

## A terapia gênica e os conteúdos atitudinais em Ciências Biológicas

### RESUMO

**Natália Sudan Parducci**  
[nataliasudanparducci@gmail.com](mailto:nataliasudanparducci@gmail.com)

**0000-0003-1626-8821**  
Universidade Presbiteriana Mackenzie,  
São Paulo, São Paulo, Brasil.

**Rosana Dos Santos Jordão**  
[rosana.jordao@gmail.com](mailto:rosana.jordao@gmail.com)

**0000-0002-2180-031X**  
Universidade Presbiteriana Mackenzie,  
São Paulo, São Paulo, Brasil.

As terapias gênicas têm adquirido relevância redobrada na atualidade, penetrando nas mais diversas áreas sociais e alcançando níveis de desenvolvimento nunca antes vistos ou até mesmo pensados. Em função de sua importância, é imprescindível que a temática seja abordada no ensino básico e, por sua vez, seja objeto de estudo nos cursos de formação docente. **OBJETIVOS:** Nesse cenário, o presente trabalho teve como objetivo central a análise dos conteúdos atitudinais associados à terapia gênica entre estudantes de licenciatura em Ciências Biológicas, investigando os conhecimentos abordados na formação inicial docente, sua coerência com diretrizes educacionais vigentes e o posicionamento geral dos futuros professores sobre o tema. **MÉTODOS:** Os dados foram coletados por meio de um questionário ( $n = 20$ ) e, num segundo momento, foram feitas entrevistas semiestruturadas ( $n = 5$ ). **RESULTADOS:** Os resultados indicam que 20% da amostra não possuíam conteúdos conceituais básicos a respeito do tema, não sendo capazes de definir o termo “terapia gênica” de modo correto. Da mesma forma, 55% dos licenciandos não apresentaram predisposição para aprofundamentos teóricos antes da tomada de decisões e 40% dos participantes, quando questionados a respeito de conteúdos atitudinais, citaram apenas conteúdos conceituais ou procedimentais. Na fase das entrevistas, os estudantes apresentaram dificuldades em localizar valores, não foram capazes de descrever a diferença entre conteúdos conceituais e atitudinais e apenas dois dentre os cinco entrevistados trataram a temática de uma perspectiva multidimensional. Dos valores extraídos dos documentos estudados, aqueles comentados com maior frequência tanto na fase do questionário, quanto na fase da entrevista foram: “Preocupação com as implicações éticas e sociais da terapia gênica em âmbito nacional e em âmbito global”; “estímulo ao posicionamento dos alunos frente ao tema polêmico”; e “consciência da influência de seus valores e ações como professor sobre os alunos”. **CONSIDERAÇÕES FINAIS:** Concluiu-se que há uma carência no tratamento multidisciplinar do assunto, particularmente no contexto da aplicação em seres humanos, com ênfase nos direitos humanos, na diversidade cultural e nas premissas legislativas. Enfatiza-se, desta forma, a necessidade de avanço no sentido de atender às expectativas nacionais em relação à formação docente estipuladas pelos documentos que a orientam e espera-se que os resultados aqui obtidos possam sinalizar caminhos para melhorias em futuras atualizações curriculares.

**PALAVRAS-CHAVE:** Genética. Ensino básico. Formação inicial de professores.

## INTRODUÇÃO

Está em curso um período de avanços significativos nas esferas tecnológica e científica, que se fundem em uma unidade chamada biotecnologia e agora intervêm na natureza humana intrínseca. Apesar de o material genético ter sido indiretamente modificado ao longo da história por fatores como radiações e medicamentos, foi a consolidação da edição genética como área de estudo que possibilitou seu manuseio preciso e intencional, voltado ao atendimento das necessidades e aspirações humanas.

Encontra-se no âmago da engenharia genética uma subdivisão atualmente em alta: a terapia gênica. Sua definição foi bem traduzida por Linden (2010), estando associada à introdução de genes saudáveis em um organismo, os “genes terapêuticos”, por intermédio de técnicas de DNA recombinante. Há, desta forma, a substituição, manipulação ou suplementação de genes inativos ou disfuncionais – muitas vezes causadores de limitações de saúde (Linden, 2010).

Diante deste cenário, considera-se imprescindível na educação básica a introdução dos conteúdos relacionados a essa área recente e em ascensão, a fim de que os discentes se tornem capazes de participar criticamente dos acalorados debates sobre os avanços descritos. Embora as diretrizes curriculares oficiais voltadas ao ensino contemplem habilidades e competências relativas à temática, ainda é observado nas escolas o predomínio da chamada “genética clássica” (Ferreira *et al.*, 2017), sendo os conteúdos atitudinais atrelados à engenharia genética e, mais especificamente, às terapias gênicas pouco trabalhados e avaliados (Justina; Rippel, 2003; Lopes, 2023).

As brechas de desinformação e acriticidade, no que concerne ao tema, se expandem e se infiltram no currículo básico da formação inicial de professores (Xavier; Freire; Moraes, 2005; Gambin, 2022). A rapidez das novidades biotecnológicas acabou por dificultar o acompanhamento de suas consequências nos campos da ética, da moral e da biossegurança, exigindo reflexões às pressas a respeito das fronteiras para as terapias, reflexões estas que ainda não alcançaram muitas das escolas e faculdades nacionais (Ferreira *et al.*, 2017).

Nesse contexto, os conteúdos atitudinais se apresentam como elementos essenciais na preparação e na implementação de aulas e explicações que cubram todas as dimensões da aprendizagem, possibilitando o aprimoramento de valores, condutas e normas.

Considerando-se o acima exposto, estipulou-se como objetivo geral do presente estudo analisar os conteúdos atitudinais associados à terapia gênica apresentados por estudantes de licenciatura em Ciências Biológicas. Como objetivos específicos, ressaltam-se: **(I)** a identificação dos conteúdos atitudinais ensinados no momento da formação inicial de professores; **(II)** a verificação da coerência entre tais conhecimentos e as indicações feitas por documentos estaduais e nacionais que orientam a educação e a formação docente e **(III)** a verificação do posicionamento geral dos futuros professores sobre a terapia gênica.

Tendo por substrato outras investigações na área da engenharia genética que se propuseram a averiguar os conteúdos conceituais e procedimentais dos docentes em formação inicial (Justina; Rippel, 2003; Xavier; Freire; Moraes, 2005; Ferreira *et al.*, 2017) e estando ciente de que os conteúdos atitudinais são

negligenciados com maior frequência, quando comparados com os citados (Zabala, 2015), parte-se do pressuposto que os participantes da pesquisa não possuam princípios e valores alinhados com as exigências dos documentos nacionais e que poucos tenham refletido a respeito da terapia gênica sob uma perspectiva ética e moral.

Espera-se que os resultados aqui obtidos possam sinalizar caminhos para melhorias em futuras atualizações curriculares na formação docente. A verificação e o mapeamento dos pontos já bem trabalhados e daqueles que pedem por aprimoramentos auxiliará no planejamento e na modificação das aulas direcionadas para a formação dos indivíduos que pretendem lecionar na educação básica.

## MÉTODOS

A etapa inicial do trabalho consistiu na revisão de documentos nacionais e estaduais que orientam a educação e a formação docente, a saber: o Currículo Paulista (São Paulo, 2019); o Catálogo de Ementas dos Aprofundamentos Curriculares do Estado de São Paulo (São Paulo, 2022); a Resolução CNE/CP Nº 2/2019, que define as Diretrizes Curriculares Nacionais para a Formação Inicial de Professores para a Educação Básica e institui a Base Nacional Comum para a Formação Inicial de Professores da Educação Básica (BNC-Formação) (Brasil, 2019); a Resolução CNE/CP Nº 1/2020, que dispõe sobre as Diretrizes Curriculares Nacionais para a Formação Continuada de Professores da Educação Básica e institui a Base Nacional Comum para a Formação Continuada de Professores da Educação Básica (BNC-Formação Continuada) (Brasil, 2020) e a Base Nacional Comum Curricular (Brasil, 2018). Foram identificados, no conjunto desses documentos, oito valores vinculados ao tema em estudo e indispensáveis ao cenário de formação de professores, sintetizados no Quadro 1.

Quadro 1 – Valores relacionados à terapia gênica

- I. Reflexão crítica sobre o discurso científico de explicação da terapia gênica em comparação com outros tipos de discurso sobre o tema (São Paulo, 2019; 2022);
- II. Curiosidade pela compreensão dos processos envolvidos no desenvolvimento de novas terapias, relembrando de sua complexidade molecular (Brasil, 2018; São Paulo, 2019);
- III. Consciência sobre a relevância da testagem prévia e da participação de comitês de ética na decisão de adoção de novos tratamentos genéticos, valorizando os mecanismos de controle sobre a Ciência e as empresas (Brasil, 2019);
- IV. Valorização do debate e da pluralidade de ideias (São Paulo, 2019; Brasil, 2019; 2020);
- V. Preocupação com as implicações éticas e sociais da terapia gênica em âmbito nacional e em âmbito global (São Paulo, 2019; Brasil, 2019; 2020);
- VI. Estímulo ao posicionamento dos alunos frente a temas polêmicos (Brasil, 2018; 2019; 2020);

- VII. Consciência da influência de seus valores e ações como docente sobre os alunos (São Paulo, 2019; 2022; Brasil, 2018; 2019; 2020);
- VIII. Interesse por novidades (Brasil, 2020).

Fonte: Autoria própria (2023).

Tais valores foram utilizados como base para o planejamento das perguntas que permearam o estudo e para a análise dos dados coletados (Quadro 2).

Quadro 2 – Perguntas do questionário

1. O que você sabe sobre terapia gênica? Já ouviu falar sobre? Em caso afirmativo, discorra brevemente sobre o assunto.
2. Pensando no período de sua graduação, houve algum momento de discussão a respeito do tema da terapia gênica e suas implicações? Em caso afirmativo, especifique a disciplina em que ela ocorreu e descreva a experiência.
3. Imagine que você foi diagnosticado como portador de uma doença causada pelo mau funcionamento de um único gene e para a qual já existe uma terapia gênica disponível, mas que você não conhece muito sobre. Ao consultar um médico, este lhe aconselha a fazer uso dessa nova terapia. Qual decisão tomaria? Justifique.
4. Ponderando os malefícios e benefícios do que você entende como terapia gênica, como enxerga o papel do comitê de ética e biossegurança nestes avanços?
5. O que você deseja que seus futuros alunos aprendam em questão de valores a respeito do tema de terapia gênica?
6. Descreva o porquê de os valores resgatados por você na questão anterior serem de fato importantes.
7. Relate, brevemente, qual seria a influência da terapia gênica para as esferas da saúde, política, economia e educação. Caso acredite que não seja assunto importante para discussões em alguma(s) dela(s), basta afirmar que não acha relevante.

Fonte: Autoria própria (2023).

O grupo amostral foi composto por 20 estudantes matriculados no curso de Licenciatura em Ciências Biológicas em uma universidade privada da cidade de São Paulo, sem restrição de faixa etária, sexo ou etapa cursada. O convite foi feito por meio de redes sociais, havendo a elaboração de uma mensagem de divulgação, acompanhada pelo link de acesso ao questionário (via *Google Forms*). O instrumento apresentava sete questões dissertativas (Quadro 2), além de perguntas voltadas para a coleta dos dados pessoais dos participantes. Vale destacar que foram seguidas as diretrizes do Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos da universidade em questão (Parecer 1.839.656).

Ao final da coleta, os voluntários receberam um número de identificação como forma de reduzir o viés de seleção, e passaram a ser designados como P1, P2, ..., P20. Após a análise das respostas, cinco deles foram selecionados para a fase das entrevistas semiestruturadas (P3, P12, P14, P18 e P20). O critério para a escolha desses indivíduos foi seu encaixe simultâneo nas seguintes subcategorias (Quadro 3): com conhecimento técnico sobre o tema (Categoria 1), com visão

sistêmica (Categoria 2) e com curiosidade, preocupando-se com consequências coletivas (Categoria 3).

Quadro 3 – Categorias de análise

Categorias	Subcategorias	Descrição
1. Conhecimentos técnicos	Com conhecimento	Soube definir, mesmo que superficialmente, o conceito de terapia gênica.
	Desconhecimento	Não soube definir, mesmo que superficialmente, o conceito de terapia gênica.
2. Tipo de visão	Sistêmica	Reconheceu e descreveu o impacto da temática em outras esferas além da saúde e da ética.
	Não sistêmica	Não reconheceu e descreveu o impacto da temática em outras esferas além da saúde e da ética.
3. Atitudes frente às problemáticas reais	Sem curiosidade	Não apresentou predisposição para aprofundamentos teóricos antes da tomada de decisões.
	Com curiosidade – foco egocêntrico	Apresentou predisposição para aprofundamentos teóricos antes da tomada de decisões, preocupando-se com aspectos éticos apenas em âmbito individual.
	Com curiosidade – foco coletivo	Apresentou predisposição para aprofundamentos teóricos antes da tomada de decisões, preocupando-se com aspectos éticos em âmbito individual e coletivo.

Fonte: Autoria própria (2023).

As entrevistas foram transcritas e estudadas em conjunto com os dados obtidos na fase dos questionários, complementando-os. Cada entrevista foi planejada individualmente, a fim de se resgatar e aprofundar aspectos mencionados por cada um nos questionários. Além das questões específicas, sete estiveram presentes em todas as entrevistas (Quadro 4).

Quadro 4 – Perguntas da entrevista feitas aos cinco participantes selecionados

- 1) Começaremos com uma simulação: você começou a apresentar alguns sintomas diferentes e procurou um médico. Após os exames, ele lhe disse que têm uma doença monogênica, isto é, uma doença causada por um único gene. Para essa doença, o tratamento envolve fazer terapia gênica e você deseja saber mais sobre esse tipo de terapia. Pode me contar onde e como faria a busca de informações a respeito? Poderia descrever o passo a passo?
- 2) Em uma das questões apresentadas na primeira fase da pesquisa, você comentou que seu primeiro contato com o tema foi em [...]. Você se lembra da experiência de introdução ao tema? Poderia dar mais detalhes? (Questão personalizada com base nas respostas dadas na primeira fase da pesquisa)
- 3) Uma das questões do formulário dizia respeito ao papel do Comitê de Ética nas pesquisas sobre terapia gênica. Nessa questão, você alegou [...]. Poderia

- abordar mais sobre tais valores? (Questão personalizada com base nas respostas dadas na primeira fase da pesquisa)
- 4) Qual é a sua opinião sobre tal manipulação genética aplicada às crianças?
  - 5) E aos animais?
  - 6) Colocando-se na posição de professor(a) de Biologia e tendo como objetivo abordar conteúdos conceituais e atitudinais com seus alunos, saberia diferenciar esses dois grupos de conhecimentos?
  - 7) Se você tivesse que elaborar uma pergunta sobre terapia gênica para algum especialista, qual seria? O que você gostaria de saber mais?

Fonte: Autoria própria (2023).

A análise foi qualitativa e as categorias foram elaboradas tendo como base aquelas apresentadas por Guimarães e Tomazello (2004), Schneider (2015) e Montenegro (2017), adaptadas aos conteúdos atitudinais a respeito de terapias gênicas (Quadro 3).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Conforme explicitado anteriormente, desenhou-se como um dos objetivos centrais do trabalho a identificação dos conteúdos atitudinais ensinados no momento da formação inicial de professores. Para tanto, fez-se importante averiguar os conhecimentos técnicos dos participantes, avaliação feita a partir das informações coletadas nas questões 1 e 2 do questionário. Quatro sujeitos (P4, P7, P10 e P17) não foram capazes de construir uma definição para o termo “terapias gênicas”, afirmando, em conjunto, não terem entrado em contato com o assunto durante o Ensino Superior. Os demais citaram aspectos que estão de acordo com a definição de Linden (2010), retomando conceitos-chave como: “substituir, modificar ou acrescentar genes inativos ou disfuncionais” (P6), “alterar genes que causam alguma doença” (P8), “melhorar as condições de vida” (P11) e “inserção de genes saudáveis como tratamento” (P19).

Tais respostas tocaram superficialmente a definição, não explorando a forma como a alteração genética é feita, nem as condições de vida que podem ser melhoradas com o uso dessas terapias. Houveram, ainda, citações inadequadas como “cortes de partes **desinteressantes** do DNA” (P8), “formação de um gene mais **ideal**” (P8) ou que afirmaram ser a técnica aplicada apenas no caso de **genes completamente inativos** (P15). Vê-se, desta forma, o uso de termos não adotados dentro do campo da genética e da biologia molecular, o que expõe uma carência de atualizações não apenas a respeito do tema, mas também acerca de conteúdos conceituais de genética básica – carência esta já mapeada por outros autores (Rebelo; Mendes; Soares, 2009; Sousa; Almeida, 2017; Ferreira *et al.*, 2017).

Um total de doze participantes afirmaram ter tido contato com o conteúdo durante o Ensino Superior por meio de discussões fomentadas nas disciplinas de Biologia Celular, Histologia, Embriologia, Microbiologia, Bioética, Genética, Biologia Molecular, Biossegurança, Doenças Infecciosas e Parasitárias e Biotecnologia. Porém, sete deles alegaram que o tema recebeu um tratamento superficial e o restante não forneceu detalhamentos. Os quatro sujeitos que afirmaram não conhescerem o tema “terapia gênica” na Q1 declararam, em conjunto, que não assistiram às aulas que o discutissem. Constataram-se,

portanto, conhecimentos restritos e carência de contato aprofundado com a temática.

Prosseguindo com o questionário, a segunda categoria possibilitou o mapeamento do tipo de visão de cada estudante, detectado a partir das respostas às questões 5, 6 e 7. As visões apresentadas foram agrupadas em duas subcategorias, com 55% da amostra manifestando uma visão não sistêmica e 45%, uma visão sistêmica. A divisão desigual, sendo a visão não sistêmica aquela de maior representatividade, pode sinalizar uma falta de familiaridade com os detalhes e com a complexidade das terapias genéticas, incluindo seus benefícios, riscos, preocupações éticas e desafios associados.

Um dado importante identificado na Q5 foi que, apesar de a pergunta solicitar a descrição de valores, várias respostas trouxeram conteúdos conceituais. Sugere-se, desta forma, que muitos dos estudantes não conhecem a definição de conteúdos atitudinais ou não são capazes de localizar valores e atitudes, reforçando as conclusões de Sousa e Almeida (2017).

O termo “ética” foi repetido em quatro respostas à Q5, sendo esta especificada apenas por P5 como “ética experimental em pesquisa com humanos e animais”; os demais se limitaram à citação da palavra. Tal generalização do termo pode revelar uma lacuna informacional sobre contextos éticos, que são importantes para a ampliação e aprofundamento da visão, e para a reflexão sobre questões nos campos da ciência, da política e da tecnologia. Cada contexto ético tem suas próprias nuances e desafios, sendo a falta de informação aqui constatada preocupante, no sentido de afetar o enfrentamento de dilemas associados às perspectivas morais particulares de cada campo (Smith, 2015).

Ainda com base no questionário, dentre os valores identificados, tem-se: “perceber a complexidade de efeitos que podem ser gerados a partir da manipulação” (P1), “apreciar a diversidade” (P2 e P8), “ponderar prós e contras do novo tratamento” (P3, P4, P6, P10, P16, P18 e P20), “ser consciente de seus efeitos somáticos [da terapia]” (P4, P10 e P20), “ter empatia” (P12), “respeitar o direito à liberdade” (P13 e P14), “preservar o bem-estar” (P14) e “respeitar premissas religiosas” (P20).

Ao se comparar esses valores com os documentos de referência na área da educação, observa-se que: “proteger a variabilidade genética e, por consequência, a diversidade biológica”, citada em duas das respostas, é ação prevista pelo Artigo 5º da Resolução Nº2 de 2019; e “estar consciente da complexidade de seus efeitos e ponderar prós e contras” se encaixaria nas previsões feitas pela BNCC (Brasil, 2018), pelo Currículo Paulista (São Paulo, 2019) e pelo Catálogo de Ementas dos Aprofundamentos Curriculares (São Paulo, 2022), que afirmam ser objetivo da educação o desenvolvimento do pensamento crítico e da curiosidade pela compreensão dos processos envolvidos.

Quando questionados sobre a importância desses valores em sala de aula (Q6), 15 participantes deixaram implícita em suas respostas a preocupação com o posicionamento crítico de seus futuros alunos por meio de frases como: “para que desenvolvam a própria visão sobre o assunto” (P3), “ser verdadeiro sobre os prós e os contras dos procedimentos” (P6), “exercer o pensamento crítico” (P13), “formar cidadãos conscientes, éticos, responsáveis e sensíveis a essas questões” (P14) e “provocar uma discussão e estimular o pensamento crítico de cada estudante” (P20). Verifica-se certa concordância com parte dos parâmetros da

BNCC (Brasil, 2018), do Currículo Paulista (São Paulo, 2019) e do Catálogo de Ementas dos Aprofundamentos Curriculares (São Paulo, 2022), mas há lacunas em relação a outras competências gerais, como o exercício da empatia e do sentimento de coletividade.

Finalmente, a (Q7) abordou a preocupação com as implicações éticas e sociais da terapia gênica por parte dos licenciandos, mas apenas sete deles descreveram sua importância social nas esferas da saúde, da política, da economia e da educação. Aqueles que o fizeram resgataram os seguintes pontos: (I) desenvolvimento de tratamentos no campo da saúde; (II) garantia de disponibilidade dos tratamentos via atualização legislativa pela política; (III) financiamento de pesquisas e controle da relação lucro-custo por parte da economia; e (IV) abordagem de conteúdos conceituais e atitudinais via educação. Apesar da ausência de detalhes, os outros treze sujeitos reafirmaram a importância do assunto em cada uma das áreas.

O reconhecimento da relevância da temática é pertinente no sentido de se mapear a profundidade do conhecimento dos indivíduos e suas habilidades em adotar perspectivas diversas. Bem como explorado na Q1, o nível de conhecimento técnico influencia, segundo Zabala (2015), a eficácia de realização de escolhas que fomentem o exercício da consciência crítica e da responsabilidade, sendo indispensável no processo de seleção dos valores a serem seguidos. As dificuldades em definir valores (Q5), em sinalizar sua importância (Q6) e em visualizar o objeto de estudo sob múltiplas dimensões (Q7) expõem a grande lacuna no ensino e na aprendizagem de conteúdos atitudinais atrelados ao tema, apesar de 80% da amostra ter sido capaz de definir o termo “terapias gênicas”.

No que se refere ao comportamento que os participantes adotariam frente a problemáticas reais, 55% não demonstraram curiosidade por uma compreensão aprofundada dos processos envolvidos na Q3. A decisão de adoção ou não do uso da terapia gênica foi baseada em: custo (P1), efeitos colaterais (P2 e P6), benefícios para a qualidade de vida (P4 e P9) e na opinião de um médico (P5, P7, P8, P10, P11 e P19). Os dados obtidos divergem dos resultados de Schneider, Meghioratti e Corazza (2016), havendo aqui uma tendência geral para o destaque dos pontos positivos da técnica, em contraposição aos aspectos negativos mencionados pelos autores. Uma justificativa para a divergência seria a diferença etária das amostras, podendo ser elaborada a hipótese de que os licenciandos, por estarem se formando durante o período de ascensão da engenharia genética, sejam mais receptivos a ela e valorizem o seu uso no tratamento de doenças.

Apesar de apresentarem um olhar majoritariamente otimista, foram ressaltadas em algumas das respostas preocupações em relação ao retorno de ideias eugênicas (P20) e à aplicação de tais procedimentos em indivíduos desprovidos de poder de escolha, como crianças e animais (P12). Embora existam incertezas sobre o futuro legal dos bloqueios para esse nicho de terapias, a vertente atual da eugenia se diferencia da citada pelos participantes, na medida em que se enraíza em escolhas individuais, respeita o valor da autonomia e desenha tais intervenções genéticas como bens de consumo privados (Sandel, 2015), não cabendo sua comparação com os movimentos eugênicos passados. Neste contexto, os participantes reconheceram a importância do Comitê de Ética, mas nem todos esclareceram seu papel ou souberam indicar com maior precisão o motivo de sua importância, estando em desconformidade com valores implícitos

no Currículo Paulista (São Paulo, 2019) e nas Resoluções CNE/CP Nº1 de 2020 (Brasil, 2020) e Nº2 de 2019 (Brasil, 2019) - como os valores III e V.

Finalizando a primeira fase da pesquisa (questionário online), notou-se uma concordância entre as respostas aqui obtidas com as de Xavier, Freire e Moraes (2005). Embora grande parte dos participantes tenha se mostrado aberta ao uso de terapias gênicas, 20% não possuíam conteúdos conceituais básicos a respeito do tema, não sendo capazes de definir o termo “terapia gênica” de modo correto. Da mesma forma, 55% não apresentaram predisposição para aprofundamentos teóricos antes da tomada de decisões e 40% da amostra, quando questionada a respeito de conteúdos atitudinais, foi capaz de citar somente conteúdos conceituais ou procedimentais.

Em relação à segunda fase do trabalho, os cinco participantes das entrevistas (P3, P12, P14, P18 e P20), apesar de terem demonstrado no questionário maior aporte teórico sobre conteúdos atitudinais referentes a terapias gênicas, apresentaram dificuldades quando solicitados a citar valores que consideravam essenciais para o bom uso das terapias. Dentre eles, obteve-se: direito à autonomia de escolher ou não realizar o tratamento, remetendo à ideia de garantia de acessibilidade (P3, P18); liberdade de decisão (P3, P18); garantia da saúde do paciente (P3); respeito à diversidade de opiniões, envolvendo inclusive questões religiosas (P3, P20); preservação da segurança pública (P12); empatia para com os portadores de doenças (P14); e respeito à integridade humana (P14) e às normas bioéticas (P3, P12, P14, P18 e P20).

Não foram elaboradas definições de valores pelos entrevistados. P14 mencionou claramente que considerava os conteúdos atitudinais muito abstratos, o que já foi sustentado por Pozo e Crespo (2009), autores que explicam a natureza dos valores como fluídos, dinâmicos e abrangentes. P3, P14 e P20 justificaram que parte de suas dificuldades com a definição de valores surgiu do pouco conhecimento conceitual e procedural das técnicas, também já assinalado por outros pesquisadores (Fávaro *et al.*, 2003; Schneider; Meglhoratti; Corazza, 2016). Tal resultado vai ao encontro das ideias de Zabala (2015) sobre o pouco tratamento dado aos conteúdos atitudinais nos ambientes formativos. Em contraposição, P12 e P18 alegaram interesse pessoal na área e foram os únicos que desenvolveram reflexões multidimensionais sobre as implicações dos avanços debatidos, citando casos que exemplificam problemáticas éticas e legislativas.

Em relação aos primeiros contatos com o tema da terapia gênica, P3 foi o único que teve um contato inicial na educação básica; P12, P14 e P18 relataram o conhecimento do assunto na faculdade, e P20 comentou sobre sua experiência como estagiário num espaço de educação não formal. Estes dados coincidem com os achados de Domingues *et al.* (2003).

Os breves comentários sobre as terapias gênicas detectados pelos sujeitos na licenciatura reforçam os resultados de Fávaro *et al.* (2003) e de Ferreira *et al.* (2017), frisando que o tema é muitas vezes repartido em pequenos fragmentos inseridos em momentos pontuais de disciplinas específicas. É importante considerar que a pouca citação do assunto nas faculdades não deriva apenas da falta de atualização de seus docentes ou do desinteresse de alunos e professores; o tempo restritivo das aulas, comentado por P18, e a complexidade do assunto, mencionada por P14, são outros obstáculos também previstos na literatura (Ribeiro, 2006).

Verificou-se que as lacunas de conhecimento se estruturaram sobre dois dos pilares localizados por Fávaro *et al.* (2003): técnicas atualmente aplicadas e ética e legislação. Sobre as técnicas e o valor “interesse pela novidade” (Brasil, 2020), os entrevistados declararam possuir conhecimentos restritos. Suas principais curiosidades foram: (I) quais as trajetórias de profissionais que trabalham na área; (II) como equilibrar a cultura, a saúde e a ética; (III) em que nível de desenvolvimento estamos; (IV) quais doenças já podem ser tratadas com as terapias; (V) quais são as suas consequências; (VI) quais os pontos que um profissional da saúde considera que deveriam ser discutidos com a população; (VII) qual o motivo de realizarmos tanta pesquisa; e (VIII) se os cientistas têm propósito em seu trabalho. Maiores detalhes correlacionados com os trâmites éticos também foram citados como tópico carente de aprofundamentos.

No âmbito da ética, destacam-se nas falas dos entrevistados imprecisões e o uso generalizado da palavra “ética” como em: “garantir que elas [as pesquisas] sigam as normas de ética pelas quais vivemos” (P3); “Ela [uma reunião de comunidade] coloca o ponto de vista de cada um, [...] os códigos de ética de cada um” (P12); “Então, eu imagino que tem que ter esse Comitê para ver se a pesquisa vai ser feita de forma ética” (P14); “[...] mas tem maneiras mais éticas de fazer, né?” (P14). Reforça-se, a partir dos dados, o pouco conhecimento dos campos específicos da ética, resumidos por Smith (2015), divisão esta relevante para a análise e ponderação de valores associados a cada contexto considerado. Sem a percepção dessas diferentes áreas, dificulta-se a formação de uma visão multidimensional, generalizando-se obrigatoriedades e dilemas.

A respeito do uso de terapias gênicas em crianças e animais, apenas dois dentre os cinco entrevistados foram capazes de trazer contribuições aos debates. Em relação às crianças, todos os indivíduos citaram ser um assunto de grande complexidade. Como argumento para a ausência de uma opinião formada, P3 alegou “Eu obviamente não sou mãe, e eu não sei como isso... Eu acho que as circunstâncias talvez seriam diferentes na minha cabeça se eu já fosse mãe *versus* hoje”. Os posicionamentos convergiram no sentido de defenderem a aplicação das terapias como tratamento nas situações em que há alta letalidade da condição enferma, tendo P12 estipulado como a idade para a criança decidir por si mesma a partir dos 10 anos e P18, a partir dos 14 anos. A tomada de decisões por parte dos responsáveis pelos jovens seria orientada pela opinião médica (P3), assessorada por pesquisas particulares e bem guiadas, evitando-se a interferência de *fake news* (P18). Ressaltou-se também a importância de se preservar a transparência com a criança em relação às doenças, aos tratamentos, procedimentos e suas possíveis consequências (P20), protegendo, em certa medida, sua autonomia – valor destacado por Goldim (2015) em contexto semelhante.

Alternando-se o alvo da aplicação das terapias gênicas das crianças para os animais, predominaram dúvidas. No contexto do uso em pesquisas científicas, a manipulação genética de caráter terapêutico foi vista como irremediável, mas passível de aperfeiçoamentos vinculados ao desenvolvimento de modelos alternativos de testagens *in vivo* e à garantia de boas condições de vida aos animais utilizados. No caso dos *pets*, foi levantada a necessidade de avaliação cuidadosa de prós e contras, dada a expectativa de vida já curta dos animais e o ganho a partir da realização da terapia. Percebe-se certa diferença em relação ao ponto de vista

adotado no panorama de aplicação das terapias em animais e em crianças, diferença já prevista pelos próprios Comitês de Ética (Delmas-Marty, 2010).

Todas as reflexões desenvolvidas até então mostraram-se de acordo com as previsões dos documentos nacionais e respeitaram, principalmente, o direito humano básico da liberdade, vinculado diretamente com a autonomia pessoal. A potencial irreversibilidade dos efeitos gerados a partir do procedimento médico e a possibilidade de surgimento de ideias eugênicas exigem que seja mantida transparência com as crianças e que os tutores e pesquisadores responsáveis pelos animais estejam suficientemente informados a respeito não só dos achados recentes, como também das lacunas de conhecimento ainda presentes.

Um último aspecto tratado nas entrevistas foram as reflexões sobre o papel da Educação e da importância de uma formação docente adequada como forma de se alcançar o objetivo de desenvolvimento crítico dos alunos. Foram abordados dois dos valores extraídos dos documentos: “Estímulo ao posicionamento dos alunos frente ao tema polêmico” (Valor VI) e “consciência da influência de seus valores e ações como professor sobre os alunos” (Valor VII).

Embora não tenham conseguido definir e diferenciar conteúdos conceituais de atitudinais, os entrevistados sugeriram alternativas metodológicas para o trabalho dos valores em sala de aula, envolvendo uma abordagem multidisciplinar e multidimensional. Foram propostos debates sobre prós e contras das terapias gênicas, o uso de simulações e a discussão de artigos científicos. Neste sentido, o pressuposto presente nos documentos de referência para a educação (São Paulo, 2019; Brasil, 2019; Brasil, 2020) acerca da relevância do debate ao redor do tema da biotecnologia, envolvendo seus riscos e benefícios potenciais, foi contemplado. A educação foi mencionada como lócus de participação social e como uma forma de controle da aplicação das novas tecnologias (P12 e P18).

Foram feitas, também, considerações sobre as consequências positivas da conscientização dos estudantes na educação básica a respeito das terapias gênicas; dentre elas, seu empoderamento contra: o monopólio sociocultural, os altos custos e a dificuldade de acesso aos tratamentos (P18). Ter conhecimento dos parâmetros éticos também se tornaria uma vantagem diante de situações em que haja a transmissão de informações imprecisas ou incompletas por profissionais da esfera da saúde - seja por intenções de aumento de lucratividade, seja por falta de empatia com a ingenuidade de seus pacientes (P20), ou com a sua fragilidade emocional (P3).

Além disso, o entendimento amplo e profundo a respeito do tema blindaria as escolas contra o ressurgimento de princípios eugênicos (Sandel, 2015), conforme determinado por P20, principalmente quando auxiliado pela apresentação de valores como ter empatia, reconhecimento de grupos minoritários e sensibilização pelo assunto (P20). Tais dados acordam com as perspectivas de Gonçalves e Rosa (2020), para quem o trabalho de consequências éticas em sala de aula permitiria uma manipulação mais cautelosa dos conteúdos atitudinais se levadas em consideração a multiplicidade de perspectivas e a complexidade associada à imposição de limites para as terapias (Segre; Ferraz, 1997).

Percebeu-se ao final da pesquisa que, apesar de não possuírem muitos conteúdos conceituais e procedimentais sobre terapias gênicas, e de ainda enfrentarem dificuldades quando exigida a localização de conteúdos atitudinais, os licenciandos enxergaram com parcimônia e otimismo os avanços no campo das

edições, relembrando constantemente de questões éticas, mas não tendo valores claros que os guiem em suas reflexões e decisões. Dos valores extraídos dos documentos estudados, aqueles comentados com maior frequência tanto na fase do questionário, quanto na fase da entrevista foram: “Preocupação com as implicações éticas e sociais da terapia gênica em âmbito nacional e em âmbito global” (Valor V); “estímulo ao posicionamento dos alunos frente ao tema polêmico” (Valor VI); e “consciência da influência de seus valores e ações como professor sobre os alunos” (Valor VII).

Por outro lado, os preceitos menos comentados estiveram relacionados com a reflexão crítica sobre a explicação científica em comparação com outros tipos de discurso sobre o tema, ter curiosidade pela compreensão dos processos envolvidos, e interessar-se pela novidade. É revelada, em desenlace, a importância de se abordar em sala de aula as implicações éticas da terapia gênica, particularmente no contexto da aplicação em seres humanos, com ênfase nos direitos humanos (Assembleia Geral da ONU, 1998), na diversidade cultural e nas premissas legislativas. Um tratamento multidisciplinar da temática poderia ser útil no incentivo à reflexão crítica e à curiosidade pela compreensão dos aspectos essenciais dessas terapias, consolidando uma abordagem mais completa na formação docente.

## **CONSIDERAÇÕES FINAIS**

O estudo mostrou que os licenciandos em Ciências Biológicas, apesar de abertos ao uso de terapias gênicas, possuíam poucos conteúdos conceituais e procedimentais sobre o tema. Da mesma forma, grande parte da amostra não apresentou predisposição para aprofundamentos teóricos antes da tomada de decisões e 40% dela, quando questionada a respeito de conteúdos atitudinais, foi capaz de citar somente conteúdos conceituais ou procedimentais.

Todos os participantes chamados para a fase das entrevistas também enfrentaram dificuldades, quando exigida a explicitação de conteúdos atitudinais, apesar de relembrarem constantemente de questões éticas vinculadas com os valores de liberdade e de respeito à autonomia, principalmente. Verificou-se que apenas uma parcela dos valores previstos nos documentos que regem as formações discente e docente brasileiras foi apresentada pelos futuros biólogos, estando, dentre estes, os valores “consciência sobre a relevância da testagem prévia e da participação de Comitês de Ética na decisão de adoção de novos tratamentos genéticos, valorizando os mecanismos de controle sobre a ciência e as empresas” (Valor III) e “preocupação com as implicações éticas e sociais da terapia gênica em âmbito nacional e em âmbito global” (Valor V).

Por outro lado, os valores menos comentados estiveram relacionados com “a reflexão crítica sobre a explicação científica em comparação com outros tipos de discurso sobre o tema” (Valor I); “ter curiosidade pela compreensão dos processos envolvidos” (Valor II) e “interesse por novidades” (Valor VIII).

É revelada, ao final, a importância de se abordar em sala de aula as implicações éticas da terapia gênica, particularmente no contexto da aplicação em seres humanos, com ênfase nos direitos humanos, na diversidade cultural e nas premissas legislativas. Um tratamento multidisciplinar da temática poderia ser útil no incentivo à reflexão crítica e à curiosidade pela compreensão dos aspectos

essenciais dessas terapias, consolidando uma abordagem mais completa na formação docente.

# GENE THERAPY AND ATTITUDINAL CONTENT IN BIOLOGICAL SCIENCES

## ABSTRACT

Gene therapies have acquired redoubled relevance nowadays, penetrating into the most diverse areas of action and reaching levels of development never seen or even thought of before. Due to this importance, it is imperative that the theme be addressed in basic schools and be a study object in teacher training courses. OBJECTIVE: In this scenario, the present work aimed to identify the attitudinal contents associated with gene therapy presented by undergraduate students in Biological Sciences and to verify the agreement between such knowledge and the predictions made by documents that govern Brazilian education. METHODS: Data were collected through a questionnaire ( $n=20$ ) and, in a second moment, semi-structured interviews were conducted ( $n=5$ ). RESULTS: The results indicate that 20% of the sample did not have basic conceptual content about this topic, not being able to define the term "gene therapy" correctly. In the same way, 55% of the undergraduates showed no predisposition for theoretical deepening before taking decisions and 40% of the participants, when questioned about attitudinal contents, cited only conceptual or procedural contents. In the interview phase, the students had difficulties in locating values, they were not able to describe the difference between conceptual and attitudinal contents and only two among the five interviewees treated the theme from a multidimensional perspective. Of the values extracted from the studied documents, those most frequently commented both in the questionnaire phase and in the interview phase were: "Concern with the ethical and social implications of gene therapy at the national and global levels"; "encouragement for the students to take a stand on the controversial topic"; and "awareness of the influence of your values and actions as a teacher on students". CONCLUSION: It was concluded that there is a lack of multidisciplinary treatment of the subject, particularly in the context of application in human beings, with emphasis on human rights, cultural diversity and legislative premises. Thus, there is a need to advance in order to meet national expectations in relation to teacher training stipulated by documents that guide it and it is hoped that the results obtained here can signal ways for improvements in future curricular updates.

**KEYWORDS:** Genetics. Basic education. Initial teacher training.

## REFERÊNCIAS

ASSEMBLEIA GERAL DA ONU. **Declaração Universal do Genoma Humano e os Direitos Humanos.** Resolução 53/111, 9 dez. 1998. Disponível em: <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000122990>. Acesso em: 7 nov. 2022.

BRASIL. **Base Nacional Comum Curricular:** Educação Infantil e Ensino Fundamental. Brasília: MEC/Secretaria de Educação Básica, 2018. Disponível em: <http://basenacionalcomum.mec.gov.br/>. Acesso em: 12 maio 2023.

BRASIL. Conselho Nacional de Educação. **Resolução n. 2/2019, de 20 de dezembro de 2019.** Define as Diretrizes Curriculares Nacionais para a Formação Inicial de Professores para a Educação Básica e institui a Base Nacional Comum para a Formação Inicial de Professores da Educação Básica (BNC-Formação). Brasília, DF: 2019. Disponível em: <https://abmes.org.br/legislacoes/detalhe/2982/resolucao-cne-cp-n-2>. Acesso em: 30 jun. 2025.

BRASIL. Conselho Nacional de Educação. **Resolução n.1/2020, de 27 de outubro de 2020.** Dispõe sobre as Diretrizes Curriculares Nacionais para a Formação Continuada de Professores da Educação Básica e institui a Base Nacional Comum para a Formação Continuada de Professores da Educação Básica (BNC-Formação Continuada). Brasília, DF: 2020. Disponível em: <https://portal.mec.gov.br/docman/outubro-2020-pdf/164841-rcp001-20/file>. Acesso em: 30 jun. 2025.

DELMAS-MARTY, M. O universalismo dos direitos humanos em questão: o exemplo do direito à vida. In: TEIXEIRA, A. V.; OLIVEIRA, E. S. (org.). **Correntes contemporâneas do pensamento jurídico.** Barueri: Manole, 2010. Disponível em: <https://www.manole.com.br/correntes-contemporaneas-do-pensamento-juridico/p>. Acesso em: 30 jun. 2025.

DOMINGUES, D. S.; FÁVARO, R. D.; MAIA, I.; DINIZ, R. A discussão de tópicos de engenharia genética e biologia molecular na escola: o que pensam alunos de ensino médio. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 4., 2003, Bauru. **Anais** [...]. Bauru, SP: ABRAPEC, 2003. Disponível em: [https://abrapec.com/atas\\_enpec/ivenpec/Arquivos/Painel/PNL011.pdf](https://abrapec.com/atas_enpec/ivenpec/Arquivos/Painel/PNL011.pdf). Acesso em: 23 ago. 2023.

FÁVARO, R. D.; DINIZ, R. D. S.; MAIA, I. G.; DOMINGUES, D. S. Engenharia genética e biologia molecular: possibilidades e limites do trabalho do professor de biologia no ensino médio. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 4., 2003, Bauru. **Anais** [...]. Bauru, SP: ABRAPEC, 2003. p. 1-11. Disponível em: [https://abrapec.com/atas\\_enpec/ivenpec/Arquivos/Orais/ORAL073.pdf](https://abrapec.com/atas_enpec/ivenpec/Arquivos/Orais/ORAL073.pdf). Acesso em: 12 jan. 2023.

FERREIRA, K. E.; DE CASTRO RIBEIRO, P. A.; ROCHA, M. L.; DE JESUS COSTA, F.; MARTINS, É. M. Metodologias alternativas para o ensino de genética em um curso de licenciatura: um estudo em uma Universidade Pública de Minas Gerais. **Revista da Universidade Vale do Rio Verde**, v. 15, n. 1, p. 497-507, 2017. Disponível em: <http://periodicos.unincor.br/index.php/revistaunincor/article/view/2790>. Acesso em: 13 jan. 2023.

GAMBIN, K. C. **O ensino de genética no ensino médio do Brasil**: uma análise a partir de documentos e políticas educacionais e curriculares. 2022. Dissertação (Mestrado em Educação) — Universidade Federal da Fronteira Sul, Chapecó, 2022. Disponível em: <https://rd.uffs.edu.br/bitstream/prefix/6435/1/GAMBIN.pdf>. Acesso em: 30 jun. 2025.

GOLDIM, J. R. Genetics and ethics: a possible and necessary dialogue. **Journal of community genetics**, v. 6, p. 193-196, 2015. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s12687-015-0232-6>. Acesso em 23 jan. 2023.

GONÇALVES, M.; ROSA, R. Texto e construção de um posicionamento crítico. **Práticas Textuais**, n. 18, n. 19, p. 11-18, 2020. Disponível em: [https://research.unl.pt/ws/portalfiles/portal/29476302/PraticasTextuais1819\\_12\\_19.pdf](https://research.unl.pt/ws/portalfiles/portal/29476302/PraticasTextuais1819_12_19.pdf). Acesso em: 30 jan. 2023.

GUIMARÃES, S. S. M.; TOMAZELLO, M. G. C. Avaliação das idéias e atitudes relacionadas com sustentabilidade: metodologia e instrumentos. **Ciência & Educação**, Bauru, v. 10, p. 173-183, 2004. Disponível em: [http://educa.fcc.org.br/scielo.php?pid=S1516-73132004000200003&script=sci\\_abstract](http://educa.fcc.org.br/scielo.php?pid=S1516-73132004000200003&script=sci_abstract). Acesso em: 30 jan. 2023.

JUSTINA, L. A. D.; RIPPEL, J. L. Ensino de genética: representações da ciência da hereditariedade no nível médio. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 4., 2003, Bauru. **Anais** [...]. Bauru, SP: ABRAPEC, 2003. Disponível em: <https://fep.if.usp.br/~profis/arquivo/encontros/enpec/ivenpec/Arquivos/Orais/0RAL076.pdf>. Acesso em: 04 fev. 2023.

LINDEN, R. Terapia gênica: o que é, o que não é e o que será. **Estudos avançados**, v. 24, n. 70, p. 31-69, 2010. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/ea/a/nmhVC8mrYSr9v68gRYRsPBS/?lang=pt>. Acesso em: 17 mar. 2023.

LOPES, S. M. C. Ensino de Genética no Ensino Médio: desafios e novas perspectivas para qualidade da aprendizagem. **Research, Society and**

**Development**, v. 12, n. 1, p. e7912139422-e7912139422, 2023. Disponível em: <https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/39422>. Acesso em: 30 jun. 2025.

MONTENEGRO, V. L. S. **O desenvolvimento do conhecimento pedagógico do conteúdo de professoras polivalentes no ensino de ciências**: um olhar acerca da influência de um curso de formação contínua sobre argumentação. 2017. Tese (Doutorado em Educação) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2017. Disponível em: <https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/81/81132/tde-05072018-131725/en.php>. Acesso em: 25 jan. 2023.

POZO, J. I.; CRESPO, M. A. G. **A aprendizagem e o ensino de ciências**: do conhecimento cotidiano ao conhecimento científico. Porto Alegre: Artmed, v. 5, p. 5, 2009. Disponível em: <https://docente.ifrn.edu.br/mauriciofacanha/ensino-superior/disciplinas/instrumentacao-para-o-ensino-de-quimica-i/pozo-j.-i.-crespo-m.-a.-g.-a-aprendizagem-e-o-ensino-de-ciencias-do-conhecimento-cotidiano-ao-conhecimento-cientifico.-5.-ed.-porto-alegre-artmed-2009>. Acesso em: 07 ago. 2023.

REBELO, D.; MENDES, A.; SOARES, R. Ensino da Biologia numa perspectiva CTS: um exemplo para a abordagem da unidade curricular – Património genético. In: PAIXÃO, F.; JORGE, F. R. (coord.). **Educação e Formação**: Ciência, Cultura e Cidadania, p. 264-271, 2009. Disponível em: [https://www.researchgate.net/profile/Rui-Soares-12/publication/256090734\\_O\\_ensino\\_da\\_Biologia\\_numa\\_perspectiva\\_CTS\\_um\\_exemplo\\_para\\_a\\_abordagem\\_da\\_unidade\\_curricular\\_-\\_Patrimonio\\_genetico/links/00463521a381c7c9e4000000/O-ensino-da-Biologia-numa-perspectiva-CTS-um-exemplo-para-a-abordagem-da-unidade-curricular-Patrimonio-genetico.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Rui-Soares-12/publication/256090734_O_ensino_da_Biologia_numa_perspectiva_CTS_um_exemplo_para_a_abordagem_da_unidade_curricular_-_Patrimonio_genetico/links/00463521a381c7c9e4000000/O-ensino-da-Biologia-numa-perspectiva-CTS-um-exemplo-para-a-abordagem-da-unidade-curricular-Patrimonio-genetico.pdf). Acesso em: 16 abr. 2023.

RIBEIRO, C. M. C. **Aprendizagem cooperativa na sala de aula**: uma estratégia para aquisição de algumas competências cognitivas e atitudinais definidas pelo Ministério da Educação. 2006. Tese (Doutorado em Educação) – Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro, Vila Real, Portugal, 2006. Disponível em: <https://www.proquest.com/docview/2701131966?fromopenview=true&pq-origsite=gscholar&sourcetype=Dissertations%20&%20Theses>. Acesso em: 08 fev. 2023.

SANDEL, M. J. **Contra a perfeição**: ética na era da engenharia genética. Editora José Olympio, 2015. Disponível em: <https://www.anpof.org/periodicos/conjectura-filosofia-e-educacao/leitura/712/25583>. Acesso em: 15 mar. 2023.

SÃO PAULO (Estado). **Catálogo das Ementas detalhadas dos Aprofundamentos Curriculares**. Secretaria da Educação do Estado, 2022. Disponível em:

<https://curriculomais.educacao.sp.gov.br/2019/01/22/catologo-dos-aperfundamentos-curriculares/>. Acesso em: 12 maio 2023.

SÃO PAULO (Estado). Secretaria da Educação. **Currículo Paulista**: primeiro e segundo ciclo do ensino fundamental e ensino médio. São Paulo: SEE, 2019. Disponível em: <https://efape.educacao.sp.gov.br/curriculopaulista/>. Acesso em: 11 maio 2023.

SCHNEIDER, E. M. **Alfabetização científica de alunos do ensino superior frente às implicações da engenharia genética e a idealização do "melhoramento humano"**. 2015. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2015. Disponível em: <http://repositorio.uem.br:8080/jspui/handle/1/4557>. Acesso em: 25 jan. 2023.

SCHNEIDER, E. M.; MEGLHORATTI, F. A.; CORAZZA, M. J. Discursos de professores em formação continuada acerca da relação entre a manipulação genética e a possibilidade de melhoramento em humanos. **Ciência & Educação**, Bauru, v. 22, p. 597-613, 2016. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/ciedu/a/kHrkFVMdsR9kCPGLyqYJLM/?lang=pt&format=html>. Acesso em: 23 ago. 2023.

SEGRE, M.; FERRAZ, F. C. O conceito de saúde. **Revista de Saúde Pública**, v. 31, p. 538-542, 1997. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rsp/a/ztHNk9hRH3TJhh5fMgDFCFj/?stop=next&format=html>. Acesso em: 12 maio 2023.

SMITH, D. **Ethical Issues in Research**: A Guide for Students. 1st ed. New York: Routledge, 2015. Disponível em: <https://www.routledge.com/Research-Ethics/SmithIltis/p/book/9780415472975>. Acesso em: 04 fev. 2023.

SOUSA, E. S; ALMEIDA, A. C. P. C. Ensino-aprendizagem de conteúdos de biodiversidade e genética com ênfase em ciências, tecnologia e sociedade. **Ciência & Educação**, Bauru, v. 23, n. 2, p. 331-346, 2017. Disponível em: <https://repositorio.ufpa.br/handle/2011/12428>. Acesso em: 16 abr. 2023.

XAVIER, M. C.; FREIRE, A. S.; MORAES, M. O. A introdução dos conceitos de biologia molecular e biotecnologia no ensino de genética no nível médio: há espaço para a nova biologia? In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 5., 2005, Bauru. **Anais** [...]. Bauru, SP: ABRAPEC, 2005. p. 1-12. Disponível em: [https://abrapec.com/atas\\_enpec/venpec/conteudo/oralarea8.htm](https://abrapec.com/atas_enpec/venpec/conteudo/oralarea8.htm). Acesso em: 23 ago. 2023.

ZABALA, A. **A prática educativa:** como ensinar. Penso Editora, p. 27-52, 2015.  
Disponível em: [https://books.google.com.br/books?hl=pt-BR&lr=&id=ypR9CAAAQBAJ&oi=fnd&pg=PT162&dq=ZABALA,+A.+A+pr%C3%A1tica+educativa:+como+ensinar.+Penso+Editora,+p.+27-52,+2015.&ots=xyyj-IMr0E&sig=q2uhffkz00O8ag7q25eKs7OgBng&redir\\_esc=y#v=onepage&q&f=false](https://books.google.com.br/books?hl=pt-BR&lr=&id=ypR9CAAAQBAJ&oi=fnd&pg=PT162&dq=ZABALA,+A.+A+pr%C3%A1tica+educativa:+como+ensinar.+Penso+Editora,+p.+27-52,+2015.&ots=xyyj-IMr0E&sig=q2uhffkz00O8ag7q25eKs7OgBng&redir_esc=y#v=onepage&q&f=false)  
. Acesso em: 04 fev. 2023.

**Recebido:** 27 nov. 2023.

**Aprovado:** 18 jul. 2025.

**DOI:** 10.3895/rbect.v19n1.17853

**Como citar:** PARDOCCI, N. S.; JORDÃO, R. S. A terapia gênica e os conteúdos atitudinais em Ciências Biológicas. **Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia**, Ponta Grossa, v. 19, p. 1-19, 2026. Disponível em: <<https://periodicos.utfpr.edu.br/rbect/article/view/17853>>. Acesso em: XX.

**Correspondência:** Natália Sudan Parducci - [nataliasudanparducci@gmail.com](mailto:nataliasudanparducci@gmail.com)

**Direito autoral:** Este artigo está licenciado sob os termos da Licença Creative Commons-Atribuição 4.0 Internacional.

