

DIFICULDADES NO ENSINO-APRENDIZAGEM DE GENÉTICA: UM RETRATO DA LITERATURA ESPECIALIZADA NAS DUAS ÚLTIMAS DÉCADAS

DIFICULTADES EN LA ENSEÑANZA-APRENDIZAJE DE LA GENÉTICA: UN RETRATO DE LA LITERATURA ESPECIALIZADA DE LAS ÚLTIMAS DOS DÉCADAS

Raquel da Silva Moreira

Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ)
raquel21bio@gmail.com

Magui Aparecida Vallim

Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ)
mvallim@yahoo.com.br

Andréa Carla de Souza Góes

Profa. Associada, Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ)
acgoes@uerj.br

RESUMO

Este trabalho investigou as dificuldades encontradas no ensino-aprendizagem de Genética, relatadas por pesquisadores brasileiros, e as propostas de superação. Para tal, foi realizado um levantamento bibliográfico em atas de eventos e revistas especializadas publicadas entre 2001 e 2021. O corpus da pesquisa contou com 207 artigos. As dificuldades foram agrupadas, de acordo com o método de análise temática nos seguintes temas: Compreensão, Metodologias, Recursos didáticos, Formação docente e Inclusão. Concluímos que, as dificuldades relatadas, em parte, poderiam ser evitadas com uma boa infraestrutura para o trabalho acompanhada por uma formação adequada e valorização do profissional docente.

Palavras-chave: ensino-aprendizagem; genética; DNA; revisão bibliográfica; tematização.

Eixo temático: 6. Ensino de Ciências e Biologia, questões socioambientais e de saúde.

Modalidade: pesquisa acadêmica

RESUMEN

Este trabajo investigó las dificultades encontradas en la enseñanza-aprendizaje de la Genética, relatadas por investigadores brasileños, y propuestas para superarlas. Para ello, se realizó un levantamiento bibliográfico en actas de eventos y revistas especializadas publicadas entre 2001 y 2021. El corpus de la investigación incluyó 207 artículos. Las dificultades se agruparon, según el método de análisis temático, en los siguientes temas: Comprensión, Metodologías, Recursos didáticos, Formación docente e Inclusión. Concluimos que las dificultades reportadas, en parte, podrían evitarse con una buena

infraestrutura para el trabajo acompañada de una adecuada formación y valorización del profesional docente.

Palabras clave: enseñanza-aprendizaje; genética; ADN; revisión bibliográfica; tematización.

Eje temático: 6. Enseñanza de Ciencias y Biología, cuestiones socioambientales y de salud.

Modalidad: investigación académica.

APRESENTAÇÃO

O ensino de genética é considerado desafiador na educação básica. Na tentativa de esclarecer as dificuldades do ensino-aprendizagem de temas em genética na educação básica, procedeu-se a uma pesquisa de natureza exploratória por meio de uma revisão sistemática da literatura ao longo de duas décadas, no cenário brasileiro, a fim de fomentar discussões e lançar luz sobre o problema.

1. Os avanços da genética e sua relevância social

No último século, os avanços da ciência e tecnologia, no campo da genética e da biotecnologia, produziram conhecimentos de grande impacto para a humanidade, com desdobramentos diretos no cotidiano da população como o Projeto Genoma Humano, o melhoramento genético, as células tronco, a edição do DNA (sistema CRISPR), a produção de vacinas de RNA e medicamentos e a terapia gênica, entre outros. Os avanços tecnológicos associados à genética têm permitido o tratamento, a prevenção e a cura de doenças, enfim a melhoria da qualidade de vida e a saúde dos seres humanos. Para que a nossa sociedade possa conhecer tais progressos científicos, seus impactos sociais e éticos, é fundamental que eles sejam abordados na educação básica, com participação ativa do aluno.

1.2. Os desafios do ensino-aprendizagem de genética

Muitas são as atividades cotidianas que estão relacionadas à Ciência e à Tecnologia. As Orientações Curriculares para o Ensino Médio (Brasil, 2006) mencionam que o ensino na disciplina de biologia é desafiador para os professores, sendo a alfabetização científica

necessária para a compreensão e discussão de temas da atualidade. Carboni e Soares (2001) destacam que os estudantes consideram a genética um dos conteúdos mais difíceis de biologia, já que para compreendê-la devem ser capazes de relacionar conhecimentos de outras áreas, como citologia e biologia molecular, com os conteúdos apresentados na genética. Por sua vez, a compreensão sobre a transmissão de traços genéticos e suas variações contribuem para a aprendizagem de conceitos sobre a diversidade e evolução dos seres vivos (Freitas, 2010).

A Base Nacional Curricular Comum (BNCC) enfatiza a necessidade da alfabetização científica dos indivíduos tanto no que diz respeito ao conteúdo, mas também no incentivo à curiosidade frente aos novos conhecimentos e à formação crítica para averiguação, argumentação e resolução de novas situações-problema (Brasil, 2018). Rosa e Almeida (2021) enfatizam o potencial que os conteúdos em genética possuem para discutir-se temas como os relacionados ao preconceito e discriminação, extrapolando-se a dimensão conceitual dos conteúdos por meio de um enfoque afinado com o multiculturalismo crítico e o pluralismo epistemológico. Góes e Oliveira (2014) enfatizam que a alfabetização científica é essencial para aproveitar plenamente os avanços tecnológicos e científicos que moldam nossa sociedade. Portanto, cabe ao professor introduzir os alunos à cultura da iniciação científica, que permite uma compreensão mais profunda da importância da ciência e da comunidade científica na sociedade. Isso pode estimular o interesse dos alunos pela ciência e prepará-los para futuras atividades científicas (Escondino e Góes, 2013).

2. PERCURSO METODOLÓGICO

O presente trabalho consiste em uma revisão da bibliografia acerca das dificuldades do ensino-aprendizagem de genética na educação básica e das propostas apresentadas para a melhoria do ensino-aprendizagem dessa área. A fim de direcionar o estudo, foram estabelecidas as questões norteadoras a seguir: Quais são as maiores dificuldades, apontadas na literatura, para o ensino-aprendizagem de genética na educação básica? Quais são as soluções propostas para suplantar tais dificuldades?

Para responder a tais questionamentos, adotou-se uma revisão sistemática da literatura. Foram pesquisados artigos publicados entre os anos de 2001 a 2021 nos anais e atas dos

principais eventos de ensino de ciências e biologia no país e na revista *Genética na Escola*. Para tal foram utilizadas as palavras-chave "genética" e "DNA". Vale ressaltar que no levantamento bibliográfico não foram encontrados trabalhos semelhantes a este, relacionando as dificuldades no ensino-aprendizagem de genética com as propostas para suplantá-las, indicando a originalidade do mesmo.

Os eventos foram selecionados por conterem artigos escritos, em parte, por professores atuantes em sala de aula, ou seja, por aqueles profissionais que atuam em sala de aula e vivenciam as dificuldades do ensino de genética no seu labor diário. O Encontro Nacional de Ensino de Biologia (ENEBIO) visa favorecer a troca de experiências para a melhoria do ensino de Ciências e Biologia no Brasil. O Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências (ENPEC) tem como propósito trazer visibilidade à pesquisa em Educação em Ciências, promovendo a interação entre instituições nacionais e internacionais. A revista *Genética na Escola* é uma publicação da Sociedade Brasileira de Genética direcionada aos professores de genética e biologia evolutiva da educação básica e superior.

O quarto banco de dados analisado corresponde ao *Google* acadêmico, uma poderosa ferramenta de busca de materiais acadêmicos. Devido à grande quantidade de trabalhos alheios ao campo do ensino, além de "genética e DNA". Como o número de artigos disponibilizados no *Google* acadêmico é muito superior ao dos demais bancos de dados, acrescentou-se a palavra "ensino" à busca e limitou-se o número de trabalhos à média de trabalhos obtidos nas demais fontes pesquisadas (ENEBIO, ENPEC e revista *Genética na Escola*). Assim, foram analisados os primeiros 52 artigos disponibilizados, desde que não fossem duplicados, ou seja, que não tivessem sido publicados nos referidos eventos.

Realizou-se uma leitura flutuante nos títulos e nos resumos em busca de menções às dificuldades relacionadas ao ensino de genética, sendo esse o critério de inclusão dos trabalhos na presente pesquisa. As dificuldades apontadas para o ensino de genética foram demarcadas, agrupadas e categorizadas, de acordo com o método de análise temática de Fontoura (2011). A autora preconiza as seguintes etapas de organização dos dados: leitura flutuante, demarcação quanto a relevância, agrupamento de dados, definição das unidades de contexto, tratamento e interpretação dos dados.

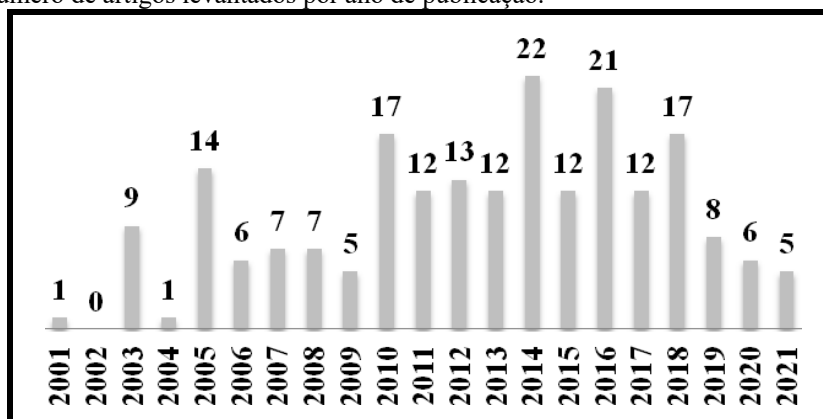
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 A revisão bibliográfica

A busca retornou 207 artigos, publicados entre 2001 e 2021, que continham as palavras-chave genética e/ou DNA e que investigavam as dificuldades no ensino de genética. O maior número de publicações ocorreu entre os anos de 2010 e 2018, porém entre os anos 2019 e 2021 há uma redução do número de trabalhos (Gráfico1).

O período analisado inicia com poucas publicações, já em 2005 o número de publicações salta para 14 artigos. Esse aumento pode estar relacionado à aprovação da Lei de Biossegurança (Brasil, 2005), que regula a liberação da plantação de transgênicos no Brasil gerando mais discussões na sociedade e despertando curiosidade entre os estudantes.

Gráfico 1– Número de artigos levantados por ano de publicação.



Fonte: elaboração das autoras

O período de 2010 a 2018 foi prolífico em artigos. Após 10 anos da finalização do Projeto Genoma Humano, houve um aumento relevante no número de publicações sobre o tema. Nessa época, houve uma maior repercussão e divulgação desse projeto nas escolas e no ensino de biologia, ciências e genética.

O corpus foi composto por 67 artigos oriundos do ENEBIO, 46 do ENPEC, 42 da Revista Genética na Escola e 52 artigos do Google Acadêmico. Nesta pesquisa, o ENEBIO e o Google acadêmico foram as bases que mais apresentaram publicações abordando as dificuldades no ensino de genética; já a *Revista Genética na Escola* apresentou mais publicações sobre propostas de melhorias no ensino.

As publicações do ENEBIO e do ENPEC tem um perfil voltado para reflexões sobre ensino de genética. No Google Acadêmico observa-se grande pluralidade de áreas, não se restringindo ao ensino. A Revista *Genética na Escola* dá ênfase a publicações que visem facilitar o aprendizado com propostas de Metodologias inovadoras.

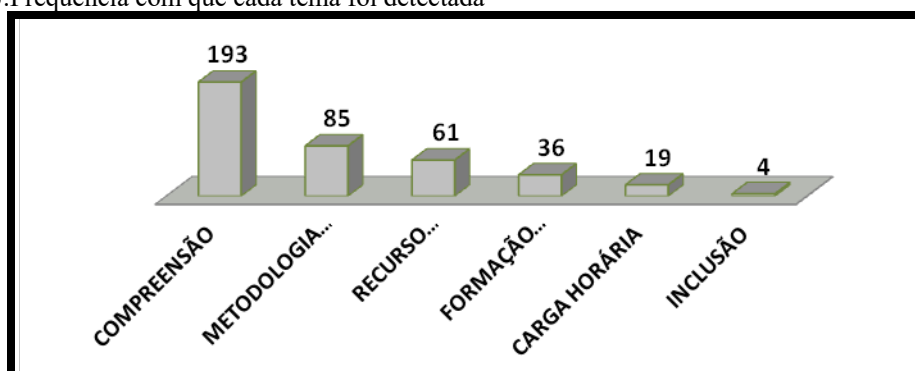
Como resultado da análise das dificuldades relatadas nos artigos, emergiram os temas apresentados no quadro 1.

Quadro 1: Temas que emergiram da análise dos artigos

| Temas | Subtemas |
|----------------------------|---|
| Compreensão | Os conteúdos abstratos e de difícil compreensão. Os vocabulários científicos ou exclusivos. As expressões e cálculos matemáticos. |
| Metodologia de Ensino | Os métodos tradicionais de ensino. A fragmentação de temas no ensino de genética. |
| Recursos didáticos | A falta de estrutura, de equipamentos e materiais que auxiliem no ensino. |
| Formação profissional | A má formação inicial e a falta de formação continuada. |
| Carga Horária do professor | As altas cargas horárias trabalhadas. A falta de tempo para organizar as atividades. Redução de tempo da disciplina de biologia. |
| Inclusão | As dificuldades de inclusão de alunos que apresentam deficiências. |

Grande parte dos artigos mencionou dificuldades alinhadas ao tema Compreensão (Gráfico 3).

Gráfico 3: Frequência com que cada tema foi detectada



Fonte: elaborado pelas autoras. O corpus foi composto por 67 artigos oriundos do ENEBIO, 52 artigos do *Google Acadêmico*, 46 do ENPEC e 42 da Revista *Genética na Escola*.

As maiores barreiras ao processo de ensino-aprendizagem de genética, pertencem ao tema Compreensão e relacionam-se à natureza abstrata dos conteúdos, aos conceitos de difícil compreensão, ao vocabulário específico descolado do cotidiano e à necessidade de utilizar-se cálculos matemáticos para a compreensão de certos conteúdos (Quadro 2).

Quadro 2: Exemplos de trechos do tema Compreensão

| Excerto | Referência |
|--|---|
| A falta de compreensão da relação do processo da meiose com a transmissão das características hereditárias, reprodução sexual, formação dos gametas e geração da diversidade vem sendo apontada como um dos fatores principais na dificuldade de ensino e aprendizagem da genética | Klautau-Guimarães <i>et al.</i> , 2011. |
| Em nossa prática pedagógica, percebemos que o uso de fórmulas, equações matemáticas e esquemas - como o quadro de Punnett - permite que o aluno resolva questões básicas de genética sem ter pleno domínio dos conceitos envolvidos. | Silvério, Maestrelli, 2011. |

Fonte: elaborado pelas autoras

Frequentemente, os assuntos estudados em genética são considerados complexos (Xavier e Santana, 2010). Um dos empecilhos para a aprendizagem está relacionado ao vocabulário técnico (ex. genótipo, alelos, dominância, síntese de proteínas e vários outros) que não está inserido no cotidiano do aluno (Temp, Nicoletti e Bartholomei-Santos, 2014). Conforme explana Silva e Silva (2020), os conteúdos de genética são considerados temas difíceis de ensinar e aprender em decorrência de sua linguagem técnica, nível de abstração e raciocínios matemáticos.

O segundo tema citado com maior frequência foi a Metodologia de ensino (Gráfico 3).. No quadro 3 são apresentados exemplos de fragmentos classificados no tema Metodologia de ensino.

Quadro3: Exemplos de trechos incluídos no tema Metodologia de ensino

| Excerto | Referência |
|---|--------------------------------------|
| Observa-se que a metodologia tradicional, na qual os alunos passam pelo processo de memorização mecânica e reprodução fiel das informações passadas pelo professor deixa os conteúdos muito fragmentados e descontextualizados com outros saberes | Murollo <i>et al.</i> , 2015. |
| No entanto, a abordagem dos temas relacionados à genética realiza-se com base nos métodos tradicionais de ensino que são abarcados em uma metodologia expositiva, fragmentada e pouco problematizadora. | Barros; Ribeiro; Silva, 2019. |

Fonte: elaborado pelas autoras

Sobre esse aspecto, Pereira, Leão e Jófili (2007) mencionam que no ensino tradicional, o discente não é atuante e sim um mero receptor de informações e conhecimentos, não tendo estímulo e desenvolvimento de sua cognição e compreensão dos assuntos estudados. Uma aprendizagem de forma mecânica, baseada na memorização do conteúdo presente no

material didático, não permite a construção de novos conhecimentos (Eleutério *et al.* 2018).

O tema Recursos Didáticos foi citado em 61 artigos que abordam a falta de materiais didáticos, de estrutura física e de equipamentos como obstáculos ao aprendizado, ao entendimento e à compreensão dos conhecimentos que são ensinados, impossibilitando a mediação entre a teoria e a prática. No quadro 4 são apresentados alguns excertos que representam o tema Recursos didáticos.

Quadro 4: Exemplos de excertos atribuídos ao tema Recursos didáticos

| Excerto | Referência |
|---|--------------------------|
| [...] tendo os professores conhecimento sobre a necessidade e importância de trabalhar com conteúdos ditos "antigos" ou atuais da Genética, torna-se plausível que tenham um olhar voltado à busca de materiais ou estratégias que possam suprir as lacunas dos livros didáticos, a exemplo da utilização ou produção de modelos. | Setúval, Bejarano, 2013. |
| Outro fator que viabiliza a aplicação de recursos didáticos no ambiente escolar é que este permite que o aluno seja inserido de forma efetiva no seu processo de aprendizagem, promovendo um raciocínio sistemático a respeito dos fenômenos e fatos científicos. | Barros, Silva, 2016. |

Fonte: elaborado pelas autoras

Muitas vezes, o livro didático apresenta conceitos equivocados e sem contextualização, o que dificulta o trabalho do professor em sala de aula (Silva e Cavalcanti, 2014). Por outro lado, há momentos em que o docente possui recursos didáticos, mas não pode desenvolver atividades práticas por falta de espaço físico para a realização de uma aula diferenciada (Carvalho, Júnior e Andrade, 2013).

A formação docente insuficiente foi citada em 36 artigos, nesse aspecto é conhecida a qualidade heterogênea da formação profissional em nosso país, especialmente na área da ciência e tecnologia devido ao rápido avanço das inovações e descobertas. Entretanto, nota-se uma tendência de atribuir a responsabilidade das falhas do sistema educativo ao docente, eximindo-se de uma reflexão mais aprofundada sobre os diversos aspectos que envolvem essa questão. No quadro 5 são apresentados exemplos de excertos do tema Formação profissional.

Quadro 5: Exemplos de excertos atribuídos ao tema Formação profissional

| Excerto | Referência |
|--|------------------------------|
| A falta de professores ainda persiste na escola, de maneira que os alunos ficam, muitas vezes, com lacunas em seu horário. | Fabício; Melo; Bastos, 2003. |

| | |
|---|--------------------------------|
| <p>Temos que considerar que os conceitos biológicos são de fato, uma dificuldade apresentada pelos alunos, porém essa dificuldade pode ser reflexo de uma dificuldade do próprio professor em apresentar ou explicar determinados conceitos e conteúdos, como decorrente de uma fragilidade na formação destes professores.</p> | <p>Barros; Oliveira, 2016.</p> |
|---|--------------------------------|

Fonte: elaborado pelas autoras

É preciso considerar que os docentes enfrentam muitas adversidades e impasses para que consigam permanecer atualizados, devido à excessiva jornada de trabalho, a falta de incentivo dos empregadores e aos baixos salários.

As longas jornadas de trabalho foram abordadas em 19 artigos. O tema denominado Carga Horária (Gráfico 3) se relaciona ao fato de os docentes trabalharem com cargas horárias extensas e de terem reduzidas as cargas horárias por turma (2 ou 3 tempos semanais) na sua disciplina. Como consequência, há relatos de falta de tempo para o planejamento de suas aulas e de atividades práticas ou diferenciadas. No quadro 6 são apresentados exemplos de excertos do tema Carga horária.

Quadro 6: Exemplos de excertos atribuídos à tema carga horária

| Excerto | Referência |
|---|---------------------------------------|
| <p>Vivencia-se uma defasagem na formação docente devido principalmente, às altas cargas horárias de trabalho e ao acúmulo de conteúdos trabalhados.</p> | <p>Pereira, 2016.</p> |
| <p>Os resultados demonstraram que os professores têm dificuldades para finalizar o conteúdo básico de Genética porque carecem de tempo de aula e utilizam livros didáticos anacrônicos, onde os conteúdos de Genética Molecular e Biotecnologia não são apresentados.</p> | <p>Xavier, Freire e Moraes, 2005.</p> |

Fonte: elaborado pelas autoras

Da mesma forma, os programas curriculares desatualizados, quando associados ao tempo reduzido das cargas horárias, tem como resultado o ensino de conteúdos desconectados, em detrimento do debate do que eles, os conteúdos, significam na vida diária (Paiva e Martins, 2005).

A inclusão de alunos com deficiência nas classes regulares foi abordada em 4 estudos. Estes apontam que os docentes não se sentem capacitados para trabalhar com classes mistas e destacam a falta de recursos didáticos adequados para tal. A inclusão escolar é uma realidade desafiadora da qual os docentes não podem se abster de enfrentar,

refletindo e cobrando por infraestrutura e políticas públicas que garantam o treinamento e a formação profissional continuada.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Neste trabalho, foram levantadas as principais dificuldades relatadas em artigos publicados durante duas décadas, perfazendo um total de 207 artigos analisados. No início dos anos 2000, poucas eram as publicações sobre as dificuldades no Ensino de Genética, porém houve uma tendência de aumento com o passar dos anos.

As dificuldades de ensino-aprendizagem de genética levantadas estão relacionadas principalmente à dificuldade de compreensão dos assuntos estudados, à ampla utilização de metodologias tradicionais de ensino, à falta de recursos didáticos adequados e à baixa qualidade da formação profissional. A dificuldade de compreensão foi relacionada à abstração dos conteúdos, ao vocabulário específico e aos cálculos matemáticos que dificultam e afastam os estudantes da compreensão da genética.

As metodologias tradicionais de ensino e o conteúdo fragmentado não promovem a interação entre o aluno e o professor, dificultando o processo. A má formação profissional e a falta de formação continuada dos docentes tende a não permitir que o professor se mantenha atualizado, sendo mais uma dificuldade enfrentada pelos docentes, especialmente no gerenciamento de turmas mistas. O reduzido número de horas da disciplina de biologia aliado ao conteúdo extenso, parece favorecer o ensino pouco contextualizado.

De modo geral, as propostas de melhoria do ensino de genética apontadas nos artigos mencionaram o uso de metodologias inovadoras, a melhoria da qualidade da formação inicial e continuada, e a disponibilidade dos recursos didáticos, não havendo menção à melhoria de infraestrutura, adequações curriculares ou melhores condições de trabalho para o docente, o que parece-nos apontar para uma abordagem superficial e simplista para um real enfrentamento das dificuldades apontadas. Ministras aulas de genética não é uma tarefa fácil por razões diversas, entretanto, muitas das dificuldades do ensino de genética apontadas na pesquisa poderiam ser evitadas com ações básicas como a disponibilidade de uma boa infraestrutura para o trabalho docente atrelada a atualização e valorização do profissional de educação.

REFERÊNCIAS

BARROS, G. D.; RIBEIRO, A. M.; SILVA, D. M. S. Formação inicial de professores de ciências: Proposta de disciplina sobre recursos didáticos para o ensino de genética. **XII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências** p. 7. 2019.

BARROS, G. D.; SILVA, D. M. S. O uso de um recurso didático como subsídio para o ensino de genética. p.4252-4259. Atas do VI **Encontro Nacional de Ensino de Biologia**. n.9. 2016.

BARROS, J. S.; OLIVEIRA, V. L. B. Modelização: um caminho facilitador no ensino de genética. **Revista de Ensino de Biologia da SBEnBio**, v. 9, n. 9, p. 6255-6265, 2016.

BRASIL, Ministério da Educação. **Orientações Curriculares para o Ensino Médio: Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias**, vol. 2, 2006.

BRASIL. Lei n. 11.105, de 24 de março de 2005. Lei de Biossegurança. Regulamenta os incisos II, IV e V do parágrafo 1º do art. 225 da Constituição Federal e dá outras providências. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 28 mar. 2005. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2004-2006/2005/lei/111105.htm>. Acesso em: 18 mar. 2022.

BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília: MEC, 2018.

CARBONI, P. B.; SOARES, M. A. M. A. **Genética Molecular no Ensino Médio** - The Molecular Genetic At High School Level. 2001. Disponível em: <http://www.gestaoescolar.diaadia.pr.gov.br/arquivos/File/producoes_pde/artigo_patricia_berticelli_carboni.pdf> Acesso em: 20 nov. 2022.

CARVALHO, E.; JÚNIOR, F. P. C.; ANDRADE, A. S. Tendências de Pesquisa Sobre Atividades Práticas de Genética. Atas do **IX Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências** – IX ENPEC. Águas de Lindóia, SP. p.2. 2013. Conceitos de Biologia Molecular. **Investigações em Ensino de Ciências** – V18(3), pp. 563-579, 2013.

ELEUTÉRIO, J. M. P.; FERREIRA, A. F. S.; OLIVEIRA, A. F. O.; CARMO, J. P.; SILVA, J. C. S.; IKETANI, G. Construção de Recursos Didáticos como Estratégia Metodológica para o Ensino de Genética em uma Escola de Ensino Público no Município de SANTARÉM-PA 2018. **Revista da SBEnBio**. n.10, p. 573-579. 2018.

ESCONDINO, D. A.; GÓES, A. C. S. Alfabetização Científica e Aprendizagem Significativa: Situação de Alunos de Escolas Estaduais do Rio de Janeiro com Relação a Conceitos de Biologia Molecular. **Investigações em Ensino de Ciências** – V18(3), pp. 563-579, 2013.

FABRÍCIO, M. F. L.; MELO, E. H.; BASTOS, H. F. B. N. Construção do conhecimento em genética: estudo comparativo entre atividades supervisionadas diretamente e indiretamente pelo professor. **IV Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências**. p.1-4. 2003

FONTOURA, H. A. **Tematização como proposta de análise de dados na pesquisa qualitativa**. In: FONTOURA, H. A. (Org.) Formação de professores e diversidades culturais: múltiplos olhares em pesquisa. Niterói: Intertexto, 2011, p. 61-82.

FREITAS, J. C.; SANTOS, J. M.; PAZ, F. M.; SANTOS, S. O.; SANTOS, F. O. Brincando com a Genética e Evolução: a Ludicidade no Desenvolvimento de Saberes Significativos. **Revista da SBEnBio**, n.3, 2010.

GÓES, A. C. S.; OLIVEIRA, B. V. X. Projeto Genoma Humano: um Retrato da Construção do Conhecimento Científico sob a Ótica da Revista Ciência Hoje. **Cienc. Educ.**, Bauru, v.20, n 3, p.577, 2014.

KLAUTAU-GUIMARÃES, M. N.; RESENDE, T. A.; LOBO, J.; OLIVEIRA, S. F. **Entendendo a Variação Genética**. 2011. Genética na Escola 06 (1). São Paulo: 31-41. <https://doi.org/10.55838/1980-3540.ge.2011.111>.

MUROLLO, B. D.; ALVARENGA, G. V.; OLIVEIRA, L. O.; PECHLIYE, M. M. PIBID: atividade de genética como ferramenta no ensino de Biologia. **X ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS**, v. 10, p. 1-8, 2015.

PAIVA, A. L. B.; MARTINS, C. M. C. Concepções prévias de alunos de terceiro ano do Ensino Médio a respeito de temas na área de Genética. **Revista Ensaio**. v.7, n.03, p.182-201. 2005.

PEREIRA, A. F.; LEÃO, A. M. A. C.; JÓFILI, Z. M. S. Diagnóstico Inicial das Dificuldades de Articulação e Sobreposição dos Conceitos Básicos da Genética Utilizando Jogos Didáticos. **VI Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências**. 2007.

PEREIRA, A. J. Oficina De Genética “Isolando e Visualizando o DNA, a Molécula da Vida” para Professores da Educação Básica e Alunos Bolsistas do Pibid de Biologia da Facedi/Uece-Ce. **Revista da SBEnBio**, n. 9, p. 1615-1625. 2016.

ROSA, I. S. C.; DE ALMEIDA, R. O. O conteúdo de genética e as experiências didáticas relatadas na literatura: uma revisão sistemática dos trabalhos do ENPEC. **Alexandria: Revista de Educação em Ciência e Tecnologia**, v. 14, n. 2, p. 245-270, 2021.

SETÚVAL, F. A. R.; BEJARANO, N. R. R. Argumentos epistemológicos, sociais e de aprendizagem como fundamentos para a Promoção de modelagem com o conteúdo expressão gênica (transcrição e tradução do dna). **IX ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS**. p. 6. 2013.

SILVA, B. R.; SILVA, T. R. Genética no Ensino Fundamental: Representações Didáticas na Aprendizagem do Mendelismo. **Experiências em Ensino de Ciências**.v.15, n.1. p. 24-38. 2020.

SILVA, L. C. H.; CAVALCANTI, D. P. DNA e suas Aplicações Biotecnológicas: uma Análise da Aprendizagem de Professores da Educação Básica. **Revista da SBEnBio**, n. 7, p. 5079-5091. 2014.

SILVÉRIO, L. E. R.; MAESTRELLI, S. R. P. O conceito de gene como obstáculo pedagógico: repercussões no ensino e aprendizagem de genética escolar. **V Encontro Regional Sul de Ensino de Biologia–EREBIO-SUL. Londrina/PR**, 2011.

TEMP, D. S.; NICOLETTI, E. R.; BARTHOLOMEI-SANTOS, M. L. Identificando o Conhecimento de Genética entre Calouros Universitários. **Revista da SBEnBio**, n. 7, p. 1441-1451. 2014.

XAVIER, M. A.; SANTANA, T. A. “DNA Júnior”: atividade lúdica para o ensino de genética. **Encontro Nacional de Ensino de Biologia, III Encontro Nacional de Ensino de Biologia e IV Encontro Regional de Ensino de Biologia**, p. 3460-3468, 2010.

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. **Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 5, p. 1-12, 2005.