pela união indissolúvel dos Estados e Municípios e do Distrito Federal, constitui-se em Estado Democrático de Direito e tem como fundamentos:
[...] III – a dignidade da pessoa humana²⁶.

Em razão da sua singular importância, tal princípio topograficamente recebeu um lugar privilegiado, logo no início da Constituição. O valor dessa dignidade tem sua base no fato de o homem possuir consciência, ter sido criado à imagem e semelhança de Deus, conforme a tradição milenar do pensamento cristão. Ainda que esse atributo nem sempre tenha sido reconhecido, e ainda não o seja no âmbito de algumas culturas, não se pode negar que sua existência remonta do próprio surgimento do homem no planeta²⁷.

A dignidade é um atributo que qualquer ser humano possui, pelo simples fato de ostentar essa condição. Não se relaciona com sua etnia, seu modo de viver, seu grau de escolaridade, sua personalidade etc. Assim, para ser titular de dignidade, basta pertencer à raça humana.

É bom lembrar que, no âmbito internacional, vários documentos foram produzidos, aos quais o Brasil fez adesão. Assim, tendo em vista esse princípio, serão feitas algumas considerações.

4.2 A EUGENIA E A DIGNIDADE DA PESSOA HUMANA

O termo “eugenia” vem há muito sendo associado a uma tentativa de aperfeiçoamento da raça humana, o que remete a uma série de preocupações. Primeiramente, há que se considerar que essa possibilidade de melhoria na raça, em muitos casos, associa-se a um desejo de controle populacional, e mesmo das características dos componentes de uma sociedade, desejo esse que remonta aos primórdios da história.

Todavia, deve-se ter em mente que o que se vislumbra atualmente é a possibilidade de uma eugenia privada, a qual se relaciona muito mais com a ideia de que os genitores evitem o nascimento de uma criança portadora de doenças genéticas do que com a atuação do Estado no sentido de se escolherem os melhores caracteres que os bebês devem trazer. É por isso que mostra ser de extrema relevância que fronteiras sejam estabelecidas²⁸.

Quando se fala em uma futura geração, ou seja, em um indivíduo que sequer foi concebido, questiona-se quanto ao fato de se atribuir dignidade a alguém cuja existência é meramente hipotética. Todavia, quanto aos genitores, não se pode dizer o mesmo, visto que eles sim ostentam o direito de produzir prole sadia e com o mínimo de riscos que apenas eles poderiam assumir²⁹.

Opõem-se a esse argumento aqueles favoráveis ao apelo evolucionista. Assim, como a eugenia negativa apenas suprime doenças hereditárias, sem trazer novas características ao ser humano, está ela muito mais ligada à medicina do que à engenharia genética, razão pela qual deve ser fomentada³⁰.

O que se afirma, nesse contexto, é que a patologia seria abolida pela seleção natural, caso não fossem utilizados recursos médicos, como, por exemplo, no caso do *diabetes*, cujo portador raramente chegaria à idade reprodutiva caso não fizesse uso de insulina. Assim, o seu portador deveria, em benefício das gerações futuras, se submeter ao tratamento propiciado pela eugenia negativa, que não é mais que uma extensão de procedimentos médicos já existentes³¹.

Não se pode olvidar tampouco que, sob outro prisma, a dignidade da pessoa humana também é agredida quando, diante da possibilidade de que combata e evite enfermidades que assolam os homens, a ciência se mantenha

²⁶ BRASIL. Constituição (1988). Constituição da República Federativa do Brasil. Texto constitucional promulgado em 5 de outubro de 1988 com alterações até a Emenda Constitucional nº 99 de 2017. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Constituicao/Constituicao.htm. Acesso em: 28 nov. 2019.

²⁷ LEMISZ, Ivone Balao. O princípio da dignidade da pessoa humana: reflexão sobre o princípio da dignidade humana à luz da Constituição Federal. *DireitoNet*, 25 mar. 2010. Disponível em: <https://www.direitonet.com.br/artigos/exibir/5649/O-principio-da-dignidade-da-pessoa-humana>. Acesso em: 04 dez. 2019.

²⁸ BERGEL, op. cit., p. 457-458.

²⁹ JONAS, op. cit., p. 182.

³⁰ *Ibidem*, p. 182-183.

³¹ JONAS, op. cit.

inerte. Havendo tecnologias disponíveis que possam retirar indivíduos da dor e do sofrimento, devem ser elas implantadas, salvo quando os riscos que trouxerem forem maiores que os benefícios que proporcionarão.

A simples invocação do princípio da precaução não afasta a possibilidade do uso da CRISPR-CAS9, incluindo as terapias em linha germinal, uma vez que qualquer terapia hoje utilizada, quando de seu surgimento, carrega consigo incertezas.

Nesse sentido, seria incoerente alegar o princípio da dignidade da pessoa humana como razão para não se desenvolver uma tecnologia que traria inúmeros benefícios a pessoas portadoras de enfermidades congênitas.

Por outro lado, pela irreversibilidade de certas técnicas, aplicadas a um indivíduo e transmitidas às gerações posteriores a ele, qualquer intervenção deve passar por filtros éticos e análise criteriosa.

Quando se fala em eugenia, ou intervenção voltada à melhora de um ser humano, está se diante de uma discussão mais delicada e, acima de tudo, com nuances muito mais complexas. E isso se deve a diversos fatores aqui analisados e expostos, de maneira concisa.

Inicialmente é importante destacar que, no passado, os filósofos criaram uma concepção de “vida boa”, que seria algo como uma ética universalmente aceita e que deveria ser perseguida por todos. Nos tempos atuais, entende-se, especialmente à luz do princípio da dignidade da pessoa humana, que a cada indivíduo deve ser dada a liberdade para fazer suas próprias escolhas.

O planejamento genético poderia constituir-se em algo que feriria o direito de alguém ser como quisesse, ou, pelo menos, atingiria o direito de ter suas características aleatoriamente determinadas por fatores naturais. Uma pessoa que tivesse sua estrutura genética modificada pelo capricho de seus pais poderia sentir-se, em algum momento de sua vida, desconfortável com esses caracteres e no direito de responsabilizá-los pelas escolhas a ela impostas. Nesse sentido, assim diz Habermas: “Com a decisão irreversível que uma pessoa toma em relação à constituição ‘natural’ de outra, surge uma relação interpessoal desconhecida até o presente momento”³².

Além disso, a sociedade muda constantemente e muitas características consideradas “positivas” no passado, hoje são vistas como extremamente desfavoráveis. Sendo assim, caso seja dada ao homem a possibilidade de escolher características de seus descendentes, há que se aceitar que essa edição genética pode vir a produzir indivíduos que, talvez, no futuro, não se adequem perfeitamente a exigências sociais e se revoltam pela intervenção que sofreram.

Deve-se acrescentar que a mudança artificial do genoma humano, com vistas à “melhora da espécie”, reduziria a diversidade natural, impedindo as manifestações fenotípicas e genotípicas mais variadas, decorrentes da evolução natural, a qual acontece no decorrer de milênios³³.

Por fim, aborda-se a tentativa de se construir super-humanos com técnicas de eugenia e suas implicações sociais. Afinal, caso se entenda pela possibilidade de edição genética de humanos com o fim de melhora da raça, quem teria acesso a essas tecnologias?

Não seria a primeira vez na história da humanidade em que apenas os mais privilegiados social e financeiramente poderiam usufruir dos mais modernos recursos de aperfeiçoamento pessoal. Todavia, pelas peculiaridades da engenharia genética, as consequências disso poderiam ser mais duras que aquelas relacionadas a outros métodos.

Quando em 1876, Cesare Lombroso publicou a obra conhecida como “O homem delinquente”, trazendo o conceito de criminoso nato, abriu-se uma porta para toda espécie de discriminações. O criminoso teria, segundo ele, uma propensão, decorrente de caracteres físicos e psicológicos, que o tornaria mais propenso a delinquir. À luz do princípio da dignidade da pessoa humana, esse tipo de ideia não pode prosperar³⁴.

³² HABERMAS, op. cit. p. 20.

³³ JONAS, op. cit., p. 188-189.

³⁴ FERNANDES, Bianca da Silva. Cesare Lombroso e a teoria do criminoso nato. Jusbrasil, 2018. Disponível em <https://canalcienciascriminais.jusbrasil.com.br/artigos/625021486/cesare-lombroso-e-a-teoria-do-criminoso-nato>. Acesso em: 27 nov. 2019.

É importante lembrar também que a Alemanha nazista chocou a humanidade com ideais extremos de eugenia, segundo os quais “raças inferiores” deveriam ser exterminadas e “raças superiores”, assim entendidas as de origem nórdica, ocupariam todo o mundo. Essas ideias tentaram justificar o Holocausto³⁵.

Além do Nazismo, diversos outros pensamentos racistas e discriminatórios utilizaram conceitos como os de “raça pura”, “higiene e profilaxia social”, assim como outros, para justificar suas ideias.

Acrescente-se que o próprio fato de surgirem indivíduos considerados “superiores” e “inferiores” poderá levar à classificação das condutas em desviantes ou não, com base no grupo do qual advêm. Isso já ocorre hoje em relação aos adeptos da “Teoria do *Labeling Approach*” ou “etiquetamento”, que leva à criação de leis que selecionam determinados comportamentos como desviantes, ou irregulares, com base em interesses da sociedade³⁶.

Entretanto, como se sabe, é da natureza do homem criar generalizações e estereótipos, e a manipulação genética realizada em humanos, que passarão a ostentar as características consideradas “privilegiadas” pelo grupo social que as escolheu, apenas fomentará esse comportamento.

Os portadores de genes “melhorados” poderão entender serem seus interesses “superiores” aos daqueles cujos ascendentes não tiveram acesso a esse tipo de tecnologia, o que levará a uma artificial produção de desigualdade social. Essa desigualdade será refletida também no fato de os portadores de genes considerados “inferiores” se sentirem vitimizados ao ponto de justificarem suas condutas reprováveis com o argumento de não possuírem esses caracteres.

Afinal, o que seriam as “características desejáveis”? Um homem deve ser forte ou sensível? Deve exibir um comportamento apaixonado ou tranquilo? Deve ser determinado ou flexível? Disciplinado ou criativo? Há aí características mais difíceis de serem classificadas como “boas” ou “más”, do que enfermidades, tais quais a epilepsia e o *diabetes*³⁷.

Ficam, assim, os questionamentos: como será o futuro da raça humana caso seja permitida a edição genética com vistas ao aperfeiçoamento do genoma? Quem terá acesso a esses métodos? A quem será dada a incumbência de escolher quais são as características ideais? Surgirão duas sub-raças, uma com caracteres superiores, capacidades otimizadas, saúde perfeita e outra sem acesso a tudo isso? Haverá discriminação, preconceito, racismo? Ocorrerá a intensificação da política criminal do *Labeling Approach* (etiquetamento social)?

Assim, faz-se necessário que as escolhas sejam feitas de forma racional e consciente.

4.3 FATO RECENTE

Nos dias atuais, há poucos tratados internacionais que abordem a edição genética em humano. Entretanto, por uma série de notícias recentes, há quem se posicione pela necessidade de sua criação. Assim afirma Luís Montoliu, pesquisador do Centro Nacional de Biotecnologia e fundador da Sociedade Internacional para as Tecnologias Transgênicas, em entrevista concedida ao jornal El País, após anúncio de que a China teria editado geneticamente duas crianças, tornando-as imunes ao vírus do HIV, alguns meses atrás.

Nesse ano lançamos em Paris a Associação para a Pesquisa Responsável e Inovação em Edição Genética (ARRIGE, na sigla em inglês). O órgão foi incorporado à Unesco. Uma de nossas propostas é impulsionar a governança internacional, mas somos conscientes de que é muito difícil. Existem poucos tratados que tenham alcance mundial, além da Declaração Universal dos Direitos Humanos. Talvez seja o momento de fazer um tratado internacional para regulamentar a edição genética. O que parece ter acontecido na China obrigaria a existência de uma legislação internacional³⁸.

³⁵ CABETTE, Eduardo Luiz Santos. Criminologia genética: perspectivas e perigos. Curitiba: Juruá, 2008.

³⁶ Ibidem.

³⁷ JONAS, op. cit., p. 187.

³⁸ ANSEDE, Manuel. Com modificação genética em bebês, China criou uma nova estirpe de humanos: pesquisador lamenta a suposta criação de duas meninas modificadas geneticamente na China. El País, 27 nov. 2018. Disponível em: https://brasil.elpais.com/brasil/2018/11/26/ciencia/1543253567_659329.html. Acesso em: 06 dez. 2019.

Essa notícia alarmou toda a comunidade científica. Além disso, He Jiankui, o cientista chinês que afirmou ter realizado o experimento, explicou que estava orgulhoso de seu trabalho, o qual “tem mais a ver com saúde pública do que com ‘design de bebês’”. Segundo ele, o pai das meninas era portador do vírus HIV e não queria que suas filhas passassem pelo sofrimento por que ele passou³⁹.

Segundo He Jiankui, em pronunciamento em evento científico, em Honk Kong, em dezembro de 2018, os bebês já nasceram e são imunes ao vírus do HIV. Pela polêmica pesquisa por ele supostamente realizada, o cientista está sendo denominado de “Frankenstein da China”⁴⁰.

Nesse contexto, o governo chinês afirmou que irá punir o cientista e demais envolvidos no projeto. No entanto, notícias assim demonstram a fragilidade do sistema de controle no que diz respeito a pesquisas em seres humanos, especialmente as que envolvem edição genética, e a necessidade de que regulamentação eficiente seja implementada.

5 CONCLUSÃO

Assim, com base no acima exposto, a engenharia genética, e, em especial a tecnologia CRISPR/CAS9, deve ser utilizada de maneira cautelosa e mediante forte reflexão.

Seu uso para tratamento de enfermidades mostra-se bastante sensato, posto que, diante de disponibilização de recursos terapêuticos que tragam mais benefícios que riscos, devem ser estes aplicados. Com efeito, o princípio da dignidade da pessoa humana mostrar-se-ia violado, caso isso não fosse observado.

No que tange à eugenia, maior rigor deve ser observado, razão pela qual políticas de regulamentação e fiscalização devem ser implantadas.

Como se viu, a eugenia não deve ser realizada de forma irrestrita, embora tampouco deva ser totalmente descartada. O que se deve evitar é uma “eugenia liberal”, que permita a aplicação desviada da engenharia genética em seres humanos, sem quaisquer limites.

Acrescente-se que, quando se entra na seara da modificação do genoma humano com fins de melhora, transmissível a futuras gerações, há que se refletir com ainda mais precaução.

Estamos diante de uma nova era, em que o homem deixa de ser o sujeito das pesquisas e passa a ser seu objeto. E, embora ainda não seja tecnicamente viável a manipulação do genoma humano com vistas à melhora de sua genética, é necessário que não se descarte essa possibilidade, em um futuro próximo.

E fica uma pergunta: quem estabelecerá e como serão estabelecidas as barreiras, as fronteiras que protegerão a dignidade humana?

Nesse sentido, concorda-se que, antes mesmo do desenvolvimento de pesquisas, devem ser questionados os seus métodos e as consequências de seus resultados, suas implicações éticas e sociais, inclusive do ponto de vista jurídico. E, diante de inéditas técnicas, novos limites precisam ser fixados, razão pela qual a ponderação da relação entre benefícios e prejuízos deve ser estabelecida.

REFERÊNCIAS

ACADEMIAS de Ciências e de Medicina dos EUA admitem edição genética de embriões humanos no futuro; **G1**, 14 fev, 2017. Disponível em: <https://g1.globo.com/ciencia-e-saude/noticia/academias-de-ciencias-e-de-medicina-dos-eua-admitem-edicao-genetica-de-embrioes-humanos-no-futuro.ghtml>. Acesso em: 06 dez. 2018.

³⁹ BELLUZ, Julia. Is the CRISPR baby controversy the start of a terrifying new chapter in gene editing? He Jiankui reminds us scientists can use CRISPR to quietly meddle with the human genome — without oversight. *Vox*, 03 dez. 2018. Tradução nossa. Disponível em: <https://www.vox.com/science-and-health/2018/11/30/18119589/crispr-technology-he-jiankui>. Acesso em: 06 dez. 2019.

⁴⁰ CHINÊS, op. cit.

ANSEDE, Manuel. Com modificação genética em bebês, China criou uma nova estirpe de humanos: pesquisador lamenta a suposta criação de duas meninas modificadas geneticamente na China. **El País**, 27 nov. 2018. Disponível em: https://brasil.elpais.com/brasil/2018/11/26/ciencia/1543253567_659329.html. Acesso em: 06 dez. 2018.

BELLUZ, Julia. Is the CRISPR baby controversy the start of a terrifying new chapter in gene editing? He Jiankui reminds us scientists can use CRISPR to quietly meddle with the human genome — without oversight. **Vox**, 03 dez. 2018. Disponível em: <https://www.vox.com/science-and-health/2018/11/30/18119589/crispr-technology-he-jiankui>. Acesso em: 06 dez. 2018.

BBC. O vírus que o governo australiano importou da América do Sul para matar coelhos, 27 maio 2018. **BBC**. Disponível em: <https://www.bbc.com/portuguese/internacional-44275162>. Acesso em: 28 nov. 2018.

BERGEL, Salvador Dario. O impacto ético das novas tecnologias de edição genética. **Revista Bioética**, Brasília, v. 25, n. 3, p. 454-461, 2017. Disponível em: http://www.scielo.br/pdf/bioet/v25n3/pt_1983-8042-bioet-25-03-0454.pdf. Acesso em: 21 nov. 2018.

BRASIL. Constituição (1988). **Constituição da República Federativa do Brasil**. Texto constitucional promulgado em 5 de outubro de 1988 com alterações até a Emenda Constitucional nº 99 de 2017. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Constituicao/Constituicao.htm. Acesso em: 28 nov. 2018.

BRASIL247. Edição do genoma: o que é, afinal, a técnica CRISPR. **Brasil 247**, 08 set. 2017. Disponível em: https://www.brasil247.com/pt/247/revista_oasis/316191/Edi%C3%A7%C3%A3o-do-genoma-O-que-%C3%A9-afinal-a-t%C3%A9cnica-Crispr.htm. Acesso em: 29 nov. 2018.

116

CABETTE, Eduardo Luiz Santos. **Criminologia genética: perspectivas e perigos**. Curitiba: Juruá, 2008.

CHINÊS que diz ter editado genes de bebês desaparece e levanta suspeita de prisão, dizem jornais: universidade nega que He Jiankui tenha sido preso; cientista não é encontrado desde a última quarta-feira, após evento em Hong Kong. **GLOBO**, 03 dez. 2018. Disponível em: <https://g1.globo.com/ciencia-e-saude/noticia/2018/12/03/chines-que-diz-ter-editado-genes-de-bebes-desaparece-e-levanta-suspeita-de-prisao-dizem-jornais-do-pais.ghtml>. Acesso em: 05 dez. 2018.

CÓDIGO DE ÉTICA. Bioética. **Código de Ética**. Disponível em: <http://codigo-de-etica.info/etica-medica/bioetica.html>. Acesso em: 05 dez. 2018.

DEL CONT, Valdeir. Francis Galton: eugenia e hereditariedade. **Scientiae Studia**, São Paulo, v. 6, n. 2, p. 201-218, abr./jun. 2008. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1678-31662008000200004. Acesso em: 10 fev. 2019.

FERNANDES, Bianca da Silva. Cesare Lombroso e a teoria do criminoso nato. **Jusbrasil**, 2018. Disponível em <https://canalcienciascriminais.jusbrasil.com.br/artigos/625021486/cesare-lombroso-e-a-teoria-do-criminoso-nato>. Acesso em: 27 nov. 2018.

HABERMAS, Jürgen. **O futuro da natureza humana: a caminho de uma eugenia liberal?** Tradução de Karina Jannini. São Paulo: Martins Fontes, 2010.

JONAS, Hans. **Técnica, medicina e ética: sobre a prática do princípio da responsabilidade**. Tradução do Grupo de Trabalho Hans Jonas da ANPOF. São Paulo: Paulus, 2013.

LEMISZ, Ivone Balao. O princípio da dignidade da pessoa humana: reflexão sobre o princípio da dignidade humana à luz da Constituição Federal. **DireitoNet**, 25 mar. 2010. Disponível em: <https://www.direitonet.com.br/artigos/exibir/5649/O-principio-da-dignidade-da-pessoa-humana>. Acesso em: 04 dez. 2018.

MELDAU, Débora Carvalho. Eugenia. **Infoescola**. Disponível em: <https://www.infoescola.com/genetica/eugenia/>. Acesso em: 29 nov. 2018.

MELDOLESI, Anna. Edição do genoma: o que é, afinal, a técnica Crispr. **Equipe Oásis**, 8 set. 2017. Disponível em: https://www.brasil247.com/pt/247/revista_oasis/316191/Edi%C3%A7%C3%A3o-do-genoma-O-que-%C3%A9-afinal-at%C3%A9cnica-Crispr.htm. Acesso em: 27 nov. 2018.

MENDES, Ingrid Sandy; APÓSTOLO, Rodrigo Augusto Cunha. CRISPR-CAS9: implicações técnicas e sociais. *In*: CONGRESSO DE TECNOLOGIAS APLICADAS AO DIREITO, 1., Belo Horizonte, 2017. **Anais** [...]. Disponível em: <https://www.conpedi.org.br/publicacoes/6rie284y/3j3zda80/3v3SSjG20erzr138.pdf>. Acesso em: 26 nov. 2018.

UNESCO. Declaração Universal sobre o Genoma Humano e os Direitos Humanos, de 11 de novembro de 1997. UNESCO, 1997. Disponível em: <http://unesdoc.unesco.org/images/0012/001229/122990por.pdf>. Acesso em: 24 nov. 2018.