

SERÃO A TERAPIA GENÉTICA E A
ENGENHARIA GENÉTICA DE
MELHORAMENTO MORALMENTE
ACEITÁVEIS?

Augusto Santos

Menção Honrosa

Ensaio Filosófico no Ensino Secundário

Sétima Edição

2021

Ficha técnica

Título: Serão a terapia genética e a engenharia genética de melhoramento moralmente aceitáveis?

Autor: Augusto Santos

Menção Honrosa atribuída na sétima edição do concurso *Ensaio Filosófico no Ensino Secundário*, promovido pela Associação de Professores de Filosofia e realizado em parceria com a Rede de Bibliotecas Escolares

Professora orientadora

Ana Campo

Escola: Agrupamento de Escolas Coelho e Castro

Edição

Associação de Professores de Filosofia, Coimbra - 2021



Este trabalho está licenciado com a licença Creative Commons Atribuição-NãoComercial-SemDerivações 4.0 Internacional License.

Neste ensaio filosófico abordarei questões éticas relacionadas com a *terapia genética* e a *engenharia genética de melhoramento*, tendo em conta critérios tais como a *prevalência debenefícios sobre os riscos*, a *dignidade da pessoa humana* e a *justiça distributiva*. Pretendo também demonstrar, através dos critérios já descritos, as razões pelas quais a terapia genética deve ser considerada moralmente aceitável, mas não a engenharia genética de melhoramento.

Na sociedade atual, o problema que abordo neste ensaio filosófico ganha mais e mais importância, à medida que vão sendo criados e aperfeiçoados novos procedimentos que permitem a alteração do genoma humano com mais perfeição e precisão, tornando-se importante e até necessário o debate relativo à ética por detrás de tais procedimentos.

É importante, contudo, distinguir e explicar os conceitos de *terapia genética* e de *engenharia genética de melhoramento*. *Terapia genética* é definida como qualquer tratamento que mude a função do gene, no entanto é frequentemente descrita como a inserção de genes “normais” nas células de uma pessoa que não apresenta esses genes devido a um distúrbio genético específico. Esta técnica é também chamada de terapia de inserção genética ou terapia de inserção de genes. A *engenharia genética de melhoramento* corresponde ao estudo e aplicação de um conjunto de técnicas de biologia molecular e embriologia utilizadas em seres vivos para aumentar a frequência de genes desejáveis em indivíduos de uma população.

Os problemas éticos relacionados com a *terapia genética* e com a *engenharia genética de melhoramento* são temas extremamente debatidos e por essa razão as opiniões quanto ao seu enquadramento ético diferem bastante.

Embora em reduzido número, são vários os autores que possuem opiniões mais conservadoras quanto à *terapia genética*, defendendo que qualquer juízo moral sobre este procedimento deve aguardar por mais dados científicos. Quanto à *engenharia genética de melhoramento*, são quase unânimes as opiniões de que este procedimento não é ético ou moralmente aceitável. Ambos os procedimentos estão ainda em fase de desenvolvimento, embora a *terapia genética* já esteja numa fase de experimentação mais avançada. Por esta razão a análise ética e moral destes dois procedimentos tem de ser feita com base nos dados atuais e em algumas previsões suportadas por estatísticas e baseadas em dados obtidos experimentalmente.

Como já referido anteriormente, a tese defendida neste ensaio filosófico afirma que a *terapia genética* deve ser considerada moralmente aceitável e por isso a sua prática deve ser efetuada, normalizada e melhorada, mas que, a *engenharia genética de melhoramento* não deve ser considerada moralmente aceitável e a sua prática não deve ser aceite.

Começaremos a análise dos dois procedimentos pela *terapia genética*, sendo a *prevalência de benefícios sobre os riscos* o primeiro critério a ser considerado. Uma vez que a *terapia genética* é um procedimento relativamente recente, a sua experimentação em humanos e até mesmo em animais é ainda reduzida, pelo que as consequências da inserção de genes “normais” são ainda, na sua maioria, desconhecidas, principalmente a longo prazo e até após várias gerações. Assim sendo, não existem garantias que (1) os genes inseridos permaneçam no lugar onde foram colocados tempo suficiente para se tornarem efetivos, (2) os genes sejam devidamente regulados e produzidos em quantidades adequadas e (3) não existam efeitos secundários negativos.

Contudo, os poucos estudos que já foram realizados demonstram a inexistência de efeitos negativos graves a curto/médio prazo e, além disso, demonstram também que, nos casos em que esta terapia surte efeito, a qualidade de vida do paciente melhora de uma forma gigantesca.

Para percebermos melhor o efeito que este procedimento pode ter na vida de uma pessoa, recuaremos a 1990, ano em que se realizou a primeira *terapia genética* num ser humano, de que há registo. A paciente que sofreu este procedimento tinha quatro anos de idade e sofria de Imunodeficiência Severa Combinada, causada pela ausência da enzima desaminase da adenosina (ADA). Esta deficiência enzimática fazia com que substâncias tóxicas ficassem retidas e acumuladas nos linfócitos T e em alguns linfócitos B (linfócitos correspondem a glóbulos brancos), impedindo os mesmos de produzir anticorpos, deixando assim o paciente vulnerável a qualquer tipo de infeção. Este paciente, caso não tivesse recebido este tratamento, teria de passar toda a sua vida encerrada num mesmo compartimento esterilizado e rodeado de materiais hipoalergénicos, uma vez que o contacto com um qualquer agente estranho poderia causar a sua morte, o que acontecia na adolescência para a maioria dos pacientes com esta condição na década de noventa. Contudo, após a execução do procedimento, ou seja, após terem sido recolhidos linfócitos T do sangue do paciente, de neles ter sido introduzido o gene “normal” que o paciente não possuía e de estes terem sido restituídos à corrente sanguínea do paciente, a sua condição melhorou imenso, o que lhe permitiu algum reduzido contacto com a natureza e lhe concedeu uma esperança de vida superior ao normal.

Porém, é importante ter em mente que este procedimento foi algo “amador”, por se tratar do primeiro e tinha uma duração reduzida, ou seja, o resultado não era permanente e o procedimento tinha de ser repetido após algum tempo, enquanto que os procedimentos em fase de testes realizados atualmente têm já em mente uma resolução permanente dos problemas do paciente (note-se que o procedimento não

causava qualquer transtorno ou dor no paciente, assemelhando-se bastante ao procedimento realizado quando se retira sangue para análises). Por todas as razões acima citadas e de acordo com os dados científicos existentes até ao momento, podemos concluir que a *terapia genética* ultrapassa, com sucesso, este primeiro critério considerado, uma vez que os benefícios produzidos por este procedimento excedem, por larga escala, quaisquer efeitos negativos que possam hipoteticamente existir a longo prazo.

Prosseguiremos com a análise da *terapia genética*, agora segundo o critério da *dignidade da pessoa humana*, que afirma que o interesse científico da investigação nunca se pode sobrepor ao interesse da saúde do paciente. Retornando ao exemplo apresentado acima, podemos facilmente perceber que este procedimento está completamente de acordo com este critério, uma vez que os resultados científicos que realmente importam e pelos quais a comunidade científica anseia são os resultados a longo prazo, que raramente são obtidos, uma vez que as pessoas sujeitas a estes procedimentos possuem, na maioria dos casos, doenças de elevada gravidade. Assim sendo, os benefícios retirados da *terapia genética* estão, na sua generalidade, relacionados com o interesse próprio do paciente e não com a investigação científica que acaba por acompanhar. É também importante salientar o papel crucial que o consentimento informado possui em todo este processo, pois é ele que garante a disponibilidade e vontade do paciente de ser submetido ao procedimento e que legitima todo o acompanhamento científico que se lhe segue.

Terminamos a análise ética da *terapia genética* com o critério da *justiça distributiva*. Como já foi referido enumeras vezes ao longo deste ensaio filosófico, a terapia genética está ainda numa fase muito inicial de desenvolvimento e, por isso, é um procedimento utilizado apenas em pacientes com doenças bastante raras e graves; por esta razão o problema da justiça distributiva ainda não se coloca. Contudo, com o desenvolvimento e melhoramento deste procedimento, ele tornar-se-á mais banal e a sua aplicação atingirá um leque mais completo de doenças, atingindo assim doenças também mais comuns.

Quando este momento chegar, a justiça distributiva será crucial, pelo que é necessário que sejam criados critérios de seleção e protocolos, que sejam posteriormente submetidos a avaliação por parte de comissões éticas e científicas, de forma a que quando a *terapia genética* atingir o grau de desenvolvimento acima descrito existam já padrões de ação definidos e que os profissionais de saúde saibam já fazer a seleção de pacientes (será também importante o supervisionamento do processo de seleção de forma a não permitir subornos ou vigarices).

Além de tudo isto, o capital investido no desenvolvimento deste procedimento e no aperfeiçoamento da tecnologia que ele necessita, como também a distribuição desta por todos os países, incluindo os mais pobres e menos desenvolvidos, são outros assuntos que também estão relacionados com a justiça distributiva, mas que não abordaremos em profundidade neste ensaio, uma vez que se relacionam mais com a economia e com a distribuição mundial de riqueza do que propriamente com a *terapia genética* em si.

Podemos então concluir, após efetuar esta análise à *terapia genética* que este procedimento, pelo menos na atualidade, deve ser considerado moralmente aceitável e que tanto a sua prática como o seu melhoramento devem ser encorajados.

Terminada a análise ética da *terapia genética*, estamos em condições de iniciar o enquadramento ético do segundo procedimento abordado neste ensaio filosófico, a *engenharia genética de melhoramento*, para o qual utilizaremos os mesmos três critérios, de forma a retirarmos conclusões coerentes e a permitir uma possível comparação entre a análise feita aos dois procedimentos.

Começaremos, tal como no procedimento anterior, pelo critério da *prevalência de benefícios sobre os riscos* e, embora possa parecer que os benefícios e riscos deste procedimento se assemelham aos do anterior, a verdade é que são várias as diferenças. Em primeiro lugar, os benefícios são inferiores aos da *terapia genética*, uma vez que curar uma doença grave e rara que provavelmente causaria a morte prematura do paciente é muito mais benéfico para este do que a introdução de um gene que o tornará mais alto, lhe atribuirá melhores capacidades de memória ou qualquer outra característica desejável. Em segundo lugar, a *terapia genética* tem apenas como objetivo a normalidade, ou seja, inserir genes “normais”, em pessoas que não os possuem ou que os possuem com imperfeições, ou seja, a presença deste gene era planeada e esperada pelo organismo, apenas algo correu mal durante o seu processo de formação, o que fez com que o gene apresentasse defeito; ao inserirmos o gene “normal” estamos apenas a corrigir um erro que ocorreu durante a formação do genoma dessa pessoa.

Outra coisa completamente diferente é o que se realiza na *engenharia genética de melhoramento*: os genes inseridos neste procedimento não têm em vista corrigir o genoma, mas sim melhorá-lo, ou seja, são introduzidos genes não planejados, genes que o organismo não espera receber, em pessoas normais e saudáveis. Os riscos de adicionar um gene não planejado são muito superiores aos de adicionar um gene a um doente para lhe repor a normalidade. Com recurso à informação científica que possuímos de momento, a adição de um gene não planejado podia muito bem resultar na sua rejeição e no desequilíbrio do organismo, causando mais efeitos negativos do que benefícios. Resumindo, na *terapia genética* o objetivo é a normalidade, encontrar o equilíbrio que foi comprometido, enquanto na *engenharia genética de melhoramento* o objetivo é quebrar esse equilíbrio, introduzindo características desejáveis e retirando características indesejáveis.

Portanto, segundo o critério da *prevalência dos benefícios sobre os riscos*, a *engenharia genética de melhoramento* não pode ser considerada moralmente aceitável, uma vez que, por comparação com a *terapia genética*, este procedimento não só possui menos benefícios, ou benefícios menos impactantes para o paciente, como também possui mais riscos associados

Avançamos agora para o segundo critério, o *respeito pela dignidade humana*. Neste caso em particular, o consentimento informado, já referido na análise feita à *terapia genética*, ganha ainda mais importância. Para a maioria destas inserções de genes surtirem efeito, têm de ser realizadas em criança, ou até na fase embrionária, o que faz com que sejam os pais da criança a dar o consentimento para a realização do procedimento. Contudo, mais uma vez, a análise feita à *terapia genética* difere da realizada à *engenharia genética de melhoramento*.

Quando se trata da inserção de um gene numa criança com uma doença grave e que provavelmente levará à sua morte, podemos presumir que a criança virá mais tarde a tomar a mesma posição que tomaram os pais, a de realizar o único procedimento possível que lhe pode atribuir a normalidade, independentemente de alguns possíveis riscos. O mesmo já não acontece com a *engenharia genética de melhoramento*, uma vez que neste procedimento, os pais teriam de escolher quais as características que acham mais vantajosas e que querem que o seu filho possua, ou seja, a vida de uma criança normal, sem qualquer problema de saúde é posta em causa para que ela possa possuir certas características que mais tarde pode nem considerar importantes. Ao permitir que os pais dessem consentimento para a realização deste procedimento no seu filho/a, estaríamos a violar os direitos humanos e a instrumentalizar uma criança, pondo-a à mercê dos pensamentos e desejos possivelmente egoístas dos seus pais.

Podemos então concluir que a *engenharia genética de melhoramento* não está de acordo com o segundo critério, pois não respeita a dignidade da vida humana e não deve, por isso, ser considerada moralmente aceitável.

Para acabar a análise deste procedimento recorreremos ao terceiro e último critério, o da *justiça distributiva* e, mais uma vez, a análise feita segundo este critério difere para os dois procedimentos abordados. Na *terapia genética*, embora seja necessária a criação de protocolos, os critérios de seleção de pacientes são relativamente simples: a necessidade clínica e a gravidade da doença, dentro do sistema de oferta e procura, porém, o mesmo não pode ser afirmado sobre a *engenharia genética de melhoramento*.

Para percebermos porque a situação se complica quando se trata da *engenharia genética de melhoramento*, teremos de entrar numa pequena experiência mental. Imaginemos que foi isolado e aperfeiçoado o gene que atribui uma alta capacidade de raciocínio, sendo agora possível a sua inserção em pacientes; como deveria ser feita a seleção dos mesmos? Alguns afirmam que o gene deve ser atribuído aos pacientes “menos inteligentes”, de forma que a distribuição de capacidade de raciocínio seja mais equitativa; outros contestarão, dizendo que este gene deve ser inserido nos pacientes que já são “mais inteligentes” pois estes são mais capazes de beneficiar a sociedade e obterão um maior desenvolvimento científico. A entidade produtora das “injeções” de genes provavelmente ainda terá outra opinião, e dirá que o procedimento deverá ser realizado apenas nos que tiverem capacidade económica para o pagar, uma vez que o processo de criação destes genes é muito caro; surgiram ainda outras opiniões, contendo sugestões como uma distribuição aleatória. Aqui se instala o problema: que critério escolher? Como ainda não existe resposta a esta pergunta, pelo menos uma resposta aceite de forma mais ou menos unânime, qualquer *engenharia genética de melhoramento* realizada iria pôr em causa a igualdade dos seres humanos e causar fortes discriminações. Estamos, então, em condições de afirmar que segundo o critério da *justiça distributiva*, a *engenharia genética de melhoramento* não pode ser considerada ética.

Terminada a análise da *engenharia genética de melhoramento*, podemos, sem sombra de dúvida, afirmar que este procedimento não deve ser considerado moralmente aceitável, uma vez que os três critérios foram convergentes em considerá-lo como não ético.

Como qualquer outra, a tese aqui defendida possui críticas e objeções oriundas de vários autores, sendo que algumas destas contestam o enquadramento ético atribuído à *terapia genética*, enquanto outras contestam o enquadramento ético atribuído à *engenharia genética de melhoramento*.

A crítica mais forte efetuada à posição defendida neste ensaio relativamente à *terapia genética* e também a mais bem fundada cientificamente relaciona-se com a análise feita a este procedimento segundo o primeiro critério, o da *prevalência de benefícios sobre os riscos*. Esta objeção afirma, contrariamente ao defendido neste ensaio, que os benefícios da *terapiagenética* não ultrapassam os seus riscos e que por isso este procedimento não deveria ser considerado ético. Como disse, esta é uma das críticas mais bem estruturadas e fundamentadas, pelo que vamos analisá-la mais em pormenor.

Esta objeção baseia-se no procedimento usado para inserir os genes no genoma do paciente, para o qual são usados retrovírus, que transportam o gene e o integram em locais aleatórios do genoma do hospedeiro. O problema deste “meio de transporte” é que existem suficientes provas e estudos científicos de que estes retrovírus podem integrar-se em locais que codificavam genes essenciais, bloqueando a sua transcrição e comprometendo a saúde do paciente, ou integrar-se em locais que codificavam antioncogenes, o que também resultaria na sua não transcrição e possivelmente no desenvolvimento de um cancro.

Por esta razão, os autores desta objeção partilham a opinião de que os benefícios não podem ultrapassar os riscos uma vez que existe uma possibilidade razoável de que possam existir complicações a longo/médio prazo, como a ocorrência de problemas oncológicos que possuem, normalmente, um desenvolvimento lento.

Também a posição defendida neste ensaio relativamente ao enquadramento ético da *engenharia genética de melhoramento* possui uma forte objeção, não tão relacionada com o âmbito científico, mas com o âmbito teórico.

Esta segunda crítica disputa a classificação de não ética atribuída à *engenharia genética de melhoramento* no segundo critério de análise, o critério da *justiça distributiva*, pois afirma que a comparação feita com a *terapia genética* não é bem executada. Segundo os autores desta crítica, os limites entre os dois procedimentos são extremamente ténues, ou seja, não existe uma distinção clara entre a *terapia genética* e a *engenharia genética de melhoramento* e que, portanto, não é justificável a disparidade existente entre as análises feitas aos dois procedimentos.

Além de tudo isto, esta objeção afirma também que não existe uma distinção clara entre doença leve, doença grave e até uma simples indisposição, pelo que os critérios de seleção de pacientes para os dois procedimentos são os mesmos e, por essa razão, a *engenharia genética de melhoramento* devia também ser considerada moralmente aceitável, tal como a *terapia genética*.

Embora existam outras objeções, neste ensaio apenas abordaremos estas duas,

por se tratar das mais importantes e mais bem defendidas e também porque a análise das restantes críticas não possuiria grande interesse filosófico.

Iniciaremos, então, a resposta às objeções apresentadas. Quanto à primeira objeção, que afirma que os riscos da *terapia genética* excedem os possíveis benefícios, a resposta será dividida em duas partes: uma primeira, onde analisaremos os dados e conclusões retirados da crítica, verificando se são plausíveis e uma segunda parte onde apresentaremos soluções ou correções.

Para começar (1), é importante inspecionar os estudos que demonstram a possibilidade de os retrovírus poderem causar severos problemas de saúde no paciente, tal como cancro. Após efetuar esta análise, chegamos à conclusão de que estes acontecimentos são possíveis e estão, aliás, já documentados e que, mesmo usando outro tipo de vírus para posicionar o gene, os riscos mantêm-se. Ou seja, em certos casos, os riscos que o paciente corre quando sofre o procedimento podem efetivamente ultrapassar os possíveis benefícios. Somos, portanto, obrigados a aceitar (em parte) a conclusão desta crítica, em alguns casos, a *terapiagenética* não é moralmente aceitável.

Contudo (2), o facto de ser apenas em alguns casos, permite ainda uma “evasão” a esta objeção, desde que sejam mais específicos e rigorosos os critérios de seleção de pacientes. Embarcaremos em mais uma experiência mental de forma a entender esta “evasão”. Imaginemos um paciente com uma doença que lhe causa bastante transtorno no seu dia a dia, mas que não é fatal; seria moralmente correto permitir o procedimento? A resposta é não, os riscos que o paciente correria passando pelo procedimento superam bastante os possíveis benefícios que possa retirar do mesmo, uma vez que poderia perder a vida. Imaginemos agora outro paciente, também com uma doença não fatal, mas bastante incapacitante, ou seja, este paciente não possui capacidade de locomoção, as suas capacidades de fala são reduzidas e precisa de apoio vinte e quatro horas por dia, não conseguindo realizar tarefas básicas como alimentar-se sozinho, dirigir-se à casa de banho sozinho, tomar banho ou vestir-se sozinho. Seria moralmente correto sujeitar este paciente ao procedimento? A resposta varia consoante as capacidades mentais do paciente em questão. A verdade é que uma vida, por mais precária e humilhante que possa ser, é sempre uma vida e, portanto, neste caso, como os benefícios que o procedimento pode trazer ao paciente não superam, mas de uma certa forma igualam os riscos, a decisão final é do paciente (e não de qualquer familiar), se este se encontrar em condições mentais suficientes para fazer uma escolha, sendo o consentimento informado, mais uma vez, importantíssimo.

Por último, imaginemos ainda um paciente com uma doença gravíssima e fatal

que o levará à morte após um período bastante curto de vida. Seria moralmente correto sujeitar este paciente a uma *terapia genética*? A resposta é sim, se a doença é mortal e está relacionada com a genética do paciente, a *terapia genética* é, na grande maioria dos casos, o único tratamento possível, pelo que o paciente nada tem a perder e os benefícios ultrapassam sem sombra de dúvida quaisquer riscos associados ao procedimento (no caso da existência de um tratamento alternativo, desde que este possua um risco inferior ao da *terapia genética*, deve ser-lhe dado prioridade).

Em suma, embora aceitemos os dados fornecidos pela objeção e, em parte, a sua conclusão, se apenas forem submetidos à *terapia genética* pessoas com doenças muito graves (onde se incluem as doenças extrema ou completamente incapacitantes) e que não possuem tratamento alternativo, temos a certeza de que os benefícios que o paciente retirado do procedimento ultrapassarão em larga escala os possíveis riscos e efeitos adversos, o que nos permite reafirmar que a *terapia genética*, se devidamente aplicada, é moralmente aceitável.

Avançaremos para a resposta à segunda objeção que se centra na *engenharia genética de melhoramento*. Esta crítica assenta no facto de não existir um limite bem definido entre este procedimento e a *terapia genética* e na não distinção clara entre doença grave e doença leve. Responderemos primeiro à primeira parte da crítica e, de seguida, à segunda parte.

Quanto à não existência de um limite objetivo entre os dois procedimentos (1), basta recapitular algumas das ideias presentes ao longo deste ensaio, para demonstrar o porquê de este limite ser muito bem definido. Embora para o paciente o procedimento pareça idêntico, uma vez que são usadas as mesmas ferramentas e os mesmos utensílios médicos, o objetivo por detrás dos dois procedimentos e os pacientes escolhidos são bastante diferentes.

Para começar, enquanto a *terapia genética* procura a normalidade, ou seja, a correção de erros genéticos, a *engenharia genética de melhoramento* busca o aperfeiçoamento do genoma do paciente, de forma que este desenvolva uma série de características desejáveis, portanto apenas esta diferença já seria suficiente para responder à primeira parte da objeção. Contudo, ainda podemos encontrar outras diferenças notórias, como os pacientes escolhidos; a *terapia genética* atua em pacientes com problemas de saúde de forma a corrigi-los, enquanto a *engenharia genética de melhoramento* é realizada em pacientes “normais” esaudáveis.

A segunda parte da objeção já tem de ser analisada com mais calma e detalhe (2), pois efetivamente parte do que defende é verdade não existia um limite claro e bem definido entre doença grave e doença leve. Foi por esta razão que French Anderson,

um dos cientistas responsáveis pela primeira *terapia genética* num paciente humano (que já foi apresentada em pormenor neste ensaio), em 1989, um ano antes de realizar o procedimento, propôs que fossem consideradas como doenças graves aquelas que podem causar morte prematura e/ou sofrimento considerável. Anderson afirmou ainda que nestes casos e nestes casos apenas, se poderia sujeitar o paciente a uma *terapia genética*. Após este esclarecimento, a distinção entre doença grave e doença leve fica clara e objetiva pelo que a conclusão retirada pela objeção deixa de ter valor e, conseqüentemente, a avaliação da *terapia genética* como moralmente aceitável permanece coerente. Além do mais, se se verificasse que era impossível definir objetivamente uma doença grave, o juízo que se seguia era de que tanto a *terapia genética* como a *engenharia genética de melhoramento* deveriam ser consideradas moralmente não aceitáveis e não o oposto como era sugerido pela objeção. Terminamos assim a resposta às objeções colocadas à tese defendida neste ensaio.

Concluo este ensaio filosófico reafirmando a tese inicial do mesmo, na qual defendo que a *terapia genética* é um procedimento moralmente aceitável, cuja prática e desenvolvimento deve ser encorajado, mas que, por outro lado, a *engenharia genética de melhoramento* não é moralmente aceitável e a sua prática não deve ser executada nem permitida, uma vez que põe em causa direitos humanos básicos.

Pretendo, contudo, como menção final, ressaltar o caráter temporário que este ensaio filosófico possui, juntamente com as suas conclusões, uma vez que com o elevado desenvolvimento científico que presenciamos neste início de século, é provável que em breves surjam novas evidências científicas capazes de corroborar ou refutar os argumentos aqui apresentados.

*Nota: toda a análise efetuada neste ensaio restringe-se à aplicação dos dois procedimentos (*terapia genética* e *engenharia genética de melhoramento*) em humanos, pelo que a sua aplicação nos restantes seres vivos não é abordada.

Bibliografia

Archer, L., Biscaia, J., & Osswald, W. (1996). *Bioética* (2.^a ed.). Lisboa: Editorial Verbo.

André L. (2005). *A Capsid-Modified Helper-Dependent Adenovirus Vector Containing the β -Globin Locus Control Region Displays a Nonrandom Integration Pattern and Allows Stable, Erythroid-Specific Gene Expression*. Disponível em <https://jvi.asm.org/content/79/17/10999.full>.

Staff. (2005). *Ethical, Legal, and Social Issues*. Disponível em https://web.ornl.gov/sci/techresources/Human_Genome/elsi/index.shtml.

Andrianantoandro, E.; Basu, S.; Karig, D. K.; Weiss, R. (2006). *Synthetic Biology: new engineering rules for an emerging discipline*. Disponível em <https://www.embopress.org/doi/full/10.1038/msb4100073>

