



**INSTITUTO FEDERAL DE ALAGOAS**

**CAMPUS MURICI**

**CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO *LATO SENSU* EM METODOLOGIAS DO ENSINO  
DE CIÊNCIAS E MATEMÁTICA**

**BÁRBARA VIRGÍNIA MENDONÇA DA SILVA CORREIA**

**APRENDIZAGEM BASEADA EM PROBLEMATIZAÇÃO PARA ENSINO DE  
GENÉTICA NA EDUCAÇÃO BÁSICA: UMA SEQUÊNCIA DIDÁTICA**

**MURICI, AL**

**2024**

**BÁRBARA VIRGÍNIA MENDONÇA DA SILVA CORREIA**

**APRENDIZAGEM BASEADA EM PROBLEMATIZAÇÃO PARA ENSINO DE  
GENÉTICA NA EDUCAÇÃO BÁSICA: UMA SEQUÊNCIA DIDÁTICA**

Artigo científico apresentado ao Curso de Pós-graduação *Lato Sensu* em Metodologia do Ensino de Ciências e Matemática, *campus* Murici, como requisito para obtenção do grau de especialista.

**Orientadora: Profa. Dra. Géssika Cecília  
Carvalho da Silva**

**Murici, AL**

**2024**



**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação**  
**Instituto Federal de Alagoas**  
*Campus Murici*  
**Biblioteca Professor Cícero Vieira de Araújo**

---

C824a Correia, Bárbara Virgínia Mendonça da Silva.  
**Aprendizagem baseada em problematização para ensino de genética na educação básica: uma sequência didática** / Bárbara Virgínia Mendonça da Silva Correia - 2024.  
24f.

Arquivo no Formato PDF do Trabalho Acadêmico.

Orientação: Prof<sup>ª</sup>. Dra. Géssika Cecília Carvalho da Silva.

Artigo Científico (Especialização em Metodologias Aplicadas no Ensino de Ciências e Matemática) Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Alagoas, Murici. Murici, 2024.

1. Ensino por investigação      2. Ciências naturais      3. Metodologias ativas  
4. Genética      5. Ensino transversal      6. Diversidade étnico-racional      I. Título

CDD: 371.3

**BÁRBARA VIRGÍNIA MENDONÇA DA SILVA CORREIA**

**APRENDIZAGEM BASEADA EM PROBLEMATIZAÇÃO PARA ENSINO DE  
GENÉTICA NA EDUCAÇÃO BÁSICA: UMA SEQUÊNCIA DIDÁTICA**

Artigo científico apresentado ao Curso de Pós-graduação *Lato Sensu* em Metodologia do Ensino de Ciências e Matemática, *campus* Murici, como requisito parcial para obtenção do grau de especialista.

**Aprovado em: 06/02/2024.**

**AVALIADOR:**

Profa. Dra. Daniele Santos Tavares Pereira  
Profa. Dr. Carlos Alexsandro de Carvalho Souza

**Murici, AL**

**2024**

## APRENDIZAGEM BASEADA EM PROBLEMATIZAÇÃO PARA ENSINO DE GENÉTICA NA EDUCAÇÃO BÁSICA: UMA SEQUÊNCIA DIDÁTICA

### PROBLEM-BASED LEARNING FOR TEACHING GENETICS IN BASIC EDUCATION: A DIDACTIC SEQUENCE

Bárbara Virgínia Mendonça da Silva Correia  
Géssika Cecília Carvalho da Silva

#### RESUMO

A Genética em sua essência busca despertar a abordagem investigativa do aluno, sendo uma ferramenta de letramento científico importante. Tradicionalmente, as práticas pedagógicas do ensino de Genética na educação básica centram-se em aulas expositivas, reprodução de conceitos e resolução de exercícios para validação da aprendizagem. O distanciamento da metodologia de aprendizagem se reflete na dificuldade dos alunos em contextualizar temáticas interdisciplinares e transdisciplinares da Genética, tais como o conceito de raça, cor de pele e seus impactos na temática de diversidade étnico-racial. Nesse sentido, o uso de metodologias ativas visa modificar esse cenário através de estratégias didáticas com foco no protagonismo do aluno e promoção do letramento científico. Dentre as diversas estratégias metodológicas, a aprendizagem baseada em problemas (ABP) destaca-se como uma importante alternativa para o professor, devido ao senso investigativo inerente a abordagem de ensino. Nesta metodologia, o problema é o ponto fundamental do processo de ensino e o aluno deve desenvolver a habilidade de elaborar hipóteses, testar, coletar dados, discutir e tomar decisões, aplicar seus conhecimentos para solucioná-lo. A partir dessa problemática, este estudo tem por objetivo elaborar uma proposta de intervenção composta por uma sequência didática usando a metodologia de ABP para o ensino da temática étnico-racial nos anos finais do Ensino Fundamental. O estudo é de natureza qualitativa, como objetivo descrito. Para o planejamento da sequência didática foram empregadas as concepções aprendizagem preconizada por Lev Vygotsky (1896-1934), a aprendizagem pela experiência, de John Dewey (1859-1952), a aprendizagem significativa de David Ausubel (1918-2008), bem como a perspectiva freiriana da autonomia (Paulo Freire, 1921-1997)

**Palavras-chaves:** Ensino por investigação; Ciências Naturais; Metodologias ativas; Genética; Ensino transversal; diversidade étnico-racial

## ABSTRACT

Genetics in its essence seeks to awaken the student's investigative approach, being an important scientific literacy tool. Traditionally, pedagogical practices for teaching Genetics in basic education focus on expository classes, reproduction of concepts and solving exercises to validate learning. The distancing of the learning methodology is reflected in the students' difficulty in contextualizing interdisciplinary and transdisciplinary themes in Genetics, such as the concept of race, skin color and their impacts on the theme of ethnic-racial diversity. In this sense, the use of active methodologies aims to modify this scenario through teaching strategies focused on student protagonism and promoting scientific literacy. Among the various methodological strategies, problem-based learning (PBL) stands out as an important alternative for teachers, due to the investigative sense inherent to the teaching approach. In this methodology, the problem is the fundamental point of the teaching process and the student must develop the ability to develop hypotheses, test, collect data, discuss and make decisions, apply their knowledge to solve it. Based on this problem, this study aims to develop an intervention proposal consisting of a didactic sequence using the PBL methodology for teaching ethnic-racial themes in the final years of Elementary School. The study is qualitative in nature, as described in objective. To plan the didactic sequence, the learning concepts advocated by Lev Vygotsky (1896-1934), learning through experience, by John Dewey (1859-1952), meaningful learning by David Ausubel (1918-2008), as well as the Freire's perspective on autonomy (Paulo Freire, 1921-1997).

**Keywords:** Research-based teaching; Natural Sciences; Active methodologies; Genetics.

## 1. INTRODUÇÃO

O ensino de genética na educação básica possibilita aos estudantes compreenderem os princípios da hereditariedade e da diversidade biológica dos seres vivos. Adicionalmente, a temática contribui para a compreensão de muitas questões contemporâneas, tais como a engenharia genética, terapias gênicas e testes genéticos, que auxiliam o processo formativo do aluno para discussões éticas e sociais importantes.

A Base Nacional Comum Curricular (BNCC) da educação básica brasileira destaca que dentro da área de Ciências Naturais, o aluno deve desenvolver a habilidade de:

Analisar e debater situações controversas sobre a aplicação de conhecimentos da área de Ciências da Natureza (tais como tecnologias do DNA, tratamentos com células-tronco, produção de armamentos, formas de controle de pragas, entre outros), com base em argumentos consistentes, éticos e responsáveis, distinguindo diferentes pontos de vista (BRASIL, 2018, p. 545).

Entretanto, Campos *et al.* (2018) em estudos da área de ensino de Genética em Biologia e Ciências destacam que: “Os conceitos biológicos são fontes de muitas das dificuldades para os alunos, e isso pode servir de incentivo para que os professores busquem novas formas de organizar e abordar os conteúdos” (Campos *et al.*, 2018, p. 3). De acordo com Stewart (1988), durante a aplicação dos conceitos de genética, o aluno avalia situações problemas e desenvolve o raciocínio para compreensão da relação causa-efeito existente em diferentes categorias de problemas.

Entretanto, tradicionalmente, o ensino de Genética é realizado através de aulas expositivas focadas na transmissão de conteúdos abstratos sobre os genes, alelos e etc. Nesta abordagem, o professor é o centro do processo de ensino, e a aprendizagem é mecanizada e verticalizada no sentido professor ao aluno. Silva (2021) destaca que: “Essa metodologia proporciona o distanciamento e dissociação do conteúdo em relação ao meio em que o estudante está inserido, provocando desinteresse por parte dos estudantes e impossibilitando o processo de aprendizagem” (Silva, 2021, p. 4).

Assim, a educação contemporânea tem desafiado cada vez mais o ensino tradicional e provocado a formação docente. Nesse percurso, há uma “migração do ‘ensinar’ para o ‘aprender’”, com o desvio do foco do docente para o aluno, que assume a corresponsabilidade pelo seu aprendizado” (Souza; Iglesias; Pazin-Filho, 2014, p. 285). Nesse cenário, as metodologias ativas tem se destacado nas discussões sobre reformulações dos métodos de aprendizagem e currículos escolares. Nesse paradigma inovador, o professor assume a função de mediador e facilitador, uma vez que “Educar é praticar a liberdade, a busca, a crítica, a invenção” (Freire, 1997).

Moran (2015) destaca que as metodologias de ensino precisam acompanhar os objetivos pretendidos auxiliando o aluno. O docente, neste caso, necessita recorrer a novos estudos e selecionar informações adequadas que se encaixem a aprendizagem efetiva, assim diferenciando-se das aulas rotineiras com caráter passivo (Barbosa, 2013). No entanto, o processo de formação docente nem sempre acompanhada essa demanda, gerando lacunas que podem comprometer a efetividade da aplicação dessas metodologias. A formação docente tradicional, muitas vezes focada em conteúdos e teorias, negligencia o desenvolvimento de habilidades essenciais. Soma-se a essas dificuldades a falta de suporte institucional adequado,

como tempo e recursos para planejamento e implementação de metodologias ativas, além da desvalorização profissional do docente.

Diante do contexto exposto, o presente trabalho tem por objetivo propor uma sequência didática sobre o ensino de Genética em Ciências Naturais empregando a metodologia da metodologia de Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP) para a discussão da temática de herança genética da cor de pele e sua relação étnico-racial.

A ABP é uma estratégia educacional baseada na identificação do problema, e na busca de soluções, de situações complexas baseadas na vida real (*ill-structured problem*) por pequenos grupos-de-estudo (*tutorial group*) que deverão assumir a posição de parte-interessada (*stakeholder*) na solução do problema, supervisionados por um professor orientador (*tutor*) (Silva Filho *et al.*, 2010, p. 5).

Borochovicus e Tassoni (2021) destacam que a prática da ABP estimula o protagonismo do aluno frente ao desenvolvimento da sua aprendizagem, pois as aulas tornam-se mais prazerosas, desafiadoras e engajadoras, envolvendo o estudante. No ensino baseado na ABP, o aluno é o centro do processo de aprendizagem, sendo desafiado a resolver problemas em situações próximas à sua realidade nas quais seus conhecimentos prévios e interdisciplinares são aplicados para solução dos problemas. Crê-se que, com essa proposta, o aluno seja estimulado a refletir os conhecimentos prévios genéticos e aplicá-lo frente ao tema selecionado. Assim, os resultados podem vir a contribuir para o protagonismo do aluno e a promoção de novas ideias para os professores de Ciências na formação autônoma e integral dos estudantes.

## 2. ENSINO DE GENÉTICA E A TEMÁTICA ÉTNICO-RACIAL EM CIÊNCIAS NATURAIS

O ensino de Genética nas escolas brasileiras, de acordo com a BNCC (2018), está inserido no Ensino Fundamental Anos Finais na área de Ciências da Natureza, na Unidade temática de Vida e Evolução. Os conceitos sobre herança genética estão entre as principais habilidades a serem desenvolvidas por alunos do 9º ano do Ensino Fundamental, como recomenda a BNCC (BRASIL, 2018):

**(EF09CI08)** Associar os gametas à transmissão das características hereditárias, estabelecendo relações entre ancestrais e descendentes.  
**(EF09CI09)** Discutir as ideias de Mendel sobre hereditariedade (fatores hereditários, segregação, gametas, fecundação), considerando-as para resolver problemas envolvendo a transmissão de características hereditárias em diferentes organismos.

Na etapa do Ensino Médio, o ensino de genética está inserido na competência específica 2 de Ciências da Natureza e suas Tecnologias. A genética é um conteúdo de grande relevância no ambiente escolar, visto que seu ensino possibilita ao aluno o desenvolvimento de pensamento crítico sobre temas como clonagem, terapia gênica, transgênico, vacinas recombinantes, reprodução assistida, etc. Adicionalmente, os conhecimentos adquiridos sobre os padrões de hereditariedade e os cruzamentos genéticos, ampliam a visão do aluno sobre a biodiversidade dos seres vivos.

Entretanto, verifica-se que existem diversas dificuldades relacionadas ao processo de ensino e aprendizagem de Genética. Os conceitos básicos da Genética são de difícil entendimento, pois é apresentado de forma teórica e com poucas atividades que envolvam os alunos e que busquem estabelecer um elo entre os termos genéticos e realidade do aluno.

De acordo com Silva; Maciel e Castro (2019, p. 721), “O ensino da genética necessita que o aluno tenha formalizado uma rede de conceitos que envolvem a biologia molecular, a bioquímica, cálculos elementares de probabilidade, e uma série de exceções relacionadas à produção e aplicabilidade do conhecimento biológico”. Os autores destacam que, para resolver problemas básicos em genética, os alunos precisam ter formalizado conceitos abstratos como dominância, recessividade, alelo, gene, frequência, etc. Assim, a não formalização desses conceitos distanciam o aluno do processo de aprendizagem, tornando a resolução dos problemas mecanizada. A desconexão desses conceitos genéticos com o cotidiano do aluno, torna-se um obstáculo para a aprendizagem e este cenário.

Franzolin *et al.* (2020, p. 241) destacam que o ensino de genética nas salas de aula como apenas uma simples característica humana “(...) não auxiliará o estudante a desenvolver uma visão da complexidade na determinação de suas características fenotípicas necessárias para o combate ao determinismo genético”. Assim, é imprescindível que os professores busquem a contextualização dos temas de Genética, de modo que o aluno não apenas compreenda a origem no DNA, mas sua relação com a genética de populações, genômica e conteúdos históricos e sociais da sociedade. Dentro dessa perspectiva, um dos temas orientados dentro dos temas transversais do multiculturalismo da BNCC (2018) é a diversidade étnico-racial da população e suas definições genéticas.

De acordo com Deng e Xu (2018, p. 9-10), “a cor de pele humana é uma característica altamente variável e complexa como consequência da forte pressão de seleção, por sua vez é controlada por múltiplos *loci* genéticos”. O determinismo genético usado tradicionalmente nos livros didáticos de ensino de Genética categoriza as variações de coloração de pele, definindo conceito de raça, sem levar em consideração os fatores históricos, sociais e ambientais. Assim, nesta perspectiva o determinismo genético fomenta a visão estigmatizada do aluno.

“Reconhecer a diferença e questionar os conceitos homogêneos, ditos pela sociedade que excluem o diferente, é um grande passo dado em prol da valorização e respeito a determinado grupo” (Mesquita *et al.*, 2014, p. 3). Mesquita *et al.* (2014) destacam que desconstruir a diferença étnico-racial é essencial para se caracterizar um indivíduo, sendo fundamental pluralizar e reinventar identidades estigmatizadas na sociedade que alimentam o preconceito racial. Nesse sentido, a contribuição das mudanças de abordagens quanto à temática de raça dentro dos espaços escolares no ensino de Genética e conteúdos correlatos vem a contribuir para modificar esse cenário.

### **3. METODOLOGIAS ATIVAS E APRENDIZAGEM BASEADA EM PROBLEMA**

Ensinar e aprender estão vinculados; assim, “a significação do ensino depende do sentido que se dá à aprendizagem e a significação da aprendizagem depende das atividades geradas pelo ensino” (Saint-Onge, 2001, p. 32). De acordo com Moran (2015), no processo de ensino e aprendizagem é preciso ter um olhar peculiar para adequações das práticas pedagógicas para acompanhar os objetivos pretendidos. O autor destaca que as metodologias de ensino na educação contemporânea devem envolver o aluno em atividades que os desafiem a tomar decisões e avaliar seus resultados. Assim, os alunos desenvolvem seu senso criativo e autonomia em experimentar possibilidades para aplicação do seu conhecimento, possibilitando o desenvolvimento de uma aprendizagem ativa.

A aplicação dos conhecimentos em contextos distintos demanda mais do que uma mera memorização ou uma abordagem mecânica na resolução de exercícios. Nesse sentido, as metodologias de ensino na escola do século XXI tendem a deslocar o

ênfase do processo de ensino e aprendizagem do professor para o aluno, através das metodologias ativas.

Segundo Moran (2018, p. 4), as metodologias ativas “[...] dão ênfase ao papel de protagonista do aluno, ao seu envolvimento direto, participativo e reflexivo em todas as etapas do processo”. A aprendizagem ativa ocorre quando o aluno se envolve ativamente com o conteúdo estudado, através da audição, expressão verbal, questionamento, discussão, prática e ensino (Barbosa; Moura, 2013).

Os alunos confrontados com situações problemas desenvolvem a habilidade de desenvolver estratégias de enfrentamento, tais como planejamento de etapas, estabelecimento de relações, verificação de regularidades. Nesse contexto, o aluno assume o espírito de pesquisa, pois aprende a consultar, experimentar, organizar dados, sistematizar resultados, raciocinar, ampliar sua autonomia, a capacidade de comunicação e de argumentação.

A Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP), do inglês *Problem-Based Learning (PBL)*, nasceu na escola de Medicina de McMaster na cidade de Hamilton, Ontário, no Canadá. A proposta base da metodologia consistia em estimular o desenvolvimento do pensamento crítico e reflexivo dos estudantes de medicina quando confrontados com situações-problemas próximo da sua realidade profissional. Os princípios que norteiam a ABP são similares às propostas educacionais de John Dewey, que valorizam a experiência no processo de aprendizagem, e de Jerome Seymour Bruner, na qual destaca o papel instigador do professor em estimular a curiosidade do aluno (Borochrovicius; Tassoni, 2021).

De acordo com Thomassen e Jørgensen (2021), a ABP desenvolve a autonomia do aluno, fazendo o mesmo refletir sobre as situações problemas dentro do seu conjunto de conhecimentos teóricos e práticos. Assim, na resolução do problema o aluno desenvolve sua aprendizagem no âmbito conceitual, atitudinal e procedimental. As habilidades e competências desenvolvidas pelos alunos na APB são a essência do processo de aprendizagem significativa, pois estimulam a participação, criticidade, iniciativa, comunicação, investigação e resolução do problema, valorizando o trabalho em grupo e individual (Gardner, 1994).

O problema na ABP é o eixo principal do processo de estruturação da aprendizagem, pois o mesmo guia o aluno a reunir seus conhecimentos teóricos e

cotidianos para a resolução do problema. Segundo Andrade e Campos (2018, p. 531), “o fator principal da sua eficiência é o uso de problemas que criem a aprendizagem através de uma nova experiência, nova aquisição e do reforçamento do aprendizado já existente”. O problema utilizado na ABP “não diz respeito aos pseudoproblemas expostos cotidianamente no ambiente da escola, mas à tarefa de aprender redescobrimo a partir da experimentação” (Silva; Diniz, 2018, p. 2).

A metodologia da ABP reúne seis componentes essenciais: o problema, os grupos tutoriais, o estudo individual, a avaliação do estudante, os blocos e as unidades através dos quais se estrutura o currículo (Mamede; Penaforte, 2001). Os grupos tutoriais, de 8 a 10 alunos, buscam através de construção individual e coletiva de conhecimento soluções para o problema central. No grupo tutorial, duas figuras são importantes para a organização do conhecimento coletivo: o aluno-coordenador, responsável por organizar e regular a atividade do grupo na resolução do problema; e o aluno-relator, responsável por registrar e sistematizar as informações para a equipe (Schmidt; Moust, 1995).

O professor na metodologia ABP assume o papel de tutor, ou orientador dos grupos tutoriais, se posicionando como um instigador dos alunos para reflexão dos seus questionamentos e tomada de decisões (SOUSA, 2010). O professor torna-se um facilitador da aprendizagem, criando condições para que os alunos se tornem mais autônomos e capazes de tomar suas decisões através da aplicabilidade do seu conhecimento individual e coletivo nas sessões tutoriais. O professor na condição de tutor “facilita a dinâmica grupal e avalia os alunos sob o foco cognitivo e comportamental” (Silva; Diniz, 2008, p. 2).

Segundo Lopes *et al.* (2019), no método da ABP, a aprendizagem é estabelecida em três momentos específicos. No primeiro ciclo o grupo de alunos ou grupo tutorial deparam-se com um problema formulado pelo professor tutor. Nesta situação, os alunos são estimulados a realizar duas ações essenciais, formular e analisar o problema, de acordo com seus conhecimentos prévios. O autor destaca que os grupos tutoriais são estimulados inicialmente a identificar informações fornecidas no problema, esboçar hipóteses da situação problema e identificar informações que julgarem necessárias. O segundo momento é marcado pela aprendizagem individual e autogerida de cada aluno do grupo tutorial, através da busca de informações para elaboração de uma estratégia de resolução do problema. No terceiro momento, os

alunos do grupo tutorial se reúnem com as diversas informações coletadas por cada integrante e devem através do compartilhamento dos dados coletados realizar um debate até alcançar uma conclusão para resolução do problema.

De acordo com Polya (2006), algumas práticas que podem ser seguidas para conseguir solucionar problemas: a primeira prática é ter conhecimento do problema, antes de qualquer outra coisa deve-se compreender o problema como um todo, é de suma importância entender o que problema busca; a segunda prática é a busca de uma metodologia, faz-se necessário a elaboração de metodologias para se fazer a junção entre os dados apresentados como o problema e o que busca o problema; a terceira prática é a resolução das metodologias, a solução dos métodos anteriormente elaborados, seguindo o passo a passo, gradativamente, averiguando a elaboração de cada passo; a quarta prática, a análise é a reanálise dos produtos das soluções, tirar a prova, e rever o resultado, as respostas e o trajeto trilhado até ele, é a fase de localizar e refazer possíveis erros

O problema-central na ABP é elaborado pelos professores, e deve estimular os alunos a integrarem prévios e novos conhecimentos De acordo com Morey *et al.* (2021, p.143), “o professor deve conhecer as necessidades e possibilidades dos grupos de estudantes para organizar problemas que despertem os interesses, por abordarem uma situação do contexto deles”. Nessa perspectiva, os problemas na metodologia ABP não são padronizados, e sim adequados às realidades de cada etapa ou conteúdo da educação básica, sendo necessário o professor refletir sobre “o que o aluno deve saber?”, “o que se deve saber fazer?” e “como se deve ser?”.

De acordo com Sockalingam (2015), a elaboração de problemas no ensino ABP pode ser otimizada ao considerar diversos elementos que visam direcionar eficazmente os alunos em seu processo de aprendizado. A utilização de títulos atraentes, pistas ou palavras-chave, analogias, metáforas, histórias e imagens é destacada como uma estratégia eficaz para capturar a atenção dos estudantes. Reconhece-se que as percepções dos alunos sobre a dificuldade do problema e sua disposição para abordá-lo estão intrinsecamente ligadas a suas dificuldades individuais de aprendizado. Nesse sentido, a familiaridade, aplicabilidade do problema e a consideração dos níveis de conhecimento prévio dos alunos são aspectos essenciais a serem ponderados. Esse enfoque multidimensional na elaboração de

problemas busca criar um ambiente educacional mais envolvente e adaptado às necessidades individuais dos alunos.

#### 4. SEQUÊNCIA DIDÁTICA PARA ENSINO DE GENÉTICA BASEADO NA APRENDIZAGEM BASEADA EM PROBLEMA

A proposta didática será dividida em cinco momentos pedagógicos nos quais o professor utilizará o princípio do método ABP para aluno do 9º ano do Ensino Fundamental Anos Finais. Os alunos, assumindo o papel de geneticistas, têm a tarefa de analisar os genótipos e fenótipos de uma situação problema e elucidar as características genéticas da herança da cor de pele. A sequência didática auxilia o planejamento do docente visto que represente segundo Zabala (2008, p. 15) "um conjunto de atividades articuladas, com objetivos claros, que se desenvolvem ao longo de um tempo, com o intuito de levar os alunos à aprendizagem de um conteúdo específico". O quadro 1 sumariza as etapas/fases de execução da proposta da sequência didática:

**Quadro 1.** Sequência didática para aplicação e resolução do “Estudo de Caso sobre herança genética da cor de pele”.

Planejamento	Sequência didática
<p><b>1ª etapa</b>            Duração: 2 aulas            Local: em sala de aula.            Recursos e/ou materiais necessários: quadro branco, lápis, borracha, caderno, materiais de pesquisa</p>	<p>- Aula expositiva-dialogada sobre Herança Monogênica e Poligênica na determinação de fenótipos.</p>
<p><b>2ª etapa</b>            Duração: 1 aula            Local: em sala de aula.            Recursos e/ou materiais necessários: quadro branco, lápis, borracha, caderno, materiais de pesquisa            Formação dos grupos de alunos de 5 a 6 alunos</p>	<p>- Aplicação do estudo de caso sobre “Herança genética da cor de pele”</p>
<p><b>3ª etapa</b>            Duração: 1 aula            Local: laboratório de informática</p>	<p>- Pesquisa tutorial presencial e à distância usando Fóruns Colaborativos</p>

Recursos e/ou materiais necessários: computador, internet, caderno, lápis	
<b>4ª etapa</b> Duração: 2 aulas Local: em sala de aula. Recursos e/ou materiais necessários: datashow, computador, quadro branco	- Apresentação da resolução do Caso e feedback dos grupos tutoriais
<b>5ª etapa</b> Duração: 1 aula Local: em sala de aula. Recursos e/ou materiais necessários: datashow, computador, quadro branco	- Aula expositiva-dialogada sobre Epigenética e determinação da cor de pele.

Fonte: Os autores (2024).

Na sequência didática proposta, optou-se por iniciar com uma aula expositiva sobre herança monogênica e poligênica, com o objetivo de fornecer subsídios teóricos, como ponto de partida para compreensão do caso. Nesse sentido, a aula trará uma explanação sobre a diferença entre herança monogênica e poligênica, omitindo o exemplo da cor de pele que será foco da situação problema. A herança monogênica envolve a influência de um único par de genes na expressão de um traço específico. Enquanto, a herança poligênica envolve a influência de vários genes na expressão de um traço.

Assim, é importante ao fim da aula que o aluno reconheça a inter-relação entre os genes contidos no seu genético e expressão de uma proteína, que determina a expressão fenotípica de uma determinada característica. Sugere-se que, ao fim da abordagem, o professor realize uma avaliação diagnóstica com o objetivo de verificar se o aluno compreende requisitos básicos para a aplicação do conteúdo sobre “Herança genética da cor de pele”.

Conforme Zabala (2006), a essência primordial da assimilação de um novo conteúdo reside na habilidade de empregar e revisar os conhecimentos prévios do aluno. Os conhecimentos pré-existentes do estudante ajudam os mesmos a realizarem uma análise preliminar do conteúdo recém-introduzido, atribuindo-lhe um nível inicial de significado, o que, por sua vez, marca o início do seu processo de aprendizagem (Miras, 2006).

O quadro 2 reúne alguns dos conteúdos mínimos disciplinares de Genética que o aluno necessita dominar para compreensão do caso. Como a sequência didática busca a aprendizagem ativa do aluno, o professor pode adaptar a avaliação diagnóstica dessa etapa, que use as ferramentas pedagógicas da metodologia ativa na sua elaboração.

**Quadro 2.** Conteúdos prévios requisitados para aplicação da sequência didática.

<b>Conteúdo</b>	<b>Habilidade da BNCC</b>	<b>Objetivo de aprendizagem</b>
<b><i>Princípios básicos das leis de Mendel</i></b>	(EF09CI09) Discutir as ideias de Mendel sobre hereditariedade (fatores hereditários, segregação, gametas, fecundação), considerando-as para resolver problemas envolvendo a transmissão de características hereditárias em diferentes organismos.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Compreender a transmissão hereditária de características.</li> <li>- Compreender dominância, recessividade, segregação e recombinação gênica.</li> </ul>
<b><i>Cromossomos e Herança Genética:</i></b>	(EF09CI08) Associar os gametas à transmissão das características hereditárias, estabelecendo relações entre ancestrais e descendentes.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Compreender a relação entre genes, cromossomos e herança genética.</li> <li>- Compreender noções sobre cromossomos sexuais e autossômicos.</li> </ul>
<b><i>Padrões de Herança:</i></b>	(EF09CI09) Discutir as ideias de Mendel sobre hereditariedade (fatores hereditários, segregação, gametas, fecundação), considerando-as para resolver problemas envolvendo a transmissão de características hereditárias em diferentes organismos.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Distinguir herança autossômica dominante e recessiva.</li> </ul>
<b><i>Genética Molecular:</i></b>	(EF09CI09) Discutir as ideias de Mendel sobre	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Adquirir noções sobre o código genético e como os genes são</li> </ul>

	hereditariedade (fatores hereditários, segregação, gametas, fecundação), considerando-as para resolver problemas envolvendo a transmissão de características hereditárias em diferentes organismos.	expressos na formação de proteínas.
<b>Mutação Genética</b>	(EF09CI09) Discutir as ideias de Mendel sobre hereditariedade (fatores hereditários, segregação, gametas, fecundação), considerando-as para resolver problemas envolvendo a transmissão de características hereditárias em diferentes organismos.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Compreender mutações genéticas que podem ocorrer e influenciar a herança.</li> <li>- Noções sobre mutações cromossômicas.</li> <li>- Compreender a influência dos fatores externos na expressão gênica.</li> </ul>

Fonte: Os autores (2024).

A construção do problema pelo professor deve ter uma intencionalidade, visando introduzir novos termos ou palavras, que estimulem o aluno no seu estudo individual descobrir esses conceitos e relacioná-los com a situação problema. Sobre a temática da determinação da cor de pele no ensino de Genética, Goldbach *et al.* (2009) destacam que os livros didáticos, muitas vezes, apresentam a temática de forma fragmentada, descontextualizada e desatualizada, e uma vez propagados no ensino podem reforçar preconceitos na interpretação da herança genética. Assim, esse fator é relevante para o professor na construção da situação-problema, buscando romper com essa barreira através de questões que destaquem a interdisciplinaridade na determinação da raça com questões cotidianas.

Como situação problema para discussão sobre herança poligênica da cor de pele, sugere-se a descrita no Quadro 3:

**Quadro 3.** Situação problema adequada às competências e habilidades do 9 ano do Ensino Fundamental.

*Caso Clínico “Herança genética da cor de pele:*

Carlos, um jovem de 14 anos, branco, procura entender melhor as variações na cor de pele em sua família, visto que em um determinado episódio viu sua mãe sofrer preconceito devido a sua cor da pele e ficou muito triste. Os avós maternos de Carlos são negros, enquanto os avós paternos têm uma pele mais clara. Os avós maternos de Carlos nasceram em uma época marcada por desigualdades raciais e discriminação. O pai de Carlos é branco, porém nota-se que entre seus filhos, Carlos e seus irmãos, há uma notável variação na pigmentação cutânea. Carlos está intrigado com a herança da cor de pele em sua família e deseja entender como fatores genéticos e epigenéticos podem contribuir para a diversidade de tons de pele entre os membros de sua família.

Questão norteadora: *Como pode-se auxiliar Carlos a entender a variação de tons de pele da família?*

Fonte: Os autores (2024)

Na proposta acima, o aluno precisará buscar informações para identificar os genes específicos relacionados à pigmentação da pele em sua família. Nas suas buscas, o aluno irá investigar as modificações epigenéticas no DNA, como metilação do DNA e modificações nas histonas, e sua influência na expressão dos genes relacionados à cor de pele. Adicionalmente, o aluno irá discutir como os fatores ambientais, tais como exposição solar, dieta e estilo de vida, podem interagir com a epigenética e influenciar na manifestação fenotípica da cor de pele.

Na segunda etapa de aplicação da sequência didática, o professor deve iniciar apresentando a metodologia de ensino da ABP para os alunos e a situação problema. Nesta etapa, é importante realizar a instrução aos alunos para que a metodologia seja aplicada adequadamente. O professor irá dividir a turma em grupos tutoriais de 8 a 10 alunos. Cada grupo deve escolher um aluno que será o líder ou coordenador do grupo e o relator ou secretário. Estes terão um papel crucial em organizar as informações na elaboração das hipóteses e discussões em grupo. Após, o professor deve solicitar a leitura silenciosa da situação problema, inicialmente de forma individual e depois, em grupo. A leitura guiada individual e coletiva nos grupos tutoriais é uma forma de integração e estímulo ao compartilhamento de dúvidas entre os alunos, auxiliando na elaboração das hipóteses.

O professor, neste momento, precisa estar atento à construção das hipóteses para o caso, auxiliando os alunos a refletirem sobre seus conhecimentos prévios através de perguntas norteadoras. De acordo com as diretrizes dos estudos de Polya (2006), para resolver um problema, o aluno precisa compreendê-lo. Assim, ao questionar os

alunos, o professor auxilia os mesmos a criarem métodos para resolução e encoraja os alunos a questionar os professores, criando um ambiente dinâmico de construção das informações.

Após a leitura do caso, o aluno se depara com inúmeras informações e um momento crucial do *brainstorming* (chuva de ideias), na qual busca-se usar seus conhecimentos prévios e o senso comum para tentar formular o máximo de explicações. Neste momento, o aluno exercita seu protagonismo ao construir de forma autônoma seus conhecimentos e trabalha sua habilidade em grupo, através das discussões entre os grupos tutoriais.

Na terceira etapa, os alunos dos grupos tutoriais serão estimulados a realizarem seus estudos individuais. Nesta etapa, pode-se inserir o uso de tecnologias da informação para pesquisa de dados que ajudem a reunir informações através de um Fórum Colaborativo, criado para cada grupo. A construção do fórum auxilia o professor a verificar se as informações coletadas pelos alunos estão embasadas em material científico de qualidade, de forma a conduzir adequadamente a aprendizagem.

O quarto momento da sequência didática traz a reunião de informações buscadas ativamente pelos alunos para a resolução do problema e a discussão coletiva na forma de apresentação. Nesta etapa busca-se reunir os dados para resolução do caso e comprovar as hipóteses elaboradas pelos estudantes no primeiro momento. O professor tutor acompanha a construção do raciocínio dos alunos e busca ao final verificar se a resolução proposta está de acordo com as competências e habilidades planejadas para o caso e se as premissas das hipóteses foram alcançadas. Após a apresentação da resolução, é importante o “*feedback*” do professor para aos grupos de tutoria. O professor busca neste momento apontar os pontos fortes e fragilidades do trabalho realizado pelo grupo, bem como, apontar as melhorias, discutir as questões para que o estudante possa refletir.

O quinto momento da sequência didática será finalizado com a integração de informações através de uma aula expositiva que discuta a relação dos fatores genéticos e epigenéticos na determinação da cor da pele. Ao fim do último momento da sequência didática, o aluno irá elaborar um relatório individual sobre os conhecimentos discutidos nas sessões tutoriais. Esta fase final é importante para

sistematização dos conceitos, termos, integração e aplicação das informações discutidas.

## 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A problematização do ensino de Genética através da ABP desenvolve no aluno tanto sua autonomia como sua habilidade de trabalhar em equipe nas sessões tutoriais. A questão problema elaborada pelo professor dentro da temática étnico-racial articular a teoria e prática da realidade do aluno, que culmina com a consolidação de uma aprendizagem efetiva e duradoura, integrando conteúdos disciplinares com temas transversais da BNCC. O ato do aluno se engajar no problema em gerar hipóteses, buscar informações, comparar dados, interpretar e tomar decisões, contribuem para desenvolver seu protagonismo e prepará-lo para a sua futura vida profissional. A proposta da sequência didática contribui para auxiliar os professores no seu processo de formação continuada, diante das mudanças das metodologias de ensino da sociedade contemporânea, principalmente frente à temática de Genética, a qual deixou de ser uma ciência distante do cotidiano do aluno e está atualmente inserida em diversos temas.

## REFERÊNCIAS

ANDRADE, M. A. B. S.; CAMPOS, L. M. L. A APRENDIZAGEM BASEADA EM PROBLEMAS NO ENSINO MÉDIO: O PROFESSOR COMO TUTOR PROBLEM-BASED LEARNING IN HIGH SCHOOL: THE TEACHER AS A TUTOR. Disponível em: <https://fep.if.usp.br/~profis/arquivos/vienpec/CR2/p558.pdf> . Acesso em: 29 de janeiro de 2024.

BARBOSA, E. F.; DE MOURA, D. G. Metodologias ativas de aprendizagem na educação profissional e tecnológica. **Boletim Técnico do Senac**, v. 39, n. 2, p. 48-67, 2013.

BOROCHOVICIUS, Eli; TASSONI, ELVIRA CRISTINA. Aprendizagem baseada em problemas: Uma experiência no ensino fundamental. **Educação em Revista**, v. 37, 2021.

BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília, DF: MEC, 2018. Disponível em: < <http://basenacionalcomum.mec.gov.br/abase/> >. Acesso em: 29 de janeiro de 2024.

CAMPOS, R. *et al.* Ensinar Genética e Evolução por meio de jogos didáticos: superando concepções alternativas de professores de ciências em formação. **Genética na Escola**, v. 13, n. 1, p. 24-37, 2018.

DENG, L.; XU, S. Adaptation of human skin color in various populations. **Hereditas**, nº 55, vol. 1, p. 9-10, 2018

FRANZOLIN, F. *et al.* Complexidade Genética e a Expressão da Cor da Pele, Cor dos Olhos e Estatura Humana: Transposição Didática. **Investigação em Ensino de Ciências**, v. 25, nº 1, 2020.

GARDNER, H. **Inteligências múltiplas: a teoria e prática**. Porto Alegre: Artmed, 1995.

GOLDBACH, T. *et al.* Para repensar o ensino de genética : levantamento e análise da produção acadêmica da área do ensino de ciências e Biologia no Brasil. **Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas**, n.º Extra, p. 1830-1834, 2009.

LOPES, R. M. *et al.* Características gerais da aprendizagem baseada em problemas. In: **LOPES, Renato Matos; FILHO, Moacelio Veranio; ALVES, Neila Guimarães. Aprendizagem baseada em problemas: fundamentos para a aplicação no ensino médio e na formação de professores**. Rio de Janeiro: Publiki, p. 45-72, 2019.

MAMEDE, S.; PENAFORTE, J. (orgs). **Aprendizagem Baseada em Problemas: Anatomia de Uma Nova Abordagem Educacional**. Fortaleza: Hucitec, 2001.

MELLO, P. F. T. C.; GONÇALVES, P. R. Grupos sanguíneos a partir da aprendizagem baseada em problemas: elaboração e avaliação de uma proposta didática investigativa. **Revista de Ensino de Ciências e Matemática**, v. 11, n. 6, p. 918-936, 2020.

MESQUITA, G. E. F. *et al.* "RAÇA" E DESIGUALDADE: PROBLEMATIZANDO CONCEPÇÕES. Disponível em:

[https://www.editorarealize.com.br/editora/anais/setepe/2014/Modalidade\\_1datahora\\_30\\_09\\_2014\\_13\\_50\\_29\\_idinscrito\\_154\\_7a5e468c8e57858c73f4ef262da2d03d.pdf](https://www.editorarealize.com.br/editora/anais/setepe/2014/Modalidade_1datahora_30_09_2014_13_50_29_idinscrito_154_7a5e468c8e57858c73f4ef262da2d03d.pdf).

Acesso em: 30 de janeiro de 2024.

MIRAS, M. O ponto de partida para a aprendizagem de novos conteúdos: os conhecimentos prévios. In: COLL, C. **O construtivismo em sala de aula**. São Paulo: Editora Ática, 2006.

MORAN, J. Metodologias ativas para uma aprendizagem mais profunda. **Metodologias ativas para uma educação inovadora: uma abordagem teórico-prática**. Porto Alegre: Penso, 2018.

MORÁN, J. Mudando a educação com metodologias ativas. **Coleção mídias contemporâneas. Convergências midiáticas, educação e cidadania: aproximações jovens**, v. 2, n. 1, p. 15-33, 2015.

MOREY, A. T. *et al.* A aprendizagem baseada em problemas (ABP) na educação básica: Análise de problemas elaborados durante um curso de formação para professores de ciências. **Experiências em Ensino de Ciências**, v. 16, n. 3, p. 457-471, 2021.

SAINT-ONGE, M. **O ensino na escola: o que é e como se faz.** 2. ed. São Paulo: Loyola; 2001.

SCHMIDT, H.G.; MOUST, J.H.C. What makes a tutor effective? A structural-equations modeling approach to learning in problem-based curricula. **Acad Med.**, v. 70, n. 87, p. 708-14, 1995.

SILVA FILHO, M. *et al.* Como preparar os professores brasileiros da educação básica para a aprendizagem baseada em problemas. **Anais PBL**, p. 8-12, 2010.

SILVA MALHEIRO, J. M.; DINIZ, C. W. P. Aprendizagem baseada em problemas no ensino de ciências: Mudando atitudes de alunos e professores. **Amazônia: Revista de Educação em Ciências e Matemáticas**, v. 4, p. 1-10, 2008.

SILVA, C. C.; MACIEL, C. M.; CASTRO, P. M. Investigando os obstáculos da aprendizagem de genética básica em alunos do ensino médio. **ETD Educação Temática Digital**, v. 21, n. 3, p. 718-737, 2019.

SILVA, H. M.. A metodologia de resolução de problemas no ensino da Genética. **Scientia Generalis**, v. 2, n. 2, p. 1-13, 2021.

SOCKALINGAM, N. A design model for problem-based learning. **Authentic Problem Solving and Learning in the 21st Century: Perspectives from Singapore and Beyond**, v. 1, p. 41-55, 2015.

SOUSA, S. O. Aprendizagem baseada em problemas como estratégia para promover a inserção transformadora na sociedade. **Acta Scientiarum. Education**, v. 32, n. 02, p. 237-245, 2010.

STEWART, J. Potential learning outcomes from solving genetics problems: a typology of problems. **Science Education**. [s.l.], v. 72, n. 2, p.237-254, 1988.

THOMASSEN, Anja Overgaard; JØRGENSEN, Kenneth Mølberg. John Dewey and continuing management education: problem-based learning for organizational sustainability. **Journal of workplace learning**, v. 33, n. 3, p. 229-242, 2021.

ZABALA, A. **A Prática Educativa: Como educar.** Porto Alegre, 2006.