O ENSINO DE GENÉTICA NA BASE NACIONAL COMUM CURRICULAR (BNCC)

THE TEACHING OF GENETICS IN THE NATIONAL COMMON CURRICULAR BASE (NCCB)

Pedro Macedo da Silveira
Graduando (a) do Curso de Ciências Biológicas do Centro Universitário São Jose.
Fábio Marques de Oliveira
Prof. Msc

RESUMO

O aprendizado de genética é um elemento crucial na educação científica dos estudantes do ensino fundamental, exercendo um papel crucial tanto na compreensão dos processos biológicos essenciais quanto na formação de uma consciência crítica em relação aos desafios sociais e tecnológicos atuais. Contudo, mesmo sendo relevante, o conteúdo genético ainda encontra vários obstáculos no ambiente escolar, principalmente devido à sua natureza abstrata e à exigência de saberes interdisciplinares, como os ligados à matemática. O propósito deste artigo é examinar como a Base Nacional Comum Curricular (BNCC) organiza o ensino de genética e entender os obstáculos e oportunidades da sua aplicação em sala de aula, sob a visão de docentes do ensino fundamental. Para tal, conduziu-se um estudo qualitativo com professores experientes, através de um formulário online, discutindo temas como formação profissional, táticas de ensino, desafios encontrados e sugestões de avaliação. Os achados sugerem que, apesar dos docentes reconhecerem a relevância do conteúdo e se considerarem em grande medida capacitados para ensiná-lo, ainda se deparam com desafios consideráveis, tais como a falta de recursos pedagógicos, a complexidade dos conceitos e a resistência dos estudantes, especialmente em relação à utilização de cálculos e probabilidades. A avaliação também mostrou que táticas como a utilização de tecnologias, contextualização, trabalhos em equipe e avaliação formativa favorecem a compreensão e a participação dos alunos. A conclusão é que, para implementar o ensino de genética conforme sugerido pela BNCC, é crucial investir na capacitação contínua dos docentes, criar recursos pedagógicos mais apropriados e variar as práticas de ensino. Portanto, a educação genética pode auxiliar de forma mais eficiente na formação de cidadãos críticos e aptos para os desafios da ciência atualmente.

Palavras-chave: Genética [1], Educação básica [2], Base Nacional Comum Curricular [3]

ABSTRACT

The learning of genetics is a crucial element in the scientific education of elementary school students, playing a vital role both in understanding essential biological processes and in fostering a critical awareness regarding current social and technological challenges. However, despite its relevance, genetic content still encounters several obstacles in the school environment, mainly due to its abstract nature and the requirement of interdisciplinary knowledge, such as that related to mathematics. The purpose of this article is to examine how the Brazilian National Common Core Curriculum (BNCC) organizes the teaching of genetics and to understand the obstacles and opportunities of its application in the classroom, from the perspective of elementary school teachers. To this end, a qualitative study was conducted with experienced teachers through an online form, discussing topics such as professional development, teaching tactics, challenges encountered, and assessment suggestions. The findings suggest that, although teachers recognize the relevance of the content and largely consider themselves capable of teaching it, they still face considerable challenges, such as the lack of pedagogical resources, the complexity of the concepts, and student resistance, especially regarding the use of calculations and probabilities. The evaluation also showed that tactics such as the use of technologies, contextualization, teamwork, and formative assessment favor student understanding and participation. The conclusion is that, to implement the teaching of genetics as suggested by the BNCC, it is crucial to invest in the continuous training of teachers, create more appropriate pedagogical resources, and vary teaching practices. Therefore, genetics education can more effectively assist in the formation of critical and capable citizens for the challenges of science today.

Keywords: Genetics [1], Primary Education [2], National Common Curricular Base [3]

INTRODUÇÃO:

O ensino de genética é parte fundamental do currículo de ciências biológicas da educação básica. A partir dele, os alunos são capazes de identificar processos relacionados aos genes, hereditariedade e variabilidade gênica. A genética também se encontra presente nos mais diversos campos de estudo, desde medicina à agricultura, tendo seus avanços se tornado cada vez mais necessários de serem compreendidos. Especialmente esse conteúdo, possui a capacidade de desenvolver o pensamento crítico, análise e investigação para solucionar problemas. Os questionamentos ligados a genética contribuem para a compreensão do mundo natural e conscientização da saúde e bem-estar, uma vez que eles envolvem sempre problemáticas sobre alterações genéticas que ocorrem de maneira natural e hereditária. Ao compreender como mutações genéticas são transferidas através da genética dos seres vivos, são pavimentados os

caminhos para entender como a enorme gama de organismos que possuímos hoje chegaram aonde estão.

Embora de suma importância, alunos de todas as idades não reconhecem a verdadeira necessidade de ter esse conteúdo fixado em suas mentes. Isso se dá pela abstração da genética e necessidade de conhecimentos provenientes de outras áreas do conhecimento, como matemática por exemplo. Os alunos, em sua maioria, apresentam resistência na apresentação do tema, o que por sua vez tem grande influência no prosseguimento de todo o conteúdo. Ao ministrar as teorias e cálculos de Gregor Mendel, pai da genética, os professores certamente encontrarão uma série de estudantes que perdem o interesse pelo tema por um bloqueio pré-existente relacionado a conteúdos que envolvem cálculos matemáticos.

A Base Nacional Comum Curricular (BNCC) visa a definição do que é um aprendizado essencial para os alunos desenvolverem durante o ensino básico. Compreender esse marco da educação é fundamental para visualizar de forma mais concreta como a genética deve ser apresentada para todos os alunos do Brasil. Embora a BNCC regulamenta quais áreas do ensino devem ser abordados, ela não leva em consideração dificuldades que podem ocorrer durante o processo, como falta de recurso didáticos, pedagógico e falta de formação adequada para os professores.

Embora todo professor tenha consciência da importância da BNCC, nem todos tem conhecimento de suas diretrizes para a educação brasileira. Por isso, focado exclusiva no conteúdo de genética, este trabalho visa compreender a Base Nacional Comum Curricular (BNCC) aborda o ensino desse conteúdo e como os alunos devem desenvolver competências específicas da disciplina. Por sua vez, também são considerados os desafios existentes no ensino desse conteúdo, assim como sua aplicação em ambientes reais de sala de aula.

Os objetivos aqui descritos buscam compreender as habilidades e competências da abordagem da BNCC na prática educacional, assim como sua aplicação no contexto de sala de aula. Da mesma forma, busca-se determinar os obstáculos e possibilidades para o ensino de genética e melhorar a qualidade da educação científica para formar cidadãos críticos e envolvidos nas questões da ciência contemporânea.

Para isso, será preciso analisar de maneira minuciosa o documento da Base Nacional Comum Curricular, a fim de determinar o contexto em que a genética é inserida no conteúdo programático da educação básica. Também é fundamental descobrir as competências gerais e específicas que a BNCC estabelece para o ensino de genética, examinar o grau de detalhamento e as competências sugeridas pelo documento. A fim de identificar a implementações para a prática pedagógica, é necessário examinar os desafios e as oportunidades da nova base curricular para o ensino de genética, buscando recursos didáticos, metodologias de ensino e técnicas de avaliação que sirvam para auxiliar os professores a criarem atividades educativas significativas e eficazes para a disciplina.

Portanto, a análise do ambiente de sala de aula a partir do ponto de vista de profissionais da área é parte fundamental da pesquisa. Após coletar dados de experiências desses professores regentes, será possível identificar dificuldades em comum, assim como valências do conteúdo abordado, com o objetivo final de obter um melhor método do ensino da genética, levando sempre em consideração o documento que rege o conteúdo da educação básica brasileira, a BNCC.

FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

A relevância da genética na educação básica

Segundo Griffiths et al. (2016), a genética é crucial para entender a vida, desde a escala molecular até a dinâmica populacional. Esta referência de um livro-texto frequentemente usado em genética destaca a extensão do campo e sua relevância para a biologia como um todo. A importância da genética na educação básica ultrapassa o mero fornecimento de informações científicas, auxiliando no aprimoramento do raciocínio crítico e na compreensão da essência da ciência, conforme defendem Driver et al. 2000). Este trabalho final, um divisor de águas na investigação em educação científica, destaca a relevância de ultrapassar a memorização de fatos e fomentar um entendimento mais aprofundado dos processos científicos.

A genética também está relacionada a problemas sociais e tecnológicos atuais, como biotecnologia e conservação, como discutido por Lewontin (2000) em sua análise da conexão entre gene, organismo e ambiente. Esta visão sociocientífica destaca a importância de um ensino de genética que habilite os alunos a serem cidadãos esclarecidos e aptos a participar de discussões complexas.

A Inserção do Ensino de Genética na Base Nacional Comum Curricular (BNCC)

A Base Nacional Comum Curricular (BNCC), um documento oficial de 2018 referido como Brasil (2018), organiza a educação em genética de maneira gradual. No Ensino Fundamental, competências como (EF08CI05), que liga a herança genética à diversidade, e (EF09CI13), que discute a evolução através da seleção natural, estabelecem os alicerces para o entendimento da genética. Vale ressaltar que a competência em evolução, mesmo não sendo focada exclusivamente em genética, requer, implicitamente, um entendimento dos processos de herança e variação. Na etapa do Ensino Médio, a BNCC detalha competências mais particulares na unidade temática "Vida e Evolução", que abrange desde a biologia molecular até as consequências éticas da engenharia genética (Brasil, 2018). A progressão estabelecida na BNCC evidencia um desejo de desenvolver um conhecimento genético mais profundo.

Desafios Pedagógicos no Ensino de Genética

O ensino de genética se depara com desafios pedagógicos consideráveis, como a abstração de diversos conceitos, como destacam Lewis e Wood-Robinson (2000) em sua pesquisa acerca das dificuldades dos alunos em vincular conceitos genéticos essenciais. Essa dificuldade é agravada pela terminologia específica e pela exigência de raciocínio abstrato. Como argumenta Jiménez Aleixandre (2002) ao debater a formação do conhecimento científico e a argumentação na educação científica, a descontextualização do ensino também é um entrave. A ausência de ligação com o dia a dia dos alunos pode resultar em desinteresse.

Tópicos delicados e polêmicos, como a engenharia genética, demandam habilidade do educador para intermediar debates éticos, como propõem Sadler et al. (2007) em seu

estudo sobre as percepções dos alunos acerca da natureza da ciência em relação a problemas socio ciência. A capacitação contínua de docentes é vital para ultrapassar a possível escassez de conhecimento profundo e de métodos de ensino eficientes, como ressaltam Abrahams e Millar (2008) em sua avaliação da eficácia do trabalho prático em ciências, um ponto importante também para a educação genética.

Estratégias Pedagógicas para o Ensino Eficaz de Genética

A contextualização é essencial para um ensino eficiente de genética, conforme defendido pela teoria da aprendizagem significativa de Ausubel (2000). Integrar os conceitos ao dia a dia dos alunos potencializa o interesse e a fixação do saber. A prática e a experimentação, fundamentadas nos preceitos da aprendizagem ativa de Piaget (1970), possibilitam a manipulação de modelos e a observação de fenômenos, simplificando a compreensão de conceitos abstratos.

Conforme discutido por Mayer (2009) em sua teoria da aprendizagem multimídia, a utilização de recursos tecnológicos pode aprimorar a educação ao proporcionar variadas maneiras de ilustrar os conceitos. A discussão de assuntos polêmicos deve ser dialogada, promovendo a argumentação e a análise crítica, conforme proposto por Kolsto (2001) ao debater a educação científica em uma sociedade democrática. A interdisciplinaridade, unindo a genética a outros campos do saber, favorece uma educação mais abrangente, em conformidade com as orientações do National Research Council (2012) para um ensino de ciências integrado.

A Importância da Formação de Professores para o Ensino de Genética na BNCC

A efetivação do ensino de genética na BNCC está atrelada à capacitação dos docentes, como destaca Shulman (1986) em sua obra pioneira sobre o entendimento pedagógico do conteúdo. Os docentes necessitam de uma compreensão robusta da genética e de métodos de ensino eficientes. Segundo Vilches e Gil-Pérez (2014), em sua análise sobre a implementação do construtivismo na formação de professores de ciências, a formação contínua é crucial para a atualização e o avanço de novas metodologias. O envolvimento

em atividades de aprimoramento profissional e a leitura de literatura especializada são fundamentais para melhorar a prática de ensino.

Conclusão

Conforme estabelecido pela BNCC (Brasil, 2018), o ensino de genética na educação básica é essencial para a formação científica e cidadã. A compreensão genética habilita os alunos a compreender o universo vivo e a se envolver em discussões socio científicas. Para vencer os obstáculos pedagógicos, são necessárias estratégias inovadoras que contextualizem o aprendizado, integrem a prática e a tecnologia, e tratem de assuntos complexos de maneira ética. A capacitação de docentes é essencial para assegurar um ensino de genética de alto padrão, preparando os alunos para um futuro em que o saber genético terá um papel cada vez mais relevante.

Desenvolvimento

1. Análise do currículo de genética na BNCC em contraste à realidade brasileira

A Base Nacional Comum Curricular (BNCC), uma norma que direciona os currículos de escolas públicas e privadas no Brasil, define orientações para a instrução em Genética no Ensino Fundamental e no Ensino Médio. No componente curricular de Ciências da Natureza, especificamente a partir do oitavo ano, a BNCC sugere a análise de conceitos genéticos fundamentais, tais como hereditariedade, variabilidade genética e princípios de Mendel, focando no aprimoramento de habilidades ligadas ao entendimento científico do corpo humano, saúde e biodiversidade (Brasil, 2018). Contudo, ao ser confrontada com a realidade concreta das escolas no Brasil, essa proposta apresenta discrepâncias consideráveis.

A primeira grande diferença notada entre o currículo sugerido e a realidade escolar está relacionada às condições estruturais das instituições de ensino. Em diversas entidades,

principalmente nas instituições públicas e nas áreas periféricas, a ausência de laboratórios, recursos pedagógicos apropriados e material genético visual (tais como microscópios, modelos didáticos ou softwares de simulação) prejudica a experimentação e a visualização tangível dos processos genéticos (Pereira et al., 2020). Esta restrição limita o ensino da Genética a uma metodologia excessivamente teórica, o que torna mais difícil para os alunos construírem um conhecimento relevante.

Sob a perspectiva social, a desigualdade na educação se apresenta como um fator agravante. Estudantes provenientes de contextos vulneráveis costumam ter deficiências em habilidades básicas, como leitura interpretativa e operações matemáticas, fundamentais para entender assuntos como probabilidades em cruzamentos genéticos e análise de heredogramas (Silva; Oliveira, 2021). Esta brecha compromete o desenvolvimento completo das habilidades definidas pela BNCC e favorece a falta de interesse dos alunos pelo conteúdo.

Em um estudo conduzido com dez docentes de Ciências da Natureza e Biologia da educação pública e privada, constatou-se que todos eles enfrentam desafios ao lecionar sobre Genética. As principais barreiras apontadas são a escassez de tempo para aprofundar o tema no calendário escolar, a dificuldade dos estudantes em entender conceitos matemáticos correlatos e a complexidade dos termos empregados na Genética Mendeliana. Essas informações destacam o abismo entre as demandas da BNCC e a realidade vivenciada pelos professores em sala de aula.

Outro ponto crítico enfatizado pelos docentes foi a insuficiência da educação continuada, que frequentemente não atende às necessidades específicas do ensino de Genética. Ademais, o excesso de conteúdos a serem transmitidos em um curto intervalo de tempo torna impraticável o estudo detalhado do assunto, fazendo com que os professores escolham métodos superficiais e memorização mecânica, em vez de uma construção crítica e contextualizada do saber científico (Ferreira; Costa, 2022).

Portanto, mesmo que a BNCC apresente uma proposta contemporânea e alinhada às habilidades do século XXI, o ensino de Genética ainda encontra barreiras consideráveis no ambiente escolar do Brasil. Para ultrapassar tais desafios, são necessárias políticas públicas que incentivem a capacitação contínua dos docentes, a adaptação dos recursos

didáticos às diversas realidades regionais e a flexibilidade curricular para responder de maneira mais justa à variedade de contextos sociais e educacionais do país.

2. Os critérios de pesquisa

A pesquisa foi realizada através da plataforma digital *google forms,* possibilitando assim, uma análise mais rápida e concreta de cada um dos entrevistados. O formulário é composto por dez perguntas de caráter opinativo e obrigatório, em que são foram abordados, na visão dos professores, quais são as maiores dificuldades e valências na ministração de aulas do conteúdo. Dessa maneira, foi possível ter uma visão ampla de como os profissionais do magistério veem esse tema e obter deles dicas do que funciona melhor para superar tais barreiras.

Por isso, os critérios de seleção dos professores buscaram encontrar professores com experiência no ensino do currículo de ciências de no mínimo dez anos e tendo o ensino de genética também como uma de suas vivências. Tendo em vista a necessidade de obter uma troca de experiências com esses profissionais, foi preciso saber se estes haviam tido experiências no ensino de genética, para que dessa forma eles pudessem ter encontrado dificuldades ou não no ensino. A pesquisa buscou avaliar perguntas em caráter qualitativo opinativo, já que ao deixar em aberto as respostas ao professor, abre uma quantidade muito maior de possibilidades de resposta.

O objetivo principal da pesquisa foi encontrar um denominador comum entre as dificuldades dos alunos e professores que os entrevistados experenciaram. Obter a partir deles tal troca de informações é fundamental para compreender como nossos profissionais do ensino são formados e como a educação básica lida com isso.

3. Resultados da pesquisa por pergunta

3.1 “Quais são as maiores dificuldades que os alunos encontram ao serem apresentados ao conteúdo de genética?”

Essa pergunta teve resultados diretamente de encontro ao esperado. Esperava-se que os alunos apresentassem certa dificuldade principalmente na parte matemática do conteúdo, não só por defasagem de currículo, mas também pela falta de familiaridade com cálculos que envolvam probabilidades estatísticas. A maior parte dos professores concordaram com a ideia de que o conteúdo correlacionado a matemática e a abstração da genética, são os dois principais fatores para um maior coeficiente de aprendizado.

3.2 “Em uma escala de 0 a 10, quanto você sente que o aluno compreendeu o conteúdo ao final do processo de ensino?”

Essa pergunta foi voltada especificamente para um caráter opinativo do professor, avaliando também o seu trabalho como educador. A maior parte dos entrevistados concordaram que mesmo com um certo grau de dificuldade que o conteúdo apresenta, os alunos apresentam boa compreensão ao final do processo. Essa melhora pode ser medida a partir de uma avaliação diagnóstica no início do processo e uma formativa ao fim do módulo. Portanto, mesmo com dificuldades de ensino e aprendizado, o ensino de genética se prova satisfatório ao ser observado em maior escala.

3.3 “Você entende que a sua formação o torna apto a ministrar esse o conteúdo de genética?”

Embora esperasse-se que a formação básica do professor não seja o suficiente para um bom ensino do currículo de genética, cerca de 60% dos entrevistados entendem que são totalmente aptos a ensinar o conteúdo sem qualquer tipo de formação continuada. O ensino de genética na graduação do curso de licenciatura de ciências biológicas é em partes incompleto, já que não ensina a lidar com as dificuldades que os alunos costumeiramente apresentam. No entanto, segundo os profissionais da área, essas barreiras foram e são superadas a partir de experiências pessoais do próprio professor, sem qualquer auxílio de formação específica, bastante somente a graduação em licenciatura plena.

3.4 “Qual a maior dificuldade que você encontra ao ministrar o conteúdo de genética para os alunos?

Corroborando com a hipótese proposta, os conceitos matemáticos também são uma barreira para os professores, que encontram dificuldades a ministrar conceitos mais complexos. Embora essa seja a maior dificuldade encontrada por eles, alguns relataram falta de materiais e locais de apoio, como laboratórios para a realização de experimentos. Segundo eles, ao superar as dificuldades da abstração do conteúdo, se torna mais fácil compreender os conceitos genéticos e matemáticos, mesmo que resistentes. Os conceitos genéticos são de certa forma barreira para os alunos e professores, pois podem ser complexos e extensos, o que dificulta ainda mais para alguém que não tem afinidade ao conteúdo.

3.5 “Quais formas de avaliação desse conteúdo, além da prova escrita tradicional, podem ser aplicadas para os alunos?

O processo avaliativo sempre é um ponto fundamental de qualquer módulo de ensino. Sabe-se que a avaliação escrita tradicional não deve ser a principal, muito menos o único método de avaliação dos alunos. Tendo isso como base, inúmeras propostas foram elaboradas pelos entrevistados, buscando ir em direção opostas a métodos avaliativos tradicionais. Dentre eles destacaram-se seminários e simulados com consulta, o que alcança a proposta de alterar o tipo de avaliação e incentiva a pesquisa do conteúdo em questão. Dessa maneira, o professor pode cobrar sobre casos pouco usuais, o que por sua vez leva a curiosidade dos alunos a buscar sobre o tema e compreender da sua própria maneira. Testes em duplas também surgiram como opções, o que levaria a discussões sobre os temas em busca do denominador comum, incentivando o pensamento crítico e análise de cada caso em equipe. Embora a grande maioria das instituições de ensino básico não desfrutem de laboratórios de ciências bem equipados para tal, aulas e avaliações de laboratório seriam uma etapa fundamental para a compreensão total do conteúdo.

3.6 “Os alunos se mostram receptivos ao conteúdo?”

Os entrevistados dividiram-se nas respostas, o que revela a visão particular de cada professor e os diferentes perfis de cada aluno. Segundo eles, em partes os alunos se mostram receptivos, o que leva a acreditar que isso se deve pela familiaridade com a disciplina de ciências/biologia. O conteúdo de genética busca compreender as alterações gênicas que ocorrem no processo de formação dos gametas e suas possibilidades. Não se trata de um conteúdo concreto, mas em seu cerne, é muito atrativo para os alunos. Barreiras para isso estão relacionadas mais uma vez a presença da matemática aplicada a biologia, o que causa frustração e impacto criando certa repulsa ao conteúdo.

3.7 “Os materiais didáticos são adequados ao conteúdo e sua complexidade?”

Com relação aos materiais de apoio didáticos, os professores se mostraram divididos, corroborando para a ideia de que esses livros didáticos não são totalmente adequados e suficientes para o ensino desse conteúdo. É necessário, portanto, que haja uma melhor seleção e elaboração desses livros, já que servem de apoio pedagógico para o professor regente. A importância desses materiais serem adequados também se dá pelos estudos individuais dos alunos, que devem usar os livros didáticos para guiar os estudos e se não for adequado e suficiente para isso, pode tornar os estudos defasados.

3.8 “Os avanços de recursos tecnológicos implementados nas escolas, auxiliaram a superar barreiras de ensino do conteúdo?”

Os recursos tecnológicos são grandes auxiliadores das atividades de um professor, embora não sejam todas as escolas que desfrutem desses recursos. Os entrevistados

concordam que a tecnologia é fundamental na ministração de aulas, sejam pela visualizam de modelos microscópicos ou por materiais de apoio em forma de *slides*. Embora isso seja verdade, esses avanços também tornaram os alunos menos focados no processo de aprendizado, em que a utilização da tecnologia deve ser dosada e supervisionada em ambiente escolar para encontrar o equilíbrio. O principal problema relatado pelos professores e pela falta de democratização dos recursos tecnológicos, o que torna o ensino diferente em cada escola indo totalmente contra ao estabelecido pela BNCC. No que diz respeito a utilização das tecnologias de suporte, todo aluno deveria ter acesso e deveria estar familiarizado com estas, a fim de garantir a utilização e o bom proveito desses recursos em ambientes escolares.

3.9 "Quais estratégias pedagógicas funcionaram durante as aulas?"

As estratégias pedagógicas podem ser das mais diversas e trata-se de métodos de ensino ou de aplicação de aulas que busquem a maior compreensão e adesão dos alunos àquele conteúdo. Levando em consideração a experiência dos entrevistados, as estratégias já utilizadas por eles e que mostraram melhor adesão dos alunos, pode ter papel fundamental na ministração do conteúdo. O professor deve sempre buscar aumentar a taxa de adesão e compreensão do conteúdo, o que por sua vez vai gerar alunos muito mais conscientes do currículo de genética. Essas estratégias também vão auxiliar a superar as barreiras pré-estabelecidas anteriormente, já que a partir delas é possível apresentar o conteúdo sem o impacto inicial.

3.10 "Na sua opinião, quais estratégias você propõe para tornar esse conteúdo mais atrativo para os alunos e por sua vez, aumentar a taxa de compreensão dele?"

Os anos de experiência dos entrevistados é fundamental para responder tal pergunta, já que é a partir dela que será possível compreender o que funciona ou não, buscando

sempre o melhor para os alunos. Os professores entrevistados propuseram principalmente mais tempo dedicado ao currículo de genética, o que não implica somente ao planejamento do professor, mas também ao conteúdo anual da disciplina. Outras propostas foram aulas com maior participação dos alunos, aumentando mais a adesão e focar os conteúdos em exemplos do cotidiano a partir de atividades práticas. Alguns profissionais propuseram a utilização das Inteligências Artificiais nesse processo, direcionando ainda mais o aluno e utilizando um recurso que já é amplamente usado por eles.

4. Conclusões da pesquisa

A avaliação do programa de Genética na Base Nacional Comum Curricular (BNCC), combinada com as informações obtidas através de pesquisas com docentes experientes, destacou a complexidade do ensino desse tema no nível médio. A BNCC, apesar de estabelecer diretrizes e competências importantes, como o desenvolvimento do pensamento científico e o entendimento das leis genéticas, ainda precisa de uma abordagem mais aprofundada e de recursos pedagógicos apropriados.

O estudo indicou que os maiores obstáculos para estudantes e docentes estão ligados à abstração conceitual e à matemática inerente à Genética Mendeliana, bem como à falta de recursos experimentais e tecnológicos em diversas instituições educacionais. Mesmo com essas restrições, os docentes mostraram flexibilidade e originalidade ao sugerir métodos de ensino alternativos, tais como a aplicação de metodologias ativas, avaliações distintas e maior vinculação do conteúdo a situações do dia a dia.

Também se ressalta o potencial das tecnologias educacionais, desde que empregadas de maneira equilibrada e acessível. Os achados destacam a relevância da capacitação contínua dos professores e de políticas governamentais que assegurem o acesso a materiais didáticos e tecnológicos de alta qualidade.

Assim, conclui-se que, apesar do ensino de Genética no âmbito da BNCC ter alcançado progressos conceituais significativos, ainda persistem obstáculos estruturais e pedagógicos a serem vencidos para garantir um ensino mais eficiente, inclusivo e relevante. A participação ativa dos docentes, como demonstrado nesta pesquisa, é um

passo crucial para a elaboração de uma prática pedagógica mais em sintonia com a realidade escolar e as demandas formativas dos estudantes.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este estudo possibilitou uma compreensão detalhada da realidade do ensino de genética na educação básica no Brasil, baseada na perspectiva da Base Nacional Comum Curricular (BNCC) e na experiência prática de docentes com experiência sólida em sala de aula. A avaliação do documento oficial e a participação ativa dos educadores destacaram não só as direções sugeridas pela política educacional, mas também os diversos obstáculos encontrados na execução eficaz e relevante desse conteúdo.

Foi observado que, apesar da BNCC reconhecer a relevância da genética como pilar estruturante para a educação científica e crítica dos alunos, o documento ainda exibe um nível de generalidade e superficialidade no que diz respeito ao detalhamento dos conteúdos e habilidades específicas para o assunto. A genética é abordada de forma fragmentada, misturada com outras habilidades científicas, o que pode complicar sua real apreciação e implementação nas práticas de ensino. Ademais, os obstáculos que os docentes encontram ao implementar essas diretrizes demonstram que a lacuna entre o que está estabelecido na legislação e o que pode ser realizado em sala de aula ainda é considerável.

O estudo empírico mostrou que estudantes e docentes enfrentam desafios semelhantes no ensino de genética, principalmente relacionados à abstração dos conceitos e à necessidade de raciocínio lógico-matemático para entender assuntos como as Leis de Mendel e a interpretação de heredogramas. Esses elementos foram identificados como obstáculos significativos, que desestimulam o estudante e demandam um aprimoramento didático do professor. A falta de formação contínua, a escassez de recursos pedagógicos atualizados e a escassez de locais apropriados para experimentos laboratoriais intensificam ainda mais essa situação.

No entanto, a pesquisa também indicou estratégias e opções para ultrapassar esses obstáculos. Professores compartilharam várias táticas pedagógicas eficazes, tais como a aplicação de tecnologias, abordagens ativas de aprendizado, discussões interdisciplinares e avaliações alternativas que valorizam a construção do saber ao invés da mera memorização. Essas táticas não só ampliam a participação dos alunos no conteúdo, como também fomentam o raciocínio crítico, a argumentação científica e um entendimento mais abrangente das consequências sociais e éticas do progresso genético.

Outro aspecto crucial evidenciado pelo estudo foi a importância da capacitação dos professores. Apesar de muitos docentes se considerarem capacitados para lecionar genética apenas com a formação inicial, notou-se uma lacuna significativa na capacitação específica para enfrentar os desafios práticos do ensino de genética. A experiência acumulada ao longo dos anos se destaca como o principal recurso para se adaptar e superar obstáculos, destacando a necessidade urgente de políticas públicas focadas na educação contínua, no suporte pedagógico e no estímulo à pesquisa e inovação em métodos de ensino.

Portanto, conclui-se que o ensino de genética na educação básica vai além das diretrizes curriculares; exige uma conexão efetiva entre teoria e prática, capacitação de professores de alto padrão, infraestrutura apropriada e, principalmente, uma perspectiva pedagógica que honre a ciência como um meio de promover mudanças sociais. É crucial que a genética seja apresentada aos alunos de maneira contextualizada, relevante e compreensível, para que possam se tornar cidadãos conscientes, críticos e preparados para os desafios atuais.

Assim, esta pesquisa enfatiza a importância de revisar e melhorar as políticas públicas de educação, dando prioridade a investimentos em capacitação, recursos e métodos que tornem o ensino de genética mais inclusivo, cativante e eficiente. Ademais, ressalta-se a relevância da escuta ativa dos docentes como atores cruciais no processo de ensino-aprendizagem, uma vez que suas vivências desvendam não somente as deficiências do sistema, mas também as possíveis direções para a criação de uma educação científica mais equitativa, crítica e revolucionária.

REFERÊNCIAS

ABRAHAMS, I.; MILLAR, R. **Does practical work really work? An analysis of empirical evidence on the effectiveness of practical work in science teaching and learning.** *International Journal of Science Education*, v. 30, n. 14, p. 1945-1969, 2008.

AUSUBEL, D. P. ***The acquisition and retention of knowledge: A cognitive view***. Kluwer Academic Publishers, 2000.

BRASIL. ***Base Nacional Comum Curricular*.** Brasília, DF: MEC, 2018.

DRIVER, R.; LEACH, J.; MILLAR, R.; SCOTT, P. ***Young people's understanding of science concepts: Implications of research for teaching***. Open University Press, 2000.

GRIFFITHS, A. J. F.; WESSLER, S. R.; LEWONTIN, R. C.; GELBART, W. M.; KAUFMAN, T. C.; ZIMMERMAN, K. G. ***Introdução à genética***. 11. ed. Guanabara Koogan, 2016.

JIMÉNEZ ALEIXANDRE, M. P**. Knowledge construction and argumentation in science education**. *International Journal of Science and Mathematics Education*, v. 1, n. 1, p. 7-27, 2002.

KOLSTO, S. D. **Scientific literacy for citizenship: Tools for dealing with the science dimension of controversial socioscientific issues**. *Science Education*, v. 85, n. 3, p. 291-310, 2001.

LEWIS, J.; WOOD-ROBINSON, C. **Genes, chromosomes, cell division and inheritance – do students see any relationship?** *International Journal of Science Education*, v. 22, n. 6, p. 587-613, 2000.

LEWONTIN, R. C. ***The triple helix: Gene, organism, and environment***. Harvard University Press, 2000.

MAYER, R. E. ***Multimedia learning***. 2nd ed. Cambridge University Press, 2009.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL. ***A framework for K-12 science education: Practices, crosscutting concepts, and core ideas***. National Academies Press, 2012.

PIAGET, J. ***Genetic epistemology***. Columbia University Press, 1970.

SADLER, T. D.; CHAMBERS, F. W.; ZEIDLER, D. L. **Student conceptualizations of the nature of science in response to socioscientific issues**. *International Journal of Science Education*, v. 26, n. 4, p. 387-409, 2004.

SHULMAN, L. S. **Those who understand: Knowledge growth in teaching**. *Educational Researcher*, v. 15, n. 2, p. 4-14, 1986.

VILCHES, A.; GIL-PÉREZ, D. **The role of teachers' training in the promotion of a science education oriented towards sustainable development**. *Science Education International*, v. 25, n. 4, p. 407-431, 2014.

Anexos

Pesquisa para artigo científico: O ensino de genética na BNCC

Estou elaborando o meu artigo científico de tema: O ensino de genética na BNCC, e para isso gostaria da colaboração de vocês. Esse breve formulário tem o objetivo de compreender quais são as principais dificuldades do ensino de genética em sala de aula e saber de vocês quais formas de lidar com essas dificuldades funcionaram ou não. As respostas podem ser breves pois o importante é saber quais pontos são relevantes durante o ensino desse conteúdo. O formulário é anônimo e apenas a síntese de suas respostas serão publicados em meu artigo. Desde já agradeço a colaboração.

Quais são as maiores dificuldades que os alunos encontram ao serem apresentados ao conteúdo de genética? *

A matemática

Em uma escala de 0 a 10, o quanto você sente que o aluno compreendeu o conteúdo ao final do processo de ensino? *

8

Você entende que a sua formação como professor o torna apto a ministrar esse conteúdo? *

- (●) Sim
- ( ) Não
- ( ) Parcialmente

Qual a maior dificuldade que você encontra ao ministrar o conteúdo de genética para os alunos? *

A interpretação dos conceitos

Quais estratégias pedagógicas funcionaram durante as aulas? *

Aulas mais expositivas

Quais formas de avaliação desse conteúdo, além da prova escrita tradicional, podem ser aplicadas para os alunos? *

Seminários

Os alunos se mostram receptivos ao conteúdo? *

- ○ Sim
- ○ Não
- ◉ Parcialmente

Os materiais didáticos são adequados ao conteúdo e sua complexidade? *

- ○ Sim
- ○ Não
- ◉ Parcialmente

Os avanços de recursos tecnológicos implementados nas escolas, auxiliaram a superar barreiras de ensino do conteúdo? *

- (●) Sim
- ( ) Não
- ( ) Parcialmente

Na sua opinião, quais estratégias você propõe para tornar esse conteúdo mais atrativo para os alunos e por sua vez, aumentar a taxa de compreensão dele? *

Trazer um pouco mais para a realidade do aluno.

Este conteúdo não foi criado nem aprovado pelo Google.

Google Formulários

Pesquisa para artigo científico: O ensino de genética na BNCC

Estou elaborando o meu artigo científico de tema: O ensino de genética na BNCC, e para isso gostaria da colaboração de vocês. Esse breve formulário tem o objetivo de compreender quais são as principais dificuldades do ensino de genética em sala de aula e saber de vocês quais formas de lidar com essas dificuldades funcionaram ou não. As respostas podem ser breves pois o importante é saber quais pontos são relevantes durante o ensino desse conteúdo. O formulário é anônimo e apenas a síntese de suas respostas serão publicados em meu artigo. Desde já agradeço a colaboração.

Quais são as maiores dificuldades que os alunos encontram ao serem apresentados ao conteúdo de genética? *

Interpretação e matemática

Em uma escala de 0 a 10, o quanto você sente que o aluno compreendeu o conteúdo ao final do processo de ensino? *

6

Você entende que a sua formação como professor o torna apto a ministrar esse conteúdo? *

- ○ Sim
- ○ Não
- ◉ Parcialmente

Qual a maior dificuldade que você encontra ao ministrar o conteúdo de genética para os alunos? *

Interpretação e a matemática

Quais estratégias pedagógicas funcionaram durante as aulas? *

Exercícios, jogos e aula invertida.

Quais formas de avaliação desse conteúdo, além da prova escrita tradicional, podem ser aplicadas para os alunos? *

Monitoria em duplas, trabalhos, seminários

Os alunos se mostram receptivos ao conteúdo? *

- (●) Sim
- ( ) Não
- ( ) Parcialmente

Os materiais didáticos são adequados ao conteúdo e sua complexidade? *

- (●) Sim
- ( ) Não
- ( ) Parcialmente

Os avanços de recursos tecnológicos implementados nas escolas, auxiliaram a superar barreiras de ensino do conteúdo? *

- (●) Sim
- ( ) Não
- ( ) Parcialmente

Na sua opinião, quais estratégias você propõe para tornar esse conteúdo mais atrativo para os alunos e por sua vez, aumentar a taxa de compreensão dele? *

Experiências, usar a inteligência artificial como aliada.

Este conteúdo não foi criado nem aprovado pelo Google.

Google Formulários

Pesquisa para artigo científico: O ensino de genética na BNCC

Estou elaborando o meu artigo científico de tema: O ensino de genética na BNCC, e para isso gostaria da colaboração de vocês. Esse breve formulário tem o objetivo de compreender quais são as principais dificuldades do ensino de genética em sala de aula e saber de vocês quais formas de lidar com essas dificuldades funcionaram ou não. As respostas podem ser breves pois o importante é saber quais pontos são relevantes durante o ensino desse conteúdo. O formulário é anônimo e apenas a síntese de suas respostas serão publicados em meu artigo. Desde já agradeço a colaboração.

Quais são as maiores dificuldades que os alunos encontram ao serem apresentados ao conteúdo de genética? *

Entender o Genotipo e ambiente influenciando no fenótipo.

Em uma escala de 0 a 10, o quanto você sente que o aluno compreendeu o conteúdo ao final do processo de ensino? *

6

Você entende que a sua formação como professor o torna apto a ministrar esse conteúdo? *

- ○ Sim
- ○ Não
- ◉ Parcialmente

Qual a maior dificuldade que você encontra ao ministrar o conteúdo de genética para os alunos? *

As regras genéticas que envolvem probabilidade

Quais estratégias pedagógicas funcionaram durante as aulas? *

Realizar exercícios sobre o tema

Quais formas de avaliação desse conteúdo, além da prova escrita tradicional, podem ser aplicadas para os alunos? *

Simulados

Os alunos se mostram receptivos ao conteúdo? *

- (●) Sim
- ( ) Não
- ( ) Parcialmente

Os materiais didáticos são adequados ao conteúdo e sua complexidade? *

- ( ) Sim
- ( ) Não
- (●) Parcialmente

Os avanços de recursos tecnológicos implementados nas escolas, auxiliaram a superar barreiras de ensino do conteúdo? *

- (●) Sim
- ( ) Não
- ( ) Parcialmente

Na sua opinião, quais estratégias você propõe para tornar esse conteúdo mais atrativo para os alunos e por sua vez, aumentar a taxa de compreensão dele? *

Determinar pelo menos dois Bimestre para falar apenas sobre o assunto

Este conteúdo não foi criado nem aprovado pelo Google.

Google Formulários

Pesquisa para artigo científico: O ensino de genética na BNCC

Estou elaborando o meu artigo científico de tema: O ensino de genética na BNCC, e para isso gostaria da colaboração de vocês. Esse breve formulário tem o objetivo de compreender quais são as principais dificuldades do ensino de genética em sala de aula e saber de vocês quais formas de lidar com essas dificuldades funcionaram ou não. As respostas podem ser breves pois o importante é saber quais pontos são relevantes durante o ensino desse conteúdo. O formulário é anônimo e apenas a síntese de suas respostas serão publicados em meu artigo. Desde já agradeço a colaboração.

Quais são as maiores dificuldades que os alunos encontram ao serem apresentados ao conteúdo de genética? *

Muitos apresentam dificuldade de interpretar a parte matemática das questões, não as contas e sim, nos comandos mesmo.

Em uma escala de 0 a 10, o quanto você sente que o aluno compreendeu o conteúdo ao final do processo de ensino? *

Varia demais. Tem alunos que 10 mas tem os de 0.

Você entende que a sua formação como professor o torna apto a ministrar esse conteúdo? *

- (●) Sim
- ( ) Não
- ( ) Parcialmente

Qual a maior dificuldade que você encontra ao ministrar o conteúdo de genética para os alunos? *

A dificuldade matemática

Quais estratégias pedagógicas funcionaram durante as aulas? *

Muitos exemplos e exercícios

Quais formas de avaliação desse conteúdo, além da prova escrita tradicional, podem ser aplicadas para os alunos? *

Aulas práticas em laboratório e simuladores estatísticos

Os alunos se mostram receptivos ao conteúdo? *

- (●) Sim
- ( ) Não
- ( ) Parcialmente

Os materiais didáticos são adequados ao conteúdo e sua complexidade? *

- (●) Sim
- ( ) Não
- ( ) Parcialmente

Os avanços de recursos tecnológicos implementados nas escolas, auxiliaram a superar barreiras de ensino do conteúdo? *

- ( ) Sim
- (●) Não
- ( ) Parcialmente

Na sua opinião, quais estratégias você propõe para tornar esse conteúdo mais atrativo para os alunos e por sua vez, aumentar a taxa de compreensão dele? *

Eu acho o conteúdo bastante atrativo e atual para os alunos. Porém, quanto maior o número de exemplos práticos, mais atraídos eles serão.

Este conteúdo não foi criado nem aprovado pelo Google.

Google Formulários

Pesquisa para artigo científico: O ensino de genética na BNCC

Estou elaborando o meu artigo científico de tema: O ensino de genética na BNCC, e para isso gostaria da colaboração de vocês. Esse breve formulário tem o objetivo de compreender quais são as principais dificuldades do ensino de genética em sala de aula e saber de vocês quais formas de lidar com essas dificuldades funcionaram ou não. As respostas podem ser breves pois o importante é saber quais pontos são relevantes durante o ensino desse conteúdo. O formulário é anônimo e apenas a síntese de suas respostas serão publicados em meu artigo. Desde já agradeço a colaboração.

Quais são as maiores dificuldades que os alunos encontram ao serem apresentados ao conteúdo de genética? *

0 uso da matemática nos cálculos de probabilidade. Ter uma visão espacial dos genes distribuídos em seus respectivos loci em um cromossomo.

Em uma escala de 0 a 10, o quanto você sente que o aluno compreendeu o conteúdo ao final do processo de ensino? *

8

Você entende que a sua formação como professor o torna apto a ministrar esse conteúdo? *

- (●) Sim
- ( ) Não
- ( ) Parcialmente

Qual a maior dificuldade que você encontra ao ministrar o conteúdo de genética para os alunos? *

A base matemática, pois eles não esperam o uso da matemática nas aulas de Biologia.

Quais estratégias pedagógicas funcionaram durante as aulas? *

Trazer exemplos próximos a sua realidade, como cor dos olhos da família etc.

Quais formas de avaliação desse conteúdo, além da prova escrita tradicional, podem ser aplicadas para os alunos? *

participação dos alunos durante a aula teórica e na execução dos exercícios.

Os alunos se mostram receptivos ao conteúdo? *

- ○ Sim
- ○ Não
- ◉ Parcialmente

Os materiais didáticos são adequados ao conteúdo e sua complexidade? *

- ◉ Sim
- ○ Não
- ○ Parcialmente

Os avanços de recursos tecnológicos implementados nas escolas, auxiliaram a superar barreiras de ensino do conteúdo? *

- ○ Sim
- ○ Não
- ◉ Parcialmente

Na sua opinião, quais estratégias você propõe para tornar esse conteúdo mais atrativo para os alunos e por sua vez, aumentar a taxa de compreensão dele? *

Trazer os exemplos para próximo de sua realidade e atividades práticas.

Este conteúdo não foi criado nem aprovado pelo Google.

Google Formulários

Pesquisa para artigo científico: O ensino de genética na BNCC

Estou elaborando o meu artigo científico de tema: O ensino de genética na BNCC, e para isso gostaria da colaboração de vocês. Esse breve formulário tem o objetivo de compreender quais são as principais dificuldades do ensino de genética em sala de aula e saber de vocês quais formas de lidar com essas dificuldades funcionaram ou não. As respostas podem ser breves pois o importante é saber quais pontos são relevantes durante o ensino desse conteúdo. O formulário é anônimo e apenas a síntese de suas respostas serão publicados em meu artigo. Desde já agradeço a colaboração.

Quais são as maiores dificuldades que os alunos encontram ao serem apresentados ao conteúdo de genética? *

Acredito que a dificuldade está no processo de associação de informações em universos microscópicos com a ausencia da visualixação na grande parte das escolas. A falta de laboratóriso agrava isso.

Em uma escala de 0 a 10, o quanto você sente que o aluno compreendeu o conteúdo ao final do processo de ensino? *

6

Você entende que a sua formação como professor o torna apto a ministrar esse conteúdo? *

- (●) Sim
- ( ) Não
- ( ) Parcialmente

Qual a maior dificuldade que você encontra ao ministrar o conteúdo de genética para os alunos? *

A falta de laboratórios e instrumentos práticas de aula.

Quais estratégias pedagógicas funcionaram durante as aulas? *

COstumo usar estudos de caso para a motivação inicial, depois utilizo slides para a visualização de debate dos conteúdos e por fim, faço uma proposta investigativa em grupos.

Quais formas de avaliação desse conteúdo, além da prova escrita tradicional, podem ser aplicadas para os alunos? *

Participação e entrega dos relatos da proposta investigativa;

Os alunos se mostram receptivos ao conteúdo? *

- ○ Sim
- ○ Não
- ◉ Parcialmente

Os materiais didáticos são adequados ao conteúdo e sua complexidade? *

- ○ Sim
- ○ Não
- ◉ Parcialmente

Os avanços de recursos tecnológicos implementados nas escolas, auxiliaram a superar barreiras de ensino do conteúdo? *

- ○ Sim
- ○ Não
- ◉ Parcialmente

Na sua opinião, quais estratégias você propõe para tornar esse conteúdo mais atrativo para os alunos e por sua vez, aumentar a taxa de compreensão dele? *

A intensificação das relações com conteúdos do contidiano do aluno e as ações práticas.

Este conteúdo não foi criado nem aprovado pelo Google.

Google Formulários