



Universidade do Estado do Rio de Janeiro
Centro Biomédico
Instituto de Biologia Roberto Alcântara Gomes

Roberta Araújo Barroso Constant

**Desenvolvimento de uma sequência didática para ensino de genética no
ensino médio com ênfase na interpretação de heredogramas**

Rio de Janeiro

2024

Roberta Araújo Barroso Constant

**Desenvolvimento de uma sequência didática para ensino de genética no ensino médio
com ênfase na interpretação de heredogramas**

Dissertação apresentada, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre, ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Biologia, da Universidade do Estado do Rio de Janeiro.

Orientadora: Prof.^a Dra. Jaqueline Gusmão da Silva

Coorientadora: Prof.^a Dra. Adriana Helena de Oliveira Reis

Rio de Janeiro

2024

CATALOGAÇÃO NA FONTE
UERJ/REDE SIRIUS/BIBLIOTECA CB-A

C758 Constant, Roberta Araújo Barroso.

Desenvolvimento de uma sequência didática para ensino de genética no ensino médio com ênfase na interpretação de heredogramas / Roberta Araújo Barroso Constant – 2024.

93 f.

Orientadora: Prof.^a Dra. Jaqueline Gusmão da Silva

Coorientadora: Prof.^a Dra. Adriana Helena de Oliveira Reis

Dissertação (Mestrado Profissional) – Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Instituto de Biologia Roberto Alcântara Gomes. Pós-graduação em Ensino de Biologia.

1. Genética – Educação – Teses. 2. Biologia – Métodos de ensino – Teses. 3. Hereditariedade – Educação – Teses. 4. Biologia – Ensino médio – Teses. I. Silva, Jaqueline Gusmão da. II. Reis, Adriana Helena de Oliveira. III. Universidade do Estado do Rio de Janeiro. Instituto de Biologia Roberto Alcântara Gomes. IV. Título.

CDU 575:37

Bibliotecário: Felipe Caldonazzo CRB7/7341

Autorizo, apenas para fins acadêmicos e científicos, a reprodução total ou parcial desta dissertação, desde que citada a fonte.

Assinatura

Data

Roberta Araújo Barroso Constant

**Desenvolvimento de uma sequência didática para ensino de genética no ensino médio
com ênfase na interpretação de heredogramas**

Dissertação apresentada, como requisito parcial para
obtenção do título de Mestre, ao Programa de Pós-
Graduação em Ensino de Biologia, da Universidade
do Estado do Rio de Janeiro.

Aprovada em 26 de agosto de 2024.

Coorientadora: Prof.^a Dra. Adriana Helena de Oliveira Reis
Instituto de Biologia Roberto Alcântara Gomes – UERJ

Banca Examinadora:

Prof.^a Dra. Jaqueline Gusmão da Silva (Orientadora)
Instituto de Biologia Roberto Alcântara Gomes – UERJ

Prof. Dr. Anderson Vilasboa de Vasconcellos
Instituto de Biologia Roberto Alcântara Gomes - UERJ

Prof. Dr. Fabiano Salgueiro
Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro

Prof.^a Dra. Karina Alessandra Morelli
Instituto de Biologia Roberto Alcântara Gomes – UERJ

Rio de Janeiro

2024

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, agradeço a Deus, a quem tenho profunda gratidão por tudo que tenho e sou. Sua presença constante, graça e misericórdia são meus alicerces em todos os momentos.

Aos meus pais, meu eterno suporte em todas as fases da minha vida. Não tenho palavras suficientes para expressar o quanto vocês significam para mim.

Ao meu querido marido e parceiro de vida, que esteve ao meu lado em cada passo, oferecendo seu amor, compreensão e apoio incondicional.

Aos meus filhos Alice, Bento e Elisa minha fonte de inspiração e alegria. Vocês são o motivo pelo qual persisto e busco ser uma pessoa melhor a cada dia.

Aos meus amigos de turma, com quem compartilhei risos, desafios e conquistas. A caminhada foi mais leve e gratificante com a presença de cada um de vocês.

Ao ISERJ, por proporcionar um ambiente de aprendizado e crescimento. Em especial, ao professor Jorge, cujo apoio e parceria foram essenciais para a realização deste trabalho.

A todos os professores do ProfBio/UERJ, seus ensinamentos foram fundamentais para minha formação acadêmica e pessoal.

Um agradecimento especial à minha orientadora Jaqueline e à minha co-orientadora Adriana. Sua orientação, paciência e dedicação foram cruciais para o desenvolvimento deste trabalho.

À Marina, minha gratidão por suas ilustrações que enriqueceram este trabalho e deram vida às ideias aqui apresentadas. Seu talento e criatividade fizeram toda a diferença.

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001.

RESUMO

CONSTANT, Roberta Araújo Barroso. **Desenvolvimento de uma sequência didática para ensino de genética no ensino médio com ênfase na interpretação de heredogramas.** 2024. 93 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Biologia) – Instituto de Biologia Roberto Alcântara Gomes, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2024.

O Ensino Médio é dividido em quatro áreas de conhecimento, a saber: Linguagens e suas Tecnologias; Matemática e suas Tecnologias; Ciências da Natureza e suas Tecnologias; Ciências Humanas e Sociais Aplicadas. Dentro da área denominada Ciências da Natureza e suas tecnologias está a disciplina de Biologia. Embora o nome da área já indique a necessidade de contextualização dos conteúdos ofertados com o meio e com a vida cotidiana dos alunos, ainda percebemos conteúdo e metodologia voltados para preparar os alunos apenas para os exames vestibulares. Inserido na disciplina de Biologia está o ensino da Genética, apresentando inúmeros conteúdos que podem ser desenvolvidos de modo a promover o protagonismo do aluno e valorizar um aprendizado mais ativo e significativo. Neste contexto, o presente trabalho propõe contribuir para o ensino de genética por meio de uma sequência didática que auxilie na compreensão dos conteúdos de hereditariedade e dos padrões de herança monogênica, com ênfase na interpretação de heredogramas. A pesquisa ocorreu no Instituto Superior de Educação do Rio de Janeiro (ISERJ) com 30 alunos do terceiro ano do ensino médio. Desenvolveu-se uma sequência didática (SD) sobre o ensino de genética que valorizou o protagonismo discente através de metodologias como roda de conversa e um jogo didático para interpretação de heredogramas, intitulado “Que herança eu tenho?”. Antes de iniciar a SD, os alunos responderam um questionário após uma aula expositiva e o mesmo questionário após a conclusão da sequência didática. A metodologia utilizada permitiu calcular o ganho normalizado de aprendizagem através de uma análise quantitativa dos dados coletados. Os resultados indicaram que a sequência didática desenvolvida, incluindo a roda de conversa e o jogo didático “Que herança eu tenho?”, favoreceu o ensino-aprendizagem sobre genética. Além disso, a análise qualitativa dos questionários confirmou que o uso dessa sequência didática tornou o ambiente da sala de aula mais agradável e facilitador desse processo.

Palavras-chave: ensino médio; sequência didática; heredogramas; genética mendeliana.

ABSTRACT

CONSTANT, Roberta Araújo Barroso. *Development of a didactic sequence for teaching genetics in high school with an emphasis on the interpretation of pedigrees*. 2024. 93 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Biologia) – Instituto de Biologia Roberto Alcântara Gomes, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2024.

High school is divided into four areas of knowledge: Languages and their Technologies; Mathematics and its Technologies; Natural Sciences and their Technologies; and Human and Social Sciences Applied. Within the area called Natural Sciences and their Technologies is the subject of Biology. Although the name of the area already indicates the need to contextualize the contents offered with the environment and the daily life of the students, the content and methodology are still aimed at preparing students only for entrance exams. Within the subject of Biology is the teaching of Genetics, which presents numerous contents that can be developed to promote student protagonism and value a more active and meaningful learning. In this context, the present work proposes to contribute to the teaching of genetics through a didactic sequence that helps in the understanding of heredity content and monogenic inheritance patterns, with an emphasis on the interpretation of pedigrees. The research took place at the Instituto Superior de Educação do Rio de Janeiro (ISERJ) with 30 third-year high school students. A didactic sequence (DS) on the teaching of genetics was developed, valuing student protagonism through methodologies such as conversation circles and a didactic game for the interpretation of pedigrees the title "What Inheritance Do I Have?". Before starting the DS, the students answered a questionnaire after an expository class and the same questionnaire after the completion of the didactic sequence. The methodology used allowed the calculation of normalized learning gain through a quantitative analysis of the collected data. The results indicated that the developed didactic sequence, including the conversation circle and the didactic game "What Inheritance Do I Have?", favored the teaching and learning of genetics. Furthermore, the qualitative analysis of the questionnaires confirmed that the use of this didactic sequence made the classroom environment more pleasant and facilitated this process.

Keywords: high school; didactic sequence; pedigrees; mendelian genetics.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 –	Imagem do Jogo Eu sou? da Estrela®.....	24
Figura 2 –	Professores do curso de treinamento em práticas e metodologias de ensino/aprendizagem da UERJ (2023).....	24
Figura 3 –	Carta oculta com desenhos de heredogramas	25
Figura 4 –	Molde para as tiras de suporte da carta de cabeça	25
Figura 5 –	Aula expositiva	29
Figura 6 –	Modelo do questionário	30
Figura 7 –	Roda de conversa	33
Figura 8 –	Aplicação do jogo “Que herança eu tenho”.....	35

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 –	Comparação do desempenho nas questões sobre qual era o padrão de herança no heredograma analisado	39
-------------	---	----

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 –	Etapas da sequência didática	23
Quadro 2 –	Resultado da aplicação do questionário após a aula expositiva	31
Quadro 3 –	Perguntas dos alunos durante a roda de conversa	33
Quadro 4 –	Perguntas dos alunos durante a aplicação do jogo “Que herança eu tenho”	35
Quadro 5 –	Resultado da aplicação do questionário após o jogo “Que herança eu tenho?”	36
Quadro 6 –	Comparação dos resultados dos questionários	38
Quadro 7 –	Comentários dos alunos durante a aplicação do jogo “Que herança eu tenho”	41

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
AASA	Aplicação e Avaliação de Atividades em Sala de Aula
BNCC	Base Nacional Comum Curricular
CAPES	Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior
DNA	Ácido desoxirribonucléico
FAETEC	Fundação de Apoio as Escolas Técnicas
IBRAG	Instituto de Biologia Roberto Alcântara Gomes
ISERJ	Instituto Superior de Educação do Rio de Janeiro
LPGEN	Laboratório de Capacitação docente em práticas de genética no Ensino Médio
LDB	Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional
PCN	Parâmetro Curricular Nacional
Npré	Percentual de aproveitamento de alunos em um pré-teste
Npós	percentual de aproveitamento de alunos em um pós-teste
SD	Sequência Didática
UERJ	Universidade do Estado do Rio de Janeiro

SUMÁRIO

	INTRODUÇÃO	12
1	REVISÃO DE LITERATURA	14
1.1	O ensino de genética	14
1.2	Heredogramas e o ensino de genética	16
1.3	Utilização de jogos didáticos	17
2	REFERENCIAL TEÓRICO	20
3	OBJETIVOS	21
3.1	Objetivo geral	21
3.2	Objetivos específicos	21
4	METODOLOGIA	22
4.1	Aspectos éticos da pesquisa	22
4.2	Participantes da pesquisa	22
4.3	A sequência didática	22
4.3.1	<u>O jogo didático</u>	23
4.4	A avaliação da sequência didática	26
4.4.1	<u>A avaliação qualitativa da sequência didática.</u>	27
4.4.2	<u>A avaliação quantitativa da sequência didática.</u>	27
5	RESULTADOS E DISCUSSÃO	29
5.1	Aula expositiva	29
5.2	A sequência didática	32
5.2.1	<u>A roda de conversa</u>	32
5.2.2	<u>O jogo didático “Que herança eu tenho?”</u>	34
5.3	A análise quantitativa da sequência didática	37
5.4	A análise qualitativa da sequência didática	40
	CONSIDERAÇÕES FINAIS	42
	REFERÊNCIAS	43
	APÊNDICE A – Carta de apresentação da pesquisa	47
	APÊNDICE B – Carta de anuência	48
	APÊNDICE C – Termo de consentimento livre e esclarecido	49
	APÊNDICE D – Termo de assentimento livre e esclarecido	52

APÊNDICE E – Modelo do questionário	55
APÊNDICE F – Jogo “Que herança eu tenho?”	57
APÊNDICE G – Guia didático para professores	64
ANEXO A – Parecer consubstanciado	86
ANEXO B - Carta de aceite	93

INTRODUÇÃO

A genética é uma área da Biologia que estuda a hereditariedade, isto é, a transmissão das características nas espécies ao longo das gerações. Sua origem ocorreu com os experimentos realizados pelo monge Gregor Mendel. Os experimentos e leis propostas por Mendel foram imprescindíveis para compreensão de como a variabilidade genética influencia na evolução e na diversidade dos seres vivos no planeta (OLIVEIRA et al., 2021). Desde o trabalho de Mendel até os dias atuais o estudo em genética não parou de crescer, visto o avanço da biotecnologia, da engenharia genética, do estudo do DNA, da clonagem, dos transgênicos, entre outros.

Mesmo diante da evidente relevância da genética, o processo de aprendizagem deste conteúdo é considerado complexo e desafiador. As principais dificuldades relatadas pelos alunos na aprendizagem dessa disciplina ocorrem devido à sua extensa terminologia, ao seu alto nível de abstração e à presença de cálculos matemáticos (ARAÚJO et al., 2018). Outro fator que prejudica o interesse pelos conteúdos de genética é o tipo de ensino ofertado: muito tradicional, desinteressante, baseado apenas em livros didáticos e sem contextualização dos assuntos com a realidade.

Os Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio (BRASIL, 1999) reforçam a necessidade de contextualização no ensino dos conteúdos de Biologia, que muitas vezes está voltado, “quase que exclusivamente”, para a preparação do aluno para os exames vestibulares em detrimento do desenvolvimento de habilidades necessárias para a compreensão do papel do homem na natureza.

Documentos oficiais mais atuais, como a Base Nacional Comum Curricular (BNCC) orientam para o desenvolvimento de habilidades que têm impacto na vida e no cotidiano do aluno, como podemos observar nas suas dez competências gerais para guiar o desenvolvimento das crianças e jovens em cada uma das três etapas da Educação Básica. A BNCC ainda estabelece os conteúdos e as competências essenciais que todos os estudantes brasileiros devem desenvolver ao longo da educação básica (BRASIL, 2017).

O Novo Ensino Médio, regulamentado pela Lei nº 13.415 sancionada em 16 de fevereiro de 2017, promove uma reestruturação curricular com foco na flexibilização, autonomia e protagonismo do estudante (SILVA, 2019). É dividido em quatro áreas de conhecimento, a saber: Linguagens e suas Tecnologias; Matemática e suas Tecnologias; Ciências da Natureza e suas Tecnologias; Ciências Humanas e Sociais Aplicadas. Dentro da área denominada Ciências da Natureza e suas tecnologias está a disciplina de Biologia. Esta lei alterou a Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB) e estabeleceu as novas diretrizes para o ensino médio no país. Essa mudança pretende se distanciar do modelo tradicional, que privilegiava uma base

curricular única e rígida, e abre espaço para diferentes itinerários formativos, mais alinhados aos interesses e objetivos de cada aluno (BRASIL, 2017).

Nesse contexto, a área de Ciências da Natureza e Tecnologias assume um papel fundamental na formação integral dos estudantes, preparando-os para os desafios da sociedade contemporânea, marcada por avanços científicos e tecnológicos acelerados (SILVA, 2019). Por meio do estudo aprofundado de disciplinas como Biologia, Física, Química e Astronomia, os alunos desenvolvem habilidades essenciais para o século XXI, como o pensamento científico, a resolução de problemas e a compreensão da natureza e do universo (GONÇALVES, 2020).

Para Morán (2015) quanto mais o aprendizado se aproxima da vida, melhor. Nesse sentido, o autor aponta a necessidade de uma revisão no currículo, não apenas o de biologia, e, também, nas metodologias e espaços onde o ensino acontece. Quanto à metodologia, é importante que esta esteja diretamente relacionada com os objetivos pretendidos. Logo se o objetivo é a formação de um indivíduo mais autônomo, proativo, participativo, criativo, com senso crítico, as metodologias precisam ser ativas, a fim de garantir a formação integral do aluno (BACICH & MORÁN, 2018).

Inúmeros assuntos de genética abordados nas salas de aula do ensino médio, inclusive as leis de Mendel, podem ser trabalhados com ferramentas mais ativas que mantêm a atenção e motivação do aluno para os assuntos em questão. Entre as diversas maneiras de despertar a vontade de aprender, está a utilização de sequências e jogos didáticos.

Os jogos didáticos devem ser elaborados como recursos de aprendizagem, conectando professor-aluno-conteúdo e, também, favorecer a apropriação de conhecimentos nesta disciplina, preenchendo com isso, lacunas deixadas pelo processo de transmissão e recepção dos conteúdos (COSTA & PINHO, 2008).

As Sequências Didáticas (SD), de um modo geral, são definidas como um conjunto de atividades ordenadas, estruturadas e articuladas para a realização de certos objetivos educacionais, que têm um princípio e um fim conhecidos tanto pelos professores como pelos alunos (ZABALA, 1998). A SD é mais que um instrumento de planejamento ou uma estratégia para organização, ela é uma sequência que visa propiciar um aprendizado mais significativo em uma ordem de ações intencionais que favoreça o aprendizado.

Diante do exposto, o presente trabalho justifica-se pela importância de se discutir caracteres humanos hereditários no ensino de “genética mendeliana” - valorizando o protagonismo discente ao propor metodologias ativas, tais como: pesquisa investigativa, sala de aula invertida e, como culminância da intervenção, a aplicação de um jogo didático de interpretação de heredogramas.

1 REVISÃO DE LITERATURA

1.1 O ensino de genética

O ensino da Genética envolve uma série de conceitos abstratos. Quando o professor aborda temas como gene, DNA, cromossomo e outros relacionados à genética, está lidando com conceitos que não são tangíveis, que não podem ser observados a olho nu, tocados ou sentidos. Essa natureza abstrata pode resultar em um certo desinteresse por parte dos alunos, já que tudo que não é palpável, ou não pode ser resolvido como um problema matemático, demanda um esforço adicional por parte do professor para ser compreendido pelos alunos. Portanto, é essencial que o professor busque despertar o interesse dos alunos e tornar esses conceitos mais acessíveis e significativos, utilizando estratégias pedagógicas adequadas e exemplos concretos sempre que possível (BARBOSA et al., 2021).

A BNCC é um documento normativo que tem como objetivo garantir aos estudantes, residentes em todo território brasileiro, ensino comum de um conjunto de conhecimentos ao longo da educação básica, que apresenta uma série de documentos e ferramentas para melhor entendimento das informações que a BNCC apresenta. A parte que compete ao ensino médio foi homologada em 14 de dezembro de 2018, o chamado “novo ensino médio”, cuja implementação iniciou em 2022.

Conforme a Base Nacional Comum Curricular (BNCC) (BRASIL, 2017), as instituições de ensino da educação básica precisam fortalecer a competência pedagógica das equipes escolares para adotar estratégias mais dinâmicas, interativas e colaborativas no processo de ensino e aprendizagem dos estudantes. É necessário que decidam sobre as formas de organizar os componentes curriculares de maneira interdisciplinar, observando as competências gerais para a educação básica, a fim de:

Estimular a curiosidade intelectual e aplicar abordagens próprias das ciências, como investigação, reflexão, análise crítica, imaginação e criatividade. Isso permite aos alunos investigarem causas, elaborar e testar hipóteses, formular e resolver problemas, e criar soluções, incluindo tecnológicas, com base nos conhecimentos das diferentes áreas do saber (BRASIL, 2017, p. 9).

Essa abordagem visa promover uma educação mais integrada e voltada para o desenvolvimento de habilidades essenciais para a vida dos estudantes.

A área do conhecimento em Ciências da Natureza e suas Tecnologias, juntamente com as 10 competências gerais da BNCC, apresenta três competências específicas, cada uma com uma lista de 26 habilidades específicas para serem desenvolvidas durante o ensino das disciplinas de Biologia, Física e Química (BRASIL, 2018). Essas habilidades são estruturadas e organizadas de forma clara no documento oficial da BNCC. Cada estado brasileiro, por sua vez, necessitou desenvolver um novo referencial curricular alinhado à BNCC, o qual define os objetivos de aprendizagem e desenvolvimento dos estudantes em cada etapa do ensino médio. Esse currículo é essencial para orientar o planejamento das atividades educacionais e garantir a qualidade do ensino oferecido aos alunos.

A genética desempenha um papel crucial no entendimento da vida, porém o processo de ensino-aprendizagem nessa área é bastante complexo. As estruturas, nomenclaturas e processos moleculares são de difícil compreensão para os estudantes e requerem uma constante atualização por parte dos professores para auxiliar no processo de aprendizagem. Muitos tópicos, apesar de despertarem o interesse dos estudantes, acabam não sendo plenamente compreendidos por diferentes motivos, como a presença de um vocabulário muito específico, a sobrecarga de termos técnicos e a exigência de cálculos matemáticos (BORGES; SILVA; REIS, 2017). Esses desafios evidenciam a importância de abordagens pedagógicas inovadoras e adaptáveis, bem como do suporte contínuo aos professores, para garantir uma aprendizagem mais eficaz e significativa em genética.

O ensino de genética é frequentemente percebido como um tema de alta complexidade e considerado abstrato pelos estudantes (LOPES; GÜLLICH, 2019), principalmente devido à sua associação com processos que muitas vezes só podem ser visualizados por meio de equipamentos específicos, os quais nem sempre estão disponíveis. Isso torna a genética desafiadora para os professores, que precisam lidar com uma grande variedade de conceitos, conhecimentos sobre uma diversidade de seres vivos, processos e mecanismos (DURÉ *et al.*, 2018). Com a implementação da Base Nacional Comum Curricular (BNCC), os professores também precisam estabelecer estratégias de ensino que desenvolvam as habilidades propostas, o que adiciona mais uma camada de desafio ao processo educacional. Nesse contexto, é fundamental que os educadores adotem abordagens pedagógicas inovadoras para tornar o ensino de genética mais acessível e significativo para os estudantes.

O ensino de genética, de acordo com a Base Nacional Comum Curricular (BNCC), proporciona aos estudantes a exploração dos avanços e dos processos científicos e tecnológicos relacionados às aplicações do conhecimento nessa área na sociedade, bem como os impactos políticos, éticos e econômicos decorrentes. A compreensão desse conteúdo estimula debates

fundamentados que promovem a equidade e o respeito à diversidade humana (BRASIL, 2017). Essa abordagem ampla e contextualizada permite que os alunos compreendam não apenas os conceitos científicos, mas também as implicações sociais e éticas da genética, preparando-os para uma participação crítica e informada na sociedade.

A habilidade (EF09CI08) da BNCC (2017, p. 351), traz que, o aluno, deve: “Associar os gametas à transmissão das características hereditárias, estabelecendo relações entre ancestrais e descendentes.” Ainda, na habilidade (EF09CI09) da BNCC (2017, p. 351), diz que, o aluno deve:

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.

1.2 Heredogramas e o ensino de genética

Algumas áreas do conhecimento científico, como a Genética, possuem uma considerável presença nos meios midiáticos. Devido à sua relevância nos sistemas sociais contemporâneos, essa área frequentemente aborda questões polêmicas, como transgenia, terapia gênica, vacinas gênicas e outros temas (CASTRO *et al.*, 2020). Embora seja frequentemente discutida na mídia e mencionada na conversa cotidiana, a Genética é identificada como uma das disciplinas que apresentam maiores desafios no ensino de Biologia/Ciências, sobretudo devido à falta de contextualização e ao excesso de memorização (REZENDE; GOMES, 2018).

No Ensino Médio, a abordagem do componente curricular de biologia está intrinsecamente ligada à ideia de investigação, destacando atitudes científicas procedimentais como meio de interagir com o mundo (BRASIL, 2018). A maior parte dos conteúdos de genética no Ensino Médio aborda a Genética Mendeliana, que geralmente se concentra em conceitos relacionados à transmissão das características monogênicas. No estudo da herança mendeliana são usados como recurso a construção e análise de heredogramas. Um heredograma é uma representação visual das relações de parentesco entre os indivíduos de uma mesma família com determinado fenótipo clínico geneticamente herdado. Nesse diagrama, cada pessoa é representada por um

símbolo que indica suas características individuais relativas ao fenótipo estudado e sua relação de parentesco com os outros membros da família (TEIXEIRA, 2020).

Como recurso didático, é comum que os heredogramas sejam aplicados em sala de aula utilizando as próprias relações familiares dos alunos (VESTENA, LORETO E SEPEL, 2015) ou abordados de forma gamificada (VENTURINI E VESTENA, 2020). Essas práticas pedagógicas visam tornar o aprendizado mais envolvente e significativo, estimulando a participação ativa dos alunos e facilitando a compreensão dos conceitos genéticos.

A análise de heredogramas permite a identificação do tipo de herança genética que determina uma característica monogênica específica e a avaliação da probabilidade de um indivíduo manifestar tal característica ou doença hereditária (TEIXEIRA, 2023). Dessa forma, o ensino sobre como resolver questões de genética que envolvam a construção e análise de heredogramas promove o desenvolvimento da capacidade de percepção e observação, aproximando os estudantes da realidade ao permitir que visualizem em uma única representação, facilitando a compreensão dos conceitos científicos (REZENDE, 2023).

Reece et al.(2015) menciona que os padrões de herança monogênica são responsáveis pela transmissão de características controladas por um único gene, e sua manifestação depende da variação alélica herdada. Entre os principais tipos de herança monogênica, destacam-se a herança autossômica dominante, autossômica recessiva, herança ligada ao cromossomo X (dominante ou recessiva), herança ligada ao cromossomo Y e herança mitocondrial.

Na herança autossômica dominante, um único alelo dominante é suficiente para que a característica se manifeste, afetando igualmente homens e mulheres, sem "pular" gerações. Em contraste, a herança autossômica recessiva requer duas cópias do alelo recessivo para a manifestação da característica, com uma probabilidade de 25% de os filhos serem afetados quando ambos os pais são portadores. A herança ligada ao cromossomo X pode ser dominante, com mulheres transmitindo a condição a 50% dos filhos e homens afetados passando a característica para todas as filhas, ou recessiva, onde homens são mais afetados. A herança ligada ao cromossomo Y é transmitida exclusivamente de pai para filho, afetando apenas os homens. Já a herança mitocondrial é transmitida pela mãe, afetando ambos os sexos, mas apenas as mulheres transmitem para a próxima geração. Esses padrões de herança são fundamentais para compreender a transmissão de características genéticas nas famílias (REECE et al.,2015).

1.3 Utilização de jogos didáticos

As dificuldades encontradas no ensino de conteúdos abstratos, como genética e bioquímica, são bem conhecidas pelos professores e fazem parte do cotidiano escolar. Além de serem áreas de natureza interdisciplinar, envolvendo tanto a química, biologia, matemática e outras disciplinas afins, os estudantes precisam conectar conhecimentos de conceitos e termos das disciplinas mencionadas, bem como compreender as relações entre reações e estruturas químicas e biológicas (ARAÚJO, 2022). Essa complexidade requer uma abordagem pedagógica cuidadosa e integrada, visando facilitar a compreensão dos alunos e promover uma aprendizagem significativa e interconectada.

Mirzoeva (2023) apresentou informações sobre métodos eficazes de ensino de genética, ressaltando as estratégias baseadas na pesquisa educacional e nos princípios da aprendizagem ativa e da engenharia reversa. O autor enfatiza a importância de dar maior atenção à prática da genética como ciência e destaca a necessidade de empregar novos métodos de avaliação para medir o desempenho dos alunos. Essa abordagem reflexiva e inovadora busca promover uma aprendizagem mais dinâmica e significativa, que prepara os alunos para enfrentar os desafios da genética de maneira mais eficaz.

Kim et al. (2022) destacam que muitos conceitos biológicos, especialmente aqueles relacionados aos genes, podem ser mal compreendidos se forem ensinados exclusivamente por meio de livros didáticos, e que o ensino baseado unicamente nesses materiais pode contribuir para o déficit de aprendizagem dos alunos. Diversas alternativas podem ser exploradas para o ensino da genética, visando proporcionar uma compreensão mais profunda e significativa do tema. Essa perspectiva ressalta a importância de uma abordagem diversificada e inovadora no processo educacional, buscando engajar os alunos e promover uma aprendizagem mais eficaz.

Conforme destacado por Bastos (2006), as metodologias ativas são processos interativos que envolvem o conhecimento, análise, estudos, pesquisas e tomada de decisões individuais ou coletivas, visando encontrar soluções para problemas. Essas metodologias caracterizam-se pelo ensino em que o aprendizado é centrado no próprio aluno, permitindo que ele se torne o construtor de seu conhecimento e o autor de sua formação crítica, acadêmica, profissional e social, desenvolvendo independência científica com a orientação do professor (OLIVEIRA; FARIA, 2019). Isso representa uma mudança de perspectiva do ensino centrado no docente para uma abordagem centrada no estudante, facilitando a construção colaborativa do conhecimento (FREIRE, 2015).

Existem diversas metodologias ativas que podem ser aplicadas nas escolas, como a sala de aula invertida, estudo de caso, mapas mentais, processo do incidente descrito por Gil (1990),

observação (GIL, 1996), método de projetos, aprendizagem baseada em problemas, grupos operativos, uso de aplicativos de celular e programas de computador, entre outros (BERGMANN, 2017; OLIVEIRA; FARIA, 2019). Essas abordagens pedagógicas são fundamentais para promover a participação ativa dos alunos no processo de aprendizagem e estimular o desenvolvimento de habilidades cognitivas e sociais.

Embora haja muitas metodologias ativas, todas compartilham o mesmo propósito: instigar a curiosidade dos alunos pela disciplina, enquanto eles se envolvem com os problemas e desafios propostos, buscando soluções e explorando novos elementos não necessariamente apresentados pelo professor (DIESEL et al., 2017). Essas abordagens visam promover uma aprendizagem mais significativa e participativa, capacitando os alunos a desenvolverem habilidades críticas e criativas.

Os jogos exercitam tanto funções cognitivas quanto afetivas, contribuindo para o desenvolvimento de conteúdos sociais. Dentro do processo de construção e reconstrução do conhecimento, podem auxiliar os alunos a interagirem, refletirem, visualizarem e reverem suas teorias e concepções alternativas, promovendo o desenvolvimento de habilidades e incentivando a autonomia na construção do conhecimento (FELBER; KRAUSE; VENQUIARUTO, 2018). Essa abordagem lúdica facilita a aprendizagem ao tornar o processo mais dinâmico, envolvente e significativo para os estudantes.

Os jogos didáticos se destacam também pela capacidade de serem uma estratégia econômica, pois podem ser elaborados com materiais recicláveis, de montagem simples e de fácil utilização em sala de aula. Um exemplo de abordagem econômica foi descrito por Carvalho e Queiroz (2012), que desenvolveram um jogo didático sobre genética utilizando apenas cartões impressos com perguntas e respostas, os quais podem ser feitos à mão. Essa acessibilidade financeira permite que os recursos educacionais estejam ao alcance de um maior número de instituições e estudantes, promovendo assim uma educação mais inclusiva e democrática.

É inegável que a utilização de metodologias ativas resulta em uma melhoria significativa na qualidade do processo de ensino-aprendizagem, inclusive nos conteúdos relacionados à genética, como evidenciado por diversos pesquisadores (MASCARENHAS et al., 2016). Essas abordagens pedagógicas dinâmicas e participativas têm se mostrado eficazes em engajar os alunos, promover uma aprendizagem mais profunda e facilitar a compreensão de conceitos complexos, como os da genética (COELHO, 2021).

2 REFERENCIAL TEÓRICO

Esta dissertação fundamenta suas estratégias de ensino e aprendizagem em três pilares teóricos principais: os conceitos de sequência didática propostos por Antoni Zabala, as concepções e aplicações do método de ensino investigativo desenvolvidas pela Dra. Lúcia Helena Sasseron, e a importância dos jogos didáticos como ferramentas pedagógicas, conforme defendido por Tizuko Morchida Kishimoto.

Antoni Zabala (2000) apresenta o conceito de sequência didática como uma forma de organizar e planejar as atividades de ensino de maneira estruturada, visando facilitar a construção do conhecimento pelos alunos. Sua abordagem foi essencial para a elaboração da sequência didática desenvolvida nesta dissertação, pois ofereceu um arcabouço teórico que permitiu alinhar os objetivos pedagógicos às necessidades dos alunos. A proposta de Zabala é de que uma sequência bem estruturada não apenas favorece a aprendizagem significativa, mas também promove um ensino mais coeso e direcionado. Esse conceito foi amplamente utilizado para planejar as etapas de ensino sobre genética, conectando os conteúdos a situações práticas e promovendo uma maior compreensão dos alunos.

O método de ensino investigativo proposto pela Dra. Lúcia Helena Sasseron (2015) também foi fundamental para a concepção desta dissertação, pois sua abordagem promove a aprendizagem ativa. Ao estimular o aluno a questionar, investigar e explorar o conhecimento, o método investigativo contribui para o desenvolvimento do pensamento crítico e para o maior engajamento no processo de ensino-aprendizagem. Sasseron argumenta que a investigação torna a experiência educacional mais significativa, pois os alunos são desafiados a interpretar dados e aplicar o que aprenderam em contextos práticos. Este princípio guiou a criação de atividades que envolveram os alunos diretamente no processo investigativo, conectando a teoria à prática, o que foi crucial para o sucesso da sequência didática proposta.

Por fim, os jogos didáticos, conforme defendidos por Tizuko Morchida Kishimoto (2001), serviram como um importante recurso pedagógico nesta pesquisa. Kishimoto enfatiza que os jogos não apenas tornam o aprendizado mais lúdico e envolvente, mas também facilitam a compreensão de conceitos complexos ao inserir os alunos em situações práticas de tomada de decisão e resolução de problemas. Essa abordagem foi integrada à sequência didática sobre genética, proporcionando aos alunos uma oportunidade de aplicar o conhecimento teórico de forma dinâmica e participativa. O uso de jogos favoreceu uma aprendizagem mais significativa, ao mesmo tempo em que desenvolveu habilidades importantes, como trabalho em equipe e comunicação, aspectos essenciais para o contexto educacional atual.

3 OBJETIVOS

3.1 Objetivo Geral

Desenvolver e aplicar uma sequência didática que auxilie na compreensão dos conteúdos de hereditariedade e dos padrões de herança monogênica, com ênfase na interpretação de heredogramas.

3.2 Objetivos Específicos

- a) Contribuir para o ensino de genética por meio de uma sequência didática investigativa sobre o ensino de genética, tendo o aluno como protagonista do processo de aprendizagem.
- b) Adaptar um jogo didático previamente desenvolvido para um curso de capacitação de professores do Laboratório de Capacitação Docente em Práticas de Genética no Ensino Médio para compreensão dos padrões de herança monogênica com ênfase na interpretação de heredogramas, possibilitando a sua utilização como uma das atividades planejadas na sequência didática.
- c) Elaborar um roteiro/guia para os professores da educação básica com orientações para o uso da sequência didática.

4 METODOLOGIA

4.1 Aspectos éticos da pesquisa

O presente estudo foi submetido à Plataforma Brasil para análise pelo Comitê de Ética em Pesquisa da UERJ, sob o registro CAAE 71643123.9.0000.5282, obtendo o parecer substanciado número 6.388.656 (anexo A). Para iniciar o estudo, a direção geral do instituto foi informada sobre a intenção do trabalho por meio de uma carta (apêndice A). Em conformidade com a proposta da pesquisa, a direção geral do instituto formalizou sua aprovação assinando a carta de anuência, cujo modelo está incluído neste trabalho (apêndice B).

4.2 Participantes da pesquisa

O público-alvo deste estudo foram 30 alunos do 3º ano do Ensino Médio, do Instituto Superior de Educação do Rio de Janeiro (ISERJ/FAETEC), situado na Rua Mariz e Barros, 273 no bairro do Maracanã, na cidade do Rio de Janeiro – RJ.

Os alunos, participantes voluntários da pesquisa, foram devidamente informados sobre os objetivos do estudo, assegurando a plena proteção dos direitos dos voluntários ao longo da pesquisa. Eles foram convidados a assinar o Termo de Assentimento, enquanto seus responsáveis legais foram solicitados a assinar o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (apêndices C e D). Ambos os documentos foram assinados em duas cópias, sendo uma entregue ao estudante ou responsável e a outra mantida pela pesquisadora responsável.

4.3 A sequência didática

Antes de iniciar a sequência didática planejada para este estudo, aplicou-se um questionário preliminar contendo questões objetivas e discursivas (Apêndice E) sobre o tema abordado. Importante destacar que os alunos já haviam participado de duas aulas expositivas de 45

minutos cada, sobre genética e padrões de herança monogênica, com ênfase na interpretação de heredogramas. O mesmo modelo de questionário foi aplicado ao final da sequência didática para possibilitar a análise quantitativa do trabalho.

No quadro abaixo encontra-se a descrição das etapas da sequência didática desenvolvida para este estudo.

Quadro 1 – Etapas da sequência didática

Etapas	Descrição	Carga Horária
Roda de Conversa	Leitura e escuta da música Espatódea do Nando Reis seguida de um debate sobre os fatores que influenciam as semelhanças entre os pais e seus filhos.	90 minutos
Jogo didático – Que herança eu tenho	Jogo de interpretação de heredograma (apêndice F), em dupla, cujo objetivo é desvendar o heredograma oculto que estará preso por uma tira na cabeça do participante que não conseguirá ver o padrão de herança. Para descobrir a carta oculta, uma série de perguntas serão feitas. Ganha o grupo que conseguir desvendar o padrão oculto em suas cartas de cabeça.	90 minutos
Aplicação do questionário	Distribuição do questionário impresso (Apêndice E), contendo questões discursivas e objetivas. Este é o mesmo modelo aplicado antes da sequência didática e após a aula expositiva.	45 minutos

Fonte: A autora (2024)

4.3.1 O jogo didático

O jogo proposto para ser inserido como uma das etapas da sequência didática é baseado no jogo “Eu sou?” da Estrela LTDA. O objetivo do jogo é desvendar a carta oculta que ficará presa por uma tira na cabeça do jogador, conhecida como “carta de cabeça”. Originalmente elaborado para o curso de extensão intitulado "Curso de Treinamento em Práticas e Metodologias de Ensino/Aprendizagem em Genética para Professores do Ensino Médio", do Laboratório de Capacitação Docente em Práticas de Genética no Ensino Médio da UERJ, o jogo foi adaptado

para sua inclusão na sequência didática (SD).

Figura 1 – Imagem do Jogo Eu sou? da Estrela®



Fonte: Estrela® - <https://www.estrela.com.br/jogo-eu-sou-estrela/p>

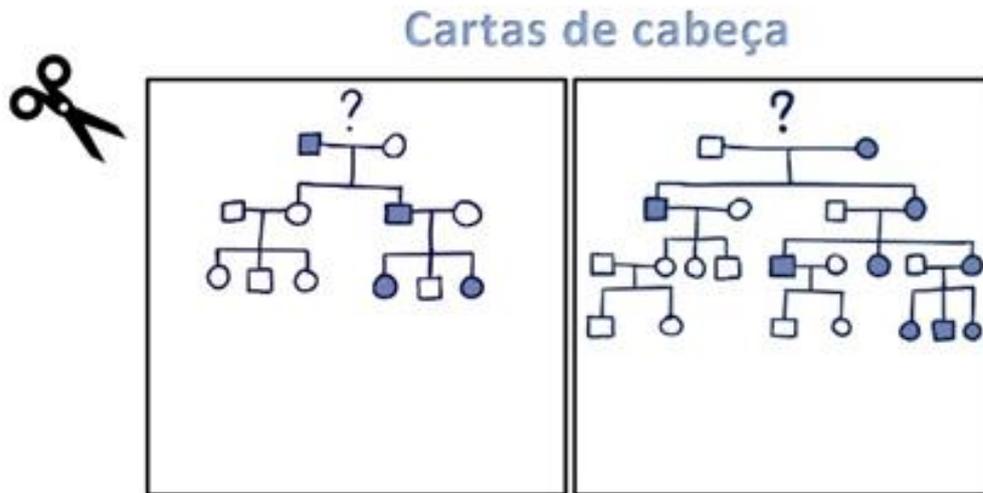
Figura 2 – Professores do curso de treinamento em práticas e metodologias de ensino/aprendizagem da UERJ.



Fonte: Fotografia cedida por Jaqueline Gusmão (2023)

Neste contexto, a carta oculta dos participantes será um heredograma (Figura 3). Isso visa proporcionar a interpretação dos padrões de herança monogênica nas famílias de forma lúdica e colaborativa, auxiliando na compreensão dos conteúdos de herdabilidade e dos padrões mendelianos de segregação das características. O jogo incentiva os alunos a refletirem sobre os mecanismos de herança genética, desvendando, em duplas, o padrão oculto na carta de cabeça dos integrantes de cada time formado.

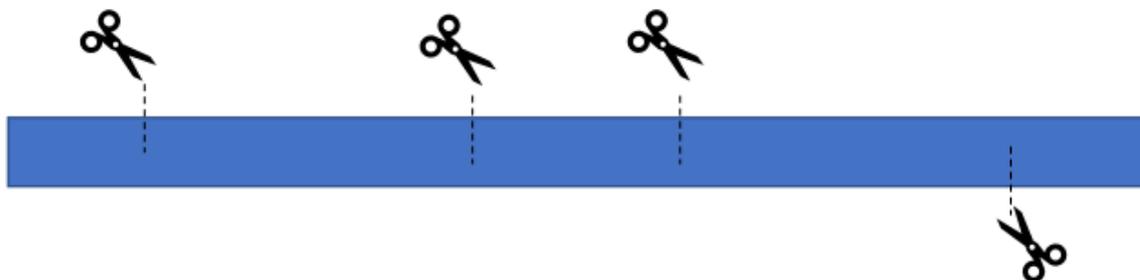
Figura 3 – Carta oculta com desenhos de heredogramas.



Fonte: Roteiro de práticas do curso de capacitação LPGEN (2023).

As etapas para a montagem do jogo são as seguintes: imprimir 6 tabelas de critérios, 6 cartas de cabeça e as 18 cartas de perguntas (Apêndice F). Em seguida, cortar as tiras de EVA conforme o molde (Figura 4), com 67 cm de comprimento e 3 cm de largura, fazendo duas incisões no centro da tira para o encaixe da carta e duas incisões de 1,5 cm em cada ponta, uma na parte superior e outra na inferior. Essas incisões permitirão que a tira de suporte passe ao redor da cabeça, mantendo a carta de cabeça fixa e visível para os outros jogadores.

Figura 4 – Molde para as tiras de suporte da carta de cabeça



Fonte: Roteiro de práticas do curso de capacitação LPGEN (2023).

Os materiais necessários para a montagem do jogo são os seguintes materiais:

1. Folha de EVA para os suportes de cabeça;

2. Tesoura;
3. Papel para imprimir as cartas e tabelas de critérios;
4. Seis tabelas de critérios;
5. Dezoito cartas de perguntas;
6. Seis cartas de cabeça (com padrões de herança monogênica);
7. Lápis/caneta para marcação nas tabelas;

As regras do jogo são:

1. O jogo é em duplas e os componentes de duplas diferentes devem sentar-se alternadamente, com um número máximo de 3 duplas por jogo;
2. O bolo de cartas de perguntas é embaralhado e colocado no centro da mesa de cabeça para baixo;
3. As cartas de cabeça são embaralhadas e distribuídas entre os jogadores;
4. Cada jogador colocará a carta no suporte de cabeça, de maneira que a carta fique virada de frente para os outros jogadores;
5. Inicia o jogo a dupla que tirar o maior valor em um dado; ou por meio de outro tipo de sorteio (pedra-papel-tesoura etc.).
6. A cada jogada o jogador deve sortear uma carta do bolo de cartas de perguntas e ler a carta para sua dupla. Caso o critério de herança lido na pergunta corresponda ao da pessoa que está perguntando a sua dupla deve dizer sim; caso não corresponda a resposta será não.
7. A cada resposta SIM os dois integrantes da dupla devem marcar o critério na sua tabela de critérios e a carta de pergunta deve voltar para o final do bolo;
8. O jogo segue dessa forma girando em sentido horário, até que um dos integrantes da dupla complete na sua cartela de critérios todos os critérios do seu padrão de herança e do padrão da sua dupla;
9. Vence o jogo a dupla que desvendar primeiro os dois padrões de herança do time.

4.4 A avaliação da sequência didática

Para avaliar a sequência didática proposta, foi utilizada uma metodologia de abordagem mista, que integra elementos qualitativos e quantitativos. Essa combinação permite uma visão mais ampla do processo de ensino e aprendizagem. A abordagem mista une a profundidade e o contexto das análises qualitativas à precisão e à capacidade de generalização das análises

quantitativas, resultando em uma compreensão mais completa e sólida dos fenômenos estudados, conforme indicado por O'Leary (2019).

4.4.1 A avaliação qualitativa da sequência didática

Para a análise qualitativa deste trabalho, foram coletadas as opiniões dos alunos durante a aplicação da sequência didática, com ênfase na parte que envolve o jogo. O objetivo principal desta análise é reunir as frases ditas pelos participantes e interpretar se, de alguma forma, eles expressaram estar à vontade com a dinâmica proposta pela sequência didática. Vale destacar que a análise e a interpretação sob uma perspectiva de pesquisa qualitativa não têm a finalidade de quantificar as opiniões, mas sim de compreender as motivações por trás das ações, utilizando dados não-métricos (MINAYO, 2005).

No âmbito da pesquisa qualitativa, os estudiosos buscam compreender as motivações subjacentes a determinados fenômenos, propondo soluções plausíveis, sem, contudo, quantificar os valores e as trocas simbólicas envolvidos. A análise se baseia em dados não-métricos, coletados por meio de diferentes abordagens, dispensando a necessidade de comprovação empírica (GERHARDT & SILVEIRA, 2009).

O'Leary (2019), enfatiza que a análise qualitativa é um processo dinâmico e interativo, exigindo flexibilidade, criatividade e rigor. Destaca-se a importância de ser sistemático na organização e interpretação dos dados, mantendo-se aberto a novas descobertas que possam surgir durante o processo de análise.

4.4.2 A avaliação quantitativa da sequência didática

A análise quantitativa do trabalho foi realizada por meio de questionários aplicados antes e depois da sequência didática, sendo o mesmo questionário utilizados nos dois momentos. Esse questionário (Apêndice E) foi elaborado com base nos objetivos de aprendizagem propostos, buscando coletar dados para viabilizar a análise quantitativa.

Os dados coletados pelos questionários foram analisados utilizando o método de Ganho Normalizado de Hake (HAKE, 1998) calculado pela seguinte fórmula:

$$g = \frac{(N_{\text{pós}} - N_{\text{pré}})}{(100 - N_{\text{pré}})}$$

Onde:

g: Ganho médio normalizado

N_{pós}: Percentual médio de aproveitamento no pós-teste

N_{pré}: Percentual médio de aproveitamento no pré-teste

No seu estudo, Hake (1998) analisou o percentual de aproveitamento dos alunos em um pré-teste (N_{pré}), realizado antes da aplicação das aulas expositivas ou das metodologias interativas, e em um pós-teste (N_{pós}), realizado após essas aulas, sendo o mesmo teste aplicado em ambos os momentos. Ele propôs uma forma de normalizar esses dados e desenvolveu a fórmula supracitada. Através dela é possível determinar o ganho médio normalizado de aprendizagem. Essa medida compara o percentual médio de ganho de uma turma com o ganho máximo possível para essa mesma turma. Com N_{pré} representando o percentual médio de aproveitamento no pré-teste, N_{pós} representando o percentual de aproveitamento no pós-teste, e a expressão (100-N_{pré}) indicando o percentual de ganho máximo possível daquela turma, o ganho médio normalizado g (ou ganho normalizado de Hake).

Em seguida, Hake (1998) definiu intervalos para classificar o ganho médio normalizado em baixo, médio e alto, sendo considerado baixo para valores de $g < 0,3$; médio para $0,3 \leq g < 0,7$; e alto para $g \geq 0,7$. Assim, após a comparação dos dois questionários aplicados (após a aula expositiva e após a aula com metodologia interativa), foi calculado o ganho médio normalizado dos participantes nesta pesquisa.

O uso do ganho normalizado foi aplicado no trabalho intitulado 'Construção e interpretação de árvore filogenética usando modelo tridimensional' e permitiu quantificar o impacto da metodologia no aprendizado dos alunos, conforme proposto por Menezes (2023). Essa métrica possibilitou a comparação do desempenho dos estudantes antes e depois da implementação da sequência didática (SD), oferecendo uma medida objetiva do progresso acadêmico. Além de facilitar a interpretação dos resultados, o ganho normalizado ajudou o educador a identificar a eficácia da abordagem e os aspectos a serem aprimorados em futuras intervenções, o que motivou a utilização do método no presente estudo.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 Aula expositiva

Antes de iniciar a sequência didática, os alunos assistiram a uma aula expositiva sobre genética e padrões de herança monogênica, com foco na interpretação de heredogramas. A aula, ministrada pela autora deste estudo, utilizou o quadro para a apresentação dos conceitos, enquanto os alunos faziam anotações em seus cadernos.

Figura 5 – Aula expositiva



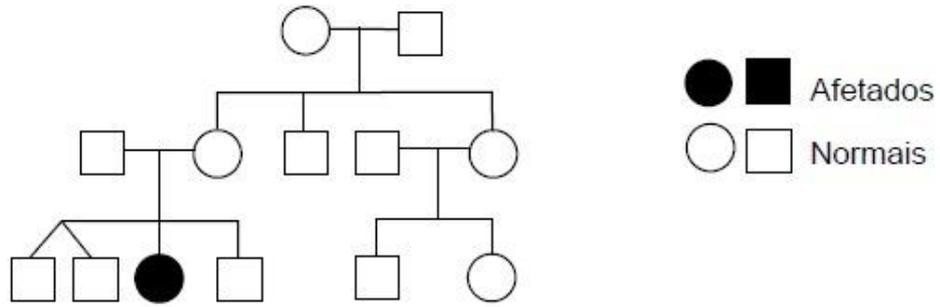
Fonte: A autora (2024)

Após a aula, foi aplicado o questionário (Figura 6; Apêndice E). Os resultados desse primeiro questionário auxiliaram na análise quantitativa deste estudo. A aula mais a aplicação do questionário tiveram duração de 90 minutos.

Embora a turma para a qual o trabalho foi desenvolvido tenha um total de 30 alunos, devido a algumas faltas, foram contabilizados apenas 27 questionários referentes aos alunos que participaram de todas as etapas do trabalho. O questionário e o resultado da primeira aplicação estão apresentados a seguir.

Figura 6 – Modelo do questionário

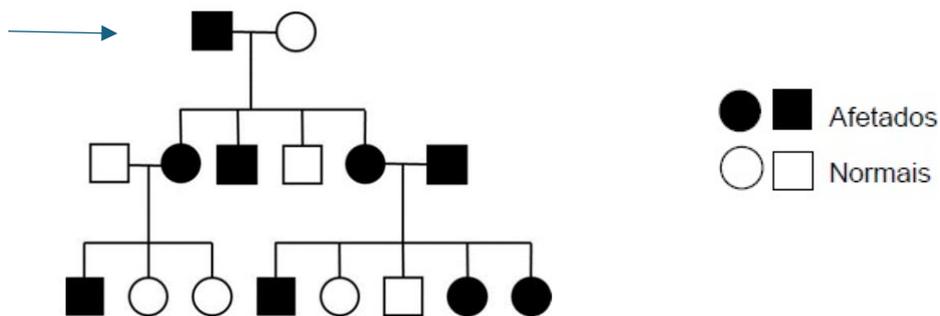
1. Responda às perguntas com base nas informações apresentadas no heredograma abaixo:



		RESPOSTAS:
A	Quantos indivíduos estão representados no heredograma?	
B	Quantas mulheres estão representadas no heredograma?	
C	Quantos são afetados?	
D	Faça uma seta indicando o indivíduo III.4	-----
E	Qual o tipo de herança envolvida?	

2. A doença de Huntington é uma condição progressiva e degenerativa que afeta o sistema nervoso central, resultando em comprometimento significativo das habilidades motoras e cognitivas.

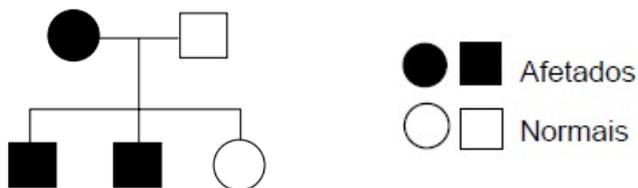
Abaixo, você encontrará um heredograma que ilustra o padrão de herança entre os indivíduos.



RESPOSTAS:

A	Numere no heredograma acima as gerações I, II, III e os respectivos indivíduos.	-----
B	O indivíduo identificado pela seta é homocigoto ou heterocigoto?	
C	Qual o tipo de herança envolvida?	

3. Responda a partir das informações apresentadas no heredograma abaixo:



RESPOSTAS:		
A	Qual o tipo de herança envolvida?	
B	Todos os filhos de mulheres afetadas serão afetados?	

Fonte: A autora (2024)

Quadro 2 – Resultado da aplicação do questionário após a aula expositiva

QUESTIONÁRIO 1 (Após a aula expositiva)		
QUESTÃO 1		
ITEM	Número de Acertos	Número de Erros
A	27	0
B	23	4
C	27	0
D	15	12
E	8	19

QUESTÃO 2		
ITEM	Número de Acertos	Número de Erros
A	21	6
B	17	10
C	5	22
QUESTÃO 3		
ITEM	Número de Acertos	Número de Erros
A	0	27
B	7	20

Fonte: A autora (2024)

Os itens destacadas no quadro anterior (questão 1 letra E, questão 2 letra C, questão 3 letra A) referem-se diretamente à identificação do padrão de herança monogênica a partir da interpretação do heredograma. Observa-se que o número de acertos nessas questões foi menor em comparação com as perguntas sobre a estrutura gráfica dos heredogramas.

A média da turma foi calculada somando-se o número de acertos da turma e dividindo o total obtido pelo número de alunos participantes, resultando em uma média de 55%.

5.2 A sequência didática

5.2.1 A roda de conversa

A sequência didática iniciou com uma roda de conversa que incluiu a leitura e a escuta da música "Espatódea", de Nando Reis, que destaca as semelhanças entre o pai e sua filha, fomentando o início da conversa sobre a influência da genética.

Para estimular o debate, foram acrescentadas algumas informações baseadas em um vídeo (disponível em <https://www.youtube.com/watch?app=desktop&v=xElypJqp4LI>, acessado em 30 de maio de 2024) que o cantor e compositor Nando Reis explica a história da música Espatódea e aborda o contexto de sua família. No vídeo, Nando Reis descreve que seus três filhos anteriores ao nascimento de Zoe não eram ruivos. Ele, sendo ruivo, também menciona que seus próprios irmãos e pais não eram ruivos. Essa informação sobre a família do artista fomentou ainda mais o debate.

Figura 7 – Roda de conversa



Fonte: A autora (2024)

No desenvolvimento da roda de conversa, os alunos fizeram comentários e perguntas relacionadas a situação levantada pela música, intencionalmente, não foram oferecidas respostas fechadas para as perguntas feitas. Em vez disso, destacamos as falas dos alunos e incentivamos os estudantes a tentarem respondê-las. A orientação foi para que, caso não conseguissem responder, eles pesquisassem e formulassem hipóteses para trazer na aula seguinte. As principais perguntas estão registradas no quadro a seguir

Quadro 3 – Pergunta dos alunos durante a roda de conversa

“Essas características são exemplos de herança genética?”
“É possível que uma criança seja ruiva se nenhum dos pais for?”
“Ser ruivo e ter sardas é um exemplo de herança recessiva?”
“Um casal ruivo só pode ter filhos ruivos?”
“Os genes para a cor do cabelo e sardas estão juntos?”
“Por que não tem ninguém ruivo na nossa turma? É raro?”

Fonte: A autora (2024)

Durante a roda de conversa, os alunos trouxeram outros exemplos. Um tema que ganhou destaque, além do mencionado na música, foi o nanismo. Um dos participantes relatou um caso em sua família, onde um membro possui nanismo, apesar dos pais não apresentarem essa condição. Essa participação ativa evidencia a interação dos alunos com o tema, promovendo

uma educação dialógica, onde professores e alunos aprendem juntos em um processo de troca mútua, valorizando a experiência e o conhecimento prévio de cada indivíduo (FREIRE, 2013).

Em contraste com a aula expositiva anterior, essa etapa valorizou o protagonismo do aluno e promoveu o ensino entre pares, permitindo que os estudantes se tornassem agentes ativos no processo de aprendizagem. Ao compartilhar suas hipóteses os alunos aprofundaram seu entendimento sobre genética e fortaleceram suas habilidades de colaboração e comunicação, enriquecendo o aprendizado coletivo.

Embora não tenha sido possível exibir o vídeo em que o cantor explica a história da música e o seu contexto familiar, a sugestão de utilizá-lo será incluída no roteiro da sequência didática, pois acreditamos que tornará essa etapa mais dinâmica, engajando mais os alunos nas questões do debate. Além disso, iremos sugerir uma forma de organizar as hipóteses elaboradas pelos alunos de forma que se evidencie a importância dessa atividade. As argumentações são importantes para o processo de aprendizagem pela abordagem do ensino por investigação. A argumentação envolve todo e qualquer discurso utilizado pelos alunos na sala de aula para descrever suas ideias, opiniões, hipóteses e evidências (SASSERON, 2015).

A proposta de incluir uma roda de conversa na SD surgiu de uma experiência anterior em um debate escolar, que resultou na publicação de um artigo científico intitulado "Debate escolar sobre as teorias evolucionistas de Lamarck e Darwin: um relato de experiência." Essa atividade foi desenvolvida com os alunos a partir de um AASA durante o mestrado. A publicação está disponível nos Anais do Congresso Internacional Movimentos Docentes, na página 569, e pode ser acessada em (<https://drive.google.com/file/d/1xK3skZLu-SIQ3aCqyaybTnOdl64Zqmx3/view>). A carta de aceite está no anexo B deste trabalho.

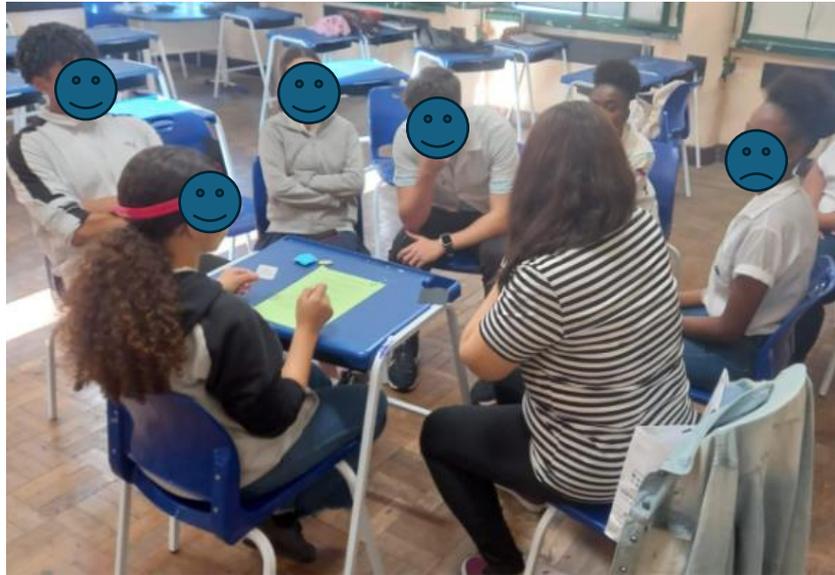
5.2.2 O jogo didático “Que herança eu tenho?”

Nesta etapa da SD os alunos foram convidados a participar do jogo “Que herança eu tenho?” (apêndice F) cujo objetivo é desvendar o padrão de herança oculto na “carta de cabeça”, proporcionando a interpretação dos padrões de herança monogênica nas famílias de forma lúdica e colaborativa. O jogo foi realizado em grupo, essa etapa teve duração de 90 minutos.

Durante o jogo "Que herança eu tenho?", os alunos se engajaram em um dinâmico processo de questionamento e resposta mútua. Moratori (2013) enfatiza que, para que o jogo seja eficaz

no contexto educacional, é fundamental que ele crie situações interessantes e desafiadoras que estimulem a resolução de problemas.

Figura 8 – Aplicação do jogo “Que herança eu tenho?”



Fonte: A autora (2024)

O jogo deve garantir a participação ativa de todos os jogadores em todas as etapas, promovendo um aprendizado mais engajado e colaborativo. Essa interação ficou evidente durante a aplicação do jogo, refletida nas perguntas feitas pelos alunos ao longo da atividade. Observou-se também que os alunos com maior domínio do conteúdo ajudavam aqueles com menos familiaridade, colaborando até que todos chegassem à solução do heredograma. As perguntas formuladas pelos grupos foram devidamente registradas no quadro a seguir.

Quadro 4 – Perguntas dos alunos durante a aplicação do jogo “Que herança eu tenho?”

Como identificamos se uma característica é dominante ou recessiva em um heredograma?
Como a herança ligada ao sexo aparece em um heredograma?
Quais são os principais sinais de uma herança mitocondrial em um heredograma?
O que significa quando um círculo ou quadrado está preenchido no heredograma?
Como saber se esse indivíduo (apontando para o indivíduo da carta) é homocigoto ou heterocigoto?

Fonte: A autora (2024)

É importante destacar que as questões levantadas pelos alunos durante o jogo “Que herança eu tenho?” exigem uma análise científica, o que fortalece o desenvolvimento do ensino por investigação (SASSERON, 2015). Ao vivenciarem essas experiências lúdicas, os alunos não apenas se engajam cognitivamente, mas também associam o aprendizado a momentos de prazer e bem-estar, o que desperta um conhecimento renovado e mais significativo (ANDRADE, 2013). Dessa forma, o jogo didático não só promove o envolvimento ativo dos estudantes, mas também facilita a aquisição do saber científico de maneira mais interativa e eficaz.

Após a aplicação do jogo os alunos responderam ao mesmo questionário (Figura 6 – Apêndice E) que realizaram após a aula expositiva, antes de iniciar a SD. A duração desta etapa foi de aproximadamente 45 minutos. Os resultados deste questionário estão registrados a seguir.

Quadro 5 – Resultado da aplicação do questionário após o jogo “Que herança eu tenho”

QUESTIONÁRIO 2 (Após o jogo didático, ao final da SD)		
QUESTÃO 1		
ITEM	Número de Acertos	Número de Erros
A	27	0
B	27	0
C	27	0
D	16	11
E	18	9
QUESTÃO 2		
ITEM	Número de Acertos	Número de Erros
A	21	6
B	21	6
C	24	3
QUESTÃO 3		
ITEM	Número de Acertos	Número de Erros
A	18	9
B	21	6

Fonte: A autora (2024)

A média da turma foi calculada somando-se o número de acertos e dividindo esse valor pelo total do número de alunos, resultando em uma média de 81% de aproveitamento. Ressalta-se que na primeira aplicação após a aula expositiva os alunos alcançaram a média de 55% de aproveitamento.

O resultado apresentado aponta para a eficácia dos jogos didáticos, conforme sugerido por Kishimoto (2001), eles vão além de um momento de recreação, assumindo um papel importante no processo de aprendizagem. Esse recurso lúdico estimula a participação dos alunos, promove a colaboração entre pares e desenvolve a capacidade de resolver problemas, tornando o aprendizado mais dinâmico e prazeroso.

O jogo educativo é uma ferramenta essencial para o aprendizado de conteúdos complexos, pois transformam o processo de ensino em uma experiência lúdica e interativa, facilitando a assimilação de conceitos que poderiam ser abstratos ou difíceis de entender (KISHIMOTO, 2001). Ao envolver os alunos em atividades que exigem participação ativa e resolução de problemas, os jogos estimulam o pensamento crítico e a criatividade, promovendo uma aprendizagem significativa.

Antunes (2003) destaca que o jogo é um dos meios mais eficientes para estimular as inteligências, pois o jogo cria um espaço onde o jogador se envolve com a fantasia, estabelecendo uma conexão entre o inconsciente e a realidade. Além disso, a ludicidade do jogo proporciona momentos únicos e importantes, pois, ao mesmo tempo em que diverte, ensina e desenvolve o raciocínio e a criatividade, promovendo também a responsabilidade diante dos desafios apresentados.

5.3 A análise quantitativa da sequência didática

Para a análise quantitativa da SD, foram analisados os dois questionários aplicados neste estudo. O primeiro questionário foi aplicado após a aula expositiva e, considerando os resultados obtidos, obteve-se um Npré de 55%. Já o questionário aplicado ao final da SD, logo após o jogo didático, apresentou um Npós de 81%. A comparação dos resultados dos dois questionários está registrada no quadro a seguir.

Quadro 6 – Comparação dos resultados dos questionários

	QUESTIONÁRIO 1 (Após a aula expositiva)		QUESTIONÁRIO 2 (Após o jogo didático, ao final da SD)	
QUESTÃO 1				
ITEM	Número de Acertos	Número de Erros	Número de Acertos	Número de Erros
A	27	0	27	0
B	23	4	27	0
C	27	0	27	0
D	15	12	16	11
E	8	19	18	9
QUESTÃO 2				
ITEM	Número de Acertos	Número de Erros	Número de Acertos	Número de Erros
A	21	6	21	6
B	17	10	21	6
C	5	22	24	3
QUESTÃO 3				
ITEM	Número de Acertos	Número de Erros	Número de Acertos	Número de Erros
A	0	27	18	9
B	7	20	21	6
TOTAL	150	120	220	50

Fonte: A autora (2024)

Ao consultar o quadro acima e a partir dos valores de Npré de 55% e Npós de 81%, calcule-se o ganho normalizado médio g (ou ganho de Hake) utilizando a fórmula:

$$g = \frac{(Npós - Npré)}{(100 - Npré)}$$

$$g = \frac{(81 - 55)}{(100 - 55)}$$

$$g = \frac{26}{45}$$

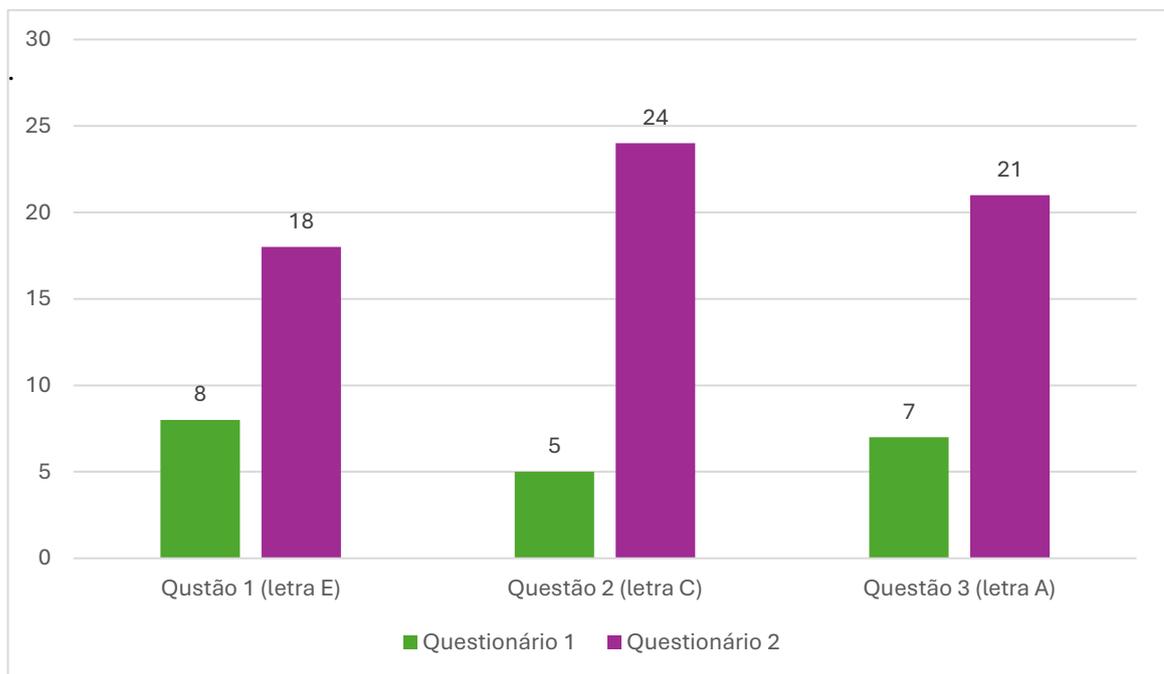
$$g = 0,57$$

De acordo com os intervalos dos índices estabelecidos por Hake (1998), um ganho normalizado é considerado baixo para valores de $g < 0,3$; ganho normalizado médio para $0,3 \leq g < 0,7$ e ganho normalizado alto para $g \geq 0,7$. O resultado de ganho normalizado ou ganho de Hake de 0,57 indica que a aula expositiva seguida da sequência didática, que incluiu um jogo para auxiliar na interpretação de heredogramas, teve um ganho normalizado médio. Isso demonstra que a atividade foi efetiva e significativa para o aprendizado dos alunos.

Ao analisar o Quadro 6, que compara os resultados obtidos após a aula expositiva e após a sequência didática (SD) através do número de acertos nos questionários, é possível perceber que, em relação à estrutura gráfica dos heredogramas — como número de indivíduos, distinção entre machos e fêmeas, filhos, entre outros aspectos — os alunos apresentaram um número de acertos relativamente semelhante em ambos os momentos. Embora o reconhecimento da estrutura gráfica dos heredogramas seja importante, essa habilidade exige pouca capacidade de abstração e se concentra mais na memorização.

Além disso, o Quadro 6 confirma que as questões 1 (letra E), 2 (letra C) e 3 (letra A), que se referem diretamente à identificação do padrão de herança monogênica a partir da interpretação do heredograma, apresentaram um aumento considerável no número de acertos. O gráfico abaixo destaca essas três questões, tornando mais evidente o aumento de acertos observado nesta análise.

Gráfico 1 – Comparação do desempenho nas questões sobre qual era o padrão de herança no heredograma analisado



Fonte: A autora (2024)

Essas questões foram selecionadas especificamente para avaliar a compreensão dos alunos sobre os padrões de herança genética. Os dados indicam que a compreensão dos alunos sobre a identificação do padrão de herança monogênica após a sequência didática (SD) foi

significativamente aprimorada. Os alunos demonstraram um aumento na capacidade de interpretar corretamente os heredogramas, evidenciando que atividades que valorizam o protagonismo do aluno, estimulam a investigação e utilizam estratégias lúdicas contribuem para a consolidação do aprendizado nesse tópico.

Ao explorar a situação-problema "Qual é o padrão de herança representado neste heredograma?", os alunos desenvolvem habilidades essenciais como a argumentação, ao justificarem suas interpretações e discutirem as possíveis explicações para os padrões observados. Além disso, eles aprimoram suas capacidades de análise crítica, ao identificar e avaliar evidências genéticas, e de tomada de decisão, ao selecionar as hipóteses mais plausíveis com base nas informações disponíveis. Esse processo está alinhado com os princípios do ensino por investigação, incentivando os alunos a participarem ativamente na construção do conhecimento, por meio da formulação de hipóteses, da análise de dados e da reflexão crítica sobre suas conclusões.

5.4 A análise qualitativa da sequência didática

A análise qualitativa deste estudo foi conduzida com base na observação do comportamento dos alunos durante as atividades da sequência didática. Considera-se que essa abordagem proporciona uma compreensão aprofundada dos fenômenos sociais, valorizando o contexto, as percepções dos participantes e as interações sociais (MINAYO, 2008).

Embora o foco deste estudo não tenha sido uma análise qualitativa extensiva, foram observados elementos como a participação ativa dos estudantes nas discussões, o engajamento nas tarefas e a colaboração entre pares.

Na roda de conversa, iniciada com a música "Espatódea" do Nando Reis, notou-se a emoção dos alunos ao entenderem o tema da canção, que explora a semelhança entre pai e filha. As interpretações dos alunos e seu envolvimento na discussão sugerem um interesse genuíno pelo tema abordado

Minha cor/Minha flor/ Minha cara/ Quarta estrela/ Letras três/ Uma estrada/
Não sei se o mundo é bom/ Mas ele ficou melhor/ Quando você chegou/ E
perguntou: tem lugar pra mim. (Trecho de Espatódea, Nando Reis)

Durante a etapa do jogo didático, os alunos compartilharam suas impressões sobre a metodologia da atividade. No quadro a seguir, estão destacados alguns dos comentários feitos pelos estudantes ao longo da aplicação do jogo.

Quadro 7 – Comentários dos alunos durante a aplicação do jogo “Que herança eu tenho”

"Acho que deveríamos fazer mais atividades desse tipo, foi muito bom!"
"O jogo me ajudou a entender melhor essa parte da matéria."
"O jogo fez a aula passar rápido."
"Gostei bastante, porque além de aprender, a gente se diverte."
"Foi bem legal aprender jogando."

Fonte: A autora (2024)

Ressalta-se que a percepção positiva dos alunos acerca da ludicidade e da didática presentes na metodologia utilizada durante a sequência didática é um elemento significativo e que pode ser melhor explorado em pesquisas posteriores.

De modo geral, observou-se que os alunos demonstraram um alto nível de engajamento, evidenciando a importância do protagonismo estudantil no processo de aprendizagem. Para que o ensino investigativo seja eficaz, é essencial que os alunos desenvolvam autonomia em seu percurso educacional (CARVALHO, 2013). Essa característica foi claramente identificada neste estudo, onde o protagonismo dos estudantes não só promoveu a autonomia, mas também reforçou a responsabilidade e a capacidade de colaboração. Esses aspectos indicam um bom resultado qualitativo, contribuindo para um aprendizado mais profundo e duradouro.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A realização desta pesquisa, que desenvolveu uma sequência didática incluindo roda de conversa e a utilização de um jogo didático, demonstrou que a diversificação das estratégias de ensino proporciona um envolvimento mais ativo dos alunos, possibilitando a construção de conhecimento de maneira respeitosa à individualidade de cada um.

A implementação do jogo didático provou ser uma ferramenta pedagógica valiosa para o ensino de genética e a interpretação de heredogramas, além de potencializar o protagonismo do aluno e seu papel colaborativo.

É importante destacar que o ensino por investigação a partir das argumentações dos alunos, o protagonismo dos envolvidos e o uso de processos lúdicos foram fundamentais para o sucesso desta abordagem. A investigação fomentou a curiosidade e o pensamento crítico, enquanto o protagonismo dos alunos incentivou a autonomia e a responsabilidade pelo próprio aprendizado. A integração de elementos lúdicos tornou o processo de aprendizagem mais envolvente e prazeroso, resultando em um desenvolvimento educacional mais efetivo e significativo.

A aplicação de questionários tanto após a aula expositiva quanto após a sequência didática permitiu verificar o aprendizado dos alunos ao longo das atividades e realizar uma análise quantitativa da eficácia da sequência didática.

Diante dos resultados deste trabalho, podemos concluir que os objetivos foram alcançados. Esta atividade pode ser utilizada como uma abordagem pedagógica que combina práticas dinâmicas e eficazes, atendendo às necessidades e potencialidades de cada aluno.

REFERÊNCIAS

- ANTUNES, Celso. *Jogos para estimulação das múltiplas inteligências*. 12. ed. Petrópolis: Vozes, 2003.
- ARAÚJO, G. L. *O ensino de conceitos básicos da Genética: uma comparação entre a metodologia ativa, baseada no ensino investigativo empregando a realidade aumentada, e metodologia expositiva tradicional*. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Biologia) - Universidade de Brasília, Brasília, 2022.
- ARAÚJO, M. S.; FREITAS, W. L. S.; LIMA, S. M. S.; LIMA, M. M. O. *A genética no contexto de sala de aula: dificuldades e desafios em uma escola pública de Florianópolis – PI*. Revista Ensino de Ciências e Matemática, v. 9, n. 1, p. 19-30, 2018.
- ARAÚJO, I. S.; MAZUR, E.; *Instrução pelos colegas e ensino sob medida: uma proposta para o engajamento dos alunos no processo de ensino-aprendizagem de física*. Caderno Brasileiro de Ensino de Física, v. 30, n. 2: p. 362-384, 2013. Disponível em: <https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/21757941.2013v30n2p362/24959>. Acesso em: 12 jun. 2022.
- ARAÚJO, A. K. R.; CAVALCANTE, V. A. L.; SILVA, E. C. *Internet das coisas aplicada à educação*. Brazilian Journal of Development, Curitiba, v. 5, n. 9, p. 16376-16394, sep. 2019.
- BACICH, L.; MORAN, J. *Metodologias ativas para uma educação inovadora: uma abordagem teórico-prática*. Porto Alegre: Penso, 2018.
- BRASIL. Ministério da Educação. *Base Nacional Comum Curricular – Ciências da Natureza e suas Tecnologias*. Quarta versão. Brasília: MEC/SEB. p. 542. 2017. Disponível em: <http://basenacionalcomum.mec.gov.br>. Acesso em: 12 jun. 2022.
- BARBOSA, V. M. *et al. A utilização de jogos didáticos no ensino e aprendizagem de genética: uma sequência didática com enfoque nos conteúdos da base nacional comum curricular para o nono ano do ensino fundamental*. 2021.
- BASTOS, C. C. *Metodologias ativas. Educação e Medicina*. 2006. Disponível em: <http://educacaoemedicina.blogspot.com.br/2006/02/metodologias-ativas.html>. Acesso em: 29 fev. 2024.
- BERGMANN, J.; Sams. *A Sala de aula invertida: uma metodologia ativa de aprendizagem*. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos, 2017.
- BORGES, C. K. G. D.; SILVA, C. C.; REIS, A. R. H. *As Dificuldades e os Desafios Sobre a Aprendizagem Das Leis De Mendel Enfrentados Por Alunos Do Ensino Médio. Experiências em Ensino de Ciências*, v. 12, n. 6, p. 61–75, 2017.
- BRASIL. *Base Nacional Comum Curricular. Educação é a base*. Brasília: Ministério da Educação, 2018.

BRASIL. *Parâmetros Curriculares Nacionais. Ensino Médio: Orientações educacionais complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais. Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias*. Brasília: Ministério da Educação – Secretaria de Educação Média e Tecnológica, 2002. Disponível em:

<http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/CienciasNatureza.pdf>. Acesso em 12 jun. 2022.

CARVALHO, H. N. de; QUEIROZ, M. S. *Estratégias que Facilitam o Ensino de Genética*. In: Encontro Nacional de Ensino de Biologia, 4., Encontro Nacional de Ensino de Biologia e Encontro Regional de Ensino de Biologia, 2., 2012, Goiânia. Anais [...] Goiânia: Revista da SBEnBio, p. 2176-2183, 2012.

CARVALHO, A. M. P. *Ensino de Ciências por investigação: condições para implementação em sala de aula*. São Paulo: Cengage Learning, 2013.

CASTRO, K. S.; MAIA, L. H. F.; ALVES, B. H. B.; CASTRO, I. F. da A. *Conhecimentos, percepções e metodologias de ensino de docente na rede pública de Uruçuí (PI) relacionados ao ensino de genética na educação básica*. In: Congresso Internacional das Licenciaturas PVDI, 7., Edição 100% virtual. Anais... Recife, 2020.

COELHO, M. L. R. A. *Uma revisão bibliográfica sobre o ensino de genética no ensino médio*. 59 f. 2021. Monografia (Trabalho de Conclusão de Curso em Ciências Biológicas) – Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2021.

DIESEL, A. BALDEZ, A. L. S.; Martins, S. N. *Os princípios das metodologias ativas de ensino: uma abordagem teórica*. Revista Thema, v. 14, n. 1, p. 268- 288, 2017.

DURÉ, R. C. *et al. Ensino de biologia e contextualização do conteúdo: Quais temas o aluno de ensino médio relaciona com o seu cotidiano? Experiências em Ensino de Ciências*, v. 13, p. 259-272, 2018.

FELBER, D.; KRAUSE, J.; VENQUIARUTO, L. *O uso de jogos digitais como ferramenta de auxílio para o ensino de Física*. Revista Insignare Scientia, v. 1, n. 2, 2018.

FREIRE, P. *Pedagogia da Autonomia*. 51. ed. Rio de Janeiro: Paz e terra, 2015.

FREIRE, P. *Pedagogia do Oprimido*. 56. ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 2013.

GERHARDT, T. E; SILVEIRA, D. T. *Métodos de Pesquisa*. UFRGS Ed. 1ª ed, 2009.

GONÇALVES, M. S. *O Novo Ensino Médio e a área de Ciências da Natureza e Tecnologias: desafios e perspectivas*. Revista Brasileira de Educação Ambiental, v. 25, n.1, 2020.

HAKE, J. M. *The effect of using interactive simulations and guided discovery instruction on student understanding of acid-base chemistry*. Journal of Chemical Education, v. 75, n. 5, p. 428-433, 1998.

KIM, Y.; LEE, Y.; LEE, H.; LIM, S. *Alignment of concepts of meiosis among curriculum textbooks, classroom teaching and assessment in upper secondary school in Republic of Korea*. Journal of Baltic Science Education, v. 21, n. 2, p. 232-244, 2022.

KISHIMOTO, Tizuko Morchida. *Jogo, brinquedo, brincadeira e a educação*. 5. ed. São Paulo: Cortez, 2001.

LOPES, E. D. S.; GÜLLICH, R. I. D. C. *As metodologias de ensino de genética no Brasil. Salão do Conhecimento*, [S. l.], v. 5, n. 5, 2019.

MORATORI, Patrick Barbosa. *Por que utilizar jogos educativos no processo de ensino aprendizagem?* Dissertação de mestrado. Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2003.

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

MENEZES JÚNIOR, José Afonso de; SILVA, Jaqueline Gusmão da. *Construção e interpretação de árvore filogenética usando modelo tridimensional*. Revista Educação Pública, Rio de Janeiro, v. 23, nº 10, 21 de março de 2023. Disponível em: <https://educacaopublica.cecierj.edu.br/artigos/23/10/construcao-e-interpretacao-de-arvore-filogenetica-usando-modelo-tridimensional>

MINAYO, M. C. S. *O desafio do conhecimento*. 11. ed. São Paulo: Hucitec, 2008

MIRZOEVA, M. A. *Teaching Genetics: Past, Present and Future*. Best Journal of Innovation in Science, Research and Development, v. 2, n. 10, p. 246-251, 2023.

MORÁN, J. *Mudando a educação com metodologias ativas*. In: Souza, C. A.; Morales, O. E. T. (Orgs.). Coleção Mídias Contemporâneas. Convergências Midiáticas, Educação e Cidadania: aproximações jovens. vol. II. Ponta Grossa: UEPG/PROEX, 2015. 180p. p. 15-33.

O'LEARY, Z. *Rethinking research on undergraduate learning*. In: Scott, P. & Astin, H. (Eds.). Handbook of learner diversity. Thousand Oaks, CA: Sage, 2019.

OLIVEIRA F. E. S; MOURA, F. M. A.; MARQUES, R. C. P. *Genética mendeliana: uma experiência exitosa no ensino médio*. Brazilian Journal of Development, Curitiba, v. 7, n. 6, p. 63772-63781, 2021.

OLIVEIRA, G. D; FARIA, V. P. *Metodologia ativa na educação em Medicina Veterinária*. PUBVET, v. 13, n. 5, p. 1-7, 2019.

REECE, Jane B.; URRY, Lisa A.; CAIN, Michael L.; et al. *A biologia de Campbell*. Trad. Maria Eugênia Pereira Moreira. 10. ed. São Paulo: Artmed, 2015.

REZENDE, L. P.; GOMES, S. C. S. *Uso de modelos didáticos no ensino de genética: estratégias metodológicas para o aprendizado*. Revista de Educação, Ciências e Matemática, v. 8, n. 2, p. 107-124, 2018.

REZENDE, L. P. *Heredogramas como ferramenta de ensino de genética para alunos do 9º ano anos finais*. Pesquisa em Foco, v. 28, n. 2, 2023.

SASSERON, L. H. *Alfabetização científica, ensino por investigação e argumentação: relações entre Ciências da Natureza e Escola*. Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências , Belo Horizonte, v. 17, p. 49–67, 2015.

SASSERON, L. H. *Ensino de ciências por investigação e o desenvolvimento de práticas: uma mirada para a base nacional comum curricular*. Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências, Belo Horizonte, v. 18, n. 3, p. 1061-1085, 2018.

SILVA, M. C. *O Novo Ensino Médio e a área de Ciências da Natureza e Tecnologias: uma análise crítica*. Revista Educação & Sociedade, v. 40, n. 143, 2019.

TEIXEIRA, M. V.; Nascimento, D. L. do. *Atividades lúdicas no processo de ensino e aprendizagem dos conceitos de genética*. Revista Educação Pública, v. 20, n. 14, 2020.

TEIXEIRA, M. V. *Conceitos de genética no ensino médio: Construção e análise de heredogramas da própria família por estudantes*. In: Kochhann, A.; Souza, J. O.; Oliveira, H. M. (Orgs.). Educação: Práticas, desafios e tendências. Campina Grande: Editora Licuri, 2023. p. 56-61.

VENTURINI, A.; VESTENA, R.F. *Dominó do Heredograma: Encontro entre Signos das Ciências da Natureza e Matemática*. Revista Insignare Scientia, v. 3, n. 2, p. 428-442, 2020.

VESTENA, R. F.; LORETO, E. L. S.; SEPEL, L. M. N. *Construção do heredograma da própria família: Uma proposta interdisciplinar e contextualizada para o ensino médio*. Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias, v. 14, n. 1, p. 1-16, 2015.

ZABALA, A. *Prática Educativa: como ensinar*. Porto Alegre: Artmed, 1998.

ZABALA, Antoni. *A sequência didática: como organizar o ensino por unidades de trabalho*. Porto Alegre: Artmed, 2000.

APÊNDICE A – Carta de apresentação da pesquisa



Universidade do Estado do Rio de Janeiro
 Instituto de Biologia Roberto Alcântara Gomes
 PROFBIO – Mestrado Profissional em Ensino de Biologia



Rio de Janeiro, _____ de _____ de _____.

À Direção do Instituto Superior de Educação do Rio de Janeiro.

Prezada diretora,

Venho por meio desta, solicitar autorização para realização da pesquisa “*Desenvolvimento de uma sequência didática para ensino de genética mendeliana com ênfase na interpretação de heredogramas*”, na Unidade Escolar sob sua direção. A pesquisa será desenvolvida por Roberta Araújo Barroso Constant, aluna do Mestrado Profissional em Ensino de Biologia em Rede Nacional (PROFBIO), orientada pela prof^a. Dra. Jaqueline Gusmão da Silva e co-orientada pela prof^a. Dra. Adriana Helena de Oliveira Reis, ambas da Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ), visando a elaboração de dissertação de mestrado, um dos requisitos para a obtenção do grau de Mestre, pela UERJ.

O objetivo central deste estudo é apresentar a importância do ensino sobre herdabilidade e dos padrões mendelianos de segregação das características a partir da elaboração de uma sequência didática. Declaramos que a participação na pesquisa é livre e seus participantes serão devidamente informados da natureza do trabalho através de um Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE), bem como terão seu anonimato garantido.

Em anexo segue a proposta da pesquisa.

Atenciosamente,

Mestranda: Roberta Araújo Barroso Constant

Jaqueline Gusmão da Silva
 Prof. Associado - IBRAG / UERJ
 Matrícula 34538-9
 ID. 4196768-2

Orientadora: Prof. Dr^a Jaqueline
 Gusmão da Silva

Co-orientadora: Prof. Dr^a. Adriana
 Helena de Oliveira Reis

APÊNDICE B – Carta de anuência

APÊNDICE B – Carta de anuência

Universidade do Estado do Rio de Janeiro
 Instituto de Biologia Roberto Alcântara Gomes




PROFBIO – Mestrado Profissional em Ensino de Biologia

Eu, Giovane Sasonara Ramos
 (nome legível) responsável pela Instituição
Instituto Superior de Educação RJ (nome legível da instituição),
 declaro que fui informado dos objetivos da pesquisa, e concordo em autorizar a
 execução da mesma nesta instituição, bem como o uso e a divulgação do nome da
 mesma. Caso necessário, a qualquer momento, como instituição coparticipante
 desta pesquisa, podemos revogar esta autorização, se comprovadas atividades
 que causem algum prejuízo a esta instituição ou ao sigilo da participação dos seus
 integrantes. Declaro, ainda, que não recebemos qualquer tipo de remuneração por
 esta autorização, bem como os participantes também não o receberão.
 A pesquisa só terá início nesta instituição após apresentação do Parecer de
 Aprovação por um Comitê de Ética em Pesquisa em Seres humanos.

Rio de Janeiro, 11 de junho de 2023

Giovane S. Ramos
 Responsável pela Instituição (assinatura e carimbo)

Giovane S. Ramos
 Diretora Geral (2020)
 30-44799-6

Agradecemos sua colaboração ao participar desta pesquisa. Se desejar qualquer
 informação adicional sobre este estudo, envie uma mensagem:
 Pesquisadora: Roberta Araújo Barroso Constant (roberta.constant@gmail.com), tel:
 (21) 06466-2382.
 Após o início da pesquisa, caso você tenha dificuldade em entrar em contato com o
 pesquisador responsável, comunique o fato à Comissão de Ética em Pesquisa da
 UERJ: Rua São Francisco Xavier, 524, sala 3020, bloco E, 3º andar - Maracanã — Rio
 de Janeiro/RJ.
 E-mail: etica@uerj.br — telefone: (21) 2334-2180 (2ª a 6ª feira, de 10h às 16h).

APÊNDICE C – Termo de consentimento livre e esclarecido



Universidade do Estado do Rio de Janeiro
 Instituto de Biologia Roberto Alcântara Gomes
 PROFBIO – Mestrado Profissional em Ensino de Biologia



TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

O (A) menor _____, sob sua responsabilidade, está sendo convidado a participar, como voluntário (a), da pesquisa intitulada “*Desenvolvimento de uma sequência didática para ensino de genética mendeliana com ênfase na interpretação de heredogramas*”, conduzida por Roberta Araújo Barroso Constant, aluno do Mestrado Profissional em Ensino de Biologia em Rede Nacional (PROFBIO), orientada pela profa. Dra. Jaqueline Gusmão da Silva e co-orientada pela prof^a. Dra Adriana Helena de Oliveira Reis, ambas da Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ). O objetivo central deste estudo é realizar uma sequência didática com os estudantes do ensino médio usando a investigação para a produção de conhecimentos sobre genética mendeliana com ênfase na interpretação de heredogramas.

Ele/Ela foi selecionado(a) por ser aluno do Ensino Médio do Instituto Superior de Educação do Rio de Janeiro, onde a pesquisadora deste estudo atua como professora. A participação não é obrigatória. A qualquer momento, ele/ela poderá desistir de participar e retirar seu consentimento. A recusa, desistência ou retirada de consentimento não acarretará prejuízo.

Como risco envolvido na pesquisa, há o possível desconforto gerado a partir das respostas colocadas no questionário. Desta forma, para reduzir qualquer possibilidade de constrangimento e exposição, a privacidade dele(a) será respeitada. O nome, imagem ou qualquer outro dado que possa identificá-lo(a) será mantido sob sigilo, inclusive na publicação dos resultados da pesquisa.

A participação na pesquisa não é remunerada nem implicará em gastos para os participantes.

A participação nesta pesquisa envolverá a realização de atividades pedagógicas dialógicas sobre genética mendeliana, pesquisa sobre os principais padrões de herança, participação em um jogo didático relacionado ao tema e responder a um questionário que abrange os conteúdos de genética do currículo do Ensino Médio.

Rubrica do participante

Rubrica do pesquisador

Os dados obtidos por meio desta pesquisa serão confidenciais e não serão divulgados em nível individual, visando assegurar o sigilo de participação.

Na divulgação dos resultados será necessário utilizar a imagem em foto do menor sob sua responsabilidade. Você precisa concordar com esse procedimento.

O pesquisador responsável se compromete a tornar públicos nos meios acadêmicos e científicos os resultados obtidos de forma consolidada sem qualquer identificação de indivíduos participantes.

Caso você autorize o menor sob sua responsabilidade a participar desta pesquisa, assine ao final deste documento, que possui duas vias, sendo uma delas sua, e a outra, do pesquisador responsável/coordenador da pesquisa. Seguem os telefones e o endereço institucional do pesquisador responsável e do Comitê de Ética em Pesquisa – CEP, onde você poderá tirar suas dúvidas sobre o projeto, agora ou a qualquer momento.

Caso você se sinta prejudicado, o parágrafo IV.3, os itens (g) e (h) da Resolução 466/12 garante os direitos de ressarcimento e indenização (se necessário): "g) explicitação da garantia de ressarcimento e como serão cobertas as despesas tidas pelos participantes da pesquisa e dela decorrentes"; e "h) explicitação da garantia de indenização diante de eventuais danos decorrentes da pesquisa." Há também base na Resolução 510/16, no Artigo 9, nos itens VI e VII: "VI ser indenizado pelo dano decorrente da pesquisa, nos termos da Lei; e VII o ressarcimento das despesas diretamente decorrentes de sua participação na pesquisa".

Contatos do pesquisador responsável: Roberta Araújo Barroso Constant (roberta.constant@gmail.com) cel. (21)96466-2382, Orientadora Prof. Dr^a Jaqueline Gusmão da Silva (gusmao.jaque@gmail.com), Co-orientadora: Prof. Dr^a. Adriana Helena de Oliveira Reis (ahoreis@gmail.com), endereço institucional: IBRAG - Instituto de Biologia Roberto Alcântara Gomes - Universidade do Estado do Rio de Janeiro (IBRAG-UERJ) Boulevard 28 de Setembro, 87 - Vila Isabel, Rio de Janeiro – RJ – Brasil - Cep: 20511-010 em contato com o pesquisador responsável, comunique o fato à Comissão de Ética em Pesquisa da UERJ: Rua São Francisco Xavier, 524, sala 3018, bloco E, 3º andar, - Maracanã - Rio de Janeiro, RJ, E-mail: coep@sr2.uerj.br — Telefone: (021) 2334-2180. O CEP COEP é responsável por garantir a proteção dos participantes de pesquisa e funciona as segundas, quartas e sextas-feiras, de 10h às 12h e 14h às 16h.

Rubrica do participante

Caso você

Rubrica do pesquisador

tenha dificuldade em entrar

Declaro que entendi os objetivos, riscos e benefícios da participação do menor sob minha responsabilidade nesta pesquisa e autorizo sua participação.

Rio de Janeiro, ____ de _____ de _____.

Nome do participante menor:

Nome do(a) Responsável:

Assinatura: _____

Nome do(a) pesquisador: ROBERTA ARAÚJO BARROSO CONSTANT

Assinatura:



APÊNDICE D – Termo de assentimento livre e esclarecido

Universidade do Estado do Rio de Janeiro
 Instituto de Biologia Roberto Alcântara Gomes
 PROFBIO – Mestrado Profissional em Ensino de Biologia

**TERMO DE ASSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO**

Prezado participante,

Você está sendo convidado a participar, como voluntário (a), da pesquisa intitulada “*Desenvolvimento de uma sequência didática para ensino de genética mendeliana com ênfase na interpretação de heredogramas*”, conduzida por Roberta Araújo Barroso Constant, aluno do Mestrado Profissional em Ensino de Biologia em Rede Nacional (PROFBIO), orientada pela profa. Dra. Jaqueline Gusmão da Silva e co-orientada pela profª. Dra Adriana Helena de Oliveira Reis, ambas da Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ). O objetivo central deste estudo é realizar uma sequência didática com os estudantes do ensino médio usando a investigação para a produção de conhecimentos sobre genética mendeliana com ênfase na interpretação de heredogramas.

Você foi selecionado(a) por ser aluno do Ensino Médio do Instituto Superior de Educação do Rio de Janeiro, onde a pesquisadora deste estudo atua como professora. A sua participação não é obrigatória. A qualquer momento, você poderá desistir de participar e retirar seu consentimento. A recusa, desistência ou retirada de consentimento não acarretará prejuízo.

Como risco envolvido na pesquisa, há o possível desconforto gerado a partir das respostas colocadas no questionário. Desta forma, para reduzir qualquer possibilidade de constrangimento e exposição, a sua privacidade será respeitada. O seu nome, imagem ou qualquer outro dado que possa identificá-lo(a) será mantido sob sigilo, inclusive na publicação dos resultados da pesquisa.

Sua participação na pesquisa não é remunerada nem implicará em gastos para os participantes.

Sua participação nesta pesquisa envolverá a realização de atividades pedagógicas dialógicas sobre genética mendeliana, pesquisa sobre os principais padrões de herança, participação em um jogo didático relacionado ao tema e responder a um questionário que abrange os conteúdos de genética do currículo do Ensino Médio.

Rubrica do participante

Rubrica do pesquisador

Os dados obtidos por meio desta pesquisa serão confidenciais e não serão divulgados em nível individual, visando assegurar o sigilo de sua participação.

Na divulgação dos resultados será necessário utilizar sua imagem em foto. Você precisa concordar com esse procedimento.

O pesquisador responsável se compromete a tornar públicos nos meios acadêmicos e científicos os resultados obtidos de forma consolidada sem qualquer identificação de indivíduos participantes.

Caso você concorde em participar desta pesquisa, assine ao final deste documento, que possui duas vias, sendo uma delas sua, e a outra, do pesquisador responsável/coordenador da pesquisa. Seguem os telefones e o endereço institucional do pesquisador responsável e do Comitê de Ética em Pesquisa – CEP, onde você poderá tirar suas dúvidas sobre o projeto, agora ou a qualquer momento.

Caso você se sinta prejudicado, o parágrafo IV.3, os itens (g) e (h) da Resolução 466/12 garante os direitos de ressarcimento e indenização (se necessário): "g) explicitação da garantia de ressarcimento e como serão cobertas as despesas tidas pelos participantes da pesquisa e dela decorrentes"; e "h) explicitação da garantia de indenização diante de eventuais danos decorrentes da pesquisa." Há também base na Resolução 510/16, no Artigo 9, nos itens VI e VII: "VI ser indenizado pelo dano decorrente da pesquisa, nos termos da Lei; e VII o ressarcimento das despesas diretamente decorrentes de sua participação na pesquisa".

Contatos do pesquisador responsável: Roberta Araújo Barroso Constant (roberta.constant@gmail.com) cel. (21)96466-2382, Orientadora Prof. Dr^a Jaqueline Gusmão da Silva (gusmao.jaque@gmail.com), Co-orientadora: Prof. Dr^a. Adriana Helena de Oliveira Reis (ahoreis@gmail.com), endereço institucional: IBRAG - Instituto de Biologia Roberto Alcântara Gomes - Universidade do Estado do Rio de Janeiro (IBRAG-UERJ) Boulevard 28 de Setembro, 87 - Vila Isabel, Rio de Janeiro – RJ – Brasil - Cep: 20511-010.

Caso você tenha dificuldade em entrar em contato com o pesquisador responsável, comunique o fato à Comissão de Ética em Pesquisa da UERJ: Rua São Francisco Xavier, 524, sala 3018, bloco E, 3º andar, - Maracanã - Rio de Janeiro, RJ, E-mail: coep@sr2.uerj.br — Telefone: (021) 2334-2180. O CEP COEP é responsável por garantir a proteção dos participantes de pesquisa e funciona as segundas, quartas e sextas-feiras, de 10h às 12h e 14h às 16h.

Rubrica do participante

Rubrica do pesquisador

Declaro que entendi os objetivos, riscos e benefícios de minha participação na pesquisa, e que concordo em participar.

Rio de Janeiro, ____ de _____ de _____.

Nome do(a) participante menor:

Assinatura: _____

Nome do(a) pesquisador: ROBERTA ARAÚJO BARROSO CONSTANT

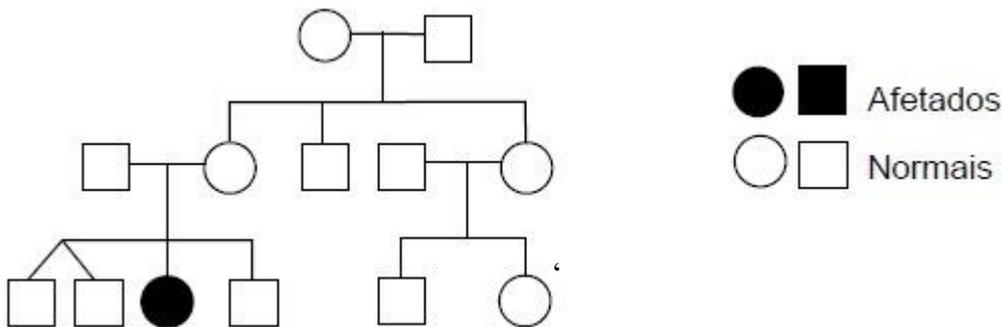
Assinatura: 

APÊNDICE E – Modelo do questionário

QUESTIONÁRIO PARA A PESQUISA: Desenvolvimento de uma sequência didática para ensino de genética no ensino médio com ênfase na interpretação de heredogramas

1. Responda às perguntas com base nas informações apresentadas no heredograma abaixo:

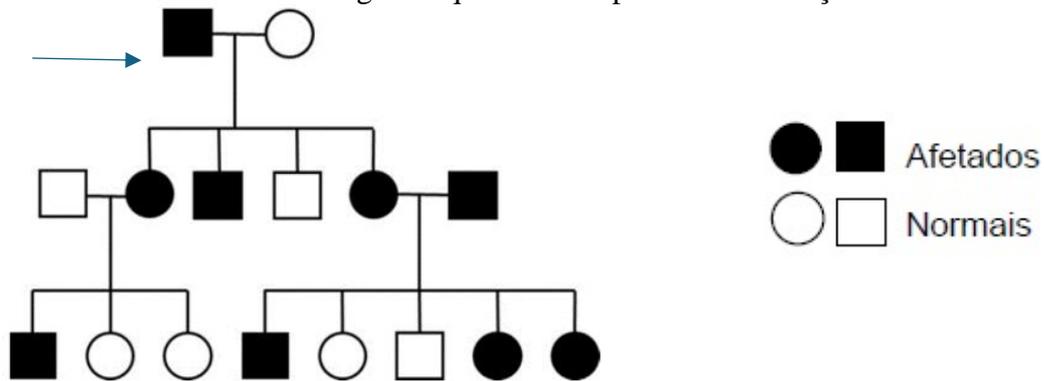
Este questionário tem o propósito de avaliar a sua compreensão do conteúdo de Genética Mendeliana, com ênfase na interpretação de heredogramas. Suas respostas serão tratadas com total anonimato e utilizadas exclusivamente para fins de pesquisa. Por favor, responda com sinceridade, considerando o seu entendimento do conteúdo apresentado. Não é necessário se identificar. Obrigada por sua colaboração!



RESPOSTAS:		
A	Quantos indivíduos estão representados no heredograma?	
B	Quantas mulheres estão representadas no heredograma?	
C	Quantos são afetados?	
D	Faça uma seta indicando o indivíduo III.4	-----
E	Qual o tipo de herança envolvida?	

2. A doença de Huntington é uma condição progressiva e degenerativa que afeta o sistema nervoso central, resultando em comprometimento significativo das habilidades motoras e cognitivas.

Abaixo, você encontrará um heredograma que ilustra o padrão de herança entre os indivíduos.



RESPOSTAS:		
A	Numere no heredograma acima as gerações I, II, III e os respectivos indivíduos.	-----
B	O indivíduo identificado pela seta é homocigoto ou heterocigoto?	
C	Qual o tipo de herança envolvida?	

3. Responda a partir das informações apresentadas no heredograma abaixo:



RESPOSTAS:		
A	Qual o tipo de herança envolvida?	
B	Todos os filhos de mulheres afetadas serão afetados?	

APÊNDICE F – Jogo “Que herança eu tenho?”

Que herança eu tenho?



Objetivo do jogo

O jogo é baseado no jogo "Eu sou?" tendo como objetivo final desvendar o padrão de herança oculto na "carta de cabeça", proporcionando a interpretação dos padrões de herança monogênica nas famílias de forma lúdica e colaborativa, auxiliando a compreensão dos conteúdos de herdabilidade e dos padrões mendelianos de segregação das características, incentivando o aluno a refletir sobre os mecanismos de herança genética para desvendar, em duplas, o padrão oculto na carta de cabeça dos integrantes de cada time formado.



Que herança eu tenho?

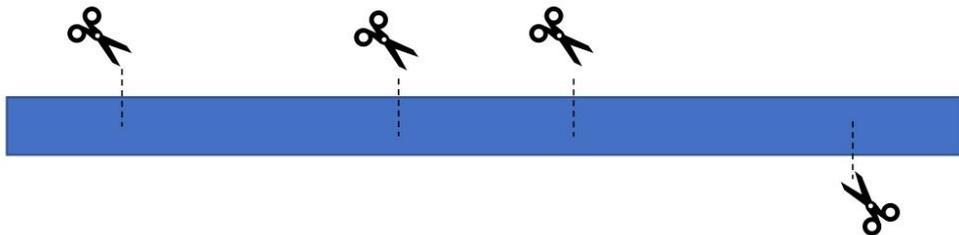


Material e montagem do jogo

1. Folha de EVA para os suportes de cabeça;
2. Tesoura;
3. Papel para imprimir as cartas e tabelas de critérios;
4. Seis tabelas de critérios;
5. Dezoito cartas de perguntas;
6. Seis cartas de cabeça (com padrões de herança monogênica);
7. Lápis/caneta para marcação nas tabelas;

Montagem:

Imprimir as 6 tabelas de critérios e imprimir e recortar as 6 cartas de cabeça e 18 cartas de perguntas. Em seguida corte as tiras de EVA segundo o molde abaixo, com 67 cm de comprimento e 3 cm de largura, fazendo as duas incisões no centro para o encaixe da carta e duas incisões de 1,5 cm em cada ponta, e uma na parte superior e outra na inferior, para circularizar a tira de suporte da carta na cabeça.



Que herança eu tenho?



Regras do jogo

1. O jogo é em duplas e os componentes de duplas diferentes devem sentar-se alternadamente, com um número máximo de 3 duplas por jogo;
2. O bolo de cartas de perguntas é embaralhado e colocado no centro da mesa de cabeça para baixo;
3. As cartas de cabeça são embaralhadas e distribuídas entre os jogadores;
4. Cada jogador colocará, sem ver o direito da carta, a mesma no suporte de cabeça, de maneira que a carta fique virada de frente para os outros jogadores;
5. Inicia o jogo a dupla que tirar o maior valor em um dado; ou por meio de outro tipo de sorteio (pedra-papel-tesoura etc.).
6. A cada jogada o jogador deve sortear uma carta do bolo de cartas de perguntas e ler a carta para sua dupla. Caso o critério de herança lido na pergunta corresponda ao da pessoa que está perguntando a sua dupla deve dizer sim; caso não corresponda a resposta será não.
7. A cada resposta SIM os dois integrantes da dupla devem marcar o critério na sua tabela de critérios e a carta de pergunta deve voltar para o final do bolo;
8. O jogo segue dessa forma girando em sentido horário, até que um dos integrantes da dupla complete na sua cartela de critérios todos os critérios do seu padrão de herança e do padrão da sua dupla;
9. Vence o jogo a dupla que desvendar primeiro os dois padrões de herança do time.



Que herança eu tenho?

Tabela de Critérios

Critérios: Herança autossômica dominante

- O fenótipo aparece em todas as gerações, e toda pessoa afetada tem um genitor afetado.
- Familiares fenotipicamente normais não transmitem o fenótipo para seus filhos.
- Homens e Mulheres têm a mesma chance de transmitir o fenótipo aos filhos de ambos os sexos.
- Observa-se a transmissão de pai para filho e os homens podem ter filhas normais.

Critérios: Herança autossômica recessiva

- O fenótipo é encontrado apenas entre os irmãos do probando e o fenótipo pula gerações.
- O risco de recorrência para cada irmão do probando é de $\frac{1}{4}$.
- Os pais do indivíduo afetado em alguns casos são consanguíneos.
- Ambos os sexos têm a mesma chance de serem afetados.

Critérios: Herança recessiva Ligada ao X

- A incidência é mais alta em homens do que em mulheres.
- O gene jamais se transmite diretamente do pai para o filho, mas sim de um homem afetado para todas as suas filhas.
- O gene pode ser transmitido através de uma série de mulheres portadoras.
- Mulheres heterozigóticas geralmente não são afetadas, mas algumas expressam a afecção com intensidade variável.

Critérios: Herança dominante ligada ao X

- Os homens afetados com companheiras normais não têm nenhum filho afetado e nenhuma filha normal.
- Os filhos de ambos os sexos, de portadores, possuem um risco de 50% de herdar o fenótipo.
- Nos fenótipos raros, mulheres afetadas são 2X mais frequentes que homens afetados, mas apresentam uma expressão mais leve (embora variável)

Critério: Genes ligados ao Y (Holândricos)

- Todos os homens de uma família apresentarão a característica

Critério: Padrão de Herança Mitocondrial

- Herança exclusivamente materna



Cartas de perguntas

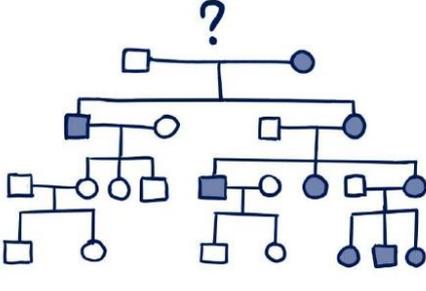
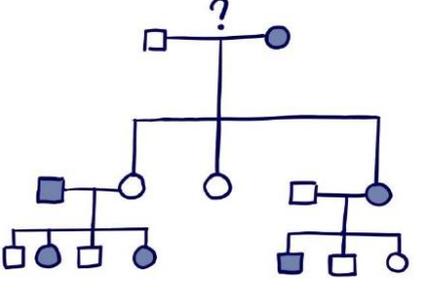
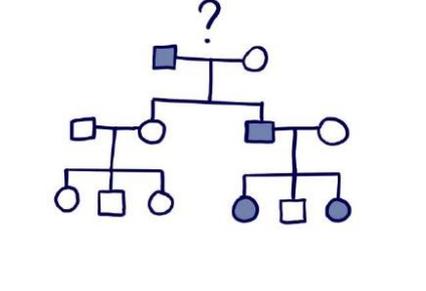
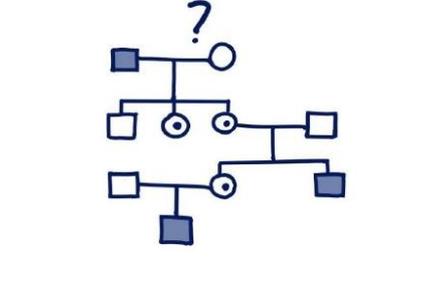
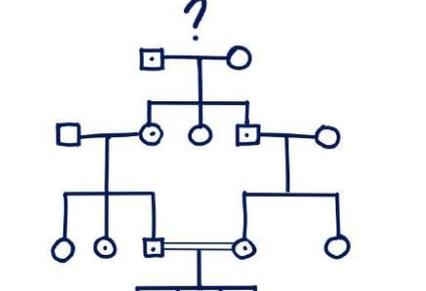
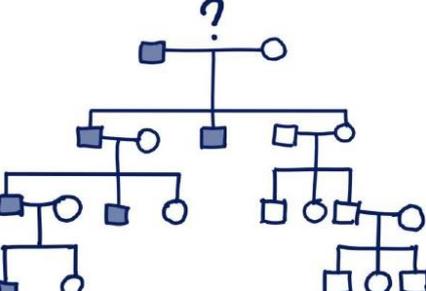
O fenótipo aparece em todas as gerações, e toda pessoa afetada tem um genitor afetado?	O O fenótipo é encontrado apenas entre os irmãos do probando e o fenótipo pula gerações?	A incidência é mais alta em homens do que em mulheres?
Familiares fenotipicamente normais não transmitem o fenótipo para seus filhos?	O risco de recorrência para cada irmão do probando é de $\frac{1}{4}$?	O gene jamais se transmite diretamente do pai para o filho, mas sim de um homem afetado para todas as suas filhas?
Homens e Mulheres têm a mesma chance de transmitir o fenótipo aos filhos de ambos os sexos?	Os pais do indivíduo afetado em alguns casos são consanguíneos?	O gene pode ser transmitido através de uma série de mulheres portadoras?
Observa-se a transmissão de pai para filho e os homens podem ter filhas normais?	Ambos os sexos têm a mesma chance de serem afetados?	Mulheres heterozigóticas geralmente não são afetadas, mas algumas expressam a afecção com intensidade variável?
Os homens afetados com companheiras normais não têm nenhum filho afetado e nenhuma filha normal?	Todos os homens de uma família apresentarão a característica?	Os filhos de ambos os sexos, de portadores, possuem um risco de 50% de herdar o fenótipo?
Nos fenótipos raros, mulheres afetadas são 2X mais freqüentes que homens afetados, mas apresentam uma expressão mais leve?	Herança exclusivamente materna?	Herança exclusivamente materna?

Cartas de cabeça



Que herança eu tenho? Resolução do jogo



 <p data-bbox="451 712 791 779">Herança mitocondrial</p>	 <p data-bbox="909 712 1249 779">Herança dominante ligada ao X</p>
 <p data-bbox="451 1164 791 1232">Herança autossômica dominante</p>	 <p data-bbox="909 1164 1249 1232">Herança recessiva ligada ao X</p>
 <p data-bbox="451 1639 791 1706">Herança autossômica recessiva</p>	 <p data-bbox="909 1639 1249 1706">Herança ligada ao Y</p>

APÊNDICE G – Guia didático para professores



Universidade do Estado do Rio de Janeiro
Centro Biomédico
Instituto de Biologia Roberto Alcântara Gomes

Sequência didática para ensino de genética no ensino médio com ênfase na interpretação de heredogramas

Guia para professores



PROFBIO
Mestrado Profissional
em Ensino de Biologia

Roberta Araújo Barroso Constant
Jaqueline Gusmão da Silva
Adriana Helena de Oliveira Reis

Rio de Janeiro
2024

APRESENTAÇÃO

Prezados (as) professores (as),

Este guia didático foi elaborado como parte de uma dissertação de Mestrado Profissional em Ensino de Biologia (PROFBIO-UERJ), intitulada *"Desenvolvimento de uma sequência didática para o ensino de genética no ensino médio, com ênfase na interpretação de heredogramas."*

O objetivo deste guia é promover a aplicação desta sequência didática, proporcionando aos alunos do Ensino Médio a oportunidade de aprender a interpretar heredogramas de forma investigativa e lúdica. As atividades aqui propostas foram cuidadosamente desenvolvidas para que os alunos possam executá-las de maneira investigativa e exploratória, e para que sejam facilmente aplicáveis em sala de aula, considerando a praticidade necessária devido à vasta carga de conteúdos da disciplina de Biologia no Ensino Médio

Esperamos que este guia auxilie os professores a proporcionar momentos valiosos de construção do conhecimento e que a sequência didática aqui apresentada enriqueça a aprendizagem dos alunos, tornando o estudo da genética mais acessível e envolvente.

Desejamos a todos um excelente trabalho e muitos momentos preciosos de descoberta e aprendizagem!

As autoras.

AGRADECIMENTOS

Ao programa de mestrado PROFBIO - UERJ, pela oportunidade e pelo suporte essenciais à realização da pesquisa que culminou na criação deste guia didático.

À Marina Silva Figueira de Paula, que elaborou as ilustrações dos heredogramas, necessárias para a execução dessa sequência didática.

À direção e coordenação do Instituto Superior de Educação do Rio de Janeiro (ISERJ) – FAETEC/RJ, por todo o apoio concedido, essencial para que a pesquisa e a elaboração desta atividade fossem realizadas da melhor forma possível.

A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) - Brasil, pelo apoio a esta pesquisa, a partir do Código de Financiamento 001.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	5
2	OBJETIVO	6
3	A SEQUÊNCIA DIDÁTICA	6
3.1	A roda de conversa	8
3.2	O jogo didático	8
3.3	A avaliação da sequência didática	12
	REFERÊNCIA	13
	APÊNDICE A	14
	APÊNDICE B	21

1 INTRODUÇÃO

A genética, área da Biologia que estuda a hereditariedade e a transmissão de características ao longo das gerações, teve sua origem nos experimentos do monge Gregor Mendel. As leis propostas por Mendel foram fundamentais para a compreensão de como a variabilidade genética influencia a evolução e a diversidade dos seres vivos no planeta (OLIVEIRA et al., 2021). Desde então, o estudo da genética tem avançado significativamente, impulsionado pelo progresso da biotecnologia, engenharia genética, estudo do DNA, clonagem e transgênicos.

Mesmo diante da evidente relevância da genética, o processo de aprendizagem deste conteúdo é considerado complexo e desafiador. As principais dificuldades relatadas pelos alunos na aprendizagem dessa disciplina ocorrem devido à sua extensa terminologia, ao seu alto nível de abstração e à presença de cálculos matemáticos (ARAÚJO *et al.*, 2018). Outro fator que prejudica o interesse pelos conteúdos de genética é o tipo de ensino ofertado: muito tradicional, desinteressante, baseado apenas em livros didáticos e sem contextualização dos assuntos com a realidade.

A Base Nacional Comum Curricular (BNCC) e o Novo Ensino Médio, regulamentado pela Lei nº 13.415 de 2017, promovem uma mudança na educação, valorizando o desenvolvimento de habilidades com impacto na vida e no cotidiano dos alunos, bem como a flexibilização, autonomia e protagonismo estudantil (BRASIL, 2017; SILVA, 2019). Dentro dessa nova estrutura, a área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias, que inclui a disciplina de Biologia, desempenha um papel crucial na formação integral dos estudantes, preparando-os para os desafios da sociedade contemporânea marcada por rápidos avanços científicos e tecnológicos.

Sob essa ótica, a sequência didática proposta adota o ensino por investigação, incentivando os alunos a questionarem, explorarem e construir ativamente seu conhecimento sobre herança monogênica. Essa abordagem valoriza o protagonismo do aluno, colocando-o no centro do processo de aprendizagem e estimulando o desenvolvimento de habilidades de investigação

científica e pensamento crítico. Através de atividades interativas, como jogos didáticos e discussões em grupo, os estudantes terão a oportunidade de aplicar os conceitos aprendidos, desenvolvendo habilidades analíticas essenciais para a interpretação de heredogramas.

Este guia fornece orientações detalhadas para cada etapa da sequência, visando um aprendizado significativo e engajador. Ao final, espera-se que os alunos não apenas compreendam os mecanismos de herança monogênica, mas também sejam capazes de interpretar e construir heredogramas com confiança, contribuindo para seu desenvolvimento científico.

2 OBJETIVO

Proporcionar aos professores de ensino médio uma ferramenta prática e eficiente para a aplicação de uma sequência didática que auxilie na compreensão dos conteúdos de hereditariedade e dos padrões de herança monogênica, com ênfase na interpretação de heredogramas.

3 A SEQUÊNCIA DIDÁTICA

A sequência didática proposta neste guia didático fundamenta suas estratégias de ensino e aprendizagem em três referenciais teóricos principais: Zabala (2000), Sasseron (2015) e Kishimoto (2001) a fim de desenvolver uma SD que trabalhe os conceitos de hereditariedade e padrões de herança monogênica.

De acordo Zabala (2000), a sequência didática é uma organização de atividades e recursos pedagógicos projetada para promover a aprendizagem significativa dos alunos, focando em um tema específico e seguindo uma estrutura sequencial para alcançar objetivos educacionais definidos.

Conforme Sasseron (2015), essa sequência didática também enfatiza o protagonismo dos alunos e o método investigativo, com o intuito de fomentar

uma aprendizagem significativa e autônoma, colocando os alunos como agentes centrais no processo de construção do conhecimento.

Os jogos didáticos enriquecem a sequência didática e vão além de um momento de recreação, assumindo um papel importante no processo de aprendizagem (KISHIMOTO, 2001). Esse recurso lúdico estimula o engajamento dos alunos, promove a colaboração entre pares e desenvolve a capacidade de resolver problemas, tornando o aprendizado mais dinâmico e prazeroso. Com isso, a abordagem pedagógica da sequência didática desenvolvida neste guia também contribui para o desenvolvimento de habilidades socioemocionais, como autonomia, responsabilidade e perseverança, competências estas destacadas na Base Nacional Comum Curricular (BRASIL, 2017).

Essa sequência didática foi desenvolvida para turmas de ensino médio e elaborada para ser executada em três etapas. No quadro abaixo encontra-se a descrição das etapas da sequência didática desenvolvida.

Quadro 1 – Etapas da sequência didática

Etapas	Descrição	Carga Horária
Roda de Conversa	Leitura e escuta da música Espatódea do Nando Reis seguida de um debate sobre os fatores que influenciam as semelhanças entre os pais e seus filhos. Exibição do vídeo em que o autor da música explica a história da canção.	90 minutos
Jogo didático – Que herança eu tenho	Jogo de interpretação de heredograma (apêndice F), em dupla, cujo objetivo é desvendar o heredograma oculto que estará preso por uma tira na cabeça do participante que não conseguirá ver o padrão de herança. Para descobrir a carta oculta, uma série de perguntas serão feitas. Ganha o grupo que conseguir desvendar o padrão oculto em suas cartas de cabeça.	90 minutos

Avaliação da sequência didática.	Distribuição do questionário impresso (Apêndice B), contendo questões discursivas e objetivas seguido por autocorreção.	45 minutos
----------------------------------	---	------------

Fonte: A autora (2024)

3.1 A roda de conversa

A sequência didática começa com uma roda de conversa, que inclui a leitura e a escuta da música "Espatódea", de Nando Reis, que destaca as semelhanças entre pai e filha, abrindo caminho para uma discussão inicial sobre a influência da genética. Para enriquecer o debate, sugere-se a exibição de um vídeo em que o próprio Nando Reis explica a história da música "Espatódea" e compartilha o contexto familiar que a inspirou (disponível em <https://www.youtube.com/watch?app=desktop&v=xElypJgp4LI>, acessado em 30 de maio de 2024). Nesse vídeo, Nando Reis menciona que, embora ele seja ruivo, seus três filhos mais velhos e seus próprios irmãos e pais não têm essa característica, o que pode servir de ponto de partida para uma discussão mais aprofundada.

Recomenda-se que a intervenção do professor durante a roda de conversa seja mais no sentido de mediar o debate, trazendo à tona questões que possam clarificar o tema, mas evitando respostas fechadas, de modo a estimular a argumentação – um aspecto fundamental para o desenvolvimento de uma proposta de ensino baseada na investigação.

Ao término da roda de conversa, reserve um tempo para sistematizar os conteúdos discutidos, utilizando esquemas, mapas conceituais ou outras ferramentas que facilitem a organização do conhecimento adquirido.

3.2 O jogo didático

O jogo proposto para ser inserido como uma das etapas da sequência didática é baseado no jogo “Eu sou?” da Estrela LTDA. O objetivo do jogo é desvendar a carta oculta (heredograma) que ficará presa por uma tira na cabeça do jogador, conhecida como “carta de cabeça”. Originalmente elaborado para o “Curso de Treinamento em Práticas e Metodologias de Ensino/Aprendizagem em Genética para Professores do Ensino Médio” ofertado pelo Laboratório de Capacitação Docente em Práticas de Genética no Ensino Médio da UERJ (LPGEN), no Departamento de extensão da UERJ (DEPEXT), o jogo foi adaptado para sua inclusão na sequência didática (SD) elaborada.

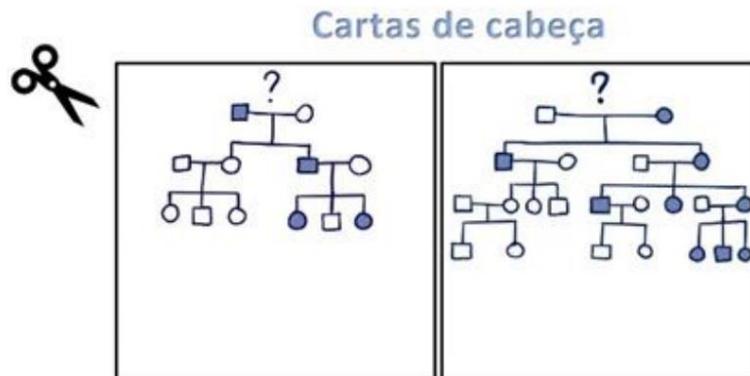
Figura 1 – Imagem do Jogo Eu sou? da Estrela®



Fonte: Estrela® - <https://www.estrela.com.br/jogo-eu-sou-estrela/p>

Neste contexto, a carta oculta dos participantes será um heredograma (Figura 2). Isso visa proporcionar a interpretação dos padrões de herança monogênica nas famílias de forma lúdica e colaborativa, auxiliando na compreensão dos conteúdos de herdabilidade e dos padrões mendelianos de segregação das características. O jogo incentiva os alunos a refletirem sobre os mecanismos de herança genética, desvendando, em duplas, o padrão oculto na carta de cabeça dos integrantes de cada time formado.

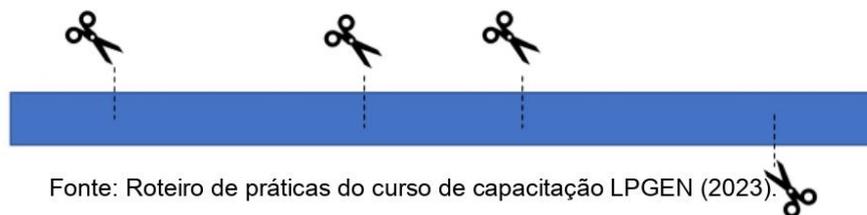
Figura 2 – Carta oculta com desenhos de heredogramas.



Fonte: Roteiro de práticas do curso de capacitação LPGEN (2023).

As etapas para a montagem do jogo são as seguintes: imprimir 6 tabelas de critérios, 6 cartas de cabeça e as 18 cartas de perguntas (Apêndice A). Em seguida, cortar as tiras de EVA conforme o molde (Figura 3), com 67 cm de comprimento e 3 cm de largura, fazendo duas incisões no centro da tira para o encaixe da carta e duas incisões de 1,5 cm em cada ponta, uma na parte superior e outra na inferior. Essas incisões permitirão que a tira de suporte passe ao redor da cabeça, mantendo a carta de cabeça fixa e visível para os outros jogadores.

Figura 3 – Molde para as tiras de suporte da carta de cabeça



Fonte: Roteiro de práticas do curso de capacitação LPGEN (2023).

Os materiais necessários para a montagem do jogo são os seguintes materiais:

1. Folha de EVA para os suportes de cabeça;
2. Tesoura;
3. Papel para imprimir as cartas e tabelas de critérios;
4. Seis tabelas de critérios;
5. Dezoito cartas de perguntas;
6. Seis cartas de cabeça (com padrões de herança monogênica);
7. Lápis/caneta para marcação nas tabelas;

As regras do jogo são:

1. O jogo é em duplas e os componentes de duplas diferentes devem sentar-se alternadamente, com um número máximo de 3 duplas por jogo;
2. O bolo de cartas de perguntas é embaralhado e colocado no centro da mesa de cabeça para baixo;
3. As cartas de cabeça são embaralhadas e distribuídas entre os jogadores;
4. Cada jogador colocará a carta no suporte de cabeça, de maneira que a carta fique virada de frente para os outros jogadores;
5. Inicia o jogo a dupla que tirar o maior valor em um dado; ou por meio de outro tipo de sorteio (pedra-papel-tesoura etc.).
6. A cada jogada o jogador deve sortear uma carta do bolo de cartas de perguntas e ler a carta para sua dupla. Caso o critério de herança lido na pergunta corresponda ao da pessoa que está perguntando a sua dupla deve dizer sim; caso não corresponda a resposta será não.
7. A cada resposta SIM os dois integrantes da dupla devem marcar o critério na sua tabela de critérios e a carta de pergunta deve voltar para o final do bolo;
8. O jogo segue dessa forma girando em sentido horário, até que um dos integrantes da dupla complete na sua cartela de critérios todos os critérios do seu padrão de herança e do padrão da sua dupla;
9. Vence o jogo a dupla que desvendar primeiro os dois padrões de herança do time.

Vale ressaltar que ao explorar a situação-problema "Qual é o padrão de herança representado neste heredograma?", os alunos desenvolvem habilidades essenciais como a argumentação, ao justificarem suas interpretações e discutirem as possíveis explicações para os padrões

observados. Esse processo está alinhado com os princípios do ensino por investigação, incentivando os alunos a participarem ativamente na construção do conhecimento, por meio da formulação de hipóteses, da análise de dados e da reflexão crítica sobre suas conclusões.

3.3 Avaliação da sequência didática

Aplicação do questionário impresso (Apêndice B), contendo questões discursivas e objetivas, seguido por autocorreção. A autocorreção é um passo fundamental para os alunos, pois permite que eles reflitam sobre seus próprios erros e compreendam melhor o conteúdo, promovendo a autonomia e o aprendizado ativo. Essa prática ajuda a consolidar o conhecimento, ao mesmo tempo em que desenvolve habilidades de autoavaliação e pensamento crítico.

REFERÊNCIAS

ARAÚJO, M. S.; FREITAS, W. L. S.; LIMA, S. M. S.; LIMA, M. M. O. A genética no contexto de sala de aula: dificuldades e desafios em uma escola pública de Florianópolis – PI. Revista Ensino de Ciências e Matemática, v. 9, n. 1, p. 19-30, 2018.

BRASIL. Ministério da Educação. Base Nacional Comum Curricular – Ciências da Natureza e suas Tecnologias. Quarta versão. Brasília: MEC/SEB. p. 542. 2017. Disponível em: <http://basenacionalcomum.mec.gov.br>. Acesso em: 12 jun. 2022.

KISHIMOTO, Tizuko Morchida. Jogo, brinquedo, brincadeira e a educação. 5. ed. São Paulo: Cortez, 2001.

SASSERON, L. H. Alfabetização científica, ensino por investigação e argumentação: relações entre Ciências da Natureza e Escola. Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências, Belo Horizonte, v. 17, p. 49–67, 2015.

SILVA, M. C. O Novo Ensino Médio e a área de Ciências da Natureza e Tecnologias: uma análise crítica. Revista Educação & Sociedade, v. 40, n. 143, 2019.

ZABALA, A. Prática Educativa: como ensinar. Porto Alegre: ARTMED, 1998.

ZABALA, Antoni. A sequência didática: como organizar o ensino por unidades de trabalho. Porto Alegre: Artmed, 2000.

APÊNDICE A

Que herança eu tenho?



Objetivo do jogo

O jogo é baseado no jogo "Eu sou?" tendo como objetivo final desvendar o padrão de herança oculto na "carta de cabeça", proporcionando a interpretação dos padrões de herança monogênica nas famílias de forma lúdica e colaborativa, auxiliando a compreensão dos conteúdos de herdabilidade e dos padrões mendelianos de segregação das características, incentivando o aluno a refletir sobre os mecanismos de herança genética para desvendar, em duplas, o padrão oculto na carta de cabeça dos integrantes de cada time formado.



Que herança eu tenho?

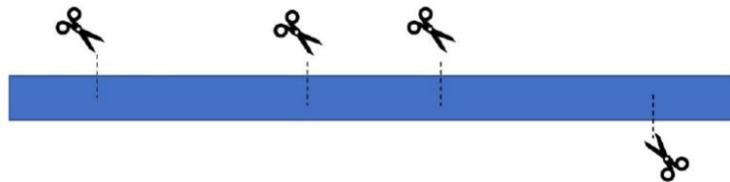


Material e montagem do jogo

1. Folha de EVA para os suportes de cabeça;
2. Tesoura;
3. Papel para imprimir as cartas e tabelas de critérios;
4. Seis tabelas de critérios;
5. Dezoito cartas de perguntas;
6. Seis cartas de cabeça (com padrões de herança monogênica);
7. Lápis/caneta para marcação nas tabelas;

Montagem:

Imprimir as 6 tabelas de critérios e imprimir e recortar as 6 cartas de cabeça e 18 cartas de perguntas. Em seguida corte as tiras de EVA segundo o molde abaixo, com 67 cm de comprimento e 3 cm de largura, fazendo as duas incisões no centro para o encaixe da carta e duas incisões de 1,5 cm em cada ponta, e uma na parte superior e outra na inferior, para circularizar a tira de suporte da carta na cabeça.



Que herança eu tenho?



Regras do jogo

1. O jogo é em duplas e os componentes de duplas diferentes devem sentar-se alternadamente, com um número máximo de 3 duplas por jogo;
2. O bolo de cartas de perguntas é embaralhado e colocado no centro da mesa de cabeça para baixo;
3. As cartas de cabeça são embaralhadas e distribuídas entre os jogadores;
4. Cada jogador colocará, sem ver o direito da carta, a mesma no suporte de cabeça, de maneira que a carta fique virada de frente para os outros jogadores;
5. Inicia o jogo a dupla que tirar o maior valor em um dado; ou por meio de outro tipo de sorteio (pedra-papel-tesoura etc.);
6. A cada jogada o jogador deve sortear uma carta do bolo de cartas de perguntas e ler a carta para sua dupla. Caso o critério de herança lido na pergunta corresponda ao da pessoa que está perguntando a sua dupla deve dizer sim; caso não corresponda a resposta será não.
7. A cada resposta SIM os dois integrantes da dupla devem marcar o critério na sua tabela de critérios e a carta de pergunta deve voltar para o final do bolo;
8. O jogo segue dessa forma girando em sentido horário, até que um dos integrantes da dupla complete na sua cartela de critérios todos os critérios do seu padrão de herança e do padrão da sua dupla;
9. Vence o jogo a dupla que desvendar primeiro os dois padrões de herança do time.

Que herança eu tenho?



Tabela de Critérios

Critérios: Herança autossômica dominante

- O fenótipo aparece em todas as gerações, e toda pessoa afetada tem um genitor afetado.
- Familiares fenotipicamente normais não transmitem o fenótipo para seus filhos.
- Homens e Mulheres têm a mesma chance de transmitir o fenótipo aos filhos de ambos os sexos.
- Observa-se a transmissão de pai para filho e os homens podem ter filhas normais.

Critérios: Herança autossômica recessiva

- O fenótipo é encontrado apenas entre os irmãos do probando e o fenótipo pula gerações.
- O risco de recorrência para cada irmão do probando é de ¼.
- Os pais do indivíduo afetado em alguns casos são consanguíneos.
- Ambos os sexos têm a mesma chance de serem afetados.

Critérios: Herança recessiva Ligada ao X

- A incidência é mais alta em homens do que em mulheres.
- O gene jamais se transmite diretamente do pai para o filho, mas sim de um homem afetado para todas as suas filhas.
- O gene pode ser transmitido através de uma série de mulheres portadoras.
- Mulheres heterozigóticas geralmente não são afetadas, mas algumas expressam a afecção com intensidade variável.

Critérios: Herança dominante ligada ao X

- Os homens afetados com companheiras normais não têm nenhum filho afetado e nenhuma filha normal.
- Os filhos de ambos os sexos, de portadores, possuem um risco de 50% de herdar o fenótipo.
- Nos fenótipos raros, mulheres afetadas são 2X mais frequentes que homens afetados, mas apresentam uma expressão mais leve (embora variável)

Critério: Genes ligados ao Y (Holândricos)

- Todos os homens de uma família apresentarão a característica

Critério: Padrão de Herança Mitocondrial

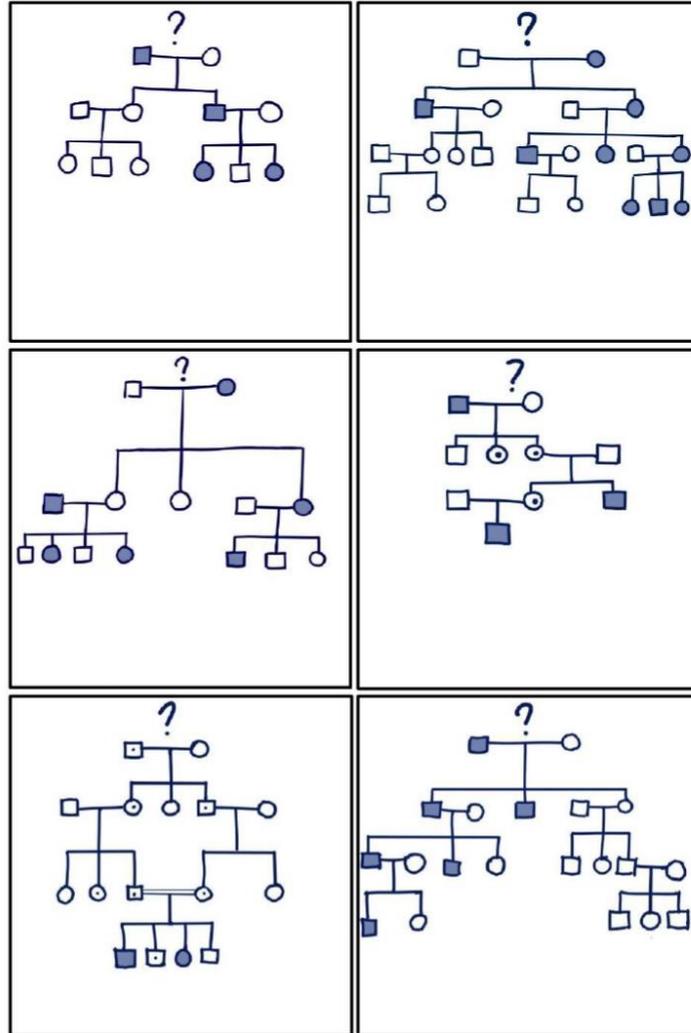
- Herança exclusivamente materna



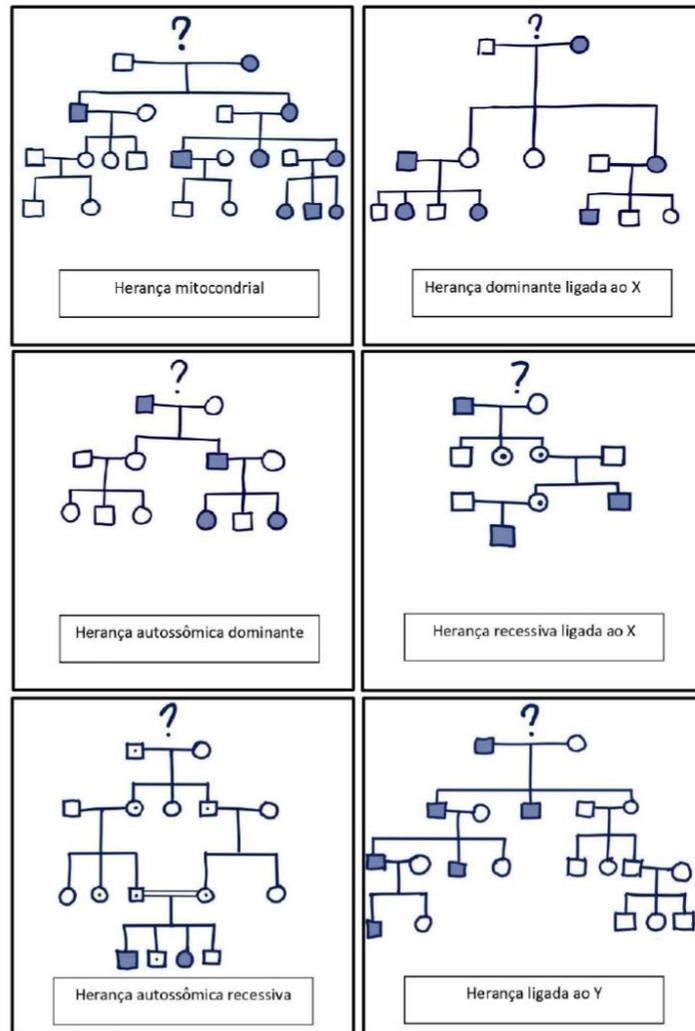
Cartas de perguntas

O fenótipo aparece em todas as gerações, e toda pessoa afetada tem um genitor afetado?	O O fenótipo é encontrado apenas entre os irmãos do probando e o fenótipo pula gerações?	A incidência é mais alta em homens do que em mulheres?
Familiares fenotipicamente normais não transmitem o fenótipo para seus filhos?	O risco de recorrência para cada irmão do probando é de $\frac{1}{4}$?	O gene jamais se transmite diretamente do pai para o filho, mas sim de um homem afetado para todas as suas filhas?
Homens e Mulheres têm a mesma chance de transmitir o fenótipo aos filhos de ambos os sexos?	Os pais do indivíduo afetado em alguns casos são consanguíneos?	O gene pode ser transmitido através de uma série de mulheres portadoras?
Observa-se a transmissão de pai para filho e os homens podem ter filhas normais?	Ambos os sexos têm a mesma chance de serem afetados?	Mulheres heterozigóticas geralmente não são afetadas, mas algumas expressam a afecção com intensidade variável?
Os homens afetados com companheiras normais não têm nenhum filho afetado e nenhuma filha normal?	Todos os homens de uma família apresentarão a característica?	Os filhos de ambos os sexos, de portadores, possuem um risco de 50% de herdar o fenótipo?
Nos fenótipos raros, mulheres afetadas são 2X mais freqüentes que homens afetados, mas apresentam uma expressão mais leve?	Herança exclusivamente materna?	Herança exclusivamente materna?

Cartas de cabeça



Que herança eu tenho? Resolução do jogo

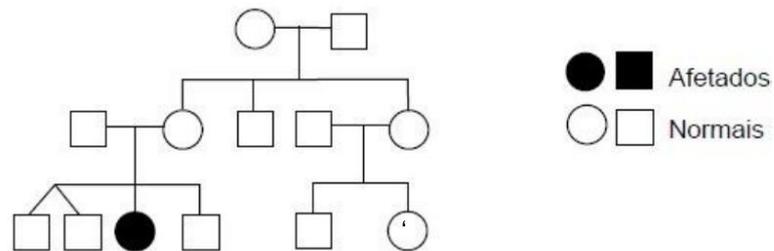


APÊNDICE B

QUESTIONÁRIO - AVALIAÇÃO: Sequência didática para ensino de genética no ensino médio com ênfase na interpretação de heredogramas

Este questionário tem o propósito de avaliar a sua compreensão do conteúdo de Genética Mendeliana, com ênfase na interpretação de heredogramas. Suas respostas serão tratadas com total anonimato e utilizadas exclusivamente para fins de pesquisa. Por favor, responda com sinceridade, considerando o seu entendimento do conteúdo apresentado. Não é necessário se identificar. Obrigada por sua colaboração!

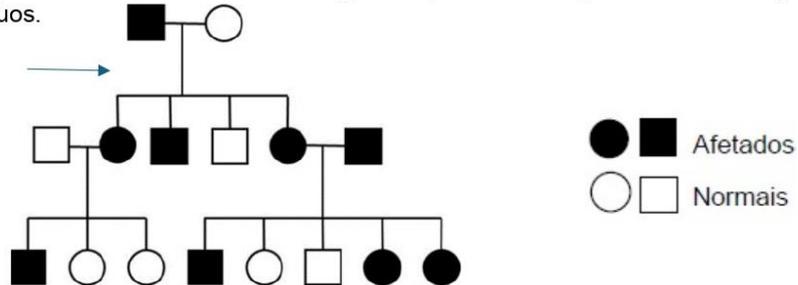
1. Responda às perguntas com base nas informações apresentadas no heredograma abaixo:



		RESPOSTAS:
A	Quantos indivíduos estão representados no heredograma?	
B	Quantas mulheres estão representadas no heredograma?	
C	Quantos são afetados?	
D	Faça uma seta indicando o indivíduo III.4	-----
E	Qual o tipo de herança envolvida?	

2. A doença de Huntington é uma condição progressiva e degenerativa que afeta o sistema nervoso central, resultando em comprometimento significativo das habilidades motoras e cognitivas.

Abaixo, você encontrará um heredograma que ilustra o padrão de herança entre os indivíduos.



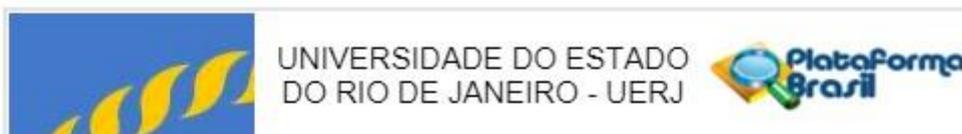
		RESPOSTAS:
A	Numere no heredograma acima as gerações I, II, III e os respectivos indivíduos.	-----
B	O indivíduo identificado pela seta é homocigoto ou heterocigoto?	
C	Qual o tipo de herança envolvida?	

3. Responda a partir das informações apresentadas no heredograma abaixo:



		RESPOSTAS:
A	Qual o tipo de herança envolvida?	
B	Todos os filhos de mulheres afetadas serão afetados?	

ANEXO A – Parecer consubstanciado



PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: DESENVOLVIMENTO DE UMA SEQUÊNCIA DIDÁTICA PARA ENSINO DE GENÉTICA MENDELIANA COM ÊNFASE NA INTERPRETAÇÃO DE

Pesquisador: ROBERTA ARAUJO BARROSO CONSTANT

Área Temática:

Versão: 2

CAAE: 71643123.9.0000.5282

Instituição Proponente: Universidade do Estado do Rio de Janeiro - UERJ

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 6.388.656

Apresentação do Projeto:

A presente pesquisa é de autoria de Roberta Araujo Barroso Constant, orientanda da prof. Dra. Jaqueline Gusmao Da Silva do Programa de Pós-graduação em Ensino de Biologia (PROFBIO). Segundo a autora, "A genética é uma área da Biologia que estuda a hereditariedade, isto é, a transmissão das características nas espécies ao longo das gerações. Sua origem ocorreu com os experimentos realizados pelo monge Gregor Mendel. Os experimentos e leis propostas por Mendel foram imprescindíveis para compreensão de como a variabilidade genética influencia na evolução e na diversidade dos seres vivos no planeta (OLIVEIRA et al., 2021). Desde o trabalho de Mendel até os dias atuais o estudo em genética não parou de crescer, visto o avanço da biotecnologia, da engenharia genética, do estudo do DNA, da clonagem, dos transgênicos, entre outros. Mesmo diante da evidente relevância da genética, o processo de aprendizagem deste conteúdo é considerado como complexo e desafiador. As principais dificuldades relatadas pelos alunos na aprendizagem dessa disciplina ocorrem devido à sua extensa terminologia, ao seu alto nível de abstração e a presença de cálculos matemáticos (ARAÚJO et al., 2018). Outro fator que corrobora é o tipo de ensino ofertado: muito tradicional, desinteressante, baseado apenas em livros didáticos e sem contextualização dos assuntos com a realidade. Os Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio (BRASIL, 1999) reforçam a necessidade de contextualização no ensino dos conteúdos de Biologia, que muitas vezes está voltado, "quase que exclusivamente", para a preparação do aluno para os exames vestibulares em detrimento do desenvolvimento de habilidades necessárias

Endereço: Rua São Francisco Xavier 524, Bl. E 3ºand. Sl 3018
Bairro: Maracanã **CEP:** 20.559-900
UF: RJ **Município:** RIO DE JANEIRO
Telefone: (21)2334-2180 **Fax:** (21)2334-2180 **E-mail:** coep@er2.uerj.br



UNIVERSIDADE DO ESTADO
DO RIO DE JANEIRO - UERJ

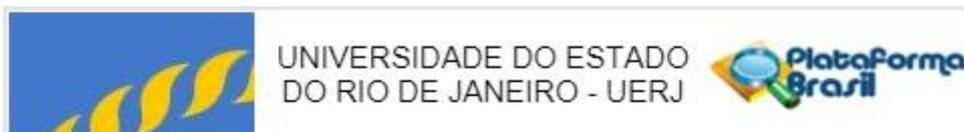


Continuação do Parecer: 6.388.656

para a compreensão do papel do homem na natureza. Documentos oficiais mais atuais, como a Base Nacional Comum Curricular (BNCC), orienta para o desenvolvimento de habilidades que têm impacto na vida e no cotidiano do aluno, como podemos observar nas suas dez competências gerais para guiar o desenvolvimento das crianças e jovens em cada uma das três etapas da Educação Básica. O Ensino Médio é dividido em quatro áreas de conhecimento, a saber: Linguagens e suas Tecnologias; Matemática e suas Tecnologias; Ciências da Natureza e suas Tecnologias; Ciências Humanas e Sociais Aplicadas. Dentro da área denominada Ciências da Natureza e suas tecnologias está a disciplina de Biologia (BRASIL, 2017). Para MORÁN (2015) quanto mais o aprendizado se aproxima da vida, melhor. Nesse sentido, o autor aponta a necessidade de uma revisão no currículo, não apenas o de biologia, e, também, nas metodologias e espaços onde o ensino acontece. Quanto à metodologia, é importante que esta esteja diretamente relacionada com os objetivos pretendidos. Logo se o objetivo é a formação de um indivíduo mais autônomo, proativo, participativo, criativo, com senso crítico, as metodologias precisam ser ativas, a fim de garantir a formação integral do aluno (BACICH & MORAN, 2018). Inúmeros assuntos de genética abordados nas salas de aula do ensino médio, inclusive as leis de Mendel, podem ser trabalhadas com ferramentas mais ativas que mantêm a atenção e motivação do aluno para os assuntos em questão. Entre as diversas maneiras de despertar a vontade de aprender, está a utilização de sequências e jogos didáticos. Os jogos didáticos devem ser elaborados como recursos de aprendizagem, conectando professor-aluno-conteúdo e, também, favorecer a apropriação de conhecimentos nesta disciplina, preenchendo com isso, lacunas deixadas pelo processo de transmissão e recepção dos conteúdos (COSTA & PINHO, 2008). As Sequências Didáticas (SD), de um modo geral, são definidas como um conjunto de atividades ordenadas, estruturadas e articuladas para a realização de certos objetivos educacionais, que têm um princípio e um fim conhecidos tanto pelos professores como pelos alunos (ZABALA, 1998). A SD é mais que um instrumento de planejamento ou uma estratégia para organização, ela é uma sequência que visa propiciar um aprendizado mais significativo em uma ordem de ações intencionais que favoreça o aprendizado."

Aspectos metodológicos: "O presente estudo será desenvolvido com alunos do 1º ano do Ensino Médio, do Instituto Superior de Educação do Rio de Janeiro (ISERJ/FAETEC), situado na Rua Mariz e Barros, n. 273 no bairro do Maracanã, na cidade do Rio de Janeiro – RJ. A escolha da escola deveu-se ao fato de eu ser professora desta instituição. Na primeira etapa deste estudo será iniciado o

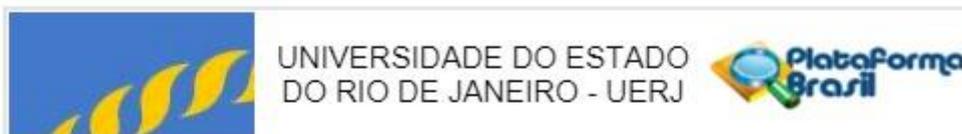
Endereço: Rua São Francisco Xavier 524, BL E 3ºand. Sl 3018
 Bairro: Maracanã CEP: 20.559-900
 UF: RJ Município: RIO DE JANEIRO
 Telefone: (21)2334-2180 Fax: (21)2334-2180 E-mail: coep@sr2.uerj.br



Continuação do Parecer: 6.388.656

levantamento bibliográfico da temática em questão, em bases de dados como: Scielo, Google Acadêmico, entre outras fontes de pesquisa. O projeto será submetido à apreciação do Comitê de ética em Pesquisa (CEP) e só terá início após a sua aprovação, e mediante autorização da Direção da escola, com assinatura da Carta de Anuência. O Termo de Consentimento Livre e Esclarecido e o Termo de Assentimento deverão ser assinados, respectivamente, pelos responsáveis legais dos alunos e pelos alunos. A participação nesta pesquisa é de caráter voluntário. A sequência didática (SD) proposta neste estudo prevê 6 tempos de aula com 45 minutos cada para realização de 5 etapas, descritas a seguir: 1. O que eu sei? Nesta etapa será realizada uma avaliação de percepção com os alunos através de um questionário impresso, contendo questões discursivas e objetivas para verificar o conhecimento prévio dos alunos sobre o tema proposto. A duração desta etapa é de 45 minutos. 2- Roda de Conversa A roda de conversa será iniciada com a leitura e escuta da música Espatódea do Nando Reis – essa música aponta algumas semelhanças entre o pai e a sua filha, fomentando um debate inicial acerca da ação da genética. Em seguida, iniciaremos uma aula dialogada sobre Genética mendeliana. Para esta etapa da SD, com previsão de 45 minutos, a turma será organizada em roda para que todos possam estar envolvidos nessa grande troca de saberes. 3 – Ampliando e compartilhando saberes Na etapa atual da sequência didática, os alunos serão organizados em grupos e receberão, por sorteio, um heredograma que representa um dos tipos de padrões de herança: autossômica dominante, autossômica recessiva, herança ligada ao X ou herança ligada ao Y. Cada grupo terá a tarefa de pesquisar o padrão de herança correspondente, investigando características humanas e os mecanismos de ação relacionados a esse padrão. A pesquisa será realizada fora do horário de aula, e cada grupo terá liberdade para se organizar da melhor forma possível. Após a pesquisa, na próxima aula, os grupos deverão organizar as informações encontradas e fazer uma apresentação para a turma, com duração aproximada de 10 minutos. Essa etapa terá uma duração total de 45 minutos. 4 - Interpretando heredogramas Nesta etapa, os alunos serão convidados a participarem de um jogo de interpretação de heredograma, baseado no jogo "Eu sou?". O objetivo do jogo é desvendar o padrão de herança oculto na "carta de cabeça", proporcionando a interpretação dos padrões de herança monogênica nas famílias de forma lúdica, colaborativa e prazerosa. O jogo será realizado em duplas, sendo prevista a duração de 90 minutos para esta etapa. 5 – O que eu aprendi? Na última etapa da Sequência didática os alunos receberão os questionários que realizaram na primeira etapa desta SD, contendo questões discursivas e objetivas. Os alunos farão a autocorreção dos questionários, com auxílio do professor, a fim de verificar se houve apreensão dos conteúdos com o uso de metodologias de aprendizagem mais ativas, tais como: sala de aula invertida, pesquisa investigativa e jogo didático.

Endereço: Rua São Francisco Xavier 524, BL E 3ºand. Sl 3018
Bairro: Maracanã **CEP:** 20.559-900
UF: RJ **Município:** RIO DE JANEIRO
Telefone: (21)2334-2180 **Fax:** (21)2334-2180 **E-mail:** coep@sr2.uerj.br



Continuação do Parecer: 6.388.656

A duração desta etapa é de 45 minutos. Metodologia de Análise de Dados: Análise de questionários. Tamanho da amostra: 25."

Objetivo da Pesquisa:

"Objetivo Primário: Desenvolver, juntamente com os alunos do primeiro ano do Ensino Médio do Instituto Superior de Educação do Rio de Janeiro (ISERJ/FAETEC), por meio de uma atividade investigativa, uma sequência didática que auxilie na compreensão dos conteúdos de herdabilidade e dos padrões mendelianos de segregação das características. Objetivo Secundário: • Identificar o conhecimento prévio dos discentes sobre a temática em questão, utilizando um questionário com questões discursivas e objetivas no início da SD. • Apresentar o conteúdo a ser trabalhado na sequência didática em uma roda de conversa com uma exposição dialogada, utilizando uma música como ponto de partida da discussão. • Desenvolver o modelo de sala de aula invertida, permitindo que os discentes exponham os conteúdos adquiridos sobre os padrões de herança da genética mendeliana, após a realização de uma pesquisa investigativa. • Propor um jogo de interpretação de heredogramas, dentro de uma sequência didática, criando uma estratégia mais ativa e lúdica para o ensino-aprendizagem dos padrões de herança da genética mendeliana. • Incentivar o processo de autoavaliação dos alunos, por meio da autocorreção dos questionários respondidos no início da sequência didática".

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

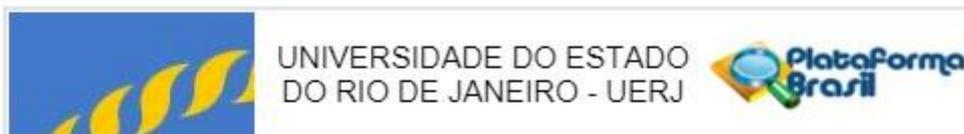
•Riscos: "Como risco envolvido na pesquisa, há o possível desconforto gerado a partir das respostas colocadas no questionário. Desta forma, para reduzir qualquer possibilidade de constrangimento e exposição, a privacidade dele(a) será respeitada. O nome, imagem ou qualquer outro dado que possa identificá-lo(a) será mantido sob sigilo, inclusive na publicação dos resultados da pesquisa."

•Benefícios: "A participação nesta pesquisa envolverá a realização de atividades pedagógicas dialógicas sobre genética mendeliana, pesquisa sobre os principais padrões de herança, participação em um jogo didático relacionado ao tema e responder a um questionário que abrange os conteúdos de genética do currículo do Ensino Médio."

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

Pesquisa com objetivos claros e que poderá trazer contribuições para a área estudada. Ressalta-se

Endereço: Rua São Francisco Xavier 524, BL E 3ºand. Sl 3018
 Bairro: Maracanã CEP: 20.559-900
 UF: RJ Município: RIO DE JANEIRO
 Telefone: (21)2334-2180 Fax: (21)2334-2180 E-mail: coep@sr2.uerj.br



Continuação do Parecer: 6.388.656

ainda que o estudo é passível de ser replicado em outras instituições, podendo ser, no futuro, uma referência para a área de conhecimento.

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

Folha de rosto: Assinada, datada e carimbada pelo coordenador PROFBIO UERJ – Prof. Dr. Anderson Vilasboa de Vasconcellos.

Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE): Construído de acordo com as normas legais em vigor.

Termo de Assentimento: Construído de acordo com as normas legais em vigor.

Termo de Autorização Institucional: Assinado, datado e carimbado por Giovani Ramos, responsável pelo Instituto Superior de Educação do RJ.

Instrumentos: Apresenta os instrumentos de coleta de dados na versão atual.

Cronograma: Compatível com as etapas de pesquisa.

ORÇAMENTO: Apresenta financiamento próprio discriminado.

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

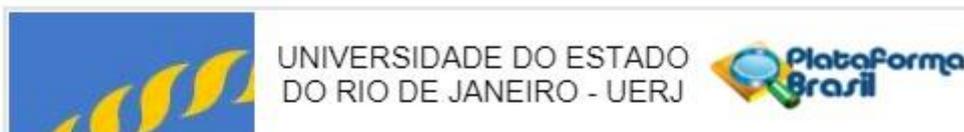
Ante o exposto, o Comitê de Ética em Pesquisa – CEP UERJ deliberou pela APROVAÇÃO deste projeto, visto que não há implicações éticas. Dessa forma, a pesquisa já pode ser iniciada.

Considerações Finais a critério do CEP:

Faz-se necessário apresentar o Relatório Anual - previsto para outubro de 2024. O Comitê de Ética em Pesquisa – CEP UERJ deverá ser informado de fatos relevantes que alterem o curso normal do estudo, devendo o pesquisador apresentar justificativa, caso o projeto venha a ser interrompido e/ou os resultados não sejam publicados.

Tendo em vista a legislação vigente, o Comitê de Ética em Pesquisa – CEP UERJ recomenda ao(à) Pesquisador(a): Comunicar toda e qualquer alteração do projeto e/ou no Termo de Consentimento Livre e Esclarecido, para análise das mudanças; informar imediatamente qualquer evento adverso ocorrido durante o desenvolvimento da pesquisa; o comitê de ética solicita a V.S.^a que encaminhe a este comitê relatórios parciais de andamento a cada 06 (seis) meses da pesquisa e, ao término, encaminhe a esta comissão um sumário dos resultados do projeto; os dados individuais de todas as etapas da pesquisa devem ser mantidos em local seguro por 5 anos.

Endereço: Rua São Francisco Xavier 524, BL E 3ºand. Sl 3018
Bairro: Maracanã **CEP:** 20.559-900
UF: RJ **Município:** RIO DE JANEIRO
Telefone: (21)2334-2180 **Fax:** (21)2334-2180 **E-mail:** coep@sr2.uerj.br



Continuação do Parecer: 6.388.656

Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_PROJETO_2090559.pdf	27/09/2023 23:58:45		Aceito
Outros	CARTA_RESPOSTAS_PENDENCIAS.pdf	27/09/2023 23:58:14	ROBERTA ARAUJO BARROSO CONSTANT	Aceito
Outros	SEQUENCIADIDATICA.pdf	27/09/2023 23:54:47	ROBERTA ARAUJO BARROSO CONSTANT	Aceito
Outros	MODELOQUESTIONARIO.pdf	27/09/2023 23:51:11	ROBERTA ARAUJO BARROSO CONSTANT	Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	PROJETO_COM_APENDICES.pdf	18/07/2023 15:01:12	ROBERTA ARAUJO BARROSO CONSTANT	Aceito
Folha de Rosto	FOLHA_DE_ROSTO.pdf	18/07/2023 15:00:22	ROBERTA ARAUJO BARROSO CONSTANT	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TERMO_DE_ASSENTIMENTO.pdf	16/07/2023 16:33:10	ROBERTA ARAUJO BARROSO CONSTANT	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TCL_ALUNO_MENOR.pdf	16/07/2023 16:32:09	ROBERTA ARAUJO BARROSO CONSTANT	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TCL_ALUNO_MAIOR.pdf	16/07/2023 16:31:56	ROBERTA ARAUJO BARROSO CONSTANT	Aceito
Outros	CARTA_DE_ANUENCIA.pdf	16/07/2023 16:30:02	ROBERTA ARAUJO BARROSO CONSTANT	Aceito
Brochura Pesquisa	PROJETO.pdf	16/07/2023 15:50:22	ROBERTA ARAUJO BARROSO CONSTANT	Aceito

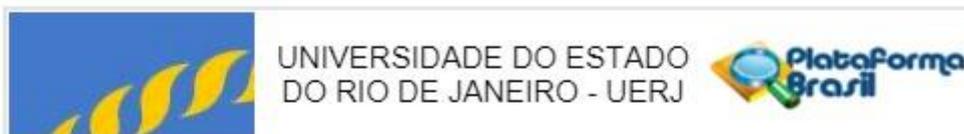
Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

Endereço: Rua São Francisco Xavier 524, BL E 3ºand. Sl 3018
 Bairro: Maracanã CEP: 20.559-900
 UF: RJ Município: RIO DE JANEIRO
 Telefone: (21)2334-2180 Fax: (21)2334-2180 E-mail: coep@sr2.uerj.br



Continuação do Parecer: 6.388.656

RIO DE JANEIRO, 04 de Outubro de 2023

Assinado por:
Rosa Maria Esteves Moreira da Costa
(Coordenador(a))

Endereço: Rua São Francisco Xavier 524, BL E 3ºand. SI 3018
Bairro: Maracanã **CEP:** 20.559-900
UF: RJ **Município:** RIO DE JANEIRO
Telefone: (21)2334-2180 **Fax:** (21)2334-2180 **E-mail:** coep@sr2.uerj.br

ANEXO B – Carta de aceite



Feito por professoras e professores
para professoras e professores!
@movimentosdocentes movimentosdocentes.com

CARTA DE ACEITE

Com alegria, informamos que o trabalho intitulado, *DEBATE ESCOLAR SOBRE AS TEORIAS EVOLUCIONISTAS DE LAMARCK E DARWIN: UM RELATO DE EXPERIÊNCIA*, de autoria de *Roberta Araújo Barroso Constant; Jaqueline Gusmão da Silva* foi apreciado em avaliação por pares e aprovado para apresentação e publicação no Congresso Internacional Movimentos Docentes - 2023. Aguardamos com expectativa a oportunidade de compartilhar ideias inspiradoras e enriquecedoras durante o evento, reforçando nosso compromisso contínuo com a promoção da educação de qualidade. Este trabalho completo será publicado nos volumes dos Anais do CMD 2023. A publicação prevê o registro ISBN (International Standard Book Number) e DOI (Digital Object Identifier).

Diadema, 4 de outubro de 2023.

Profa. Ma. Leticia Moreira Viesba

Coordenadora da Comissão Científica do

[Congresso Internacional Movimentos Docentes - 2023](#)