



ACESSO ABERTO

Data de Recebimento:

09/11/2023

Data de Aceite:

18/12/2023

Data de Publicação:

04/01/2024

***Autor correspondente:**Flávia Melo Rodrigues,
rfiamelo@gmail.com**Citação:**

COSTA, K. A. et al. Análise do conteúdo de genética presente no ENEM no período de 1998 a 2022. *Revista Multidisciplinar em Educação e Meio Ambiente*, v. 5, n. 1, 2024. <https://doi.org/10.51161/rema/4188>

ANÁLISE DO CONTEÚDO DE GENÉTICA PRESENTE NO ENEM NO PERÍODO DE 1998 A 2022Kelly Alessandra Costa¹, Renato Alves de Souza², Álan Gomes do Nascimento³, Flávia Melo Rodrigues⁴

¹Graduanda do curso de Ciências Biológicas Licenciatura da Universidade Estadual de Goiás (UEG), Campus Central, Anápolis, Goiás.

²Mestre em Genética. Programa de Pós-Graduação Mestrado em Genética, Escola de Ciências Médicas e da Vida, Pontifícia Universidade Católica de Goiás (PUC Goiás), Goiânia, Goiás.

³Licenciado em Ciências Biológicas na Escola de Ciências Médicas e da Vida da Pontifícia Universidade Católica de Goiás (PUC Goiás), Goiânia, Goiás.

⁴Doutora em Ciências Ambientais pela Universidade Federal de Goiás. Docente do curso de Licenciatura em Ciências Biológicas na UEG, Campus Central, Anápolis, Goiás. Programa de Pós-Graduação Mestrado em Genética e Mestrado em Ciências Ambientais e Saúde, Escola de Ciências Médicas e da Vida da PUC Goiás, Goiânia, Goiás

RESUMO

Introdução: O Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM), criado em 1998 para avaliar o desempenho dos estudantes ao fim do ensino médio, passou, em 2009, a ser utilizado como acesso à educação superior. Abrange quatro áreas de conhecimento e uma redação, servindo para avaliar a qualidade do ensino médio e fornecer subsídios para políticas educacionais. A genética é um dos temas abordados no ENEM, com enfoque na evolução da vida e sua aplicabilidade. O exame é considerado ferramenta para aprimorar o processo de ensino-aprendizagem, embora exista carência de pesquisas específicas sobre as questões de genética cobradas no ENEM, o que motiva esta pesquisa. **Objetivo:** Portanto, o estudo visa quantificar e caracterizar as questões de genética presentes nas provas de Ciências da Natureza do ENEM no período de 1998 a 2022. **Metodologia:** Foram analisadas as questões de genética presentes no ENEM examinando a relação interdisciplinar entre os conteúdos tendo como base um livro de biologia e as áreas do conhecimento descritas pelo CNPq para caracterizar tais questões. Os dados foram analisados por meio de estatística descritiva e utilizou o teste de Mann-Whitney para verificar as diferenças nas quantidades de questões entre os períodos de 1998 a 2008 e 2009 a 2022, para as análises foi adotado um nível de significância de 5%. **Resultados:** Foi identificado um total de 61 específicas de genética, com uma média de 2,44 questões por ano. Os temas mais abordados durante o período analisado foram biotecnologia e engenharia genética (n = 18) e genética molecular e de microrganismo (n = 16). Entre 1998 e 2008 foram identificadas 17 questões de genética, sendo que houve um aumento significativo de questões (n = 44) (p = 0,0256) no período entre 2009 e 2022. Em termos percentuais 11% das questões apresentavam conexões diretas com outras disciplinas do ensino médio como matemática e química. **Conclusão:** Assim, considerando os resultados deste estudo, os professores do ensino médio podem ajustar o enfoque de suas aulas de genética para abordar tópicos contemporâneos que são frequentemente abordados no ENEM.

Palavras-chave: Avaliação; Desempenho dos estudantes; Exame Nacional do Ensino Médio; Genética; Provas.

ABSTRACT

Introduction: The National Secondary Education Examination (ENEM), created in 1998 to assess the performance of students at the end of secondary school, began to be used in 2009 as access to higher education. It covers four areas of knowledge and an essay, serving to evaluate the quality of secondary education and provide support for educational policies. Genetics is one of the topics covered in ENEM, focusing on the evolution of life and its applicability. The exam is considered a tool to improve the teaching-learning process, although there is a lack of specific research on the genetics questions asked in the ENEM, which motivates this research. **Objective:** Therefore, the study aims to quantify and characterize the genetic questions present in the ENEM Natural Sciences tests from 1998 to 2022. **Methodology:** The genetic questions present in ENEM were analyzed, examining the interdisciplinary relationship between the contents based on a biology book and the areas of knowledge described by the CNPq to characterize such questions. The data was analyzed using descriptive statistics and the Mann-Whitney test was used to verify differences in the number of questions between the periods from 1998 to 2008 and 2009 to 2022. A significance level of 5% was adopted for the analyses. **Results:** A total of 61 specific genetic questions were identified, with an average of 2.44 questions per year. The most discussed topics during the analyzed period were biotechnology and genetic engineering ($n = 18$) and molecular and microorganism genetics ($n = 16$). Between 1998 and 2008, 17 genetic questions were identified, with a significant increase in questions ($n = 44$) ($p = 0.0256$) in the period between 2009 and 2022. In percentage terms, 11% of the questions had direct connections with others high school subjects such as mathematics and chemistry. **Conclusion:** Therefore, considering the results of this study, high school teachers can adjust the focus of their genetics classes to address contemporary topics that are frequently covered in ENEM.

Keywords: Assessment; Student performance; National High School Examination; Genetics; Evidence.

1 INTRODUÇÃO

O Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM) foi instituído no Brasil em 1998, com o objetivo de avaliar o desempenho escolar dos estudantes ao término do ensino médio. Em 2009, o exame aperfeiçoou sua metodologia e passou a ser utilizado como mecanismo de acesso à educação superior. Qualquer pessoa que já concluiu o ensino médio ou está concluindo essa etapa pode fazer o ENEM para obter acesso à educação superior. Os participantes que ainda não concluíram o ensino médio podem participar como “treineiros” e seus resultados no exame servem somente para autoavaliação de conhecimentos (INEP, 2011). Portanto, o ENEM desempenha um papel crucial ao oferecer oportunidades de acesso ao ensino superior, ao mesmo tempo em que avalia a qualidade do ensino médio no país e fornece informações valiosas para a formulação de políticas educacionais mais eficazes (CORDEIRO, 2017).

A prova do ENEM é composta por quatro áreas de conhecimento: Linguagens, Códigos e suas Tecnologias; Ciências Humanas e suas Tecnologias; Ciências da Natureza e suas Tecnologias; e Matemática e suas Tecnologias. Além disso, o exame, que ocorre em dois dias, também inclui uma redação. Cada área de conhecimento é composta por 45 questões de múltipla escolha, totalizando 180 questões. As questões têm diferentes níveis de dificuldade e avaliam as habilidades e competências desenvolvidas ao longo da educação básica. Já a redação, que é realizada no segundo dia de prova, exige que o candidato elabore um texto dissertativo-argumentativo sobre um tema proposto (BRASIL, 2018; PEREIRA; MOREIRA, 2018).

Diversos autores elaboraram ideias sobre o ENEM, discutindo sobre sua função, as matrizes pedagógicas que o concebem e análises sobre seus desdobramentos no sistema brasileiro. Mas, de maneira geral o Exame Nacional para o Ensino Médio, é constituído de testes que medem conteúdos aprendidos no contexto escolar com a intencionalidade de verificar a aplicação dos mesmos nas diferentes situações da vida (SANTOS; CORTELAZZO, 2012).

O ENEM tem como um dos objetivos avaliar o ensino médio, uma vez que nele estão presentes os conteúdos que foram direcionados pelo documento BNCC – Base Nacional Comum Curricular- o qual é um documento de caráter normativo que define o conjunto orgânico e progressivo de aprendizagens essenciais que todos os alunos devem desenvolver ao longo das etapas e modalidades da educação básica e média no Brasil (BRASIL, 2018).

A Ciências da Natureza englobam o ensino de Biologia, Física e Química a qual essas disciplinas devem seguir o direcionamento dos Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio - PCNEM, que são previstas através de habilidades e competências que são norteadoras durante a elaboração e aplicação dos conteúdos em sala de aula. Por meio destes parâmetros os conteúdos abordados devem permitir o desenvolvimento do aluno para a compreensão, sistematização e reelaboração de fatos através do incentivo, reflexão e na resolução de situações problemas vivenciados no cotidiano do aluno (KRASILCHIK, 2000; SILVA; CICILLINI, 2008; CARABETTA, 2010; NASCIMENTO, 2020).

A BNCC cita (Quadro 1) que dentro do ensino de ciências a genética é um conhecimento conceitual e dentro do conjunto de conceitos fazem uma discussão sobre a origem e evolução da vida em toda sua complexa diversidade, que os estudantes têm a oportunidade de elaborar reflexões que situem a humanidade e o planeta Terra na história do Universo, bem como inteirar-se da evolução histórica dos conceitos e das diferentes interpretações e controvérsias envolvidas nessa construção (BRASIL, 2018).

Quadro 1 - Competências Específicas de Ciências da Natureza e Suas Tecnologias conforme BNCC.

Competências Específicas de Ciências da Natureza e Suas Tecnologias
1- Analisar fenômenos naturais e processos tecnológicos, com base nas interações e relações entre matéria e energia, para propor ações individuais e coletivas que aperfeiçoem processos produtivos, minimizem impactos socioambientais e melhorem as condições de vida em âmbito local, regional e global.
2- Analisar e utilizar interpretações sobre a dinâmica da Vida, da Terra e do Cosmos para elaborar argumentos, realizar previsões sobre o funcionamento e a evolução dos seres vivos e do Universo, e fundamentar e defender decisões éticas e responsáveis.
3- Investigar situações-problema e avaliar aplicações do conhecimento científico e tecnológico e suas implicações no mundo, utilizando procedimentos e linguagens próprios das Ciências da Natureza, para propor soluções que considerem demandas locais, regionais e/ou globais, e comunicar suas descobertas e conclusões a públicos variados, em diversos contextos e por meio de diferentes mídias e tecnologias digitais de informação e comunicação (TDIC).

Fonte: BRASIL, 2018.

Moura *et al.*, (2013), conceituam a genética como conteúdo dentro da biologia, que estuda a hereditariedade, os mecanismos de transmissão das características de uma espécie, passados de uma geração para outra, além das variações que ocorrem na transmissão das características e a importância delas na constituição dos organismos e na construção de tecnologias. O livro intitulado BIO de Sônia Lopes e Sérgio Rosso volume 3 de 2016, o qual é um dos livros didáticos mais utilizados nas escolas brasileiras e mais bem avaliados de biologia (DE SOUZA, 2017), os conteúdos de genética deste livro é dividido em 5 capítulos com um total de 61 subconteúdos de genética distribuídos ao longo desses capítulos (Tabela 1). O livro faz uma abordagem com forte rigor acadêmico, com uma escolha didática promovendo o protagonismo do aluno, principalmente nas atividades propostas, e sua abordagem para a contextualização. Além do mais o livro tem como referência a matriz de habilidades do ENEM citadas anteriormente (LOPES; ROSSO, 2016).

Tabela 1- Conteúdos de Genética descritos no livro de Biologia, volume 3 dos autores Sônia Lopes e Sérgio Rosso 2016

Capítulo	Conteúdo do capítulo	
Capítulo 5: Genética e os Genes	1- Introdução	8- O que são genes?
	2- A descoberta dos gametas	9- Do DNA para o RNA: Transcrição
	3- A teoria da pré-formação	10- O código Genético
	4- A teoria da epigênese	11- Síntese de proteínas: tradução
	5- As teorias da pângenese e da herança ancestral	12- Duplicação do DNA
	6- Fatores Mendelianos e teoria cromossômica da herança	13- Quem veio primeiro: DNA, RNA ou proteína?
	7- Natureza química do material genético	14- Mutações
Capítulo 6: A herança de uma característica	15- Introdução	22- Probabilidade e primeira lei de Mendel
	16- O material biológico	23- Cruzamento-teste e retrocruzamento
	17- O método de Mendel	24- Genealogia e heredograma
	18- A herança de um caráter	25- Modificações nas proporções mendelianas de monóibridismo
	19- A relação entre meiose e a primeira lei de Mendel	26- Alelos múltiplos
	20- Alguns termos importantes em genética	
Capítulo 7: A herança simultânea de duas ou mais características	21- Noções de probabilidade	
	27- A segunda lei de Mendel	33- Genes ligados: restrição à segunda lei
	28- A segunda lei e a teoria de probabilidades	34- Permutação
	29- Relação entre meiose e segunda lei de Mendel	35- O método Morgan e a descoberta dos genes ligados
	30- Quando a segunda lei não é válida	36- Como diferenciar ligação gênica de segregação independente
	31- Determinação dos tipos de gametas de acordo com 2ª lei	37- Os mapas cromossômicos
Capítulo 8: Outros mecanismos de herança	32- A herança dos grupos sanguíneos	38- Mapeamento dos genes humanos
	39- Introdução	44- Genes localizados nos cromossomos sexuais humanos
	40- Pleiotropia	45- Outros mecanismos de herança relacionada ao sexo
	41- Interação Gênica	
	42- Herança Quantitativa	
Capítulo 9: Biotecnologia	43- Determinação do sexo biológico	
	46- Introdução	55- Proteoma: o desafio do século XXI
	47- DNA Recombinante	56- Clonagem
	48- Clonagem de DNA	57- Organismos transgênicos
	49- Identificação de pessoas	58- Biologia sintética
	50- Técnica de PCR	59- Recuperação de espécies em extinção
	51- Mapeamento da variabilidade humana	60- Aconselhamento genético
	52- Terapia gênica	61- Diagnóstico pré-natal
	53- Vacinas gênicas	
54- Programas de triagem populacional		

Fonte: Lopes; Rosso (2016)

Durante o exame ENEM diferentes aspectos são envolvidos no direcionamento que a avaliação causa no processo de ensino, e no papel que cada disciplina desempenha, ou seja através do resultado do exame é possível melhorar os mecanismos do processo de ensino aprendizagem das escolas do Brasil, dentre as diferentes áreas abordadas no exame. Acredita-se que uma classificação das questões de uma disciplina através de categorias e uma análise posterior cuidadosa, pode permitir a compressão dos professores e auxiliar na elaboração de didáticas que melhor abordem conteúdos suas competências exigidas na avaliação (SAPATINI, 2017).

De acordo com Lima *et al.*, (2019) existem uma carência no meio acadêmico em relação a publicação de pesquisas científicas sobre a genética aplicada ao ENEM, ressalta ainda que no período de 2006 a 2016 houve apenas 17 publicações de artigos relacionados que foram publicadas com o objetivo de melhorar o desempenho dos estudantes nos exames e enfatizando que os problemas que impulsionam essas análises estão diretamente ligados à qualidade da educação. Devido essa problemática a seguinte pesquisa pretende quantificar e caracterizar as questões de genética cobradas na prova de Ciências da Natureza do ENEM no período de 1998 a 2022.

3 METODOLOGIA

Criado em 1998, o Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM) tem o objetivo de avaliar o desempenho do estudante ao fim da escolaridade básica de acordo Ministério da Educação (MEC). Sendo assim essa pesquisa de caráter quantitativo descritivo visa identificar, selecionar e analisar as questões de genética presentes na prova de Ciências da Natureza e suas Tecnologias do ENEM no período de 1988 a 2022. Por meio de uma análise sistemática foram categorizados os conteúdos de acordo com seu nível de importância daqueles que foram abordados durante o ensino médio. Essa análise iniciou com uma leitura na íntegra de todas as questões de biologia nos cadernos de provas amarelos do ENEM disponíveis no site do INEP (2011).

A identificação e classificação dos conteúdos foram realizados após uma leitura minuciosa de todas as questões de ciências da natureza, o qual foi fundamental para relacionar a interdisciplinaridade das questões entre os conteúdos ciências e outras matérias como: química, matemática e até mesmo artes. Primeiramente foi quantificado as questões de biologia e depois identificadas e comparadas com conteúdo de genética. Utilizando a descrição do conteúdo de genética do livro de Biologia, volume 3 dos autores Sônia Lopes e Sérgio Rosso (Tabela 1) e as áreas do conhecimento da genética estabelecidas pelo Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) (Quadro 2) as questões de genética foram definidas pelo autor, para uma melhor segregação dos conteúdos (Quadro 3).

Os dados após serem coletados foram tabulados e analisado por meio da estatística descritiva através do programa Biostat 5.3 (AYRES *et al.*, 2007). Foi utilizado o teste de Mann-Whitney para verificar se houve diferença significativa na quantidade de questões de genética nos períodos 1998 a 2008 e 2009. Foi adotado o nível de significância de 5% nas análises.

Continuando Quadro 3

Quadro 2 - Áreas do conhecimento em Genética segundo o Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq).

Código	Área
2.02.00.00-5	Genética
2.02.01.00-1	Genética Quantitativa
2.02.02.00-8	Genética Molecular e de Microrganismos
2.02.03.00-4	Genética Vegetal
2.02.04.00-0	Genética Animal
2.02.05.00-7	Genética Humana e Médica
2.02.06.00-3	Mutagenese

Fonte: CNPq, 2020.

Quadro 3 - Áreas da genética definidas neste trabalho para classificação das questões do ENEM.

Áreas da Genética
Leis de Mendelianas/ Probabilidade
Alelos Múltiplos
Herança Ligada ao sexo
Genes ligados (Linkage)
Genética Molecular e de Microrganismo
Genética Vegetal Quantitativa
Citogenética (morfologia e alterações cromossômicas)
Divisão Celular
Genética Humana e Médica (Doenças)
Interação Gênica
Genética de Populações/Evolutiva
Mutações Gênicas
Herança extracromossômica (DNAm) e cloroplasto
Regulação da Expressão Gênica
Biotecnologia/Engenharia genética

Fonte: Autor, 2023.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foi identificado no período estudado que correspondeu de 1998 a 2022 dentro da prova de CNT (Ciências da Natureza e suas Tecnologias) do ENEM um total de 438 questões envolvendo o conteúdo de biologia com uma média de 17,52 questões por ano. Destas, 61 questões são referentes ao conteúdo específico de genética, com uma média de 2,44 questões por ano, mesmo com o aumento gradual de questões de biologia ao decorrer dos anos é evidente destacar que a última aplicação mais recente do ENEM em 2022, foi a prova que maior porcentagem (%) de questões de genética sobre a quantidade de questões de biologia, sendo de (30%) (Tabela 2).

Esse aumento gradativo de questões de genética está associado com a ciência e a tecnologia, as quais juntas se correlacionam com a sociedade. Uma vez que, o contexto social influencia diretamente no processo de construção e aplicação do conhecimento em sala de aula. As mudanças tecnocientíficas provocam impactos na vida em sociedades, já que nas últimas décadas, os avanços científicos e tecnológicos exponenciais interferiram não apenas em nossa forma de vivenciar o mundo, mas também no modo de interagir uns com os outros e de produzir e compartilhar conhecimentos (CESTARO; KLEINKE; ALLE, 2020).

Tabela 2 - Comparativo entre a quantidade de questões de biologia e de genética cobradas no ENEM no período de 1998 a 2022.

Ano	Quantidade de questões de biologia (un)	Quantidade de questões de genética (un)	(%)
1998	16	3	19
1999	13	2	15
2000	13	0	0
2001	15	0	0
2002	17	0	0
2003	21	1	5
2004	18	2	11
2005	25	3	12
2006	20	1	5
2007	30	3	10
2008	27	2	7
2009	22	5	23
2010	19	2	11
2011	17	3	18
2012	18	4	22
2013	16	3	19
2014	19	3	16
2015	15	3	20
2016	14	2	14
2017	11	2	18
2018	12	3	25
2019	14	3	21
2020	15	4	26
2021	18	3	16
2022	13	4	30
TOTAL	438	61	-
MÉDIA	17,52	2,44	-

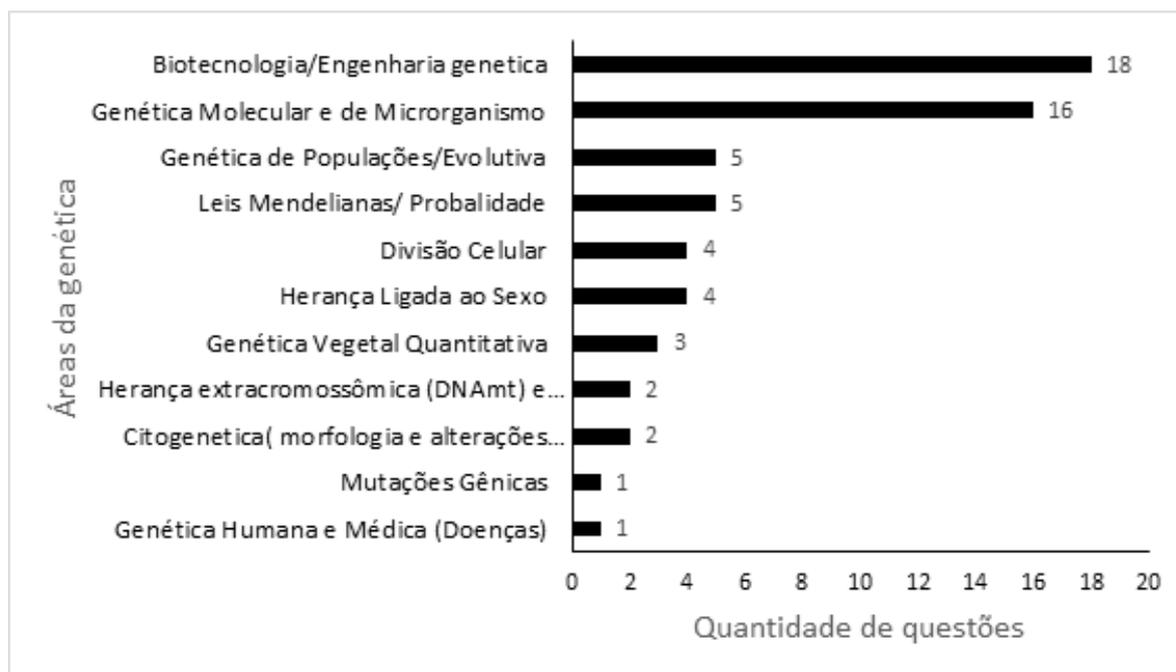
Fonte: Autor, 2023.

Com o passar dos anos nas inúmeras aplicações do ENEM houve também não apenas um avanço na aplicação da prova como também um avanço na sociedade brasileira, com um grande aumento da quantidade de pesquisas avançando o conhecimento científico, na engenharia, saúde e na biotecnologia brasileira, sendo

esses também os temas mais abordados durante o período analisado: Biotecnologia/Engenharia Genética (n = 18) e Genética Molecular e de Microrganismo (n = 16) (Tabela 3, Figura 1).

Por meio desses avanços obtidos na sociedade esses temas (Biotecnologia e Genética Molecular) são de maior destaque na mídia como por exemplo transgênicos, clonagem, células tronco e teste de paternidade, são os mais abordados também pelos professores, permitindo o acesso dos alunos a novidades tecnológicas. *Xavier et al.*, (2005) complementam a resolução dos dados que é de suma importância a obtenção dos conhecimentos desde seus fundamentos em sala de aula para o sucesso na formação de estudantes capacitados e ao aprendizado contínuo e a aquisição permanente de informações, focando também em tecnologias atuais que através do exame ENEM os possibilitam a fazer conexões que não sejam apenas sobre genética clássica como as leis de Mendel, mas também que aluno possa compreender o mundo ao seu redor (XAVIER, 2005). A engenharia genética/biotecnologia tem o potencial de revolucionar muitos aspectos da saúde humana, da produção de alimentos, da pesquisa científica e muito mais (CONCEIÇÃO; PERON, 2012).

Figura 1 - Distribuição das questões de genética no ENEM ao longo do período 1998 a 2022.



Fonte: Autor, 2023.

A fim de verificar se há um aumento significativo no número de questões de genética cobradas no ENEM foi dividido os dados em dois períodos distintos sendo 1998 a 2008 e 2009 a 2022. Durante o primeiro período é possível observar a abordagem de 17 questões, já no segundo período houve um aumento significativo de questões (n = 44) (p = 0,0256) (Tabela 4). Esse aumento relativo na quantidade de questões de genéticas pode ser explicado pelos diversos avanços da genética nas últimas décadas, reflete tanto os avanços científicos quanto as aplicações práticas que essa área oferece em diversos aspectos da vida humana (BELMIRO et al., 2017). Além das mudanças na forma de aplicação do exame, o qual ocorreu em 2009 quando o Enem mudou de formato passando a ser realizado com 180 questões objetivas, 45 para cada área do conhecimento e suas tecnologias (BRASIL, 1998; BRASIL, 2009).

Tabela 3 – Classificação das questões de genética por conteúdo cobradas no ENEM no período de 1998 a 2022.

Áreas da Genética	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	Total de questões
Leis Mendelianas/ Probabilidade	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	5
Alelos Múltiplos	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Herança Ligada ao Sexo	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	1	0	1	0	4
Genes Ligados (Linkage)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Genética Molecular e de Microorganismo	2	0	0	0	0	0	1	0	0	2	2	1	1	2	0	0	0	1	0	1	1	1	0	0	1	16
Genética Vegetal Quantitativa	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	3
Citogenética(morfologia e alterações cromossômicas)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	2
Divisão Celular	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	4
Genética Humana e Médica (Doenças)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
Interação Gênica	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Genética de Populações/Evolutiva	1	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	5
Mutações Gênicas	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1
Herança extracromossômica (DNAm) e cloroplastos	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
Regulação e expressão Genica	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Biocologia/Engenharia genética	0	1	0	0	0	1	0	2	0	0	0	1	1	1	2	2	2	1	1	0	0	0	1	1	1	18
Total																										61

Fonte: Autor, 2023.

Tabela 4 – Comparação da quantidade de conteúdos de genética nos períodos 1998-2008 e 2009-2022 cobradas no ENEM.

CONTEÚDO	1998-2008	2009-2022	Soma total
Leis Mendelianas/Probabilidade	1	4	5
Herança Ligada ao Sexo	0	4	4
Genética Molecular e de Microrganismo	7	9	16
Genética Vegetal Quantitativa	1	2	3
Citogenética(morfologia e alterações cromossômicas)	0	2	2
Divisão Celular	1	3	4
Genética Humana e Médica (Doenças)	0	1	1
Genética de Populações/Evolutiva	3	2	5
Mutações Gênicas	0	1	1
Herança extracromossômica (DNAMt) e cloroplastos	0	2	2
Biotecnologia/Engenharia genética	4	14	18
Total de geral de questões por ano	17	44	61
Mediana	1	2	-
P* 0,0256			

Fonte: Autor, 2023.

Durante a análise constatou-se que apenas sete questões de genética (11%) que apresentavam conexões diretas com outras disciplinas do ensino médio, matemática (n = 7), química (n = 2) e artes (n = 1). Stadler e Hussein (2017) corroboram a ideia de que durante a formação inicial e continuada dos professores que a interdisciplinaridade e da contextualização dos conteúdos a serem trabalhados em sala de aula podem ser uma maneira de torná-los mais interessantes e próximos aos estudantes. Uma prática docente mais próxima da realidade do estudante, seja por contextualização ou interdisciplinaridade, apresenta resultados positivos em termos de motivação e aprendizagem. Os autores complementam também que o objetivo do ENEM com a presença de questões de ciências da natureza que tenham interdisciplinaridade e contextualização seria, então a problematização dos conceitos que antes seriam trabalhados de maneira isolada, aplicadas diretamente nas questões da prova.

4 CONCLUSÃO

Este estudo constatou um aumento gradativo no número de questões de genética cobradas no ENEM desde seu início em 1998 até 2022. É possível perceber que há uma associação do interesse no ensino de genética à medida que a sociedade científica brasileira também avança, já que nos últimos anos de aplicação do ENEM foi possível observar a presença de questões sobre o conteúdo de Genética Molecular e Biotecnologia. Por outro lado, houve a constatação da ausência de determinados conteúdos de genética básica como Linkage, polialelia, regulação da expressão gênica e interação gênica, essenciais para melhor compreensão das áreas de genética aplicada como a Engenharia genética. O ensino de genética básica é a base sobre a qual muitos aspectos da Biotecnologia e Genética Molecular são construídos. Ele capacita os profissionais a compreenderem os processos genéticos para uma ampla gama de aplicações benéficas, desde a produção industrial até a medicina avançada. A partir dos resultados observados neste estudo, os professores de ensino médio poderão direcionar e formular aulas mais específicas sobre genética voltadas a atualidade e conteúdos mais frequentemente cobrados no Exame Nacional do Ensino Médio no Brasil.

AGRADECIMENTO

Agradeço o apoio financeiro do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPQ, por meio da Bolsa de Iniciação Científica (PIBIC) que auxiliou no desenvolvimento desta pesquisa.

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, A. B. B.; SILVA, L. A. S.; FERNANDES, P. S. R.; FERNANDES-SOBRINHO, M. Potenciais aspectos sociocientíficos em itens de biologia do ENEM. *Indagatio Didactica*, v. 8, n. 4, p. 83-91, 29 nov. 2016.
- AYRES, M.; AYRES JR, M.; AYRES, DL; SANTOS, AAS **Bioestat 5.0**: aplicações estatísticas nas áreas das ciências biológicas e médicas. Belém: IDSM, p. 364, 2007
- BELMIRO, Michel Stórquio; BARROS, Marcelo Diniz Monteiro de. Ensino de genética no ensino médio: uma análise estatística das concepções prévias de estudantes pré-universitários. *Revista Práxis*, v. 9, n. 17, p. 95-102, 2017.
- BRASIL. **Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (INEP)**. Portaria n. 244, de 22 de outubro de 2009. Institui o Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM). Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 3 nov. 2009.
- BRASIL. **Ministério da Educação. Base Nacional Comum Curricular**. Brasília, 2018.
- BRASIL. **Ministério da Educação. Base Nacional Comum Curricular**. Brasília, p. 556, 2018.
- CESTARO, Débora Cristina; KLEINKE, Maurício Urban; ALLE, Lupe Furtado. Uma análise do desempenho dos participantes e do conteúdo abordado em itens de genética e biologia evolutiva do exame nacional do ensino médio (ENEM): implicações curriculares. *Investigações em Ensino de Ciências*, v. 25, n. 3, p. 503-536, 2020.
- CORDEIRO, Adriana de Deus. **Política pública de avaliação educacional: o ENEM e o ensino médio em escolas públicas de Vilhena–RO**. 2017.
- DA CONCEIÇÃO, Francisca Patrícia; PERON, Ana Paula. Engenharia genética: um olhar dos professores de Biologia de instituições públicas e privadas do ensino médio. *Revista Brasileira de Biociências*, v. 10, n. 3, 2012.
- INEP. INSTITUTO NACIONAL DE ESTUDOS E PESQUISAS EDUCACIONAIS ANÍSIO TEIXEIRA. **Censo Escolar**, 2010. Brasília: MEC, 2011.
- LIMA, Priscila da Silva; AMBRÓSIO, Ana Paula; FERREIRA, Deller James; BRANCHER, Duílio Jacquesq. Análise de dados do Enade e Enem: uma revisão sistemática da literatura. **Avaliação: Revista da Avaliação da Educação Superior (Campinas)**, v. 24, p. 89-107, 2019.
- LOPES, Sônia.; ROSSO, Sérgio. **BIO**. São Paulo. Editora Saraiva, 2016.
- MOURA, Joseane; DE DEUS, Maria do Socorro; GONÇALVES, Nilda Masciel; Peron, Ana. Biologia/ Genética: O ensino de biologia, com enfoque a genética, das escolas públicas no Brasil–breve relato e reflexão. **Seminário: ciências biológicas e da saúde**, v. 34, n. 2, p. 167-174, 2013. DOI: 10.5433/1679-0367.2013v34n2p167. Disponível em: <https://ojs.uel.br/revistas/uel/index.php/seminabio/article/view/13398> . Acesso em: 20 ago 2023.

NASCIMENTO, Alan Gomes do *et all.* Análise do conteúdo de genética presente no ENEM nos anos de 1998 a 2019. **Repositório Acadêmico da Graduação RAG: PUC GOIÁS**, 2020.

OLIVEIRA, DC; RAMOS, FR; BARROS, AL; NÓBREGA, MM. Classificação das áreas de conhecimento do CNPq e do campo da Enfermagem: possibilidades e limites. **Revista Brasileira de Enfermagem**, v. 66, n. 4, p. 521-526, 2013.

PEREIRA, Rafaela Erasmi de Souza; MOREIRA, Leonardo Maciel. Caracterizando os itens de química do novo ENEM na perspectiva da alfabetização científica. **Ciência e Educação (Bauru)**, v. 24, p. 467-480, 2018.

SANTOS, Julio Sergio dos; CORTELAZZO, Ângelo Luiz. Os conteúdos de biologia celular no Exame Nacional do Ensino Médio-ENEM. **Avaliação: Revista da Avaliação da Educação Superior (Campinas)**, v. 18, n. 03, p. 591-612, 2013. Disponível em: http://educa.fcc.org.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1414-40772013000300005&lng=pt&nrm=iso Acesso em: 02 mai 2023.

SAPATINI, Jefferson Ricardo. Categorização e análise das questões de biologia do ENEM (1998-2012) **Repositório Institucional UTFPR (RUIT)**. Mandineira, 2014. Disponível em: <http://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/handle/1/21682> Acesso em: 17 de set 2023

DE SOUZA, Renato Alves; RODRIGUES, Flávia Melo. **Análise do conteúdo de genética no exame nacional do ensino médio-ENEM**. Repositório Acadêmico da Graduação RAG: PUC GOIÁS, 2017.

STADLER, João Paulo; GONÇALVES, Fabiana Roberta; HUSSEIN, Silva. O perfil das questões de ciências naturais do novo Enem: interdisciplinaridade ou contextualização? **Ciência & Educação**, Bauru, v. 23, p. 391-402, 2017 DOI: <https://doi.org/10.1590/1516-731320170020007> Acesso em: 12 de set 2023

XAVIER, M. C.; FREIRE, Alexandre de Sá; MORAES, Milton Ozório. A introdução dos conceitos de Biologia Molecular e Biotecnologia no Ensino de Genética no Nível Médio: há espaço para a nova Biologia. **Encontro nacional de pesquisa em educação em ciências**, v. 5, p. 1-12, 2005.