

MARINA DE LOURDES RIBEIRO ALVES COELHO

**UMA REVISÃO BIBLIOGRÁFICA SOBRE O ENSINO DE GENÉTICA NO ENSINO
MÉDIO**



**UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E DA NATUREZA
CURSO DE LICENCIATURA EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS**

João Pessoa

2021

MARINA DE LOURDES RIBEIRO ALVES COELHO

**UMA REVISÃO BIBLIOGRÁFICA SOBRE O ENSINO DE GENÉTICA NO ENSINO
MÉDIO**

Trabalho Acadêmico de Conclusão de Curso
apresentado ao Curso de Ciências Biológicas,
como requisito parcial à obtenção do grau de
Licenciado em Ciências Biológicas da
Universidade Federal da Paraíba.

Orientador: Dr. Jorge Chaves Cordeiro

João Pessoa
2021

Catálogo na publicação
Seção de Catalogação e Classificação

C672r Coelho, Marina de Lourdes Ribeiro Alves.
Uma revisão bibliográfica sobre o ensino de genética
no ensino médio / Marina de Lourdes Ribeiro Alves
Coelho. - João Pessoa, 2021.
59 p. : il.

Orientação: Jorge Chaves Cordeiro.
TCC (Graduação/Curso de Licenciatura em Ciências
Biológicas) - UFPB/CCEN.

1. Ensino de Genética - Revisão bibliográfica. 2.
Modalidades didáticas - Ensino médio. I. Cordeiro,
Jorge Chaves. II. Título.

UFPB/CCEN

CDU 575:37.02(043.2)

MARINA DE LOURDES RIBEIRO ALVES COELHO

**UMA REVISÃO BIBLIOGRÁFICA SOBRE O ENSINO DE GENÉTICA NO ENSINO
MÉDIO**

Trabalho Acadêmico de Conclusão de Curso
apresentado ao Curso de Ciências Biológicas,
como requisito parcial à obtenção do grau de
Licenciado em Ciências Biológicas da
Universidade Federal da Paraíba.

Data: 06, dezembro 2021

Resultado: Aprovada (10,0) dez.

BANCA EXAMINADORA:


Orientador - Dr. Jorge Chaves Cordeiro - DME/CE/UFPB


Primeiro Avaliador – Dr. Marcelo Moreno – DFP/CCS/UFPB


Segundo Avaliador – Dra. Eliete Lima de Paula Zárate – DSE/CCEN/UFPB

Ao meu filho, Arthur: A força motriz da minha vida.

AGRADECIMENTOS

Não tenho palavras para descrever a emoção de estar concluindo esta etapa tão importante em minha vida. Foram inúmeras alegrias e dificuldades para chegar a este momento e, em todos eles, Deus me presenteou pessoas maravilhosas para me dar apoio, me ensinar, ou simplesmente dividir algumas gargalhadas. Então, primeiramente agradeço a Ele, pois “até aqui nos ajudou o Senhor”.

Ao meu pai, Tarcísio, por ter me dado a oportunidade de desfrutar de uma boa educação, todo cuidado e toda a dedicação, você é a minha ponte firme para chegar até aqui. À minha mãe, Karlanna, por todo apoio e carinho, por cuidar de mim durante toda minha vida. Espero um dia conseguir retribuir tudo o que fizeram e fazem por mim. A todos os meus irmãos, tão especiais na minha vida e, especialmente Danielle, por tanto ter me ajudado nessa reta final.

Ao meu marido, André, por me entender, me fortalecer, ser meu parceiro, e, principalmente por ter me dado um filho, o amor das nossas vidas, Arthur. Vocês me impulsionam todos os dias para alcançar meus objetivos. À minha sogra, Mércia, por tudo que tem feito por nós, sempre tão fundamental nesse processo. À dona Lúcia, por cuidar com tanto carinho do nosso pequeno, me dando a tranquilidade ao saber que meu filho está em boas mãos enquanto eu estudo. Me sinto muito feliz por ter vocês!

Às minhas amigas Karoline, Kathlyn e Rayene, que conheci na universidade e vou levar por toda minha vida. Cada risada, almoço no vascão, virada de madrugada para fazer trabalhos, desabafos, foi tudo incrível com vocês. Ao meu amigo Rhamon por estar ao meu lado desde sempre, pelos sushis no meio da semana, por me apoiar e me escutar sempre que preciso.

Meu orientador querido, Dr. Jorge Cordeiro, obrigada por me aceitar como orientanda mesmo em um momento tão corrido, agradeço pelos ensinamentos, pela compreensão, pela paciência e pela dedicação. Com o senhor pude aprender muito e, certamente colocarei em prática na minha profissão. Agradeço ao Professor Marcelo Moreno, obrigada por tantos ensinamentos, por todas as produções científicas, e por me orientar ao longo dessa trajetória acadêmica, suas contribuições e ensinamentos ao longo desse caminho ficarão marcadas por toda minha vida. À professora Eliete Lima de Paula Zárete por aceitar meu convite em compor a Banca Avaliadora, participando da minha última atividade como aluna da UFPB, além de todos os ensinamentos ao longo da graduação.

Por fim, teço meus agradecimentos à Universidade Federal da Paraíba, ao programa CAPES e a todos os professores que fizeram parte da minha trajetória acadêmica.

RESUMO

Apesar da importância da genética em diversos setores da atualidade, o ensino desse conteúdo ainda é desafiador para a maioria dos educadores, visto que é um tema de difícil assimilação e que demanda um alto nível de abstração por parte dos estudantes. Dessa forma, as metodologias ativas entram neste contexto como importantes ferramentas facilitadoras no processo de ensino-aprendizagem. Diante deste cenário, o presente trabalho tem como objetivo investigar as metodologias utilizadas no ensino de genética nas escolas públicas através de uma revisão bibliográfica, usando como análise a pesquisa qualitativa para observar os parâmetros utilizados pelos diversos autores citados. Após estabelecer os critérios de inclusão e exclusão, foram selecionados 9 trabalhos provenientes de anais de eventos e revistas científicas e foram categorizadas as suas modalidades didáticas de acordo com Krasilchik (2004) em: (a) aulas expositivas, (b) discussões, (c) demonstrações, (d) aulas práticas, (e) excursões, (f) simulações, (g) instruções individualizadas e (h) projetos. Nos trabalhos analisados, observou-se uma tendência metodológica para as simulações e aulas práticas, ambos observados em cinco trabalhos, seguido de aula expositiva (4), discussão (3) e demonstração (2). Na maioria dos trabalhos, houve a integração de duas ou mais modalidades didáticas, com exceção de um trabalho que foi identificada apenas a modalidade didática simulação, e em outro trabalho que utilizou a aula expositiva em um grupo de estudantes, como grupo controle. Os autores dos trabalhos selecionados, em sua maioria, demonstraram resultados positivos na utilização das modalidades didáticas adotada, se tornando ferramentas facilitadoras nos processos ensino-aprendizagem, inclusive a aula expositiva que estava entrosada com outras modalidades didáticas, sendo responsável por sintetizar um tópico que seria trabalhado posteriormente em uma aula prática, simulação ou discussão. Entretanto, observou-se que a aula expositiva utilizada de maneira isolada, se torna pouco proveitosa para os estudantes. Excursões, instruções individualizadas e projetos não foram encontrados nos trabalhos selecionados. Consideramos a leitura deste trabalho importante para os professores de biologia do Ensino Médio, sugerindo que a implementação das sequências didáticas utilizando diversas modalidades para o Ensino de Genética podem demonstrar resultados positivos.

Palavras-chave: Revisão bibliográfica. Ensino de genética. Ensino Médio. Modalidades didáticas.

ABSTRACT

Despite the importance of genetics in several sectors today, teaching this content is still challenging for most educators, as it is a difficult topic to assimilate and demands a high level of abstraction from students. Thus, active methodologies enter this context as important facilitating tools in the teaching-learning process. Given this scenario, this work aims to investigate the methodologies used in teaching genetics in public schools through a literature review, using qualitative research as an analysis to observe the parameters used by the various authors mentioned. After establishing the inclusion and exclusion criteria, 9 works from the annals of events and scientific journals were selected and their didactic modalities were categorized according to Krasilchik (2004) in: (a) expositive class, (b) discussions, (c) demonstrations, (d) practical classes, (e) excursions, (f) simulations, (g) individualized instructions and (h) projects. In the analyzed works, there was a methodological trend towards simulations and practical classes, both observed in five works, followed by expository class (4), discussion (3) and demonstration (2). In most of the works, there was the integration of two or more didactic modalities, with the exception of one work that identified only the simulation didactic modality, and in another work that used the expository class in a group of students, as a control group. The authors of the selected works, for the most part, showed positive results in the use of the didactic modalities adopted, becoming tools that facilitate the teaching-learning processes, including the expositive class that was intertwined with other didactic modalities, being responsible for synthesizing a topic that would be worked on later in a practical class, simulation or discussion. However, it was observed that the expositive class used in an isolated way, becomes of little use for the students. Excursions, individualized instructions and projects were not found in the selected works. We consider the reading of this work important for high school biology teachers, suggesting that the implementation of didactic sequences using different modalities for the Teaching of Genetics can demonstrate positive results. However, it was observed that the expositive class used in an isolated way, is not very useful for the students. Excursions, individualized instructions and projects were not found in the selected works. We consider the reading of this work important for high school biology teachers, suggesting that the implementation of didactic sequences using different modalities for Teaching Genetics can show positive results.

Keywords: Literature review. Teaching of genetics. High School. Didactic modalities.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Gráfico 1 – Origem das publicações selecionadas para a produção da revisão bibliográfica.....	30
Gráfico 2 – Percentual de contribuição bibliográfica de acordo com a origem da publicação ..	31
Gráfico 3 – Porcentagem de trabalhos que utilizaram determinada modalidade didática proposta por Krasilchik (2004)	34
Gráfico 4 – Temáticas abordadas dentro do ensino de genética utilizando jogos didáticos como ferramenta metodológica	37
Gráfico 5 – Número de trabalhos que abordaram determinadas temáticas para as aulas práticas no Ensino de Genética.....	42
Gráfico 6 – Número de trabalhos e as temáticas abordadas para a modalidade didática aula expositiva.....	46
Gráfico 7 – Número de trabalhos e as temáticas abordadas para a modalidade didática discussões.....	49

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Trabalhos selecionados dos anais de evento ENPEC.....	29
Quadro 2 – Trabalhos selecionados das revistas científicas IENCI, RVEC e EEC.....	30
Quadro 3 – Modalidades didáticas identificadas nos trabalhos (ENPEC 2015 – 2017)	31
Quadro 4 – Modalidades didáticas identificadas nos artigos selecionados das revistas (IENCI, RVEC e EEC)	32
Quadro 5 – Total de trabalhos selecionados utilizando as diferentes modalidades didáticas propostas por Krasilchik (2004)	33
Quadro 6 – Trabalhos selecionados utilizando simulações como modalidade didática e áreas temáticas abordadas	35
Quadro 7 – Trabalhos selecionados utilizando aulas práticas como modalidade didática e áreas temáticas abordadas.....	40
Quadro 8 – Trabalhos selecionados utilizando aulas expositivas como modalidade didática e áreas temáticas abordadas.....	44
Quadro 9 – Trabalhos selecionados utilizando discussões como modalidade didática e áreas temáticas abordadas.....	47

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

LDBEN – Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional

EM – Ensino Médio

PCN – Parâmetro Curricular Nacional

MEC – Ministério da Educação

ENEM – Exame Nacional do Ensino Médio

DNA – Ácido desoxirribonucleico

OCEM – Orientações Curriculares para o Ensino Médio

INCA – Instituto Nacional de Câncer

PGH – Projeto Genoma Humano

IENCI – Investigação em Ensino de Ciências

RVEC – Revista Vivências em Ensino de Ciências

EEC – Experiência em Ensino de Ciências

ENPEC – Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciência

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	13
2 OBJETIVOS.....	16
2.1 OBJETIVO GERAL	16
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	16
3 REFERENCIAL TEÓRICO.....	17
3.1 CONTEXTO HISTÓRICO.....	17
3.2 ORIENTAÇÕES CURRICULARES PARA O ENSINO DE GENÉTICA.....	20
3.3 IMPORTÂNCIA DA GENÉTICA.....	21
3.3.1 Doenças ou Condições Genéticas.....	21
3.3.2 Projeto Genoma Humano.....	22
3.3.3 Terapias Gênicas.....	23
3.3.4 Genética Forense.....	24
3.3.5 Melhoramento Genético.....	24
4 MATERIAL E MÉTODOS	26
4.1 TIPO DE PESQUISA.....	26
4.1.1 Abordagem Metodológica.....	26
4.2 MÉTODO DE ANÁLISE.....	27
4.3 COLETA DE DADOS.....	27
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	29
5.1 ARTIGOS E TRABALHOS SELECIONADOS.....	29
5.2 MODALIDADES DIDÁTICAS IDENTIFICADAS.....	31
5.2.1 Simulações.....	34
5.2.2 Aulas práticas.....	40
5.2.3 Aulas expositivas.....	44
5.2.4 Discussões.....	47
5.2.5 Demonstrações.....	49
5.3 SÍNTESE DE CONHECIMENTO.....	49
6 CONCLUSÃO.....	52
REFERÊNCIAS	53

1 INTRODUÇÃO

De acordo com a Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDBEN), de nº 9394 de 20 de dezembro de 1996, o Ensino Médio (EM) é uma das partes inerentes à Educação Básica, juntamente com a Educação Infantil e Ensino Fundamental. A LDBEN prevê para o EM no Art. 35 “o domínio dos princípios científicos e tecnológicos que presidem a produção moderna” (BRASIL, 1996).

De acordo com a Constituição Federal, é dever do Estado oferecer um sistema educacional de qualidade (BRASIL, 1999). Sendo assim, os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN), surgido a partir do Ministério da Educação (MEC), propõe desde 1999 um EM que busca incentivar os alunos a desenvolverem “capacidades de pesquisar, buscar informações, analisá-las e selecioná-las; a capacidade de aprender, criar, formular, ao invés do simples exercício de memorização” (BRASIL, 1997; BRASIL, 1999).

Observa-se que o EM mostra-se historicamente vulnerável, visto que apesar da considerável expansão de alunos matriculados nesse nível de ensino na década de 80, o índice de escolarização para os estudantes continuou baixo, com valores abaixo de 25% da população entre 15 a 17 anos matriculados (BRASIL, 1999).

As diversas mudanças sociais e culturais vivenciadas no século 21 a partir da globalização, impactam o ambiente escolar, havendo a necessidade de reinventar o modelo tradicional de escola, consolidado no século 19 (ARAÚJO, 2011). Sendo assim, é visível a busca urgente pelo protagonismo e autonomia do estudante nos processos de ensino-aprendizagem, diante dos efeitos e desafios da globalização e pelas transformações culturais e sociais decorrentes deste processo. Em um estudo realizado por Meyers & Jones (1993) foi demonstrado que para a aprendizagem ser efetiva, os alunos devem realizar alguma atividade que estimulem o conhecimento de forma prática, indo além de apenas ouvir o conteúdo de forma passiva. Aliado a isso, as diversas metodologias podem ser importantes orientadoras das práticas docentes.

Segundo Nérice (1987, p.284), as metodologias de ensino podem ser conceituadas como “conjunto de procedimento didáticos, representados por seus métodos e técnicas de ensino”. Além disso, as metodologias ativas possuem a capacidade de fazer com que o aluno desperte a curiosidade a respeito do assunto, levando-os a compreender a teoria, ainda que não tenha sido considerado pelo professor (BERBEL, 2011).

Sendo assim, o professor e o livro didático não são os únicos elementos essenciais para o processo de aprendizagem em sala de aula (PEREIRA, 2012), sendo atribuído ao docente atua o papel de facilitador, supervisor e orientador do processo de conhecimento (BARBOSA; MOURA, 2013).

Apesar desses fatos, a maioria dos professores demonstram dificuldade em estabelecer metodologias ativas em sala de aula (CERRI; TOMAZELLO, 2008), atuando como transmissores mecânicos dos conteúdos propostos nos livros didáticos (CARVALHO; PEREZ, 2006). Isso ocorre pelo despreparo e a desatualização dos professores, pela forma superficial de transmitir os assuntos abordados nos livros didáticos resultando em uma transmissão de conteúdo com uma difícil compreensão, principalmente nos assuntos relacionados à genética (VASCONCELLOS, 2008; VILELA, 2007).

Genética é um tema de difícil assimilação, demandando um alto nível de abstração do que está sendo estudado (SANTOS et al., 2010; CATARINACHO, 2011), sendo demonstrado que apenas 16,2% dos estudantes em uma pesquisa tinham preferência por essa área (DURÉ et al., 2018). As Orientações Curriculares para o Ensino Médio (OCEM), proposto pelo Ministério da Educação (2006) deixa ressaltado os conhecimentos em genética necessários para um aluno do Ensino Médio:

O aluno deve compreender como as informações genéticas codificadas no DNA definem a estrutura e o funcionamento das células e determinam as características dos organismos. Deve também conhecer o princípio básico de duplicação do DNA e saber que esse processo está sujeito a erros – mutações – que originam novas versões (alelos) do gene afetado e podem, ou não, ser causadores de problemas para os diferentes organismos
(Ministério da Educação: Orientações Curriculares para o Ensino Médio, 2006 p. 38)

Entretanto, aliando a dificuldade presente nos conteúdos relacionados à genética com a forma unidirecional da transmissão de conteúdos pelos professores, resulta no cenário em que grande parte dos alunos possuem dificuldades em compreender estes conceitos básicos da genética, como demonstrado em alguns estudos (CANTIELLO; TRIVELATO, 2003; PEDRANCINI et al., 2007).

Além disso, foi analisado por Sousa et. al (2019, p. 241) que os livros didáticos, ao se tratarem de genética, exploram os conteúdos referentes à genética contemporânea de forma superficial, com uma abordagem pouco proveitosa para a preparação dos estudantes para debates de conteúdos científicos, sendo muito mais enfatizada a genética Mendeliana. Apesar do grande enfoque em genética clássica, os mesmos autores fazem um paralelo com os assuntos de genética cobrando no Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM), sendo possível observar

que entre os assuntos que se referem à genética, a clássica é pouco abordada, contrastando com 82% de questões relacionadas à contemporânea (SOUSA et al., 2019, p. 251).

É relato por Agamme (2010) que as principais dificuldades para o ensino de genética estão em encontrar maneiras para que o interesse do estudante com relação aos conteúdos sejam aguçados; a abstração existente nos conceitos básicos da genética; além da assimilação prática que existem entre o conhecimento científico com o cotidiano.

Além disso, foi observado por Sousa et al. (2019, p. 241), características nos estudantes do curso de Ciências Biológicas na modalidade licenciatura submetidos aos estágios nas unidades de ensino, como: uma grande dificuldade atrelado ao conteúdo de genética moderna, a falta de transposição na conexão entre a genética mendeliana com o cotidiano dos estudantes nos alunos. Isso demonstra que as dificuldades na formação dos professores dentro das universidades são evidentes, sem um direcionamento para novas metodologias de ensino (SOUSA et al., 2019, p. 241).

É fato que ao se empregar as metodologias ativas, ocorre uma melhora significativa na qualidade do processo ensino-aprendizagem, incluindo nos conteúdos que abrangem a genética, como demonstrado por alguns pesquisadores (FALA et al., 2009; MASCARENHAS et al., 2016.). Temp (2011) pontua a utilização de metodologias com modelos didáticos eficientes ferramentas no processo ensino-aprendizagem estimulando os conhecimentos necessários através de uma forma didática, demonstrando assim a importância de se trabalhar aliado a estas metodologias em sala de aula, de forma que transcenda a memorização dos conteúdos.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

- Investigar as metodologias utilizadas no ensino de genética nas escolas públicas, através de uma revisão bibliográfica.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Selecionar os trabalhos encontrados de acordo com os critérios estabelecidos;
- Identificar as modalidades didáticas desenvolvidas no ambiente escolar encontradas nos trabalhos selecionados;
- Destacar os diferentes processos ensino-aprendizagem de genética no Ensino Médio;
- Conhecer a importância das diversas modalidades didáticas para o ensino de genética no Ensino Médio;
- Sugerir metodologias para contribuição nos processos de ensino-aprendizagem no conteúdo de Genética para o Ensino Médio.

3 REFERENCIAL TEÓRICO

3.1 CONTEXTO HISTÓRICO

As concepções iniciais sobre a genética tiveram início a partir dos estudos realizados por Darwin e Wallace em *A Origem das Espécies* por meio da seleção natural (1859). No livro, a palavra “descendentes” está interligado com transmissão de caracteres, quando é afirmado que os mais aptos sobrevivem, deixando maior número de descendentes com seus caracteres (DARWIN; WALLACE, 1859). Apesar da rica informação a respeito da existência da vida no planeta ser amplamente discutida no livro a partir da seleção natural, bem como a diversificação desse indivíduos no planeta, a Teoria da Evolução proposta pelos pesquisadores, no entanto, não respondia como os caracteres eram transmitidos de geração em geração, nem detalhava a respeito das variedades (SOUSA et al., 2019, p. 247). Sendo assim, grupos de cientistas passaram a duvidar e discutir sobre a teoria darwiniana no final do século XIX.

As grandes questões à respeito da transmissão de caracteres e suas variedades, teve suas primeiras respostas a partir da redescoberta dos estudos realizados com cruzamentos de ervilhas do gênero *Pisum* pelo monge Gregor Mendel, no ano de 1866 (SOUSA et al., 2019, p. 241). Em seus estudos, Mendel verificava, a partir do cruzamento de ervilhas, um padrão de formação e desenvolvimento de híbridos (MARTINS, 2002) construindo leis fundamentais para o atual entendimento da genética - apesar de ainda não se utilizava a palavra “gene”, e sim “fatores, nos quais eram denominados como unidades distintas distribuídas aos pares, sendo um materno e outro paterno (MARTINS, 2002).

Em seu estudo, Mendel objetivava analisar várias gerações e como as características poderiam ser transmitida aos descendentes que diferiam de seus progenitores. Para isso, o monge escolheu algumas características distintas e que não possuíam variação ao longo do tempo: sementes lisas ou enrugadas; cor do endosperma das sementes; cor da casca das sementes (MARTINS, 2002).

Ao cruzar as ervilhas, a primeira geração apresentava as características dominantes, e as características recessivas voltam a aparecer na segunda geração, em uma proporção de 3:1, ou seja, em média a cada 4 ervilhas, uma aparecia com a característica recessiva e o restante com a característica dominante, já nas gerações seguintes, ele observou que os híbridos produziam descendentes na proporção de 2:1:1 (MARTINS, 2002).

Nos experimentos, Mendel pôde observar que em alguns casos foram encontradas características intermediárias, entretanto utilizou apenas caracteres no qual empregou as

palavras como “recessivas” ou “dominantes” (MARTINS, 2002), como visto acima. Em conclusão, Mendel destacou que era possível observar todas as diferentes combinações dos caracteres dos progenitores, por meio dos cruzamentos realizados (MARTINS, 2002).

Apesar de que atualmente Gregor Mendel ser conhecido como o pai da Genética devido as suas descobertas de transmissão de caracteres e hereditariedade, os artigos realizados pelo monge foram negados para publicação, sem nenhum reconhecimento científico naquela época. Entretanto, somente no século XX, com o início da Genética Moderna, o artigo de Mendel foi reconhecido, quando alguns cientistas - Hugo de Vries (1848-1933), Carl Eric Correns (1864-1933) e Erich von Tschermak-Seysenegg (1871-1932) - encontraram o trabalho (MARTINS E PRESTES, 2016).

Enquanto Mendel trabalhou a respeito conceitos da genética, anos mais tarde, Friederich Miescher (1844-1895) pôde começar a compreender a física de uma molécula de ácido desoxirribonucleico (DNA), o qual denominou como nucleína, determinando a sua composição química (oxigênio, nitrogênio, carbono e fósforo) a partir da preparação dos primeiros isolados da molécula (CHARGAFF, 1971).

Em 1880, Walther Flemming contribuiu significativamente com os estudos da genética, descrevendo o processo de mitose, reconhecendo que as células possuíam cromossomos e que essas estruturas eram passadas para as células filhas (ARIAS, 2004).

Hugo de Vries juntamente com os seus colaboradores Carl Eric Correns e Erich von Tschermak-Seysenegg encontraram o trabalho de Mendel no início do século XX, e a partir disso, fomentaram a Teoria da Mutação, utilizando as rosas como seu objeto de estudo. William Bateson entrou em contato com a obra de Hugo de Vries e seus colaboradores o que o fez defender de forma fervorosa as ideias de Mendel, revolucionando a Biologia da época, divulgando em eventos científicos os trabalhos realizados pelo monge. Bateson, em 1908, empregou pela primeira vez a palavra genética (SOUZA et al., 2019, p. 247).

Thomas Hunt Morgan em 1910, junto com os seus colaboradores Alfred Sturtevant e Calvin Blackman Bridges, a partir de seus estudos, estudaram mutações com cruzamentos das moscas da espécie *Drosophila melanogaster*. A partir desses cruzamentos, os pesquisadores encontraram gerações com vários indivíduos mutantes, com características fenotipicamente visíveis. Dentro desses cruzamentos, chegaram na mesma proporção encontrada nos trabalhos de Mendel (3:1). Dentro do trabalho de Morgan, ele descreveu que os genes são locais específicos dos cromossomos, responsáveis por transmissão de características inatas.

Em 1928, Frederick Griffith conduziu vários experimentos utilizando a bactéria *Streptococcus pneumoniae*, com o objetivo de criar vacinas contra pneumonia, inoculando um

“suco de bactérias” em camundongos. Utilizou, para esses experimentos, duas cepas dessas bactérias: virulentas e não virulentas. Através desse estudo, ele descreveu o princípio transformante, analisando que a bactéria não virulenta quando inoculada junto com a virulenta, morta por calor, poderia se transformar em virulenta (SCHEID et al., 2005).

Em 1944 Oswald Avery, Colin MacLeod e Maclyn McCarty deram continuidade à linha de pesquisa de Griffith, com o objetivo de compreender o princípio transformante. Trabalharam, então com o “suco de bactérias” virulentas com algumas enzimas degradantes (tripsina, lipase e DNase). Ao decorrer do estudo, eles puderam perceber que o DNA era o responsável pela hereditariedade nos organismos, demonstrando a natureza química da molécula (SOUSA et al., 2019, p. 247).

Em 1952, Alfred Hershey e Martha Chase, conduziram estudos acerca do DNA utilizando bacteriófagos radioativos, marcando os componentes enxofre e fósforo (abundante no DNA e raro nas proteínas) com radiação (OLIVEIRA et al., 2004). Dessa forma, eles perceberam que a marcação com fósforo permanecia de geração em geração, enquanto o enxofre se perdia. Assim, eles conseguiram concluir que o que se perpetuava ao longo das geração era o DNA (OLIVEIRA et al., 2004).

Assim, começou a corrida para descrição da estrutura química da molécula de DNA. Ainda em 1952, Linus Pauling, através de seus estudos utilizando a metodologia de cristografia com Raio-X, propôs um modelo de DNA com α -hélice das proteína, chegando perto do que conhecemos atualmente como a sua estrutura, entretanto outros modelos também foram surgindo naquela época (SCHEID et al., 2005).

Em 1953, o bioquímico americano James Watson e o bifísico britânico Francis Crick desenvolveram o primeiro modelo tridimensional de uma molécula de DNA, sendo uma grande revolução científica, publicado na revista inglesa Nature (SOUSA et al., 2019, p. 241). Apesar do grande reconhecimento desses pesquisadores, a cientista Rosalind Franklin foi a responsável pelas fotografia em cristografia com Raio-X, utilizadas pelos pesquisadores para o livro “A dupla Hélice”, pelo qual Rosalind Franklin não teve nenhuma autoria, apesar de sua fundamental importância.

A partir de então, vários estudos foram feitos em função da descoberta do modelo de DNA, bem como a respeito da descoberta da perpetuação da informações genética através dessa molécula.

3.2 ORIENTAÇÕES CURRICULARES PARA O ENSINO DE GENÉTICA

. A genética é um conteúdo que está contido na área da biologia e possui uma importância fundamental na formação dos estudantes, visto que esta grande área tem como objeto de estudo a vida e todas as suas diversidades e manifestações, com os conhecimentos voltados para a dinâmica da natureza e da vida, envolvendo e auxiliando nas questões polêmicas que circundam a ciência.

De acordo com as OCEMs, para um posicionamento sensato a respeito das ciências no mundo contemporâneo, é necessário “conhecer a estrutura molecular da vida, os mecanismos de perpetuação, diferenciação das espécies e diversificação intraespecífica, a importância da biodiversidade para a vida no planeta” (BRASIL, 2006, p. 14-15). De acordo com essa afirmativa, dentro de um espectro, a genética se torna um conteúdo importante a ser estudado durante o EM.

Para compreender os mecanismos de perpetuação, é necessário o entendimento acerca das proteínas, estrutura e composição do material genético, e os processos que envolvem a reprodução celular, bem como a compreensão da construção do modelo dupla hélice de DNA. Também cabe destacar a importância da ligação destes conceitos com as leis de Mendel e suas variações (BRASIL, 2006, p. 19).

Além disso, as OCEMs afirmam a importância de se aprender a genética contemporânea no contexto de que os alunos conheçam os princípios básicos de duplicação de DNA, interligando com os erros que podem acontecer nesse processo, gerando a mutação, além de considerar as vantagens e desvantagens da manipulação e clonagem de DNA (OCEM, 2006), além de ser ressaltado pelo PCN que a explicação do material genético em conjunto com o fluxo da informação genética é fundamental para compreender como a hereditariedade acontece (PCN, 1999), fazendo uma ligação da genética contemporânea com a genética clássica. Além disso, apesar da história da ciência ser pouco explorada no EM, é necessário fazer uma análise do contexto histórico vivenciado pelos pesquisadores que fizeram as principais descobertas científicas (CARNEIRO; GASTAL, 2005).

Além da compreensão desses conceitos, as OCEMs recomendam que ao realizar uma atividade prática, “o professor deve valorizar o processo, explorar os fenômenos e analisar os resultados por vários ângulos” (BRASIL, 2006, p. 31) sendo assim, é necessário que os docentes estimulem o pensamento crítico nos estudantes, fazendo-os capazes de agir com autonomia diante das informações obtidas, realizando ações práticas, fazendo seus próprios julgamentos e tomando decisões, visto que tais competências não se restringem apenas ao ambiente escolar,

mas serão desenvolvidas ao decorrer de suas vidas (BRASIL, 2006, p. 20).

Além disso, é importante ressaltar que apesar da genética clássica ser importante para a construção dos conhecimentos ao longo do EM, Sousa et. al (2019, p. 251) cita que esse conteúdo é pouco abordado nas provas do Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM), visto que dentre as questões de genética, 82% abordam a genética contemporânea, contemplando assuntos como biotecnologias (clonagem, DNA recombinante, terapias gênicas, testes de DNA, organismos geneticamente modificados) e fluxo da informação genética.

De acordo com essas orientações, é perceptível a importância de se trabalhar com genética de forma que estimule os estudantes nas práticas cidadãs, desenvolvendo a autonomia nos mesmos durante as práticas pedagógicas.

3.3 IMPORTÂNCIA DA GENÉTICA

A partir das descobertas históricas a respeito da genética, o ser humano foi aperfeiçoando os conhecimentos dentro da área, e atualmente está contida a diversos setores, como: saúde, ecologia, genética molecular, forense e áreas afins. Nesse sentido, é de fundamental importância que os estudantes, ainda na fase escolar, compreendam os conceitos básicos da genética, para uma melhor interação com a nossa atualidade e a compreensão de sua importância.

3.3.1 Doenças ou Condições Genéticas

As doenças ou condições genéticas podem ser definidas como monogênicas, cromossômicas ou multifatoriais. A doença falciforme é um exemplo de doença genética monogênica, sendo de maior prevalência no mundo integrando um grupo de anemias hemolíticas de origem hereditária, com a presença de hemoglobina S dentro das hemácias. Entre suas associações, a anemia falciforme apresenta maiores manifestações clínicas, originado a partir da homozigose da hemoglobina S (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2015). A mutação ocorre no gene da beta globina, ocorrendo a troca de uma base nitrogenada no códon do DNA: timina pela adenina (FERRAZ; MURÃO, 2007). Segundo o Ministério da Saúde, em 2019 houve o diagnóstico de 1.214 casos de doença falciforme e 61.021 com traço falciforme (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2020).

Já dentro das condições genéticas cromossômicas, a Síndrome de Down é alteração mais conhecida, ocasionada pela presença de três cópias do cromossomo 21, ocorrendo ainda

no desenvolvimento fetal, podendo ser provocada a partir das seguintes formas: trissomia 21 simples, mosaicismo ou translocação cromossômica (SILVA; KLEINHANS, 2006). Essa condição determina características físicas específicas, bem como atraso no desenvolvimento. A descrição clínica da síndrome foi realizada pelo médico Jonh Lagdon Down em 1866. No Brasil nasce uma criança com Síndrome de Down a cada 600 a 800 nascimentos. (MINSITÉRIO DA SAÚDE, 2013).

Dentro das multifatoriais, o câncer compreende um conjunto de mais de 100 doenças, ocorrendo a partir do crescimento desordenado de células. A mutação genética pode ocorrer em uma única célula e ser transferida para as células-filhas a partir da replicação (NUNES et al., 2021). Segundo o Instituto Nacional de Câncer (INCA), a localização primária do câncer que apresenta maior incidência nos pacientes homens é a câncer de próstata (29,2%), e nas mulheres, câncer de mama (29,7%) (INCA, 2021).

3.3.2 Projeto Genoma Humano

Dentro da medicina, um megaprojeto envolvendo a genética se destaca, o Projeto Genoma Humano (PGH). Lançado em 1990 pelos Estados Unidos, o PGH continha os seguintes objetivos: Determinar a sequência a sequência de três bilhões de pares de bases do genoma humano; mapear os genes dos cromossomos humanos; utilizar os bancos de dados para o armazenamento das informações adquiridas; desenvolver ferramentas para a análise dos dados bem como utilizar as informações para o estudo, aplicando a biologia e medicina.

Os Estados Unidos foram os responsáveis pelos principais investimentos no PGH, entretanto outros países também contribuíram significativamente, entre eles: Reino Unido, Alemanha, França, Japão, China e Canadá (COLLINS; MCKUSICK, 2001). Alguns países subdesenvolvidos foram excluídos do PGH, entre eles o Brasil. Como uma reação a este fato e com o objetivo de garantir o acesso aos dados produzidos pelo PGH, cientistas e empresas de biotecnologia criaram uma organização intitulada como Programa Latino-Americano de Genoma Humano (CORRÊA, 2002)

De acordo com estes objetivos, os primeiros resultados esperados o PGH seria ampliar as possibilidades de diagnóstico e cura para diversas doenças, diminuindo o sofrimento dos pacientes (CORRÊA, 2002). O PGH tinha uma previsão de 15 anos, com o seu término em 2005. Entretanto as tecnologias utilizadas desde 1990, não haviam avançado a ponto de conseguir o sequenciamento de 3 bilhões de pares de bases humano (COLLINS; MCKUSICK, 2001). Além das diversas questões bioéticas envolvidas no progresso do trabalho.

Entretanto, algumas propostas do projeto vem sendo atingidas, entre elas o mapa genético de marcadores, além da observação de novos conceitos adquiridos com o PGH na identificação de novos genes, além do diagnóstico de doenças de origem genética (BUENO, 2009). Além disso, o PGH evidenciou a bioinformática como uma importante área de conhecimento dentro da biociências que está avançando gradativamente devido a sua importância para os avanços do sequenciamento genético.

3.3.3 Terapias Gênicas

A terapia gênica vem ganhando cada vez um espaço maior para o futuro tratamento de doenças genéticas. O tratamento a partir dessas terapias se baseia na introdução de genes sadios, envolvendo assim a modificação genética de células, a partir da utilização do DNA recombinante (NARDI et al., 2002; LIDEN, 2010). Menck e Ventura (2007) explicam brevemente as etapas envolvidas na terapia gênica:

De uma forma genérica, as etapas envolvidas em um experimento de terapia gênica são: o isolamento do gene, a construção de um vetor, a transferência para células no tecido-alvo, e a produção da proteína codificada e expressa pelo gene terapêutico nessas células
(MENCK; VENTURA, 2007)

Esse tratamento teve o seu primórdio quando Jackson e colaboradores conseguiram criar a técnica de DNA recombinante, em 1972 (JACKSON et al., 1972). Apesar de algumas tentativas frustradas para a aplicação do tratamento, em 1989 houve uma perspectiva positiva para a realização da terapia gênica, no tratamento de uma criança com uma doença conhecida pelas siglas SCID-ADA - do inglês *severe combined immunodeficiency* – e em 1991, em outra paciente, em ambas obtiveram sucesso clínico parcial, apesar das questões técnicas relacionadas ao tratamento (LINDEN, 2010).

Os resultados obtidos a partir dos protocolos clínicos realizados no tratamento dessas crianças, cominou em uma grande busca de vários cientistas no desenvolvimento de estudos com a utilização de terapia gênica (MENCK; VENTURA, 2007). Entretanto, em 1999, foram levantadas grandes questões a respeito da terapia gênica em humanos, quando um jovem faleceu devido à grande quantidade de adenovírus recombinante ter sido aplicado durante o tratamento de terapia gênica (MENCK; VENTURA, 2007).

Fica evidenciado os cuidados referentes a utilização de terapias gênicas, visto às respostas imunes exageradas, bem como manipulação do genoma. Os principais

desenvolvedores deste tratamento, atualmente são os Estados Unidos, Europa, Austrália e China (GONÇALVES; PAIVA, 2017).

3.3.4 Genética Forense

Atualmente os conhecimentos de genética são aplicados na área criminal, havendo uma grande importância para solucionar casos jurídicos. Dentro da investigação criminal, desde a descoberta das impressões digitais, a análise do DNA foi um marco importante para o progresso dessa área (KOCH; ANDRADE, 2008). A genética forense trabalha com materiais biológicos de seres humanos, bem como de qualquer outro ser vivo, que podem ser analisado em laboratório (CARLIN et al., 2010)

Seu ponto inicial se deu na década de 80, quando o DNA foi utilizado para a identificação de indivíduos, por Alec Jerreys, entretanto várias dúvidas à respeito da confiabilidade das técnicas circundavam essa área (LEITE et al., 2013). O primeiro caso solucionado através da análise do DNA se deu no ano de 1983 e posteriormente, no ano de 1986, sendo duas jovens assassinadas (BARBOSA; ROMANO, 2018)

Hoje em dia, essas identificações são realizadas a partir de cabelos, fluídos corporais, sangue, entre outros itens, com técnicas conhecidas como datiloscopia genética ou perfil de DNA, sendo altamente eficientes, acompanhando os avanços tecnológicos e científicos (BARBOSA; ROMANO, 2018).

3.3.5 Melhoramento Genético

O estudo referente à genética com animais e espécies vegetais é de interesse econômico e alvo de pesquisa em vários países. A seleção genética para o seu melhoramento se baseia em dados fenotípicos observados no campo e sua eficiência depende de duas variáveis conferidas pelo geneticista: a criação e a identificação de genótipos superiores, sendo auxiliada por marcadores moleculares (RESENDE et al., 2010).

Entre os animais de interesse econômico, estão as espécies bovinas e os grandes benefícios no seu melhoramento genético podem ser observados a longo ou curto prazo (PEREIRA, 2004). Com passar do tempo, a taxa de melhoramento genético para produção de leite tem aumentado constantemente, visto que o número de vacas que participam de programas de avaliação genética crescem a cada ano (PEREIRA, 2004). Além da produção de leite, a qualidade da carne também é um fator importante para a seleção desses animais (OSÓRIO et

al., 2012).

Existe também um grande interesse na produção e melhoramento genético para as abelhas *Apis mellifera*, para o desenvolvimento da cultura apícola (MARTINEZ; SOARES, 2012). A seleção de colmeias é realizada a partir da análise de algumas características, como: produção de própolis, comportamento higiênico, qualidade da própolis, entre outros (MARTINEZ; SOARES, 2012), sendo de interesse o melhoramento genético dessa espécie para uma maior valorização dessas características.

Para as frutas, existe um destaque de interesse econômico para a banana, visto que é considerada uma das fontes alimentares mais importantes do mundo juntamente com o milho e o trigo (PERRIER et al., 2011). Já para o melhoramento genético das bananas, por exemplo, são pesquisados alguns fatores, como: genótipos com resistência a doenças, produtividade, qualidade dos frutos, entre outros (PUA; LEE, 2003).

4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 TIPO DE PESQUISA

O presente estudo possui como método a revisão bibliográfica, realizando buscas em diferentes plataformas digitais de veiculação científica a respeito das metodologias utilizadas para o ensino de genética no Ensino Médio das escolas públicas. Utilizou-se como análise para essa revisão bibliográfica a pesquisa qualitativa, para observar os parâmetros utilizados pelos diversos autores aqui citados. Entretanto, apesar da abordagem qualitativa se destacar no presente trabalho, também serão utilizados dados numéricos para complementar a pesquisa.

4.1.1 Abordagem Metodológica

A abordagem metodológica qualitativa se destaca pela heterodoxia, principalmente no que diz respeito às técnicas de coleta de dados, no qual o pesquisador pode englobar a que mais se encaixa de acordo com a sua pesquisa (MARTINS, 2004). A abordagem qualitativa possui o pesquisador como instrumento principal de coleta de dados e o ambiente natural como sua fonte direta (LUDCKE; ANDRÉ, 1986).

Quanto à análise dos dados Godoy (1995^a, p. 63) ressalta que o enfoque desse tipo de pesquisa somo indutivo, ou seja, os pesquisadores não partem de hipóteses estabelecidas, e sim vão construindo um quadro teórico à medida do andamento da pesquisa. Além disso, a mesma autora afirma que a pesquisa qualitativa é descritiva, pelo qual todos os dados são importantes para a análise, com uma visão ampla do fenômeno de estudo, não incorporando os modelos numéricos (GODOY, 1995, p. 62). A descrição, por sua vez, tem um importante papel neste tipo de pesquisa, visto que é através dessa etapa que ocorrerá a coleta dos dados (MANNING, 1979).

Entretanto é importante ressaltar que as abordagens qualitativas e quantitativas diferem entre si quanto à forma e a ênfase dada nas pesquisas, entretanto uma não se opõe a outra, mas podem se complementar (SERAPIONI, 2000), trazendo para a pesquisa resultados de mais fácil compreensão, promovendo para o pesquisador uma forma mista entre os procedimentos de natureza racional e intuitiva (NEVES, 1996).

Dessa forma, para a presente pesquisa, apesar da abordagem utilizada ser a qualitativa, serão utilizadas para complementação da metodologia análises quantitativas, com a finalidade de trazer uma melhor interpretação dos dados analisados.

4.2 MÉTODO DE ANÁLISE

Este estudo será realizado através de uma revisão bibliográfica, tendo em vista a necessidade de compreender quais são as estratégias metodológicas utilizadas pelos docentes para o assunto de Genética no EM das escolas públicas brasileiras. A revisão bibliográfica integrativa se pauta em uma síntese de estudos já publicados, em um conceito ou área de estudo específica, onde as pesquisas são analisadas e são retiradas as conclusões (MENDES et al., 2008)

Este tipo de método é o mais amplo referente às revisões, incluindo estudos experimentais e/ou não-experimentais para se obter um entendimento abrangente do fenômeno que está sendo estudado, levando a “incorporação da aplicabilidade de resultados de estudos significativos na prática.” (SOUZA et al, 2010) e o seu objetivo inicial é que para através de dados já publicados, haja conhecimento de um determinado fenômeno (BROOME, 2000).

Esta pesquisa seguiu o modelo estabelecido por Mendes et al. (2008) para revisão bibliográfica integrativa, com as seguintes etapas: (1) Identificação do tema e seleção das hipóteses ou questão da pesquisa; (2) estabelecimento de critérios para a inclusão/exclusão de estudos/amostragem ou busca na literatura; (3) definição das informações a serem extraídas dos estudos selecionados/categorização dos estudos; (4) avaliação dos estudos incluídos; (5) interpretação dos resultados e; (6) apresentação da revisão/síntese de conhecimentos.

4.3 COLETA DE DADOS

A coleta de dados ocorreu entre outubro e novembro de 2021. A partir do tema estabelecido, foi adotado um recorte temporal de 5 anos, selecionando os artigos publicados entre 2015 e 2020. Iniciou-se esta etapa escolhendo meios de veiculação científica para a seleção de trabalhos. Dessa forma, foram tomados como objeto de estudo os artigos publicados na revista *Investigação em Ensino de Ciências (IENCI)*, *Revista Vivências em Ensino de Ciências (RVEC)* e *Experiências em Ensino de Ciências (EEC)* além dos trabalhos publicados no *Anais do evento Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências (ENPEC)*. Outras revistas também foram analisadas, como a *Revista Ciência & Educação*, *Ensaio Pesquisa e Educação em Ciências* e *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*, contudo não foram encontrados artigos que respondessem a questão de pesquisa. Dessa forma, contabilizamos 6 revistas escolhidas para análise (3 sem resultados), mais 1 *Anais de evento*,

totalizando 7 plataformas para busca.

A seleção destas revistas e evento se deu devido ao fácil acesso por meio *online*, bem como a sua ligação com a temática educação e ciência. Dessa forma, todos os arquivos foram obtidos por meio de *download* nas plataformas disponibilizadas na *internet*.

Após escolher as revistas, foi realizada a busca dentro da temática, selecionando os artigos a partir da busca pela palavra-chave “ensino de genética”, título e leitura exploratória dos resumos. Foram estabelecidos os seguintes critérios para a inclusão dos artigos: aqueles que estão dentro da faixa temporal estabelecida, disponibilizadas de forma completa, realizados no âmbito do EM, que exploram as modalidades didáticas para o ensino de genética, explicando essas modalidades de forma clara, respondendo a questão de pesquisa. Foram excluídos os artigos que já se tratam de uma revisão bibliográfica ou análise de conteúdo, que estão fora da faixa temporal estabelecida, que não estão disponibilizados de forma completa, que não se tratam de um trabalho realizado no âmbito do EM, que não explorem as metodologias utilizadas para o ensino de genética, ou não as expliquem de forma clara.

Após a etapa de inclusão/exclusão dos trabalhos, foram realizadas a leitura dos materiais encontrados para a revisão bibliográfica, seguindo as etapas: identificação dos objetivos dos trabalhos; identificação das metodologias utilizadas no ensino de Genética em cada trabalho, categorizadas de acordo com Krasilchik (2004): (a) aulas expositivas, (b) discussões, (c) demonstrações, (d) aulas práticas, (e) excursões, (f) simulações, (g) instruções individualizadas e (h) projetos. Dessa forma, foi realizado o fichamento de cada trabalho selecionado, preservando as principais ideias escritas pelos autores acerca das metodologias utilizadas.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 ARTIGOS E TRABALHOS SELECIONADOS

Para o X ENPEC, no ano de 2015 foram encontrados 6 trabalhos que continham a palavra-chave “ensino de genética”. Após a realização da leitura dos resumos, levando em consideração os critérios de inclusão, 2 foram selecionados para a produção científica. Para o XI ENPEC, que ocorreu ano de 2017, foram encontrados 11 trabalhos, pelos quais 2 foram selecionados. O XII ENPEC que ocorreu no ano de 2019, foram encontrados 3 trabalhos com a palavra-chave e nenhum contemplava os critérios de inclusão. Sendo assim, contabilizamos um total de 4 trabalhos do ENPEC para a produção desta revisão bibliográfica, identificados no quadro 1.

Quadro 1 - Trabalhos selecionados dos anais de evento ENPEC

Evento	Ano	Título do trabalho	Autores
X ENPEC	2015	PIBID: Atividade de Genética como ferramenta no Ensino de Biologia	Beatriz Diez Murolo; Giovana Villa Alvarenga; Larissa Orsolon de Oliveira e Magda Medhat Pechliye.
		O ensino de síntese proteica sob uma perspectiva inovadora	Renato Araújo Torres de Melo Moul e Flávia Carolina Lins da Silva.
XI ENPEC	2017	Sinalizando possibilidades no Ensino de Genética: Avaliação de uma proposta prática utilizando a abordagem histórica	Anita Gabriella Ferreira Norato, Arieli Tristão Rézio, Gisely da Silva Santos, Iara Lúcia Barbosa Fernandes Vieira, Simone Sendin Moreira Guimarães, Andréa Inês Goldschmidt
		Brincando com a dificuldade do Ensino da Genética	Cristiane Pereira-Ferreira, Renanda Paiva, Thais Junger, Cristhian Tavares, Tânia Goldbach, Thiago Saide Martins Merhy

Fonte: Elaborado pela autora (2021).

As publicações da revista IENCI do ano de 2015 até 2020, foram encontrados 8 artigos disponíveis com a busca a partir da palavra-chave “ensino de genética”. Desses, 2 foram selecionados de acordo com os critérios de inclusão. Para a RVEC, foram encontrados 7 artigos, e 1 foi selecionado. Já para a EEC, foram encontrados 8 artigos, e 2 foram selecionados, dado expressos no quadro 2.

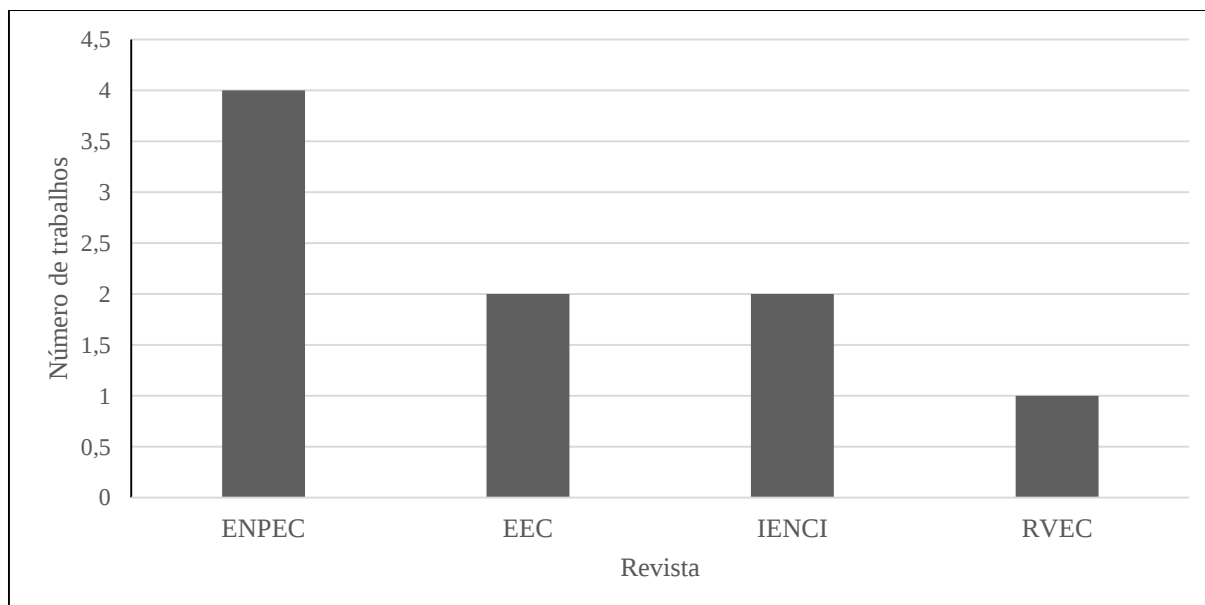
Quadro 2 - Trabalhos selecionados das revistas científicas IENCI, RVEC e EEC

Revista	Ano de publicação	Artigo(s) selecionado(s)	Autores
IENCI	2015	O uso de conceitos científicos em argumentos em aulas de biologia	Renata de Paula Orofino e Silvia Luzia Frateschi Trivelato
	2020	Estratégias didático-pedagógicas para o ensino-aprendizagem de genética	Sara de Souza Pereira, Joyciane Santiago da Cunha e Eldianne Moreira de Lima
RVEC	2017	Ensino de genética: Aprendendo de forma lúdica	Natália Lira de Souza Paulo, Aecyo Francisco da Silva, Marcos Alexandre de Melo Barros
EEC	2017	A modelização em genética e biologia molecular: Ensino de mitose com massa de modelar	Renato Araújo Torres de Melo Moul e Flávia Carolina Lins da Silva
	2017	Linhagem mitocondrial e os personagens do romance <i>o Tempo e o vento</i> : a interdisciplinaridade representada em Material didático	Juliana Mayra Nunes Farias, Rafaela Magalhães Aires, Gina Carla Arêdes, Alexandre de Sá Freire, Magui Aparecida Vallim, Andréa Carla de Souza Góes

Fonte: Elaborado pela autora (2021).

Dessa forma, após a busca pelos trabalhos nas revistas e Anais do evento, foram encontrados um total de 9 trabalhos, divididos em: 4 do ENPEC, 2 da revista IENCI, 2 da EEC e 1 da RVEC, e, como exposto no gráfico 1.

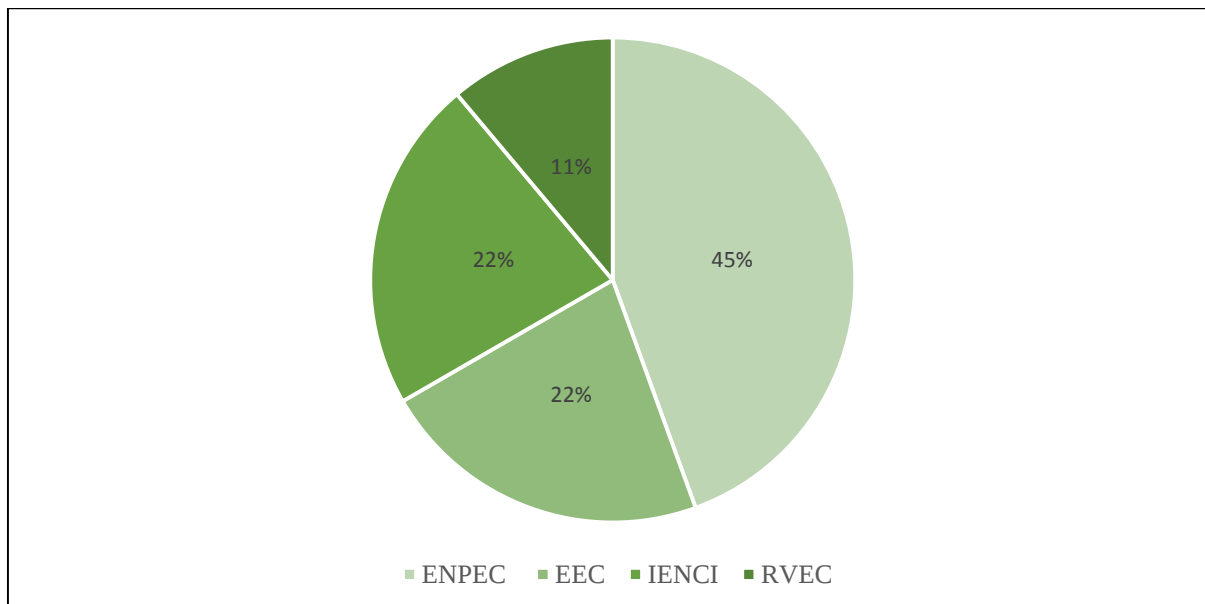
Gráfico 1 - Origem das publicações selecionadas para a produção da revisão bibliográfica



Fonte: Elaborado pela autora (2021).

Sendo assim, visualizamos que percentualmente o ENPEC contribui mais significativamente para a presente revisão bibliográfica, seguido das revistas IENCI e EEC, e por último, RVEC como demonstrado no gráfico 2.

Gráfico 2 - Percentual de contribuição bibliográfica de acordo com a origem da publicação.



Fonte: Elaborado pela autora (2021).

5.2 MODALIDADES DIDÁTICAS IDENTIFICADAS NOS TRABALHOS SELECIONADOS

Por intermédio de leitura analítica, foi realizado um fichamento das ideias principais dos autores de cada trabalho, identificando as modalidades didáticas utilizados pelos autores sendo categorizados de acordo com Krasilchik (2004). Além disso, a relevância de cada modalidade utilizada de acordo com a percepção do autor também foi preservada para a produção da presente revisão, assim como as temáticas abordadas dentro destas modalidades para o ensino de genética.

Nos trabalhos selecionados do ENPEC, foram encontradas as seguintes modalidades didáticas: Simulações, aulas práticas e discussões, podendo haver mais de uma modalidade didática em cada trabalho, como mostra o quadro 3.

Quadro 3 - Modalidades didáticas identificadas nos trabalhos (ENPEC 2015 - 2017)

Título do trabalho	Modalidades didáticas encontradas
O ensino de síntese proteica sob uma perspectiva	Simulações

inovadora (MOUL; SILVA, 2015)	
PIBID: Atividade de Genética no Ensino de Biologia (MUROLLO et al., 2015)	Aula prática e discussões
Sinalizando possibilidades no ensino de Genética: Avaliação de uma proposta prática utilizando a abordagem histórica (NORATO et al., 2017)	Aula prática e discussões
Brincando com a dificuldade no Ensino de Genética (PREIRA-FERREIRA et. al, 2017)	Aula prática e simulação

Fonte: Elaborado pela autora (2021).

Para os artigos selecionados da revista IENCI, foram encontradas 4 modalidades didáticas: Aula expositiva, aula prática, simulações e demonstração. Para o artigo da RVEC, foi encontrada a modalidade didática simulação. Já para a EEC, foram encontradas 4 modalidades didáticas: Aula expositiva, aula prática e simulação. Em alguns artigos foram encontradas mais de uma modalidade didática, por se tratar de uma oficina pedagógica ou sequência didática, como mostra o quadro 4.

Quadro 4 - Modalidades didáticas identificadas nos artigos selecionados das revistas (IENCI, RVEC e EEC)

Título do artigo	Modalidades didáticas encontradas	Revista
Uso de conceitos científicos em argumentos em aulas de biologia (OROFINO; TRIVELATO, 2015).	Aula expositiva e discussão	IENCI
Estratégias didático-pedagógicas para o ensino-aprendizagem de genética (PEREIRA; CUNHA; LIMA, 2020)	Aula expositiva, aula prática, simulações, demonstração.	
Ensino de Genética: Aprendendo de forma lúdica (SOUZA; SILVA; BARROS, 2015)	Simulação	RVEC
A Modelização em Genética e Biologia Molecular: Ensino de mitose com massa de modelar (MOUL; SILVA, 2017)	Aula expositiva e aula prática.	EEC
Linhagem mitocondrial e os personagens do romance <i>O Tempo E O Vento</i> : A interdisciplinaridade representada em material didático (FARIAS; AIRES; ARÊDES; FREIRE; VALLIM; GOÉS, 2017)	Aula expositiva, simulação e demonstração.	

Fonte: Elaborado pela autora (2021)

De forma geral, as modalidades didáticas simulação e aula prática estavam presentes em 5 trabalhos, sendo as metodologias mais utilizadas. Seguido de aula expositiva que foram

encontrados em 4 trabalhos, sempre em conjunto com outras modalidades. Além disso, foram identificadas mais duas modalidades: discussão, em três trabalhos, e demonstração em um trabalho, como mostrado no quadro 5.

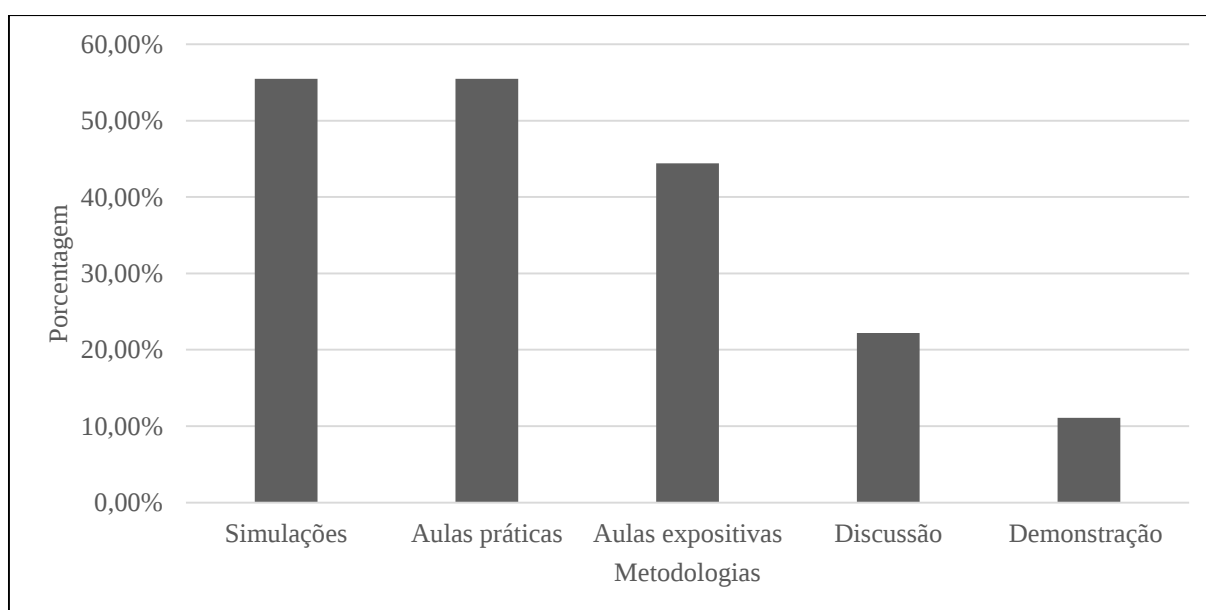
Quadro 5 - Total de trabalhos selecionados utilizando as diferentes modalidades didáticas propostas por Krasilchik (2004)

Modalidade didática	Fonte	Total de trabalhos
Simulação	ENPEC (2); IENCI (1); RVEC (1); EEC (1)	5
Aula prática	ENPEC (3); IENCI (1); EEC (1)	5
Aula expositiva	IENCI (2); EEC (2)	4
Discussão	ENPEC (2); IENCI (1)	3
Demonstração	IENCI (1); EEC (1)	2

Fonte: Elaborado pela autora (2021)

Em uma análise percentual, é possível observar que simulação e aula prática foram as metodologias que percentualmente apresentaram uma maior utilização para o ensino de genética, sendo explorado em mais da metade dos trabalhos selecionados (55,5%) em ambas categorias, seguindo por aula expositiva (44,4%), discussão (33,3%) e, demonstração, utilizado em dois trabalhos (22,2%), como mostrado no gráfico 3.

Gráfico 3 - Porcentagem de trabalhos que utilizaram determinada modalidade didática proposta por Krasilchik (2004).



Fonte: Elaborado pela autora (2021).

Dessa forma, percebemos que apesar das aulas expositivas estarem presentes em 44,4%

dos trabalhos, percebemos que há uma tendência para as metodologias ativas, sendo encontrada em mais da metade das escrituras selecionadas. Segundo Moran (2018) essas metodologias têm grande importância nos processos ensino-aprendizagem, atribuindo ao aluno o papel protagonista, sendo um caminho para avançar no conhecimento e nas competências sócio-emocionais. Dessa forma, o mesmo autor ressalta que é necessário que os alunos se envolvam em atividades cada vez mais complexas, tendo que tomar decisões e analisar os resultados, para que assim se tornem proativos.

Além disso, Meyers & Jones (1993) afirma que quando o aluno realiza atividades que ultrapassam o limite de apenas ouvir o conteúdo pelo professor, o processo ensino-aprendizagem se torna mais significativo, demonstrando a importância de se empregar metodologias ativas em sala de aula. Sendo assim, se faz necessário compreender o processo de modificação do conhecimento, envolvendo a importância dos processos mentais nesse percurso (PELLIZARI et al., 2020).

Dentro das categorias de modalidades didáticas, podemos encontrar várias temáticas abordadas para o Ensino de Genética e, portanto, uma versatilidade de metodologias, com uma riqueza de recursos, como: jogos didáticos, atividades práticas e experimentais, recurso áudio visual (documentários, filmes), interações discursivas, confecções de modelos didáticos.

É importante ressaltar que alguns trabalhos selecionados se tratam de uma sequência didática ou oficina pedagógica que envolvem mais de uma modalidade didática, são eles: “Brincando com a dificuldade no ensino de genética” (PREIRA-FERREIRA et. al, 2017), “Estratégias didático-pedagógicas para o ensino-aprendizagem de genética” (PEREIRA et al., 2020) e “Linhagem mitocondrial e os personagens do romance *o tempo e o vento*: a interdisciplinaridade representada em material didático” (FARIAS et al., 2017).

As modalidade didáticas excursões, instruções individualizadas e projeto não foram identificados nos trabalhos selecionados.

5.2.1 Simulações

Os resultados apontaram que dentro das modalidade didáticas propostas por Krasilchik (2004), uma das mais utilizadas para o ensino de genética no EM dentro dos anos 2015-2020 nas plataformas de veiculação científica aqui selecionados foram as simulações. Segundo a mesma autora, as simulações referem-se a “atividades em que os participantes são envolvidos em uma situação problemática à qual devem tomar decisões e prever consequências”, de forma a analisar causas e implicações do desenvolvimento da biologia.

Os tipos de simulações mais simples são os jogos, que podem ser usados em formas de palavras-cruzadas, jogo da memória ou monopólio. Outro tipo de simulação também pode ser usado, chamados *role play* ou dramatizações, seguindo as etapas: caracterizar o problema, coletar informações para a sua análise, avaliar a importância dessas informações, decidir, testar e, se necessário, reconsiderar outra decisão. Além disso, também podem ser encontradas simulações que envolvem a apresentação de modelos matemáticos, embora sejam raras para o ensino de biologia (KRASILCHIK, 2004).

De acordo com essas informações, alguns trabalhos se categorizaram como simulações. Para o ENPEC, 2 trabalhos abordavam os jogos didáticos: “O ensino de síntese proteica sob uma perspectiva inovadora (MOUL; SILVA, 2015) e “Brincando com a dificuldade do Ensino de Genética” (PREIRA-FERREIRA et. al, 2017). Na revista IENCI, 1 artigo foi encontrado “Estratégias didático-pedagógicas para o ensino-aprendizagem de Genética” (PEREIRA et al., 2020). Na RVEC, foi encontrado o artigo “Ensino de Genética: Aprendendo de forma lúdica” (SOUZA et al., 2015). Por fim, na EEC, foi encontrado o trabalho: “Linhagem mitocondrial e os personagens do romance *o Tempo e o vento*: a interdisciplinaridade representada em material didático” (FARIAS et. al, 2017).

Dessa forma, foram contabilizados 5 trabalhos explorando o uso de jogos didáticos como metodologia para o ensino de genética. Várias temáticas dentro desses trabalhos foram abordadas, como mostra o quadro 9.

Quadro 6 - Trabalhos selecionados utilizando simulações como modalidade didática e áreas temáticas abordadas

Trabalho	Área temática
O ensino de síntese proteica sob uma perspectiva inovadora (MOUL; SILVA, 2015)	Fluxo da informação genética
Brincando com a dificuldade do Ensino de Genética (PREIRA-FERREIRA et. al, 2017)	Lei de Mendel, heredograma, fluxo da informação genética e conceitos básicos de genética
Estratégias didático-pedagógicas para o ensino-aprendizagem de Genética” (PEREIRA; CUNHA; LIMA, 2020)	Conceitos básicos de genética, Sistema ABO e fator Rh
Ensino de Genética: Aprendendo de forma lúdica (SOUZA; SILVA; BARROS, 2015)	Biologia Forense
Linhagem mitocondrial e os personagens do romance <i>o Tempo e o vento</i> : a interdisciplinaridade representada em material didático (FARIAS et. al, 2017)	Conceitos básicos de genética e heredograma.

Fonte: Elaborado pela autora (2021).

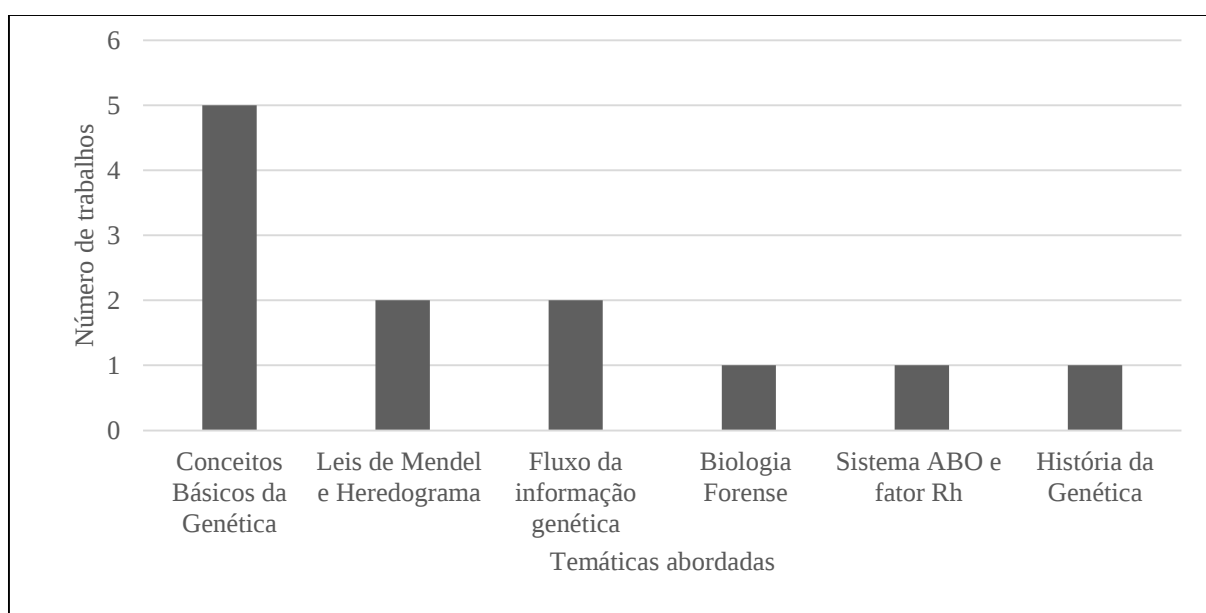
De forma geral, os jogos se caracterizam pela contribuição no desenvolvimento de

habilidade de perceber, interpretar e integrar alguns fenômenos (SCLAUNICH, 2011). Quando está integrado a uma modalidade didática, esta atividade ultrapassa as fronteiras de um reflexo psicológico, gerando a expressão construtiva, dando significações ao ato de jogar, devido ao prazer, superando os desafios propostos nos jogos (MACEDO et al., 2005), sendo o maior elemento que possui a característica de sociabilizar e também socializar.

Além disso, os jogos didáticos favorecem a interação professor-aluno e as atividades colaborativas entre os estudante (CIRNE, 2013). Dessa forma, compreendemos a importância de trabalhar com jogos didáticos como uma modalidade dentro de sala de aula, pelos seus benefícios para a aprendizagem significativa dentro de um conteúdo que é caracterizado como de difícil assimilação (SANTOS et al., 2010; CATARINACHO, 2011), bem como para uma melhoria nas interações aluno-professor, sendo uma importante ferramenta metodológica para os processos de ensino-aprendizagem.

É possível observar nestes resultados que os jogos didáticos foram explorados em diversas temáticas como metodologia para o ensino de genética: Conceitos básicos de genética, Leis de Mendel e heredogramas, fluxo da informação genética, biologia forense, sistema ABO e fator Rh e história da genética, como mostra o gráfico 5.

Gráfico 4 - Temáticas abordadas dentro do ensino de genética utilizando jogos didáticos como ferramenta metodológica



Fonte: Elaborado pela autora (2021)

O trabalho “O ensino de síntese proteica sob uma perspectiva inovadora” (MOUL; SILVA, 2015), publicado nos anais de evento do ENPEC, trabalhou com o fluxo da informação

genética. Neste trabalho, o autor utilizou como ferramenta metodológica o jogo “código dos 20”. Os autores explicam como foi realizado o jogo:

Esta atividade simula a tradução de RNAm de dois genes (A e B) em duas espécies diferentes, representados por uma flor e um gato. [...] Participaram dezesseis alunos que se dividiram em dois grupos [...] o primeiro (grupo controle) participou apenas da aula expositiva dialogada sobre o tema de “Síntese proteica”, responde aos pré-teste e pós-teste. O segundo grupo (amostral) dividiu-se em quatro duplas, sendo três alunos do gênero masculino e sete alunos do gênero feminino, com idade entre 14 e 16 anos, que participaram da aula expositiva bem como da aplicação do jogo didático. Cada dupla foi responsável por traduzir um RNAm utilizando os RNAt correspondentes aos códons, de acordo com o material disponibilizado quatro tiras de RNA mensageiros (referentes a dois genes A e B e a duas espécies diferentes, flor e gato) e quatro conjuntos de RNA transportadores; quatro envelopes com a denominação do gene (A ou B) e do organismo (flor ou gato), contendo os RNA transportadores correspondentes a cada gene e organismo; uma tabela de código genético; uma tabela para ser preenchida; um folheto com os procedimentos (o roteiro proposto por Mori *et al.*, 2009). (MOUL; SILVA, 2015, p. 3)

Os autores realizaram a aplicação de um pré-teste e pós-teste e como resultado, foi possível observar que houve um aumento no número de respostas corretas, indo de 11,9% para 47,8%. Os autores explicam esse aumento significativo da seguinte maneira:

Este aumento do número de respostas corretas se deve ao fato de que aulas com jogos didáticos envolvem o estudante na apropriação do conteúdo e na construção do conhecimento, o que os permite, ao longo de situações vindouras, resgatar e citar corretamente as informações obtidas. O estudante pode se valer ainda, de algum momento ou elemento específico do jogo que lhe faz lembrar determinada informação relacionada ao conteúdo. (MOUL; SILVA, 2015, p. 4)

Em “Brincando com a dificuldade do Ensino de Genética” (PREIRA-FERREIRA *et. al*, 2017), também publicado nos Anais de evento da ENPEC, utilizou em sua metodologia oficinas pedagógicas dois jogos diferentes que abordavam as temáticas conceitos básicos de genética, fluxo da informação genética: Desenrolando cromossomos e Tapão genético. O primeiro jogo consiste em jogo de memória, realizada em grupos, utilizando cartas com ilustrações de cariótipos específicos e organismos/indivíduos relativos aos mesmos. Já o segundo jogo envolve a utilização de cartas, o autor explica:

O jogo é composto por cartas que formam pares e mãos de plástico com ventosas e hastes para segurar. Em cada par, uma carta exibe um desenho e outra, um texto que o identifica. As cartas com desenhos ficam na mesa viradas para cima e um mediador lê uma carta texto. Ao identificar o desenho correspondente exposto na mesa, o jogador tenta pegar a carta utilizando a mão plástica. Ao final, o jogador que conseguir pegar mais cartas, ganha o jogo. (PREIRA-FERREIRA *et. al*, 2017, p. 4)

Os dois jogos utilizados foram apontados como uma das atividades preferidas dos estudantes, dentre outras realizadas na oficina pedagógica realizada pelos autores. Além disso houve a aplicação de mais atividades que funcionaram como simulação: “Cordão do fluxo gênico”, “Representando: Genótipo x Fenótipo”, “NEDICóide” e “Heredograma é coisa de família”. Como resultado final, os autores afirmam que “os recursos propostos mostram-se, através da percepção dos participantes, como potenciais facilitadores do ensino e da aprendizagem em genética” (PREIRA-FERREIRA et. al, 2017).

O trabalho “Ensino de Genética: Aprendendo de forma lúdica” (SOUZA et al., 2017), publicado na revista RVEC, trabalhou acerca da temática Biologia Forense. Os autores explicam:

[...] foi realizado um jogo de tabuleiro a respeito da Biologia Forense, envolvendo um caso em que os alunos tinham o propósito de solucionar. O estudo de caso relatava uma pequena história envolvendo amigos e familiares, em que houve um assassinato ainda não desvendado. Através de um jogo de tabuleiro, os discentes receberam dicas sobre o caso, que os levaram às respostas de tais questionamentos: Quem foi o assassino e por qual motivo? Sob base de qual/quais prova(s)? Onde e como aconteceu o assassinato? Sob base de qual/quais prova(s)? (SOUZA et al., 2015, p. 108)

Dessa forma, os autores ainda explicam que “os estudantes foram divididos em quatro grupos de cinco, em que um aluno de cada equipe ficava com a função de andar sobre o tabuleiro presente no chão” (SOUZA et al., 2017, p. 108). Dessa forma foi então conduzido o jogo didático. Os autores afirmam que o jogo foi importante para a compreensão dos conteúdos, visto que os alunos se sentiram motivados a continuar com a proposta didática:

Os participantes mostraram-se satisfeitos em participar da dinâmica proposta. Mesmo com as dificuldades nas questões teóricas, eles conseguiram assimilar os conhecimentos. E o mais interessante, mesmo com os erros ao responder as questões, eles continuavam motivados a continuar, pois ainda havia um jogo a ser finalizado. (SOUZA et al., 2015, p. 110)

Os autores concluem que a implementação deste jogo didático foi eficaz para servir como um apoio a prática pedagógica do professor durante as aulas. Dessa forma, mostrou resultados positivos na assimilação dos conteúdos por parte dos estudantes.

No trabalho “Estratégias didático-pedagógicas para o ensino-aprendizagem de Genética” (PEREIRA et al., 2020), publicado na revista EEC, foram utilizados dois jogos didáticos que abordavam as temáticas Leis de Mendel e hereditariedade: “Bingo das ervilhas” e “Montagem de Idiograma. Sobre o primeiro jogo o autor explica:

[...]Esse jogo era composto de duas cartelas coloridas, uma para a Primeira Lei e outra para a Segunda Lei, ambas contendo os quadros de ‘Punnett’ que representavam os fenótipos e os alelos correspondentes, para que cada jogador fizesse os respectivos cruzamentos. Para tratar da primeira Lei de Mendel, as cartelas possuíam os quadros com dois fenótipos representados de cada característica cruzada e para a segunda Lei, as cartelas possuíam três quadros contendo dez fenótipos representados das características cruzadas. O sorteio das fichas contendo os genótipos foi feito separadamente para cada uma das cartelas, sendo utilizados 24 genótipos sorteados para a Primeira Lei e 48 para Segunda Lei, cabendo ao jogador fazer os cruzamentos e marcar em sua cartela os genótipos que forem sorteados, pronunciando ‘Mendel’ ao preencher a cartela.
(PEREIRA et al., 2020)

Sobre o segundo jogo didático, o autor explica:

[...] Elaborado por Amabis e Martho (1997), com objetivo de facilitar a compreensão dos alunos sobre os conceitos relativos ao número, forma, tamanho e classificação dos cromossomos. Esse jogo era composto de três folhas de papel 4A, a primeira possuía desenhos de cromossomos humanos para recortar, a segunda possuía as marcas de orientação para montar o idiograma e a terceira apresentava instruções de como deveria ser feita a identificação de cada cromossomo.
(PEREIRA et al., 2020)

Os autores afirmam que na aula que foi aplicado o jogo didático “Bingo das Ervilhas”, os alunos apresentaram dificuldade em realizar o cruzamento genético, e mais da metade deles alegaram não gostar da aula, não havendo melhoria significativa no desempenho dos estudantes. Já para o segundo jogo didático, houve uma resposta positiva dos estudantes, entretanto o jogo foi utilizado como um suporte para os estudantes juntamente com a confecção de um modelo didático.

No trabalho “Linhagem mitocondrial e os personagens do romance *O Tempo e o Vento*: a interdisciplinaridade representada em material didático” (FARIAS et. al, 2017) utiliza o jogo didático explorando a temática de heredograma. O autor explica o jogo:

O jogo é constituído de um quadro metálico (90 cm x 60 cm) com a imagem do heredograma correspondente aos personagens fictícios do romance e peças-ímãs quadrados e círculos de diferentes cores. O objetivo é determinar linhagens mitocondriais através da alocação das peças-ímãs, cujas cores correspondem à linhagens específicas.
(FARIAS et. al, 2017, p. 29)

Sobre o material didático, houve uma resposta positiva pelos estudantes, como demonstra o autor: “Alguns alunos sugeriram que o número de personagens no heredograma da saga *O tempo e o Vento* fosse aumentado. Isto indica que estes alunos não compreenderam que todos os personagens da obra estão listados no heredograma.” (FARIAS et. al, 2017, p. 35).

Dessa forma, podemos observar que na maioria dos jogos didáticos utilizados houve uma resposta positiva dos estudantes, exceto no jogo “Bingo das Ervilhas” utilizado no trabalho de Pereira et al. (2020), proposto por Ferreira et al. (2010). Entretanto, vale ressaltar que o autor propôs um outro jogo didático chamado “As ervilhas de Mendel”, para ser utilizado previamente, como complementação do jogo mencionado anteriormente. Entretanto, vale ressaltar que neste trabalho houve uma sequência didática, sendo a resposta negativa provavelmente proveniente do conjunto e não do jogo didático de forma isolada.

5.2.2 Aulas Práticas

Cinco trabalhos exploravam as aulas práticas como modalidade didática, constituindo mais da metade dos trabalhos selecionados (55,5%). As aulas práticas são metodologias efetivas para o ensino de Ciências, aguçando a observação, estimulando as práticas científicas (PIOCHON, 2002) Segundo Krasilchik (2004), as aulas práticas envolvem os estudantes em investigações científicas, muito utilizadas em laboratórios, com diferentes graus de liberdade:

No primeiro nível, o tipo mais diretivo, o professor oferece um problema, dá instruções para sua execução e apresenta os resultados esperados; no segundo nível, os alunos recebem o problema e as instruções sobre como proceder; no terceiro nível, é proposto apenas o problema, cabendo aos alunos escolher o procedimento, coletar dados e interpretá-los; e no quarto nível, os alunos devem identificar algum problema que desejam investigar, planejar o experimento, executá-lo e chegar até as interpretações dos resultados.
(KRASILCHIK, 2004. p. 86)

Dos trabalhos que utilizavam esta modalidade didática, três são provenientes dos Anais de evento da ENPEC: “PIBID: Atividade de Genética no Ensino de Biologia” (MUROLLO et al., 2015), “Brincando com a dificuldade no Ensino de Genética” (PEREIRA-FERREIRA et al., 2017) e “Sinalizando possibilidades no Ensino de Genética: Avaliação de uma proposta prática utilizando a abordagem histórica” (NORATO et al., 2017). Além disso, dois artigos encontrados nas revistas: “Estratégias Didático-Pedagógicas para o Ensino-Aprendizagem de Genética” (PEREIRA et al., 2020) e “A modelização em Genética e Biologia Molecular: Ensino de Mitose com massa de modelar” (MOUL; SILVA, 2017), com diversas temáticas voltadas para o Ensino de Genética, como mostra o quadro 7:

Quadro 7 – Trabalhos selecionados utilizando aulas práticas como modalidade didática e áreas temáticas abordadas

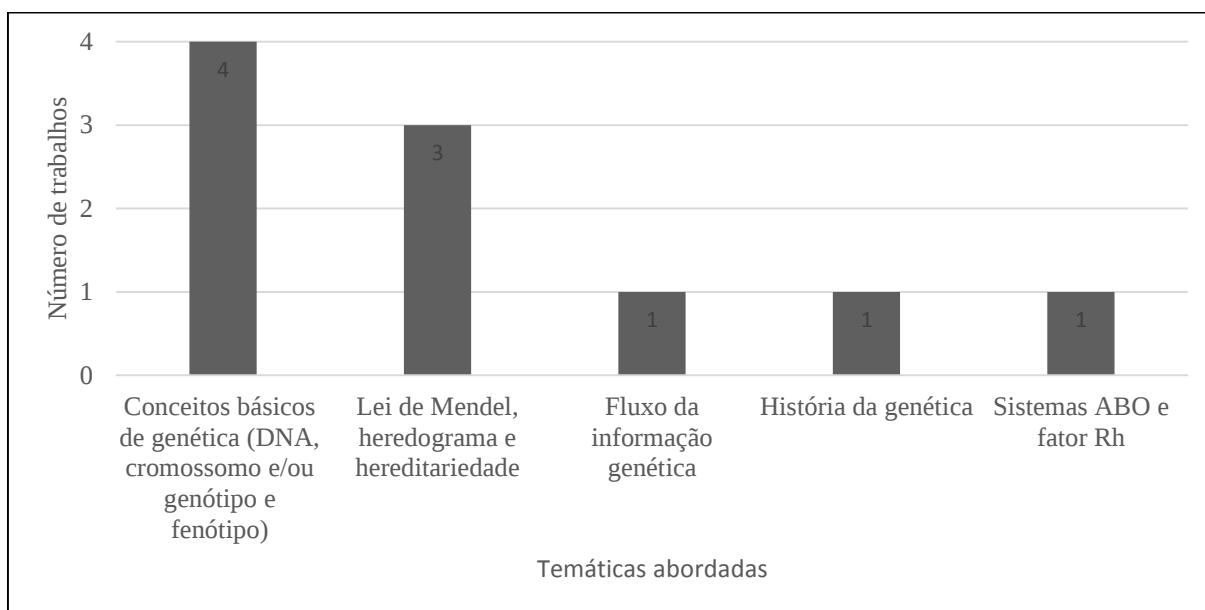
Trabalho	Área temática
----------	---------------

PIBID: Atividade de Genética no Ensino de Biologia (MUROLLO et al., 2015)	Hereditariedade, conceitos básicos de genética
Brincando com a dificuldade do Ensino de Genética (PREIRA-FERREIRA et al., 2017)	Lei de Mendel, heredograma, fluxo da informação genética e conceitos básicos de genética
Sinalizando possibilidades no Ensino de Genética: Avaliação de uma proposta prática utilizando a abordagem histórica (NORATO et al., 2017)	Conceitos básicos de genética e história da genética
Estratégias Didático-Pedagógicas para o Ensino-Aprendizagem de Genética” (PEREIRA; CUNHA; LIMA, 2020)	Conceitos básicos de genética, Sistema ABO e fator Rh
A modelização em Genética e Biologia Molecular: Ensino de Mitose com massa de modelar” (MOUL; SILVA, 2017)	Hereditariedade e conceitos básicos de genética.

Fonte: Elaborado pela autora (2021)

Dessa forma, para as aulas práticas em ensino de genética, a área temática mais abordada foram os conceitos básicos de genética, como mostra o gráfico 5.

Gráfico 5 - Número de trabalhos que abordaram determinadas temáticas para as aulas práticas no Ensino de Genética



Fonte: Elaborado pela autora (2021).

O trabalho “PIBID: Atividade de Genética no Ensino de Biologia” (MUROLLO et al., 2015) envolveu a temática hereditariedade, sendo uma atividade prática pela qual os estudantes utilizariam conhecimentos de alelos simples, para verificar a probabilidade de herança de caracteres nos descendentes. Os autores explicam a prática:

[...] Em um primeiro momento foram distribuídas duas folhas de papel sulfite. Uma delas continha o contorno de um rosto feminino e de um rosto masculino; a outra continha algumas características hereditárias de alelos simples, tais como: lóbulo da orelha, furo no queixo e língua. A comanda inicial foi para que cada aluno escolhesse as características e montasse seu boneco. Em um segundo momento, foi pedido para que se juntassem em duplas que possuísem bonecos do sexo oposto e realizassem o cruzamento apresentando a probabilidade de um descendente possuir determinadas características.
(MUROLLO et al., 2015)

Os autores complementam explicando que a atividade se deu continuidade através de roda de conversas entre os estudantes. Os autores possuem uma visão positiva da atividade a partir da análise feita dos estudantes:

[...] foi possível concluir que quando há participação dos alunos de forma ativa, em que eles são estimulados a questionamentos e problematizações, além do maior número de alunos realizando a atividade, o interesse por parte deles também aumenta, principalmente com assuntos relacionados ao cotidiano.”
(MUROLLO et al., 2015)

Vale ressaltar que além desta prática, foi realizada posteriormente um momento de discussão com os estudante. Além disso, eles relacionam esta atividade com uma possível forma de avaliação de aprendizagem, visto que é necessário compreender conceitos básicos sobre a hereditariedade.

No trabalho “Sinalizando possibilidades no Ensino de Genética: Avaliação de uma proposta prática utilizando a abordagem histórica” (NORATO et al., 2017) exploram as temáticas de conceitos básicos de genética e história da genética. Os autores realizaram a atividade prática com o objetivo de discutir a ideia de manipulação genética a partir de uma perspectiva histórica, construindo uma linha do tempo, contextualizando com nove experimentos genéticos de épocas diferentes, relevantes para a abordagem histórica: (1) seleção artificial de raças de cachorros; (2) criação da vacina contra a varíola; (3) experimentos de Gregor Mendel com ervilhas; (4) sementes híbridas de milho; (5) eugenia; (6) insulina humana produzida por bactérias; (7) tomate Flavrsavr; (8) clonagem da ovelha Dolly e (9) células tronco geneticamente modificadas. (NORATO et al., 2017, p. 4). Eles explicam a atividade:

[...] foram organizados 4 grupos de 9 alunos e os materiais (papel cartaz branco e canetões) foram distribuídos. No quadro foi fixada a linha do tempo com as datas sem os experimentos. Os experimentos foram apresentados de maneira teórica e aleatória a partir de imagens compostas de várias figuras sobre o tema. Nesse momento também foram apresentadas dicas que contextualizavam sócio historicamente os experimentos, mas sem se remeter diretamente a ele. Músicas e histórias de cada época foram usadas para melhorar essa contextualização. Finalmente, a partir das explicações teóricas, das imagens e do processo de contextualização sócio histórico os grupos foram estimulados a elaborar uma linha do tempo organizando

cronologicamente cada um dos experimentos e problematizando a questão relacionada ao conceito de manipulação genética.
(NORATO et al., 2017, p. 4)

Após a aplicação da atividade, os autores realizaram a avaliação levando em consideração os registros no diário de campo. Eles concluem que a atividade prática ajudou os estudantes a desmistificarem conceitos de manipulação genética de maneira contextual, aproximando-os dos acontecimentos históricos, sendo uma atividade bem sucedida.

Os trabalhos “Brincando com a dificuldade em Ensino de Genética” (PREIRA-FERREIRA et al., 2017) e “Estratégias Didático-Pedagógicas para o Ensino-Aprendizagem de Genética” (PEREIRA et al., 2020), além de envolverem simulações, como foi citado no tópico anterior, também envolveram atividades práticas. Neste último, os autores comentam acerca da aula: “Através do microscópio os alunos visualizaram hemácias e leucócitos”, uma aula prática experimental Tipagem Sanguínea, “onde foi feita a descoberta do tipo sanguíneo dos alunos que se disponibilizaram a participar do experimento” (PEREIRA et al., 2020, p. 45). Além disso, também realizaram uma aula prática para visualização da célula da cebola, bem como a extração do DNA de frutas. Sendo assim, esse trabalho explorou bastante o uso de aulas práticas para o ensino de genética.

Segundo os autores, houve um resultado positivo das aulas práticas, onde os mesmos afirmam ter sido eficiente, pois proporcionou uma melhor assimilação do conteúdo, esclarecendo dúvidas a respeito de conceitos científicos. Entretanto, vale ressaltar que as atividades foram realizadas após uma aula expositiva-dialogada.

Já no artigo “A modelização em Genética e Biologia Molecular: Ensino de Mitose com massa de modelar” (MOUL; SILVA, 2017), envolvendo os conceitos básicos de genética e hereditariedade, os alunos realizaram uma atividade prática com massa de modelar. Os autores explicam:

Para cada etapa da mitose, uma dupla de alunos reproduziu esquematicamente, a prófase, a metáfase, a anáfase e a telófase. Para isto, disponibilizamos uma projeção por slide, onde estavam representadas as cinco fases a serem reproduzidas, por onde os estudantes se norteavam na construção do modelo didático.
(MOUL; SILVA, 2017, p. 121)

Observamos que nessa atividade prática houve um baixo grau de liberdade, onde foi dado o problema, as instruções para a realização e os resultados esperados. Portanto, os autores demonstraram um resultado positivo com a realização da prática, visto que houve uma melhor

compreensão do assunto após a realização desta atividade. Vale ressaltar que esta atividade prática foi realizada após uma aula expositiva.

De forma geral, para todas os artigos selecionados que usavam as aulas práticas como modalidade didática, houveram resultados positivos, sejam essas atividades realizadas com ou sem a integração com aulas expositivas, se mostrando importante aliada nos processos ensino-aprendizagem quando executada em sala de aula.

5.2.3 Aulas Expositivas

Dentro dos trabalhos selecionados para a presente produção científica, as aulas expositivas estavam presentes em 44,4% destes. Segundo Krasilchik (2004) a aula expositiva se caracteriza como a modalidade didática mais comum no ensino de biologia, e a seu objetivo é transferir informações. De acordo com a autora, as aulas expositivas servem para introduzir um novo assunto, sintetizar um tópico ou comunicar experiências pessoais do professor, sendo muito utilizada devido ao seu baixo custo, bem como pelo domínio do professor em atingir toda a turma a partir dos conteúdos expostos. Apesar disso, existe grandes desvantagens nesse modo de ensino: passividade dos alunos e a baixa retenção de informações.

Na literatura analisada, foram encontrados 4 trabalhos que utilizaram as aulas expositivas como modalidade didática: Uso de conceitos científicos em argumentos em aulas de biologia (OROFINO; TRIVELATO, 2015), Estratégias didático-pedagógicas para o ensino-aprendizagem de genética (PEREIRA et al., 2020), A Modelização em Genética e Biologia Molecular: Ensino de mitose com massa de modelar (MOUL; SILVA, 2017), Linhagem mitocondrial e os personagens do romance *O Tempo E O Vento*: A interdisciplinaridade representada em material didático (FARIAS et al., 2017). Dentre estes trabalho, nenhum utilizou a aula expositiva como única modalidade, havendo sempre a integração com outras metodologias. Assim como as modalidades didáticas citadas anteriormente, também houve uma diversidade de temáticas exploradas pelos autores, como mostra o quadro 8:

Quadro 8 – Trabalhos selecionados utilizando aulas expositivas como modalidade didática e áreas temáticas abordadas

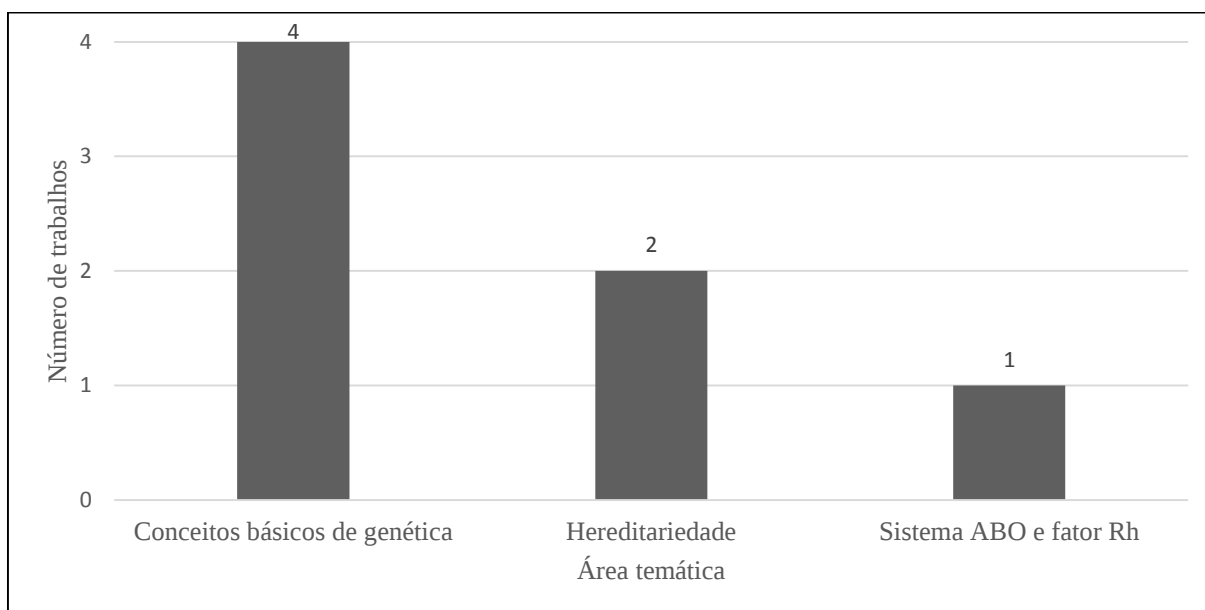
Trabalho	Área temática
Uso de conceitos científicos em argumentos em aulas de biologia (OROFINO; TRIVELATO, 2015)	Conceitos básicos de genética
Estratégias didático-pedagógicas para o ensino-aprendizagem de genética (PEREIRA; CUNHA; LIMA, 2020)	Conceitos básicos de genética, Sistema ABO e fator Rh

A Modelização em Genética e Biologia Molecular: Ensino de mitose com massa de modelar (MOUL; SILVA, 2017)	Hereditariedade e conceitos básicos de genética.
Linhagem mitocondrial e os personagens do romance <i>O Tempo E O Vento</i> : A interdisciplinaridade representada em material didático (FARIAS; AIRES; ARÊDES; FREIRE; VALLIM; GOÉS, 2017)	Conceitos básicos de genética e hereditariedade.

Fonte: Elaborado pela autora (2021).

De forma geral, é possível analisar que todos os trabalhos que utilizaram a modalidade didática aula expositiva, trabalharam com conceitos básicos da genética. Além disso, foram encontradas as temáticas: Hereditariedade, Sistema ABO e fator Rh, como mostra o gráfico 7:

Gráfico 6 - Número de trabalhos e as temáticas abordadas para a modalidade didática aula expositiva



Fonte: Elaborado pela autora (2021).

No trabalho “Uso de conceitos científicos em argumentos em aulas de biologia” (OROFINO; TRIVELATO, 2015) abordou a temática conceitos básicos de genética. Dentro da metodologia deste trabalho, os pesquisadores observaram uma sequência didática proposta pela professores. Eles explicam:

Nas duas primeiras aulas da sequência em questão, a professora realizou a leitura de um texto (disponível em Orofino & Trivelato, 2015) em voz alta com os alunos, retomando conceitos já trabalhados em aula, adicionando novas definições e perguntando aos alunos sobre temas já trabalhados. O texto havia sido elaborado pela professora com base em uma apostila de genética de ensino superior e continha a

descrição de dois experimentos importantes na determinação da função do DNA nos organismos.
(OROFINO; TRIVELATO, 2015. p.119)

Neste trabalho, a aula expositiva foi integrada com a discussão, como citam os autores:

Ao fim da leitura, a professora propôs uma única questão para ser respondida individualmente. Após o trabalho individual, os alunos discutiram em grupos e puderam reformular suas respostas iniciais. Ao final da terceira aula, as respostas reformuladas dos alunos à questão foram recolhidas pela professora.
(OROFINO; TRIVELATO, 2015. P. 119)

Sendo assim, com o uso da aula expositiva e posteriormente o uso de atividades discursivas, os resultados foram positivos, como citam os autores: “Quase todos os alunos analisados foram capazes de entender a demanda do exercício e de utilizar argumentos em suas respostas, porém, uma minoria utilizou todas as informações necessárias para responder plenamente à questão”. (OROFINO; TRIVELATO, 2015)

A sequência didática apresentada no trabalho “Estratégias didático-pedagógicas para o ensino-aprendizagem de genética” (PEREIRA et al., 2020) também utilizou aula expositiva antes da realização de atividades práticas ou simulação, com duração de até duas horas cada aula expositiva-dialogada. Sendo assim, os autores salientam a importância da utilização de diversas estratégias didático-pedagógicas além da aula expositiva isolada.

Já no trabalho “A Modelização em Genética e Biologia Molecular: Ensino de mitose com massa de modelar” (MOUL; SILVA, 2017), a aula expositiva foi utilizada em conjunto com uma aula prática, sendo esta última realizada apenas com metade da turma. Neste sentido, os autores afirmam: “[...]realizamos a apresentação do tema da aula, Mitose, através de exposição do conteúdo com auxílio do quadro branco e livro didático. Explicamos a mitose com suas fases e processos, além de sua importância para os seres vivos”. A próxima modalidade didática utilizada pelos autores, foi então a aula prática.

Um fato interessante deste trabalho é que os autores afirmam que o grupo de estudantes que participaram apenas das aulas expositivas, tiveram em sua maioria respostas incorretas:

Muitas das informações foram logo esquecidas, o que resulta em parte pela falta de atenção dos alunos em trechos da aula e ainda à dificuldade de compreensão de alguns termos e processos. [...] Uma aula puramente expositiva, em genética e biologia molecular, muitas vezes não permite uma melhor fixação de conceitos.”
(MOUL; SILVA, 2017)

Por último, na sequência didática apresentada no trabalho intitulado como “Linhagem

mitocondrial e os personagens do romance *O Tempo E O Vento: A interdisciplinaridade representada em material didático*” (FARIAS et al., 2017) as aulas expositivas também vieram antes da aplicação da simulação, como forma de gerar uma maior assimilação dos conteúdos ministrados.

De acordo com esses resultados, encontramos resultados positivos para as aulas expositivas quando ministradas em conjunto com outra modalidade didática. Aqui encontramos: aulas práticas, simulações e discussão.

5.2.4 Discussões

Na presente revisão bibliográfica, três trabalhos demonstraram haver momentos de discussões em sala de aula, correspondendo a 33,3%. Krasilchik (2004) afirma que as discussões tornam as aulas mais interessantes, desafiando a imaginação e a vivacidade dos estudantes. Além disso, é necessário que haja alguns cuidados ao se implementar discussões em sala de aula, por exemplo: o professor deverá dar a oportunidade dos alunos manifestarem as suas opiniões sem forçar ou dirigir a resposta.

Os seguintes trabalhos foram identificados na categoria discussões: “PIBID: Atividade de Genética no Ensino de Biologia” (MUROLLO et al., 2015), “Sinalizando possibilidades no ensino de Genética: Avaliação de uma proposta prática utilizando a abordagem histórica” (NORATO et al., 2017) e “Uso de conceitos científicos em argumentos em aulas de biologia” (OROFINO; TRIVELATO, 2015). Estes trabalhos abordava diferentes temáticas, como mostra o quadro 9.

Quadro 9 – Trabalhos selecionados utilizando discussões como modalidade didática e áreas temáticas abordadas

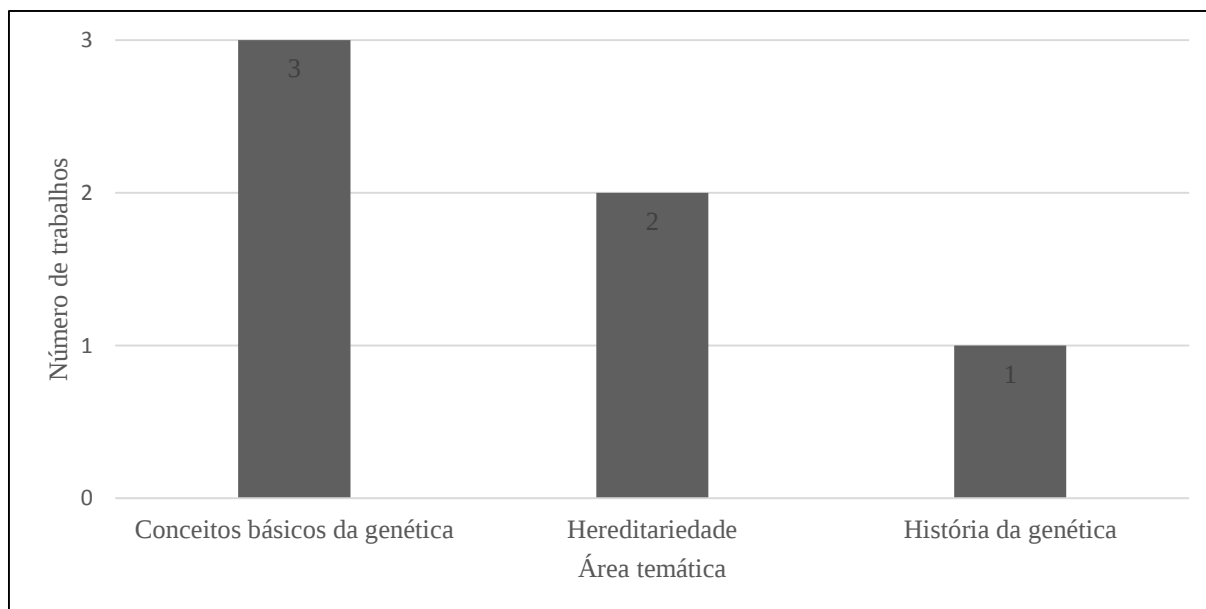
Trabalho	Área temática
PIBID: Atividade de Genética no Ensino de Biologia” (MUROLLO et al., 2015)	Conceitos básicos da genética e Hereditariedade
Sinalizando possibilidades no ensino de Genética: Avaliação de uma proposta prática utilizando a abordagem histórica” (NORATO et al., 2017)	Conceitos básicos da genética e história da genética
“Uso de conceitos científicos em argumentos em aulas de biologia” (OROFINO; TRIVELATO, 2015)	Conceitos básicos da genética

Fonte: Elaborado pela autora (2021).

Assim como na modalidade didática aula expositiva, em discussões os autores também

trabalharam com conceitos básicos da genética, além da hereditariedade. Além disso, foi encontrado também a temática história da genética em um trabalho, como mostra o gráfico 8:

Gráfico 7 - Número de trabalhos e as temáticas abordadas para a modalidade didática discussões



Fonte: Elaborado pela autora (2021).

Em “PIBID: Atividade de Genética no Ensino de Biologia” (MUROLLO et al., 2015), o momento de discussão se deu após a aplicação da atividade prática. Como afirmam os autores “Após a realização da atividade, a sala formou uma roda para discussão. Foi feito um levantamento das características presentes nos alunos que estavam na sala e posteriormente, escritas no quadro”. Dessa forma, a discussão foi uma forma de avaliação de aprendizagem.

Em “Sinalizando possibilidades no ensino de Genética: Avaliação de uma proposta prática utilizando a abordagem histórica” (NORATO et al., 2017) o momento de discussão foi após a atividade prática. Os autores afirmam que a atividade prática promoveu a discussão com embasamento teórico, sendo assim importantes aliadas nos processos ensino-aprendizagem.

Já no trabalho “Uso de conceitos científicos em argumentos em aulas de biologia” (OROFINO; TRIVELATO, 2015), os momentos de discussões foram realizado concomitantemente a aula expositiva, sendo promovida a partir de questões realizadas pela professora.

Sendo assim, podemos observar que as discussões sempre se apresentaram como uma forma de complementar outra modalidade didática, seja ela aula expositiva ou aula prática.

5.2.5 Demonstrações

Dois trabalhos utilizaram a modalidade didática demonstração, correspondendo a 22,2% dos trabalhos selecionados. Assim como as aulas expositivas, as demonstrações servem para realizar a transmissão de informações. Krasilchik (2004) explica a utilização dessa modalidade didática em sala de aula:

“A utilização da demonstração é justificada em casos em que o professor deseja economizar tempo, ou não dispõe de material em quantidade suficiente para toda a classe. Em alguns casos serve também para garantir que todos vejam o mesmo fenômeno simultaneamente, como ponto de partida comum para uma discussão ou para aula expositiva”.
(Krasilchik, 2004)

Em “Estratégias didático-pedagógicas para o ensino de genética” a demonstração foi realizada através de uma maquete denominada “Cariótipo das Síndromes” confeccionadas com isopor e massa de modelar colorida. Essa demonstração foi feita após uma aula expositiva acerca do assunto, além da aplicação de um jogo didático.

Além dessa demonstração compatível com o que demonstra Krasilchik (2004), foi realizada uma demonstração em forma áudio visual pelo mesmo artigo, além do artigo como “Linhagem mitocondrial e os personagens do romance *O Tempo E O Vento: A interdisciplinaridade representada em material didático*” (FARIAS et al., 2017).

De forma geral, as demonstrações, assim como as discussões, foram utilizadas para auxiliar na fixação das aulas práticas ou expositivas realizadas pelos docentes, obtendo resultados positivos na avaliação dos autores.

5.3 SÍNTESE DE CONHECIMENTO

Nos trabalhos selecionados, foram encontrados 5 tipos de modalidades didáticas propostas por Krasilchik (2004): simulações, aulas práticas, aulas expositivas, discussões e demonstrações. Não foram encontradas as seguintes modalidades: excursões, instruções individualizadas e projetos.

Sobre a modalidade didática excursões, Krasilchik (2004) já afirma que é raro encontrar essas atividades desenvolvidas no âmbito escolar, por motivos como a dificuldade da autorização dos pais, direção e dos professores de outras disciplinas, visto que não querem ceder seu tempo de aula para a atividade. Sendo assim, essa pode ser uma das justificativas por não

obtermos resultados para esta modalidade didática. Entretanto, apesar dessa problemática, a autora afirma que esses obstáculos são superáveis, se houver a realização desse trabalho em localidades próximas a escola.

Dessa forma, esse limite pode ser transpassado de acordo com as condições de cada escola. As atividades de excursões no ensino de genética, podem ser realizadas em museus, com enfoque na história da genética, por exemplo, sendo uma importante fonte de pesquisa (SOUZA et al., 2013).

Atividades como estudos dirigidos, instruções programadas, atividades online podem ser incluídas na modalidade didática instruções individualizadas (KRASILCHIK, 2004). Entretanto, esta modalidade não foi identificada nos trabalhos selecionados. É possível visualizar os estudos dirigidos como atividades acessíveis dentro do ensino de biologia para o EM, envolvendo a leitura de texto com a finalidade de resolução de problemas, busca em literatura, bem como a realização de experimentos (KRASILCHIK, 2004), sendo uma atividade possivelmente proveitosa para o ensino de genética, apesar de não ter sido explorada nos trabalhos selecionados. Os autores Okane e Takahashi (2006) apontam resultados positivos para a utilização de estudos dirigidos, sendo uma atividade que exige habilidade e competência dos estudantes.

A terceira modalidade didática que não foi identificada nos trabalhos selecionados, foram os projetos. Krasilchik (2004, p. 110), explica os projetos como “atividades executadas por um aluno ou por uma equipe para resolver um problema e que resultam em um relatório, modelo, coleção de organismo [...]”, geralmente solicitado para feira de ciências ou exposições escolares. Por muitas vezes, essa modalidade didática dentro desses eventos não são bem explicados por parte dos professores e pouco explorado pelos estudantes, tornando-se uma atividade pouco proveitosa. Entretanto, apesar de não ter sido identificado nos trabalhos selecionados, sabe-se que os projetos se explicado de forma correta, estimulará a curiosidade e criatividade científica dos estudantes, contribuindo para os processos ensino-aprendizagem.

Na maioria dos trabalhos, houve a integração de duas ou mais modalidades didáticas, exceto no trabalho “Ensino de Genética: Aprendendo de forma Lúdica” (SOUZA et al., 2015), pelo qual foi identificada apenas a simulação. Foi possível observar na maioria dos trabalhos conclusões positivas para o processo de ensino-aprendizagem dos estudantes, com relação as modalidades didáticas utilizadas.

Entretanto, no trabalho “Estratégias didático-pedagógicas para o ensino-aprendizagem de Genética” (PEREIRA et al., 2020), os autores relataram a dificuldade que os estudantes apresentaram em um jogo didático, que envolvia a Primeira Lei de Mendel, visto que existia

uma falha nos conhecimentos prévios dos estudantes, além de relatar a dificuldade dos estudantes com essa temática.

Em contraposto, o trabalho intitulado “Brincando com a dificuldade no Ensino de Genética” (PEREIRA-FERREIRA et al., 2017), mostrou um jogo didático que também envolvia a genética clássica, com construção de heredograma, foi identificado um resultado positivo, segundo os autores, pelo qual contribuiu para uma melhoria dos conhecimentos dos estudantes. Além disso, outros trabalhos também abordaram a genética clássica com outras modalidades didáticas e obtiveram resultados positivos.

Além disso, no trabalho “A Modelização em Genética e Biologia Celular: Ensino de mitose com massa de modelar” (MOUL; SILVA, 2017) deixa evidente a importância de se trabalhar com mais de uma modalidade didática, além do método tradicional composto apenas por aula expositiva, visto que ao se integrar com uma atividade prática, os estudantes obtiveram um maior rendimento, contribuindo assim para uma melhoria no processo ensino-aprendizagem.

Dessa forma, visualizamos diversas maneiras de se trabalhar temáticas que envolvem a Genética no EM, com a utilização de diferentes modalidades didáticas, que podem contribuir positivamente para o ensino, dando direcionamento aos educadores para não atuarem como únicos transmissores de conhecimento dentro de sala de aula. Além disso, utilizando as modalidades didáticas de forma ativa, fica nítido que os estudantes se tornam protagonistas no processo ensino-aprendizagem, sendo primordial para o amadurecimento do pensamento crítico e científico.

6. CONCLUSÃO

Foram analisados 9 trabalhos publicados em um corte temporal de 5 anos, publicados em revistas e anais de evento de fácil acesso. Os trabalhos foram selecionados de acordo com os critérios estabelecidos de inclusão e exclusão. Dessa forma, a partir de uma leitura analítica dos textos, foram categorizadas as suas modalidades didáticas de acordo com Krasilchik (2004) em: Simulações, aula prática, aula expositiva, demonstração, discussões.

As modalidades didáticas simulações junto com as aulas práticas são as maior tendência metodológica presentes nos trabalhos selecionados (55,5%), demonstrando fundamental importância nos processos ensino-aprendizagem, visto que a primeira modalidade didática incluem os jogos didáticos e estimulam os alunos, despertando curiosidade, além de melhorar a relação professor-aluno. Apesar disso, foi possível observar em um estudo que se não for utilizado com o suporte de conhecimento prévio dos estudantes, poderá não ser uma modalidade didática proveitosa. Já a segunda modalidade também demonstrou resultados positivos em suas aplicações, pelo qual os alunos participam de forma ativa, sendo estimulados cientificamente a questionarem e testarem.

A terceira modalidade didática identificada com mais frequência nos trabalhos selecionados foi a aula expositiva (44,4%). Apesar de muito utilizada na modalidade de ensino tradicional, foi analisado que esta metodologia de ensino se mostrou importante, visto que estava entrosada com outras modalidades didáticas, sendo responsável por sintetizar um tópico que seria trabalhado posteriormente em uma aula prática, simulação ou discussão. Discussões e demonstrações foram os menos utilizados nos trabalhos selecionados, sendo responsáveis por fixar um conteúdo já abordado com outras modalidades didáticas. Excursões, instruções individualizadas e projetos não foram encontrados nos trabalhos selecionados.

De acordo com isso, consideramos pertinente a leitura desta revisão bibliográfica para os professores do Ensino Médio, sugerindo que a implementação das sequências didáticas utilizando diversas modalidades para o Ensino de Genética podem demonstrar resultados positivos, visto o atual cenário para esse conteúdo no Ensino Médio, auxiliando no processo ensino-aprendizagem, uma vez que cada uma delas demonstram importância e podem ser trabalhadas em diversas áreas temáticas dentro da genética, estimulando o pensamento, tornando os estudantes protagonista nos processos-ensino aprendizagem, levando em consideração a importância dos conteúdos de genética para a compreensão dos processos básicos que envolvem os seres vivos, podendo contribuir para elucidar questões polêmicas e complexas que fazem parte do cotidiano dos estudantes.

REFERÊNCIAS

AGAMME, A. L. D. A. **O lúdico no ensino de genética: a utilização de um jogo para entender a meiose**. 2010. 80 F. Monografia (Graduação). Universidade Presbiteriana Mackenzie, São Paulo, 2010

ARAÚJO, U. F. A quarta revolução educacional: a mudança de tempos, espaços e relações na escola a partir do uso de tecnologias e da inclusão social. **ETD: educação temática digital**, Campinas, v. 12, n. esp., p 31-48, mar 2011.

ARIAS, G. Em 1953 foi descoberta a estrutura do DNA: Etapas de um grande avanço científico. Disponível em: http://www.cnpt.embrapa.br/biblio/do/p_do44.pdf. Acesso em: 01/10/2021.

BARBOSA R. P.; ROMANO, L. H. História e importância da Genética na Área Forense. *Revista Saúde em Foco*, v. 1, n. 10, p. 300 – 307, 2008.

BARBOSA, E. F.; MOURA, D. G. Metodologias ativas de aprendizagem na Educação Profissional e Tecnológica. **Boletim Técnico do Senac**, v. 39, n. 2, p. 48-67, 19 ago. 2013.

BASTOS, F. Construtivismo e ensino de ciências. São Paulo: Escrituras, 1995.

BERBEL, N. A. N. As metodologias ativas e a promoção da autonomia de estudantes. **Semina: Ciências sociais e humanas**, v. 32, n. 1, p. 25-40, 2011.

BRASIL. Diretrizes e Bases da Educação Nacional. Lei n. 9.394, de 20 de dezembro de 1996. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Brasília, 1996.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Fundamental. **Parâmetros Curriculares Nacionais: Meio Ambiente e Saúde**. 1997

BRASIL. Ministério da Educação/Secretaria de Educação Média e Tecnológica. **Parâmetros Curriculares Nacionais: Ensino médio: Bases Legais**. Brasília, 1999

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

BRASIL. Ministério da Saúde. **Diretrizes de Atenção à Pessoa com Síndrome de Down**. 2013. Disponível em:

<https://bvsms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/diretrizes_atencao_pessoa_sindrome_down.pdf> . Acesso em: 01/10/2021

BRASIL. Ministério da Saúde. **Doença Falciforme: Diretrizes Básicas da linha de Cuidado**. 2015. Disponível

em:<https://bvsms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/doenca_falciforme_diretrizes_basicas_linha_cuidado.pdf> Acesso em: 01/10/2021

BRASIL. Ministério da Saúde. **Ministério da Saúde reforça a importância da detecção da**

doença Falciforme. 2020. Disponível em: <<https://www.gov.br/saude/pt-br/assuntos/noticias/ministerio-da-saude-reforca-a-importancia-da-deteccao-da-doenca-falciforme>> Acesso em: 01/10/2021

BROOME ME. Integrative literature reviews for the development of concepts. In: RODGERS, B. L.; KNAFL, K. A. (editors) **Concept development in nursing: foundations, techniques and applications.** Philadelphia. USA: W.B Saunders Company; 2000. p. 231-50.

BUENO, M. R. P. O projeto genoma humano. **Revista Bioética**, v. 5, n. 2. 2009.

CANTIELLO, A. C.; TRIVELATO, S. L. F. Dificuldades de vestibulandos em questões de genética. In: IV Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, 2003, Bauru. **Atas do Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências.** Bauru: ABRAPEC, 2003. vol. 4. Cd room

CARLIN, C. R.; MURGUÍA B. R.; ROSALES, M. M.; ROJAS, A. C. C.; SORTIBRÁN, A. C.; ARNAIZ, R. R. Genética forense. **Revista Fuente**, v. 2, n. 4, p. 2007-0713, 2010.

CARNEIRO, M. H. S.; GASTAL, M. L. História e Filosofia das Ciências no ensino de Biologia. **Ciência & Educação**, Bauru, v. 11, n. 1, p. 33-39, 2005.

CARVALHO, A. M. P; PÉREZ, D. G. **Formação de professores de ciência.** 8.ed. São Paulo: Editora Cortez, 2006. 120 p.

CATARINACHO, R. L. **O Ensino de Genética com Super-Heróis:** Uma Abordagem Mutante na Sala de Aula. 2011. 32 f. Monografia - Universidade Presbiteriana Mackenzie. São Paulo, 2011

CERRI, Y.L.N.S.; TOMAZELLO, M.G.C. Crianças aprendem melhor ciências por meio da experimentação? In: PAVÃO, A.C.; FREITAS, D. (Orgs). **Quanta ciência há no ensino de ciências.** São Carlos: Editora UFSCar, 2008. P. 71-79.

CHARGAFF E. Preface to a grammar of biology. A hundred years of nucleic acid research. **Science.** V 172, n. 3984, p 637-42. 1971.

CIRNE, A. D. P. P. **Dificuldades de aprendizagem sobre conceitos de genética no ensino fundamental.** 2013. 269 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências Naturais e Matemática) - Centro de Ciências Exatas e da Terra, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Rio Grande do Norte, 2013.

COLLINS, F. S.; MCKUSICK, V. A. Implications of the Human Genome Project for medical science. **Jama**, v. 285, n. 5, p. 540 - 544, 2001.

CORRÊA, M. V. O admirável projeto genoma humano. **Physis: Revista de saúde coletiva**, v. 12, p. 277-299, 2002.

DARWIN, Charles. A Origem das Espécies, no meio da seleção natural ou a luta pela existência na natureza, 1 vol., tradução do doutor Mesquita Paul, 2003.

DURÉ, R. C.; ANDRADE, M. J. D.; ABÍLIO, F. J. P.. Ensino de biologia e contextualização

do conteúdo: quais temas o aluno de ensino médio relaciona com o seu cotidiano?. **Experiências em ensino de ciências**, v. 13, n. 1, p. 259-272, 2018.

FALA, A. M.; CORREIA, E. M.; PEREIRA, H. D. M. Atividades Práticas no Ensino Médio: uma abordagem experimental para aulas de genética. **Ciências & Cognição**, v. 15, n. 1, p. 100-123. 2009.

FARIAS, J. M. N.; AIRES, R. M.; ARÊDES, G. C.; FREIRE, A. S.; VALLIM, M. A.; GOÉS, A. C. S. Linhagem mitocondrial e os personagens do romance o Tempo e o vento: a interdisciplinaridade representada em Material didático. **Experiência em Ensino de Ciências**, v. 12, n. 2, p. 24 – 37. 2017.

FERRAZ, M. H. C.; MURAO, M. Diagnóstico laboratorial da doença falciforme em neonatos e após o sexto mês de vida. **Revista brasileira de hematologia e hemoterapia**, v. 29, p. 218-222, 2007.

GODOY, A. S., Introdução à pesquisa qualitativa e suas possibilidades, *In: Revista de Administração de Empresas*, v.35, n.2, Mar./Abr. 1995a, p. 57-63. Pesquisa qualitativa - tipos fundamentais, *In: Revista de Administração de Empresas*, v.35, n.3, Mai./Jun. 1995b, p. 62-63.

GONÇALVES, G. A. R.; PAIVA, R. M. A. Terapia gênica: avanços, desafios e perspectivas. **Einstein**, v. 15, p. 369-375. São Paulo, 2017.

INSTITUTO NACIONAL DE CÂNCER. Estatísticas de câncer. Disponível em: <https://www.inca.gov.br/numeros-de-cancer>. Acesso em: 01/10/2021

JACKSON D. A.; SYMONS R. H., BERG, P. Biochemical method for inserting new genetic information into DNA of Simian Virus 40: circular SV40 DNA molecules containing lambda phage genes and the galactose operon of Escherichia coli. **Proc. Natl. Acad. Sci. USA**. v.69 n.10 p.2904-9, 1972

KOCH, A.; ANDRADE, F. M.. A utilização de técnicas de biologia molecular na genética forense: uma revisão. **Rbac**, v. 40, n. 1, p. 17-23, 2008.

KRASILCHIK, M. **Prática do Ensino de Biologia**. 4 ed. São Paulo: Universidade de São Paulo. 2004.

LEITE, V. S.; BATISTA, M. I. D. H. M.; SORIANO, E. P.; CARVALHO, M. V. D.; SOBRAL, A. P. V. Uso das técnicas de biologia molecular na genética forense. **Derecho y Cambio Social**, v. 10, n. 34, p. 1 - 18 2013.

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.

LUDKE, M.; ANDRÉ, M. **Pesquisa em Educação**: abordagens qualitativas. São Paulo: Editora Pedagógica e Universitária, 2012. 24 p.

MACEDO, L.; PETTY, A. L. S.; PASSOS, N. C. **Os jogos e o lúdico na aprendizagem**. Porto Alegre: Artmed, 2007. 109 p.

MANNING, P. K., Metaphors of the field: varieties of organizational discourse, **Administrative Science Quarterly**, v. 24, n. 4, p 660-671, 1979.

MARTINEZ, O. A.; SOARES, A. E. E. Melhoramento genético na apicultura comercial para produção da própolis. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v. 13, p. 982-990, 2012.

MARTINS, H. H. T. Metodologia qualitativa de pesquisa. **Educação e pesquisa**, v. 30, p. 289-300, 2004.

MARTINS, I. Clonagem na sala de aula: um exemplo de uso de didática de um texto de divulgada científica. Rio de Janeiro: Faculdades da UFRJ, 2010.

MARTINS, L. A. C. P. Bateson e o programa de pesquisa mendeliano. **Episteme**, Porto Alegre, n. 14, v. 1, p. 27-55, jun/jul 2002.

MARTINS, L. A. P.; PRESTES, M. E. Mendel e depois de Mendel. **Genética na Escola**, São Paulo, v. 11, n. 2, 2016.

MASCARENHAS, M. J. O.; SILVA, V. S. C.; MARTINS, P. R. P.; FRAGA, E. C.; BARROS, M. C. Estratégias metodológicas para o ensino de genética em escola pública. **Pesquisa em foco**, Maranhão, v. 21, n. 2, 2016.

MENCK, C. F. M.; VENTURA, A. M. Manipulando genes em busca de cura: o futuro da terapia gênica. **Revista USP**, n. 75, p. 50-61. São Paulo, 2007.

MENDEL, G. Experiments in plant hybridisation. Trad. C. T. Druery. In: **Bateson, W. Mendel's principles of heredity**. 2 ed. 335 F. Cambridge: Cambridge University Press, 1913.

MENDES, K. D. S.; SILVEIRA, R. C. C. P.; GALVÃO, C. M. Revisão integrativa: método de pesquisa para a incorporação de evidências na saúde e na enfermagem. **Texto Contexto Enfermagem**, Florianópolis, v. 17, n. 4, p. 758-764, 2008.

MEYERS, C.; JONES, T. B. **Promoting Active Learning**: Strategies for the College Classroom. San Francisco: Jossey Bass, 1993. 192 p.

MORAN, J. Metodologias ativas para uma aprendizagem mais profunda. In: BACICH, L; MORAN, J. (orgs.) **Metodologias ativas para uma educação inovadora: uma abordagem teórico-prática**. Porto Alegre: Penso, 2018. p. 02-25.

MOUL, R. A. T. M.; SILVA, F. C. L. O ensino de síntese proteica sob uma perspectiva inovadora. 2015. In: Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências (ENPEC), 5., 2015, Águas de Lindóia, São Paulo. **Anais do Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências**. São Paulo: ABRAPEC, 2015. p 1 – 8.

MOUL, R. A. T. M.; SILVA, F. C. L. A modelização em genética e biologia molecular: Ensino de mitose com massa de modelar. **Experiência em Ensino de Ciências**, v. 12, n. 2. P 118 – 128. 2017.

MUROLLO, B. D.; ALVARENGA, G. V.; OLIVEIRA, L. O.; PECHLIYE, M. M. PIBID: Atividade de Genética como Ferramenta no Ensino de Biologia, 2015. *In: Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências (ENPEC)*, 5., 2015, Águas de Lindóia, São Paulo. **Anais do Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências**. São Paulo: ABRAPEC, 2015. p 1 – 8.

NARDI, N. B.; TEIXEIRA, L. A. K.; SILVA, E. F. A. Terapia gênica. **Ciência & saúde coletiva**, v. 7, p. 109-116, 2002.

NÉRICE, I. G. **Didática geral dinâmica**. 10 ed., São Paulo: Atlas, 1987.
NEVES, J. L. Pesquisa qualitativa- características, usos e possibilidades. **Caderno de Pesquisas em Administração**. São Paulo, v.1, n. 3. p. 1 – 5. 1996.

NORATO, A. G. F.; RÉZIO, A. T.; SANTOS, G. S.; VIEIRA, I. L. B. F.; GUIMARÃES, S. S. M.; GOLDSCHMIDT, A. I. Sinalizando possibilidades no Ensino de Genética: Avaliação de uma proposta prática utilizando a abordagem histórica. *In: Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências (ENPEC)*, 6., 2017, Florianópolis. **Anais do Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências**. São Paulo: ABRAPEC, 2017. p 1 – 10.

NUNES, J. V. O.; LOPES, T. R.; RODRIGUES, G. M. Informativo sobre o processo de desenvolvimento de câncer. **Revista Liberum accessum**, v. 9, n. 3, p. 13-18, 2021.

OKANE, E. S. H., & TAKAHASHI, R. T. O estudo dirigido como estratégia de ensino na educação profissional em enfermagem. **Revista da Escola de Enfermagem da USP**, v.40 n. 2, p. 160-169, 2006.

OLIVEIRA, T. H. G.; SANTOS, N. F.; BELTRAMINI, L. M. O DNA :Uma sinopse histórica. 2004. Disponível em:
<https://www.bdc.ib.unicamp.br/bdc/visualizarMaterial.php?idMaterial=153#.YZVOqFXMLIV>. Acesso em: 02/10/2021.

OROFINO, R. P.; TRIVELATO, S. L. F. O uso de conceitos científicos em argumentos em aulas de biologia. **Investigação em Ensino de Ciências**, v. 20, n. 3. P 116 – 130. 2015

OSÓRIO, J. C. S.; OSÓRIO, M. T. M.; FERNANDES, A. R. M.; SENO, L. O.; DE ALMEIDA RICARDO, H. A., ROSSINI, F. C.; JUNIOR, M. A. P. O. Critérios para abate do animal e qualidade da carne. **Agrarum**, v. 5, n. 18, p. 433 – 443. 2012.

PEDRANCINI, V. D.; CORAZZA-NUNES, M. J.; GALUCH, M. T. B.; MOREIRA, A. L. O. R.; RIBEIRO, A. C. Ensino e aprendizagem de Biologia no ensino médio e a apropriação do saber científico e biotecnológico. **Revista Electrónica de Enseñanza de las ciencias**, v. 6, N 2. p. 299-309, 2007.

PELIZZARI, A., KRIEGL, M. D. L., BARON, M. P., FINCK, N. T. L.; DOROCINSKI, S. I.. Teoria da aprendizagem significativa segundo Ausubel. **Revista PEC**, v. 2, n. 1, P. 37-42. 2002.

PEREIRA, J. C. C. Melhoramento genético aplicado à produção animal. 4. ed. Belo Horizonte: FEPMVZ, 2004. 609 p.

PEREIRA, R. Método Ativo: Técnicas de Problemática da Realidade aplicada à Educação Básica e ao Ensino Superior. *In: COLÓQUIO INTERNACIONAL EDUCAÇÃO E CONTEMPORANEIDADE*, 6. 2012, São Cristóvão. **Anais**, São Cristóvão, 2012. p. 1-15.

PEREIRA, S. S.; CUNHA, J. S.; LIMA, E. M. Estratégias didático-pedagógicas para o ensino-aprendizagem de genética. **Investigação em Ensino de Ciências**, v. 5, n. 1. P 41 – 59. 2020.

PEREIRA-FERREIRA, C.; PAIVA, C. P. F. R.; JUNGER, T.; TAVARES, C.; MERHY, T. S. M. Brincando com a dificuldade do Ensino da Genética. *In: Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências (ENPEC)*, 6., 2017, Florianópolis. **Anais do Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências**. São Paulo: ABRAPEC, 2017. p 1 – 10.

PERRIER, X.; DE LANGHE, E.; DONOHUE, M.; LENTFER, C.; VRYDAGHS, L.; BAKRY, F.; DENHAM, T. Multidisciplinary perspectives on banana (*Musa spp.*) domestication. **Proceedings of the National Academy of Sciences of USA**, Washington, v.108, n.28, p.1311-1318, 2011.

PIOCHON, E. F. M. **L'Expérimentation Assistée par Ordinateur et les Travaux Pratiques de Biologie en Première S**. 2002. 19 F, Cachan, France: Ecole Normale Supérieure de Cachan. 2002.

PUA, E.C.; LEE, Y.C. Expression of a ripening-related cytochrome P450 cDNA in Cavendish banana (*Musa acuminata* cv. Williams). **Gene**, Amsterdam, v. 305, p. 133-140, 2003.

RESENDE, M. D. V.; LOPES, P. S.; SILVA, R. L.; PIRES, I. E. Seleção genômica ampla (GWS) e maximização da eficiência do melhoramento genético. **Pesquisa Florestal Brasileira**, [S. l.], n. 56, p. 63, 2010.

SANTOS, C. R. M.; PACINI, D. B.; GRISOLIA, M. N. K. G.; SILVA, P. R. Q. Ensino do Conteúdo de Genética no Ensino Médio por Meio de Modelos Lúdicos. **Revista da SBEnBio**, v. 3, n. 1 , p 3534, 2010.

SCHEID, N. M. J.; FERRARI, N.; DELIZOICOV, D. A construção coletiva do conhecimento científico sobre a estrutura do DNA. **Ciência & Educação**, Bauru, v. 11, p. 223-233, 2005.
SCLAUNICH, M. Il gioco come strumento per La promozione dell'apprendimento. Un'analisi nella scuola primaria. **Metodicki obzori**. v. 6 , p. 129-141, 2011.

SERAPIONI, M. Métodos qualitativos e quantitativos na pesquisa social em saúde: algumas estratégias para a integração. **Ciência & Saúde Coletiva**, v. 5, p. 187-192, 2000.

SILVA, M.F.M.C.; KLEINHANS, A.C.S. Processos cognitivos e plasticidade cerebral na Síndrome de Down. **Revista Brasileira de Educação Especial**, Marília, v.12, n.1, p.123-138, 2006.

SOUSA, R. V. T. S.; FARIAS, S. T.; CORDEIRO, J. C. Possibilidade de Ensino de Genética na Educação Básica. *In: LIMA, Rivete Silva de et al, (org.). Formação de Professores: Ressignificando saberes do PROFBIO*. 1. ed. João Pessoa: Editora UFPB, 2019. p. 241-258.

SOUZA, M. T. D.; SILVA, M. D. D.; CARVALHO, R. D. Revisão integrativa: o que é e como fazer. **Einstein**: São Paulo, v. 8, n. 1, p 102-106. 2010.

SOUZA, N. L.; SILVA, P. A. F.; BARROS, M. A. M. Ensino de genética: Aprendendo de forma lúdica. **Revista Vivências em Ensino de Ciências**. V. 1, n. 1, p 106 - 112. 2017.

SOUZA, V. S. D.; DORNELLES, R. C.; COIMBRA, C. E.; SANTOS, R. V. História da genética no Brasil: um olhar a partir do Museu da Genética da Universidade Federal do Rio Grande do Sul. **História, Ciências, Saúde-Manguinhos**, V. 20, p 675-694. 2013.

TEMP, D. S. **Facilitando a Aprendizagem de Genética**: Uso de um Modelo Didático e Análise dos Recursos Presentes em Livros de Biologia. 2011. 85 F. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Santa Maria - UFSM, Rio Grande do Sul - RS, 2011.

VASCONCELLOS, C. S. **Construção do conhecimento em sala de aula**. São Paulo: Lebertad, 2008. 193 p.

VILELA, M. R. **A produção de atividades experimentais em genética no ensino médio**. 2007. 50 f. Monografia (Especialização em Ensino de Ciências por Investigação) - Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2007.