

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS
Instituto de Ciências Biológicas
Mestrado Profissional de Ensino em Biologia (PROFBIO)

SINARA MEIRELES NEVES

**ENSINO DE HERANÇA GENÉTICA POR MEIO DE JOGO DIGITAL E
CONSTRUÇÃO DE PODCASTS**

Belo Horizonte
2024

Sinara Meireles Neves

ENSINO DE HERANÇA GENÉTICA POR MEIO DE JOGO DIGITAL E CONSTRUÇÃO DE PODCASTS

Dissertação apresentada ao programa de Mestrado Profissional em Ensino de Biologia em Rede Nacional-PROFBIO, da Universidade Federal de Minas Gerais, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Ensino de Biologia. Área de concentração: Ensino de Biologia. Macroprojeto: Novas práticas e estratégias pedagógicas para o ensino de Biologia. Linha de pesquisa: Comunicação, ensino e aprendizagem em Biologia.

Orientadora: Dra. Adlane Vilas-Boas Ferreira

**Belo Horizonte
2024**

043

Neves, Sinara Meireles.

Ensino de herança genética por meio de jogo digital e construção de podcasts [manuscrito] / Sinara Meireles Neves. – 2024.

98 f. : il. ; 29,5 cm.

Orientadora: Dra. Adlane Vilas-Boas Ferreira.

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Minas Gerais, Instituto de Ciências Biológicas. PROFBIO - Mestrado Profissional em Ensino de Biologia.

1. Ensino - Biologia. 2. Genética. 3. Pesquisa científica. 4. Tecnologia da informação e da comunicação. I. Ferreira, Adlane Vilas-Boas. II. Universidade Federal de Minas Gerais. Instituto de Ciências Biológicas. III. Título.

CDU: 372.857.01



UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS

INSTITUTO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS

COLEGIADO DO CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM MESTRADO PROFISSIONAL EM ENSINO DE BIOLOGIA

FOLHA DE APROVAÇÃO

"ENSINO DE HERANÇA GENÉTICA POR MEIO DE JOGO DIGITAL E CONSTRUÇÃO DE PODCASTS"

SINARA MEIRELES NEVES

Dissertação de Mestrado defendida e aprovada no dia **23 de abril de 2024, às 15:00 horas**, pela Banca Examinadora designada pelo Colegiado do Programa de Pós-Graduação de Mestrado Profissional em Ensino de Biologia da Universidade Federal de Minas Gerais, constituída pelos seguintes professores:

DRA. ADLANE VILAS-BOAS FERREIRA

UFMG

DRA. MÔNICA BUCCIARELLI RODRIGUEZ

UFMG

DRA. SILVIENE FABIANA DE OLIVEIRA

UnB

Belo Horizonte, 26 de abril de 2024.

ALFREDO HANNEMANN WIELOCH

Coordenador PROFBIO-ICB/UFMG



Documento assinado eletronicamente por **Alfredo Hannemann Wieloch, Coordenador(a) de curso de pós-graduação**, em 17/05/2024, às 09:18, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 5º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site https://sei.ufmg.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0, informando o código verificador **3208066** e o código CRC **B58C01A9**.

Referência: Processo nº 23072.223726/2024-56

SEI nº 3208066

Aos professores que amam a educação.

AGRADECIMENTO À CAPES

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

AGRADECIMENTOS

Gostaria de expressar minha mais sincera gratidão à minha orientadora, Adlane Vilas-Boas Ferreira, pela orientação precisa, pelo incentivo constante e pela dedicação incansável em me auxiliar ao longo deste processo, orientando-me com muito carinho e humanidade.

À comunidade de colegas do ProfBio, sou imensamente grata pela troca de experiências, que foram essenciais para o enriquecimento deste trabalho. Agradeço especialmente aos colegas Alexandre Silva Tomaz, Davidson Rogério Gonçalves Conceição, Fábio César Zulani, Laura de Brito Fernandez, Nayara Aline Muniz de Oliveira, Túlio Henrique Lemos pelo apoio mútuo e pela colaboração.

Aos professores do ProfBio, minha profunda gratidão. Sua dedicação e conhecimento transmitido foram essenciais para o meu desenvolvimento acadêmico e profissional. Em especial, gostaria de destacar a contribuição valiosa das Professoras Mônica Bucciarelli Rodrigues e professor Alfredo Wieloch, cujas contribuições foram cruciais para a condução deste trabalho com excelência. Agradeço também a professora Silviene Oliveira que colaborou com o trabalho com suas valiosas sugestões e críticas construtivas.

Aos parceiros do Laboratório NEDUCOM, agradeço pela colaboração valiosa e pelo compartilhamento de recursos que contribuíram significativamente para o desenvolvimento da minha pesquisa. Um agradecimento especial a Lorryne Evangelista de Sousa, Matheus Glicério e Mara Letícia C. S. Martins por suas contribuições essenciais.

À minha família, meu eterno apoio, expresso minha profunda gratidão. Agradeço especialmente ao meu marido, Jeismer Luiz da Silva, minha mãe, Rosilene Meireles Neves, e minha madrinha, Jacira Oliveira da Silva, por estarem sempre presentes, oferecendo suporte emocional e a rede de apoio necessária ao meu crescimento acadêmico.

Por fim, dedico um agradecimento especial ao meu filho, Rodrigo Meireles Neves Silva. Sua presença em minha vida é minha maior motivação, sendo a razão pela qual busco constantemente aprimorar-me e seguir em frente. Seu amor e inspiração são fontes inesgotáveis de força e determinação.

RESUMO

O ensino de genética é comumente apontado por estudantes e professores como sendo desafiador. O alto grau de abstração somado a uma grande quantidade de conceitos complexos pode gerar dificuldades tanto para os educadores transmitirem os conceitos de maneira acessível quanto para os alunos assimilarem essas informações de forma efetiva. Esses desafios demandam estratégias pedagógicas específicas, sendo necessário explorar abordagens inovadoras que possam otimizar a compreensão e o engajamento dos estudantes. O presente trabalho objetivou desenvolver e utilizar uma sequência didática investigativa de genética utilizando jogos digitais e podcasts como ferramentas de aprendizagem a partir da qual se pudesse elencar fatores facilitadores e dificultadores do processo de ensino e aprendizagem. O público-alvo da pesquisa consistiu em estudantes de Biologia do Ensino Médio Integral de uma escola pública da região metropolitana de Sabará, Minas Gerais. A sequência fez uso do jogo digital Geneticats, disponibilizado sem custo pelos desenvolvedores na internet, com roteiros das aulas sobre os temas de genética em torno da padrão e cor de pelo de gatos. A construção de podcasts pelos estudantes sobre os temas aprendidos também foi uma estratégia utilizada nos roteiros. Foi possível observar um pequeno aumento na frequência geral de uso correto para alguns termos como recessivo, dominante e herança e pouca diferença para termos como homozigoto e heterozigoto indicando possíveis pontos de dificuldade para os alunos. A SD proposta neste trabalho facilitou a compreensão de alguns aspectos da herança genética de forma investigativa. Foram utilizadas ferramentas digitais, como jogos e podcasts, que geraram engajamento dos estudantes, demonstrado nas fases de obtenção e análise de dados, discussões em pares e montagem dos podcasts. A principal inovação foi usar um produto existente como base para desenvolver uma metodologia aplicada. Embora haja várias opções de TDIC para sala de aula, implementá-las de forma investigativa pode ser desafiador. O trabalho contribuiu para mostrar como as TDIC podem ser usadas de forma investigativa.

Palavras-chave: Ensino de genética, Ensino de ciências por investigação, TDIC, genética da cor de gatos.

ABSTRACT

Genetics teaching genetics has been pointed out as challenging by students and teachers. The high degree of abstraction combined with many complex concepts can generate difficulties for both educators to transmit the concepts in an accessible way and students to effectively assimilate the information. These factors can result in obstacles in the learning process leading to deficits in learning, non-assimilation of concepts by students, and forgetting content. These challenges demand specific pedagogical strategies, requiring exploration of innovative approaches that can optimize students' understanding and engagement. For this research the target audience consisted of high school Biology students from a public school in the metropolitan region of Sabará, Minas Gerais. The research method adopted for conducting this work was qualitative, using open-ended questionnaires as the instrument for data collection. This study aimed to develop and use an investigative didactic sequence of genetics using the digital game Geneticats and podcasts as learning tools. It also aimed to list facilitating and hindering factors of the teaching and learning process through investigation when using the chosen digital technologies. It was noticed an increase in the overall frequency of correct usage of the terms recessive, dominant, and inheritance after implementation of the didactic sequence. However, for other terms such as homozygous and heterozygous, there was little difference, indicating possible points of difficulty for the students. It was possible to demonstrate the use of digital tools such as digital games and podcasts in investigative formats that may engage students.

Keywords: Teaching genetics, Inquiry-based teaching, Digital games, Podcasts.

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Detalhamento das fases do jogo Geneticats usadas na obtenção de dados pelos grupos dentro da primeira fase da SD	32
Quadro 2 - Elementos identificáveis nas respostas esperadas e conceitos usados relacionados aos termos de genética usados na sequência didática	35
Quadro 3 - Distribuição das fases do jogo entre os grupos	38
Quadro 4 - Distribuição de funções dentro dos grupos	39
Quadro 5 - Etapas e momentos metodológicos da aplicação	57
Quadro 6 - Primeira pergunta do roteiro do jogo Geneticats e as respostas obtidas	62
Quadro 7- Segunda pergunta do roteiro do jogo Geneticats e as respostas obtidas.....	69
Quadro 8 - Primeira pergunta do roteiro do jogo Geneticats e as respostas obtidas	62
Quadro 9- Primeira pergunta do roteiro do jogo Geneticats e as respostas obtidas	69
Quadro 10 - Segunda pergunta do roteiro do jogo Geneticats e as respostas obtidas	62
Quadro 11 - Resumo da utilização de conceitos dos grupos presentes nos roteiros dos podcasts	72
Quadro 12 - Exemplos de respostas incorretas para a primeira questão do questionário de pós aplicação da sequência didática.....	74
Quadro 13 - Exemplos de respostas incorretas para a segunda questão do questionário de pós aplicação da sequência didática.....	76
Quadro 14 - Exemplos de respostas incorretas para a terceira questão do questionário de pós aplicação da sequência didática.....	77

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AASA	Atividades de Aplicação em Sala de Aula
BNCC	Base Nacional Comum Curricular
CAPES	Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior
LDB	Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional
NEDUCOM	Núcleo de Educação e Comunicação em Ciências da Vida
Profbio	Mestrado Profissional em Ensino de Biologia em Rede Nacional
SD	Sequência Didática
TALE	Termo de Assentimento livre e Esclarecido
TCLE	Termo de Consentimento Livre e Esclarecido
TDIC	Tecnologia da Informação e Comunicação

RELATO DO MESTRANDO - TURMA 2022

Instituição: Universidade Federal de Minas Gerais
Mestrando: Sinara Meireles Neves
Título do TCM: Ensino de herança genética por meio de jogo digital e construção de podcasts.
Data da defesa: 23/04/2024
<p>Sempre nutri uma paixão pela pesquisa, mas por muito tempo pareceu um sonho distante devido à necessidade de ingressar rapidamente no mercado de trabalho após minha formatura. Durante cerca de 12 anos, o mestrado parecia uma realidade distante, e o sonho de realizar pesquisa acabou ficando de lado.</p> <p>No entanto, cinco dias antes do encerramento das inscrições para a prova de ingresso, descobri o programa ProfBio. Encorajada por um colega de trabalho, decidi me inscrever, mesmo com a preocupação de conciliar os estudos com a maternidade, já que na época eu era mãe de um menino atípico de um ano de idade.</p> <p>Enfrentei muitos desafios ao longo do caminho, mas também experimentei um crescimento significativo e redescobri o prazer de estudar. A cada etapa vencida, como a apresentação de ASSA ou o Exame de Qualificação, me sentia mais capacitada e próxima da professora que desejava ser.</p> <p>A rotina de estudos era apertada, mas sempre tinha uma novidade interessante, legal para fazer com os “meninos” em sala de aula. Aos poucos essas novidades foram se incorporando no meu cotidiano e na minha forma de ensinar. Foram ressaltando meus pontos fortes e me ajudando em muitas dificuldades.</p> <p>Gostaria de expressar minha gratidão pela oportunidade de cursar o ProfBio e aos professores que sempre demonstraram um olhar diferenciado para nossa atividade docente, o que fez toda a diferença durante o processo. Também sou grata aos colegas do programa, que com o tempo se tornaram amigos. E gostaria de fazer um agradecimento especial à minha orientadora, Adlane Vilas Boas Ferreira, que sempre me guiou de forma muito generosa. A todos vocês um muito obrigada!</p>

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	15
2	REVISÃO DA LITERATURA.....	16
2.1	O ensino por investigação	16
2.1.1	O ensino por investigação nas ciências	16
2.2	ENSINO DE GENÉTICA	19
2.2.1	As regulamentações do Ensino de Biologia	19
2.2.2	Os desafios do Ensino de Genética	20
2.3	JOGOS DIGITAIS NA EDUCAÇÃO	21
3	OBJETIVOS	27
3.1	OBJETIVO GERAL	27
3.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	27
4	MÉTODOS.....	27
4.1	CARACTERIZAÇÃO DO ESTUDO	28
4.2	MÉTODO DE PESQUISA	29
4.2.1	O jogo digital Geneticats.....	29
4.2.2	A descrição do jogo.....	30
4.2.3	As fases trabalhadas	31
4.2.4	Os <i>podcasts</i>	33
5	OBTENÇÃO E ANÁLISE DE DADOS sobre aprendizado	34
5.1.1	OBSERVAÇÕES RELATADAS PELA PESQUISADORA	36
5.1.2	QUESTIONÁRIO ANTERIOR À EXECUÇÃO DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA.....	37
5.1.3	ROTEIROS DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA.....	37
6	RESULTADOS E DISCUSSÃO	40
6.1	A CONSTRUÇÃO DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA E A ESCOLHA DAS TDIC	41
6.2	A sequência didática DESENVOLVIDA no projeto	44
6.2.1	Questionário de sondagem de conhecimento	45
6.2.2	Primeiro roteiro: conhecendo e jogando o Geneticats.....	46
6.2.3	Segundo roteiro: comparando padrões de herança genética entre o jogo e a vida real	48
6.2.4	Figuras disponibilizadas durante o desenvolvimento do segundo roteiro	50
6.2.5	Terceiro roteiro: produção de podcast.....	52
6.2.6	Questionário utilizado após o desenvolvimento da sequência didática.....	54
6.3	EXECUÇÃO DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA.....	56
6.4	ANÁLISE DOS QUESTIONÁRIOS APÓS A EXECUÇÃO DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA	58
6.4.1	Análise do questionário prévio à execução da sequência didática	58
6.4.1	Análise do primeiro roteiro: conhecendo e jogando o Geneticats.....	61

6.4.2 Analisando o segundo roteiro: comparando padrões de herança genética entre o jogo e a vida real.....	65
6.4.3 Análise do terceiro roteiro: podcast.....	70
6.4.4 Análise do questionário após o desenvolvimento da sequência didática	74
7 CONSIDERAÇÕES FINAIS	79
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	82
APÊNDICE A – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE)	87
APÊNDICE B - Termo de Assentimento Livre e Esclarecido (TALE).....	90
APÊNDICE C - Roteiro do Professor	92

1 INTRODUÇÃO

A complexidade envolvida no processo de ensino-aprendizagem pode ser uma realidade desafiadora tanto para os alunos quanto para os professores em todas as áreas do conhecimento. Alguns conteúdos dentro da Biologia apresentam níveis elevados de complexidade, exigindo um notável grau de abstração dos estudantes. O uso de uma grande quantidade de conceitos dentro da Biologia, também tende a ser um fator para o insucesso de alguns estudantes (CARBONI e SOARES, 2001; SANTOS *et al.* 2010). A dificuldade surge uma vez que, no ensino predominantemente livresco, a tendência é decorar esses conceitos e fenômenos de forma mecânica para a realização de provas. Nessa dinâmica os conceitos muitas vezes não são verdadeiramente aprendidos e logo após caem no esquecimento (BRANCO, 2019).

O ensino de genética é comumente apontado por estudantes e professores como sendo desafiador. O alto grau de abstração somado a uma grande quantidade de conceitos complexos pode gerar dificuldades tanto para os educadores transmitirem os conceitos de maneira acessível quanto para os alunos assimilarem essas informações de forma efetiva (TEMP, 2011; BRANCO, 2019). Esses fatores podem resultar em obstáculos no processo de aprendizado, gerando déficits de aprendizagem, não assimilação de conceitos por parte dos estudantes e esquecimentos de matéria. Esses desafios demandam estratégias pedagógicas específicas, sendo necessário explorar abordagens inovadoras que possam otimizar a compreensão e o engajamento dos estudantes (BARROS, 2020).

Dentro dessas estratégias pedagógicas, torna-se adequada a adoção das premissas do ensino de ciências por investigação. A respeito da definição do ensino de ciências por investigação ou das atividades investigativas, não há uma única definição bem delimitada (ZOMPERO e LABURÚ, 2011). Ao fazer um estudo sobre as diferentes propostas encontradas na literatura, os autores Santana *et al.* (2018) verificaram que diferentes abordagens do ensino por investigação convergem em alguns aspectos como: a escolha do objeto de estudo e do problema a ser investigado; a expressão das ideias dos alunos e a emissão de hipóteses; o planejamento da investigação; a coleta de dados; a interpretação dos resultados e o estabelecimento de conclusões.

De uma forma geral pode-se dizer que o ensino de ciências por investigação consiste em uma abordagem pedagógica que visa engajar os alunos na resolução de problemas, permitindo-lhes compreender a elaboração do conhecimento científico, desenvolver habilidades de investigação e, potencialmente, adquirir conceitos, conteúdos procedimentais, atitudinais e conhecimentos sobre a Ciência e a natureza do conhecimento científico (SANTANA *et al.* 2018).

Nos dias atuais, a interconexão define a vida de todos, tanto em nosso cotidiano quanto na esfera acadêmica. Ferramentas digitais e Ambientes Virtuais de Aprendizagem vêm sendo cada vez mais

comumente utilizados pelas pessoas. O impacto do uso de tecnologias digitais é especialmente evidente na geração Z, também conhecidos como nativos digitais. Essa geração adota novas formas de linguagem e comunicação em consonância com as ferramentas digitais disponíveis. A assimilação de conhecimento, portanto, assume uma natureza cada vez mais digital. (KAMPF, 2011)

O crescente papel das Tecnologias Digitais da Informação e Comunicação (TDIC) no âmbito educacional é evidente, trazendo contínuas transformações no processo de ensino e aprendizagem. Com a constante evolução dessas ferramentas, é essencial que os educadores se familiarizem e saibam instrumentalizar efetivamente essas tecnologias para envolver os alunos. Nesse sentido, o presente trabalho se trata de uma pesquisa de mestrado cujo produto é uma sequência didática (SD) abordando conceitos-chave potencialmente desafiadores para a compreensão dos estudantes de genética básica utilizando TDIC como ferramentas de aprendizagem. O intuito foi trabalhar de forma investigativa com estudantes de Biologia do primeiro ano do ensino médio. Também elencar fatores importantes no processo de ensino-aprendizagem da herança genética. As TDIC selecionadas para o desenvolvimento da SD foram os jogos digitais e podcasts, tendo como temática a herança genética de cores e padrões de pelagem de gatos.

Sequencialmente à introdução, onde é dado um panorama geral da pesquisa e da dissertação, segue-se com a Revisão da literatura onde foram trazidos alguns conceitos e bases teóricas importantes para o entendimento da estrutura da pesquisa. Esses conceitos e bases foram: o ensino por investigação, o ensino de genética, e a utilização de TDIC em aplicações educacionais.

Em metodologia é apresentado o processo de escolhas das TDIC, as fases de desenvolvimento da SD e quais foram os aspectos éticos envolvidos durante seu desenvolvimento. Em resultados são apresentados os dados colhidos no decorrer do desenvolvimento da SD e apresentados os produtos educacionais desenvolvidos. Em discussão, os dados obtidos na sequência de ensino são contextualizados, discutindo com a literatura pertinente. Nas “Considerações finais”, discorre-se acerca do trabalho e das perspectivas para futuras aplicações.

2 REVISÃO DA LITERATURA

2.1 – O ENSINO POR INVESTIGAÇÃO

2.1.1 - O ensino por investigação nas ciências

De acordo com os estudos de Zompero e Laburú (2011) O termo ensino por investigação evoluiu significativamente em sua compreensão ao longo do tempo, sendo que até hoje não há uma única definição bem delimitada para a mesma. Ainda de acordo com os autores até meados do século XIX, a

educação científica seguia um currículo clássico, destacando-se a ênfase nos estudos de Matemática e Gramática. Contudo, alguns cientistas europeus e americanos começaram a argumentar que a Ciência se diferenciava das demais disciplinas escolares, por oferecer práticas de lógica indutiva. Nesse contexto, o cientista e filósofo positivista Herbert Spencer defendeu o uso do laboratório e métodos investigativos no ensino, visando uma melhor compreensão dos fenômenos naturais. Suas ideias positivistas resultaram na adoção do método científico no ensino, enfatizando a observação, controle e previsão.

Atualmente, o conceito de ensino por investigação fundamenta-se na capacidade de resolução de problemas, destacando-se o emprego do método científico. As investigações, nesse contexto, caracterizam-se como uma forma específica de abordagem na resolução de problemas, proporcionando aos alunos um grau variável de autonomia em situações cuja solução não é imediatamente evidente (ZOMPERO E LABURÚ, 2011). Estas investigações têm como objetivo primordial permitir que os alunos utilizem e apliquem conceitos, conhecimentos cognitivos e processos, assim como habilidades práticas e cognitivas fundamentais para a formação científica dos estudantes (GOTT e DUGGAN, 1995; RECH, 2016).

De acordo com Sasseron (2015) o ensino por investigação é uma abordagem didática que vai além de uma simples metodologia de ensino restrita a determinados conteúdos. É uma estratégia flexível podendo ser aplicado em diversas aulas e de várias formas, permitindo ao aluno um papel ativo na construção do entendimento sobre os conhecimentos científicos. De acordo com a autora essa abordagem visa envolver os alunos em discussões e contato com fenômenos naturais, enquanto resolvem problemas e exercitam práticas e raciocínios semelhantes aos da prática científica, como comparação, análise e avaliação.

O ensino por investigação proporciona ao aluno a vivência de processos coletivos que se assemelham à construção do conhecimento científico, envolvendo aspectos comumente realizados em situações de resolução de problemas (CAMPOS e NIGRO, 1999; CARRASCOSA *et al.*, 2006; RECH, 2016). De acordo com Franco (2021) para o ensino ter um viés verdadeiramente investigativo o ensino deve não somente explicar como funcionam os processos da ciência ou desenvolver roteiros experimentais para que os alunos sigam, mas gerar oportunidades para que os estudantes possam falar, pensar, criar e ouvir uns aos outros se apropriando de critérios científicos e tomando decisões coletivamente estando orientados não somente pelo domínio conceitual, mas estando também engajados nos domínios epistêmico e social das ciências.

Duschl (2003 *apud* SOARES, 2019) dispõe em seu trabalho sobre os domínios conceitual, epistêmico e social dentro do ensino. De acordo o autor o domínio conceitual aborda as estruturas

conceituais e os processos cognitivos utilizados pelos educandos para fundamentar-se cientificamente. O autor destaca que os conceitos prévios dos estudantes influenciam seu raciocínio durante o aprendizado e a tomada de decisões. Portanto, é essencial trabalhar com os educandos suas ideias, tornando seu pensamento visível para avaliar como estão integrando o conhecimento científico à sua própria realidade.

Duschl (2003 *apud* SOARES, 2019) destaca que o domínio epistêmico aborda as estruturas envolvidas na geração do conhecimento científico, como a coleta de dados, o uso de evidências, princípios, teoria e interpretação das evidências para explicar fenômenos. Isso inclui o desenvolvimento dos critérios pelos quais os estudantes fazem julgamentos sobre ideias e informações. O autor ressalta que os quadros epistêmicos necessários para os educandos estão relacionados ao uso de modelos para explicar o mundo real, à tomada de decisões para definir evidências e ao uso dessas evidências para propor explicações. No que refere-se ao domínio social o autor os define como quadros de representação e comunicação que os educandos empregam ao participarem da atividade científica. Esse quadro é portanto um processo social ligado à comunicação de ideias e compreensões científicas por meio de discussões.

É relevante ressaltar que, embora o ensino por investigação facilite a compreensão do aluno sobre como os conhecimentos científicos são produzidos, existe uma distância entre a ciência ensinada nas escolas e aquela produzida em instituições de pesquisa (MUNFORD *et al.*, 2007). Dessa forma, o conhecimento científico escolar, embora mantenha relações com o conhecimento científico de referência, possui propriedades específicas ao assumir características e pressupostos do contexto escolar. Esse é um fator imprescindível para o desenvolvimento de uma aprendizagem onde o sujeito é construtor do próprio conhecimento e, portanto, auto gestor da própria formação (LEMOS, 2005; ALMEIDA, 2007).

Considerando esses fatores, o ensino por investigação pode ser utilizado como metodologia de ensino, auxiliando que os estudantes compreendam não apenas o conteúdo, mas também os processos e o pensamento científico subjacente. Nesse contexto, o papel do professor é servir como uma ponte de apoio, orientando os alunos sem fazer todo o trabalho por eles. A abordagem não consiste em fornecer uma fórmula pronta, mas sim em cultivar as habilidades necessárias, evitando que os alunos se tornem passivos diante do processo de ensino-aprendizagem.

O ensino por investigação na genética no ensino médio proporciona uma aprendizagem mais ativa e alinhada aos objetivos educacionais contemporâneos. Também contribui para o desenvolvimento das competências e habilidades previstas na BNCC promovendo uma educação mais contextualizada e

significativa. Permite a formação de cidadãos críticos, reflexivos e capazes de aplicar conhecimentos científicos em seu cotidiano. o ensino de genética vem sendo apontado como uma necessidade formativa, uma vez que instiga os alunos a uma postura e pensamento críticos, capacitando-os a influenciar positivamente o mundo que os rodeia (TRIVELATO *et. al.* 2015). A adoção do ensino por investigação emerge como uma ferramenta essencial para cumprir tal propósito. Por esse motivo abordagens de aulas com metodologias investigativas para o ensino da ciência vêm sendo cada vez mais utilizadas no decorrer dos últimos anos Chassot (2003) e Pizzi (2013).

2.2 - ENSINO DE GENÉTICA

2.2.1 - As regulamentações do Ensino de Biologia

Na década de 1950, o ensino de Biologia no Ensino Médio possuía três sub-áreas principais de cimento. As subáreas predominantes eram: Botânica, Zoologia e Biologia Geral, apresentando um perfil mais simplificado. A década de 1960 marcou transformações significativas, impulsionadas pelo avanço do conhecimento biológico. A explosão de descobertas demandou uma revisão na tradicional divisão da Biologia, refletindo na atualização do conteúdo e das abordagens de ensino (MASCARENHAS, 2016). Fatores cruciais para essas mudanças incluíram o reconhecimento crescente da importância do ensino de Ciências no desenvolvimento dos alunos e a promulgação da Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB) em 1961, conforme destacado por Melo e Carmo (2009). A ênfase na LDB de 1961 reconheceu a educação científica como essencial para o progresso educacional e social do país. Essa legislação consolidou mudanças no currículo da Biologia no Ensino Médio, ampliando seu escopo além de Botânica e Zoologia, abrindo espaço para uma abordagem mais dinâmica e integrada das diversas áreas, dentre elas o estudo da genética.

Atualmente a BNCC é o documento normativo que estabelece os conhecimentos e as competências essenciais na Educação Básica, fornecendo orientações sobre o ensino de Genética no ensino médio (BRASIL, 2018). No contexto do eixo temático Ciências da Natureza e suas Tecnologias, o documento destaca a importância de desenvolver competências e habilidades que permitam aos estudantes compreender os princípios básicos da genética e sua aplicação em diversos contextos. Se tratando do ensino de genética, o documento destaca a importância da habilidade EM13CNT104, que consiste em “compreender os fundamentos da genética e sua relação com a hereditariedade e a variabilidade”. Para o desenvolvimento dessa habilidade, os alunos são incentivados a realizar a análise de informações genéticas, interpretar dados provenientes de experimentos, compreender padrões de herança e aplicar conceitos genéticos para explicar fenômenos biológicos.

A BNCC também destaca a importância de uma abordagem ética e social no ensino de Genética,

encorajando os estudantes a refletirem sobre as implicações éticas do avanço tecnológico na área, como é o caso da engenharia genética e da terapia genética. Além disso, o documento sugere a integração de conceitos genéticos com outras áreas do conhecimento, promovendo uma visão mais abrangente e conectada do saber.

2.2.2 - Os desafios do Ensino de Genética

Embora os documentos norteadores do ensino indiquem um caminho em direção a uma educação mais abrangente, o ensino de genética tem sido permeado por uma dicotomia, constituindo um desafio para os educadores. Essa dicotomia foi abordada nas pesquisas de Mascarenhas (2016). Segundo a autora a metodologia adotada no ensino médio tem historicamente se concentrado predominantemente na preparação dos alunos para exames de ingresso em universidades, e essa realidade se estende ao ensino específico de genética. Paralelamente, a genética, uma área amplamente presente nos meios de comunicação, gera uma demanda educacional que visa possibilitar que os alunos estabeleçam conexões entre a realidade do desenvolvimento científico e os fundamentos do pensamento biológico.

A metodologia empregada no ensino de genética muitas vezes é percebida como teórica e centrada em materiais didáticos, o que pode impactar negativamente no processo de ensino e aprendizagem. Esse tipo de metodologia pode induzir o estudante a repetir o que leu nos livros ou ouviu durante as aulas, tornando difícil detectar a não incorporação dos conceitos, ou o seu entendimento de forma errônea (BARNI 2010).

Segundo MOREIRA e SILVA (2001), a maior parte dos problemas decorrentes do ensino de genética é a necessidade da existência de conhecimentos prévios em relação a matérias como Citologia. Também é destacada no estudo a dificuldade de relacionar de forma adequada os conhecimentos adquiridos por meio do raciocínio lógico. Temp (2011) e Branco (2019) ressaltam que o grande número de conceitos usados na genética pode tornar difícil a compreensão por parte dos alunos. Muitas vezes os estudantes acabam se preocupando em decorar os conceitos em vez de compreendê-los e conectar os mesmos com o seu cotidiano. Outra dificuldade seria entendimento dos processos de conceitos abstratos e a contextualização do conhecimento científico em seu cotidiano (BRANCO, 2019).

Esses fatores somados colaboram para que a genética seja apontada por alunos como um dos conteúdos mais difíceis de Biologia (CARBONI e SOARES, 2001; SANTOS *et al.* 2010) e também pelos professores como um dos temas mais difíceis de ensinar (PETROVICH, 2014). Em um estudo conduzido por Souza (2017), que abordou o emprego de conceitos de genética por alunos do ensino médio, destacando a identificação de conceitos confusos e a carência de conhecimentos prévios dos estudantes no contexto do ensino genético. Foi destacado a ausência de subsunçores necessários para

compreender os termos gene, fenótipo, genótipo e homozigoto. A maior parte dos participantes do estudo também apresentaram problemas para estabelecer relações entre os termos.

Outro possível fator dificultador é que alguns termos da biologia podem ser um pouco difíceis de definir, podendo ter mais de um significado ou aplicações diferentes dependendo do contexto. Um exemplo é o conceito de gene, que pode ser utilizado em mais de um contexto diferente (JOAQUIN E EL-HANI, 2010).

A inserção do ensino em tempo integral no contexto do novo Ensino Médio também tem sido apontada como sendo desafiadora pelos docentes, especialmente no que concerne à abordagem de conteúdos importantes (SILVA *et. al.*, 2023). Isso ocorre devido à dificuldade na obtenção de material didático adequado para a utilização durante o desenvolvimento das novas disciplinas.

Silva *et. al.* (2023) relata em seu estudo que a falta de material didático adequado ao desenvolvimento das disciplinas de itinerários formativos está dentre os maiores desafios relatados pelos professores referente ao Novo Ensino Médio. Neste sentido torna-se importante o desenvolvimento de novos materiais que possam servir de suporte aos professores das disciplinas optativas.

Para uma melhor experiência de ensino-aprendizagem deve utilizar de estratégias que despertem o interesse dos alunos, tornando assim a aula mais prazerosa, motivando a participação e o engajamento no processo (BRANCO, 2019). Teixeira (2015) aponta o uso das tecnologias como um recurso pedagógico potencialmente fortalecedor do ensino de genética, uma vez que essas ferramentas auxiliam na aprendizagem de conceitos considerados difíceis. Neste aspecto, é importante contribuir para que os professores em formação sejam capacitados a utilizarem diferentes metodologias de ensino que possam contribuir para uma melhoria da aprendizagem destes temas considerados difíceis (PETROVICH, 2014).

2.3 - JOGOS DIGITAIS NA EDUCAÇÃO

As Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação (TDIC) referem-se ao conjunto de tecnologias que envolvem a manipulação e a comunicação de informações por meio de dispositivos digitais. Elas abrangem uma ampla variedade de ferramentas e recursos, incluindo computadores, tablets, smartphones, softwares, aplicativos, redes sociais, internet, entre outros. Essas tecnologias desempenham um papel significativo na sociedade contemporânea, impactando diversos aspectos da vida cotidiana, da educação à comunicação, do trabalho à pesquisa científica (MARINHO; LOBATO, 2008). Hoje são consideradas um serviço básico, assim como a eletricidade ou a água. Isso se deve ao fato de que a acessibilidade em qualquer lugar e a qualquer momento tornou-se uma exigência nos dias atuais (MOURA, 2008).

Dentro da Área de Ciências da Natureza, a BNCC do Ensino Médio destaca três principais objetivos e competências relacionados ao uso das TDIC, sendo eles: a investigação científica e resolução de problemas; integração de tecnologias ao ensino e a contextualização e interdisciplinaridade. Para a investigação científica e resolução de problemas a BNCC ressalta a importância de utilizar as TDIC para realizar investigações científicas, coletar dados, analisar informações e resolver problemas nas disciplinas que compõem a área de Ciências da Natureza. Para a integração de tecnologias ao ensino, a integração das TDIC ao processo de ensino-aprendizagem é enfatizada, reconhecendo que essas tecnologias podem potencializar a compreensão de conceitos científicos e facilitar a aprendizagem.

Tendo em vista as necessidades do desenvolvimento dessas competências para o pleno desenvolvimento dos estudantes, assim como o ensino investigativo, as TDIC vem ganhando importância dentro do cenário da educação (OLIVEIRA, 2013). No que diz respeito ao cenário educacional, essas novas mídias passaram a desempenhar um importante papel na construção do conhecimento, o tornando mais dinâmico e atrativo (TEIXEIRA; SILVA, 2010).

Embora seu uso tenha sido muito ampliado nos últimos anos, as TDIC já estão longe de estar plenamente estabelecidas no sistema educacional. As TDIC trazem consigo não somente novas formas de ensino e aprendizagem, mas também desafios. Dentre os desafios enfrentados podemos destacar a dificuldade na aquisição de equipamentos pelas instituições de ensino, dificuldades de cunho pedagógico durante o uso dessas tecnologias e a dificuldade do uso dessas tecnologias devido ao (SILVA, 2020). No que diz respeito a parte pedagógica, se deve ao fato de ainda existir certa resistência ao uso dessas ferramentas. Alguns professores e profissionais da educação ainda as veem como meramente recreativas.

Outra questão seria a dificuldade apresentada por esses profissionais em manejar ou aplicá-las em um contexto escolar. De acordo com Silva (2016) existem poucos docentes qualificados a utilizarem ferramentas informatizadas nas escolas públicas, mesmo que tenham acesso físico a recursos tecnológicos nas escolas. Esses estudos apontam para uma necessidade de buscas de caminhos e soluções para a efetiva implementação tecnológica no ensino. Mudar a forma tradicional de ensino é um grande desafio. Introduzir novas tecnologias e métodos no processo ensino-aprendizagem requer um enorme investimento, não somente em termos de aquisição de ferramentas, tanto em termos de capacitação docente e de mudança de cultura dos profissionais (CUNHA, 2010).

Segundo Yamazaki e Yamazaki (2006), no âmbito do referencial teórico, o ensino que incorpora brincadeiras, jogos, desafios, entre outros, parece resultar em uma aprendizagem mais eficiente. Nesse contexto, os estudantes não apenas demonstram maior dinamismo durante o processo, mas também manifestam disposição para dar continuidade ao aprendizado, mesmo em outros contextos. A aplicação

dessa atividade de maneira lúdica, não apenas complementa os aspectos teóricos, mas também promove uma interação mais efetiva entre conhecimento, professor e aluno, contribuindo assim para o aprimoramento do processo de ensino-aprendizagem (MARTINEZ, 2008).

Conforme destacado por Boller e Kapp (2018), os jogos caracterizam-se por serem atividades que englobam um propósito definido, apresentam um ou mais desafios, estabelecem regras que orientam a consecução do objetivo, envolvem interatividade entre os jogadores ou com o ambiente do jogo em si, e incorporam mecanismos de feedback que proporcionam indicações claras sobre o desempenho do jogador. Os jogos didáticos proporcionam aos alunos atividades mais significativas no contexto das situações de aprendizagem escolar do que os habituais exercícios rotineiros. Tais jogos apresentam situações que, embora sejam mais simplificadas, guardam semelhanças com as situações reais que os alunos enfrentarão (FERREIRA, 1998). A dimensão lúdica revela-se de importância fundamental para alcançar a eficácia nas aulas, uma vez que, ao despertar a curiosidade e o interesse ativo por parte dos alunos, contribui para tornar as aulas mais envolventes e agradáveis, fortalecendo, assim, os laços entre os envolvidos. Contudo, é imprescindível ressaltar que a simples implementação de um jogo não assegura o processo de aprendizagem; para alcançar esse objetivo, o jogo deve ser concebido, planejado e orientado para fins educativos (PEDROSO, 2009).

De acordo com Boller e Kapp (2018) os jogos de aprendizagem são concebidos com a finalidade de auxiliar os participantes no desenvolvimento de novas habilidades ou no fortalecimento de conhecimentos já adquiridos. Seu propósito é possibilitar a consecução de resultados específicos no processo de aprendizado, à medida que os jogadores se envolvem ou imergem nesse processo. Direcionados a auxiliar os jogadores no desenvolvimento de novas habilidades, na aquisição de conhecimentos inéditos ou no reforço dos já existentes, os jogos voltados para aprendizagem são conhecidos como "jogos sérios" ou "jogos instrucionais". O propósito fundamental de um jogo de aprendizagem reside em possibilitar a consecução de resultados educacionais enquanto os jogadores estão imersos no processo de aprendizado. Estes jogos frequentemente se fundamentam na extração de elementos da realidade, incorporando elementos de fantasia no processo de ensino; geralmente, não replicam situações de vida real. É crucial que o aspecto lúdico do jogo esteja intimamente relacionado ao que está sendo aprendido (BOLLER e KAPP, 2018).

Os jogos digitais vêm sendo amplamente utilizados na educação como recursos didáticos. Eles favorecem o desenvolvimento de habilidades cognitivas e sociais importantes, como a resolução de problemas, a autonomia, o pensamento lógico e o trabalho em grupo (BRASIL, 2006). Essa experiência faz com que seja possível o entendimento de conceitos complexos, fazendo a conexão entre ideias abstratas e problemas reais (SQUIRE, 2003).

Conforme apontado por Gestwicki (2008) a aprendizagem baseada em jogos se configura como uma ferramenta intrigante para estimular o engajamento e a motivação dos estudantes durante as aulas. Essa abordagem metodológica propicia que o processo de aprendizado ocorra de maneira lúdica, tornando mais acessíveis conteúdos densos e de complexa compreensão. Além disso, essa metodologia fomenta o desenvolvimento de habilidades e a capacidade de pensamento rápido, contribuindo para a formação de senso crítico ou respostas práticas que inspiram os usuários (WHITTON, 2011).

Barros *et. al.* (2017) propôs uma SD que empregava o jogo "Explorando a Molécula de DNA" no estilo Role-Playing Game (RPG). A avaliação do jogo pelos estudantes indicou que esse momento proporcionou um espaço de descontração, apresentando uma abordagem alternativa para o aprendizado de genética tornando a aprendizagem mais estimulante. Adicionalmente, 47% dos estudantes destacaram que o jogo contribuiu para a aprendizagem, demonstrando o potencial do uso de jogos no desenvolvimento de sequências didáticas em genética.

Podemos ver um exemplo bem-sucedido na aplicação de jogos para o ensino de genética no estudo de Brão e Pereira (2015). Nessa pesquisa, o jogo digital "Biotecnética" foi utilizado como ferramenta para abordar conceitos do ensino de genética, direcionado a estudantes de Biologia do ensino médio. A avaliação dos resultados foi conduzida por meio da comparação de mapas conceituais produzidos pelos alunos e professores envolvidos no projeto. Os resultados da pesquisa indicaram que a utilização do jogo não apenas aumentou o engajamento dos estudantes, mas também, em 60% dos casos, contribuiu significativamente para o processo de ensino-aprendizagem de genética. A aplicação do jogo demonstrou potencial para intensificar a aprendizagem dos alunos neste contexto específico.

Em consonância com os autores citados nessa seção, as TDIC Podem ser ferramentas úteis para auxiliar o ensino, tornando as atividades mais atrativas para os estudantes. Acreditamos que ludicidade seja um fator importante na construção do entendimento do aluno, por esse Motivo O presente projeto buscou trabalhar conceitos recorrentes da genética básica por meio da utilização da combinação de jogos digitais e podcasts como ferramentas de ensino. O projeto buscou trazer mais ludicidade ao processo de ensino-aprendizagem e também, tornar o aluno mais ativo dentro da construção do seu conhecimento.

2.4 - OS PODCASTS NA EDUCAÇÃO

Outra TDIC que vem ganhando espaço dentro da esfera educacional nos últimos anos é o Podcast. Isso se deve, principalmente, a sua viabilidade e praticidade podendo ser iniciado com poucos recursos e a um custo relativamente baixo. Além disso, sua aplicação como ferramenta metodológica no processo de ensino e aprendizagem revela-se altamente motivadora.

Os podcasts são programas de áudio e vídeo que se destacam por apresentarem um formato direto e atemporal, conhecido como *podcasting*. A palavra podcast é um neologismo criado pela junção das palavras *Ipod* (aparelho reproduzidor de áudio) e *Broadcast* (transmissão). como um agregador e distribuidor de fontes de notícias, músicas e informações publicadas, para os mais variados fins (SILVA, 2018). Ambas as expressões foram introduzidas inicialmente em fevereiro de 2004 pelo jornalista britânico Ben Hammersley, em um artigo publicado no jornal *The Guardian*, em referência às entrevistas feitas pelo jornalista Christopher Lyndon (BONINI, 2006). Trata-se de um neologismo formado pela combinação de "broadcast" e "pod", fazendo alusão ao iPod, dispositivo da Apple, e à prática disseminada de audição de áudio em tocadores de mídia portáteis. Essa expressão foi introduzida inicialmente em fevereiro de 2004 pelo jornalista britânico Ben Hammersley, em um artigo publicado no jornal *The Guardian* (BONINI, 2006; SILVA, 2018).

Os podcasts podem ser aplicados nos mais variados contextos e para os mais variados fins (CRUZ, 2009). Essa ferramenta é muito utilizada como veículo de informação e entretenimento, tendo como características a facilidade de acesso, mobilidade e disponibilidade dos arquivos para a escuta (FIGUEIRA, 2020). Elas também vêm sendo utilizadas para discutir temas relacionados às ciências, desde conceitos, teorias, biografias de cientistas, até curiosidades e descobertas e suas aplicações. Araújo *et. al.* (2009) afirma que o podcast em contexto escolar tem o intuito de ajudar os alunos a aprender conteúdos e desenvolver competências, além de fortalecer e facilitar a criação de novos materiais pelos próprios professores.

De acordo com os estudos de Silva (2018) o uso do podcast tem se mostrado eficiente no processo de ensino e aprendizagem da educação formal, por aumentar o interesse na aprendizagem dos conteúdos facilitando a compreensão do conteúdo abordado. Porém sua inserção no processo educacional ainda é pouco usada no Brasil. Ainda de acordo com o autor, podemos ver uma boa aceitação do uso de podcasts pelos alunos, visto que essa implementação tem mostrado efeito positivo no processo ensino-aprendizagem. Ao permitir que os alunos desempenhem um papel ativo na construção do conhecimento, o podcast transcende o modelo tradicional de aprendizado, no qual o estudante é apenas um receptor passivo de informações. Nesse sentido, o aluno assume também o papel de produtor de conteúdo online, o que amplia suas possibilidades de interação e participação ativa no ambiente educacional (CANELAS, 2012). O podcast possibilita que o professor deixe de ser o único detentor e disseminador do conhecimento, despertando a autonomia do pensamento e ação dos estudantes (SILVA, 2018). Desta forma, os estudantes passarão a ter acesso a materiais que fazem sentido para eles, uma vez que podem construí-los, adaptá-los e readaptá-los para seus contextos (BOTTON, 2017).

Segundo Carvalho (2009), o uso de podcasts na educação ocorre predominantemente em quatro formas distintas, cada uma com uma finalidade específica: exposição/informação, feedback/comentários, instruções/orientações e criação de materiais autênticos. O podcast do tipo exposição/informação foca na apresentação de um conteúdo específico, como uma síntese ou análise do que foi lecionado. Seu emprego como feedback, permite ao professor comentar sobre trabalhos dos alunos e sugerir caminhos. Também é utilizado para fornecer instruções e orientações precisas, como em trabalhos e visitas de estudo. Por fim, na sua utilização para a construção de materiais autênticos pode-se destacar a criação de podcasts voltados para um público mais amplo, como entrevistas de rádio e telejornais.

O uso de podcasts em sala de aula pode manifestar-se de diversas maneiras. Essa ferramenta pode tanto ser empregue para introduzir informações desejadas durante as aulas, quanto para incentivar a produção de podcasts pelos próprios estudantes com propósitos educacionais. Um exemplo que utiliza a produção de podcast como ferramenta de ensino em sala de aula é o trabalho de Andrade (2022). Nessa pesquisa, os alunos do ensino fundamental foram envolvidos na elaboração de roteiros de podcast, utilizando a técnica de retextualização em atividades de língua portuguesa. O propósito dessa atividade era desenvolver conceitos e competências relacionados à língua portuguesa de maneira integrada ao cotidiano dos alunos, proporcionando uma abordagem mais lúdica e prazerosa. A autora destaca em seu estudo que os estudantes demonstraram colaboração nas atividades propostas. A participação na produção de podcasts contribuiu para a redução da timidez e aprimoramento da comunicação oral, enquanto desenvolviam a habilidade da escuta ativa e a análise linguística/semiótica dos textos produzidos no formato de podcast. Também foi evidente melhorias na escrita e expressividade dos estudantes.

Outro exemplo relevante na aplicação da produção de podcasts é evidenciado no trabalho de Aguiar e Antunes (2023). Nessa pesquisa, o podcast foi usado como ferramenta para fomentar a alfabetização científica e tecnológica entre estudantes de química no ensino médio. Os resultados apontam que além de estimular o engajamento dos alunos, a utilização de podcasts como ferramentas metodológicas de ensino contribuiu significativamente para a promoção da alfabetização científica. As análises quantitativas revelaram um aumento nos indicadores de alfabetização científica tanto na expressão oral quanto na escrita dos participantes da pesquisa após a incorporação do podcast como recurso educacional.

Em consonância com os autores citados nessa seção, as TDIC Podem ser ferramentas úteis para auxiliar o ensino, tornando as atividades mais atrativas para os estudantes. Acreditamos que ludicidade seja um fator importante na construção do entendimento do aluno. Por esse motivo o presente projeto

buscou trabalhar conceitos recorrentes da genética básica por meio da utilização da combinação de jogos digitais e podcasts como ferramentas de ensino. O projeto buscou trazer mais ludicidade ao processo de ensino-aprendizagem e também, tornar o aluno mais ativo dentro da construção do seu conhecimento.

3 OBJETIVOS

3.1 - OBJETIVO GERAL

Desenvolver e avaliar uma sequência didática investigativa de genética utilizando jogos digitais e podcasts como ferramentas de aprendizagem.

3.2 - OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Propor uma sequência didática que abordasse conceitos de genética.
2. Usar o jogo educativo digital Geneticats e a construção de podcasts para trabalhar conceitos da genética básica como ferramentas de ensino.
3. Observar e relatar o aprendizado e o engajamento dos alunos do ensino médio diante da apresentação de uma SD investigativa utilizando o jogo digital Geneticats e a construção de podcasts.
4. Desenvolver um guia com o desenvolvimento da SD para o uso de professores e alunos do ensino médio, que aborde herança genética por meio do uso de jogo digital e podcast.

4 MÉTODOS

O presente projeto visou produzir e aplicar uma SD investigativa, com a finalidade de trabalhar conceitos-chave de genética básica recorrentes na literatura. Durante o desenvolvimento da SD foram abordados os seguintes conceitos fundamentais relacionados à hereditariedade genética: herança, homozigoto, heterozigoto, dominante, recessivo, alelo e gene.

A realização do projeto ocorreu em diferentes etapas organizacionais, sendo elas: a escolha das TDIC utilizadas; a elaboração da SD; a aplicação da SD; a obtenção de dados; a análise dos dados. O resumo das etapas organizacionais pode ser visto na Figura 1.

Figura 1 - Sequência das etapas organizacionais da SD ao longo do desenvolvimento do projeto



Fonte: Elaborado pela autora (2024)

A motivação inicial para empreender esta pesquisa não se restringiu apenas à criação de uma sequência didática em genética que ampliasse a compreensão dos estudantes. Também era almejado proporcionar uma abordagem envolvente e lúdica tornando a experiência educacional agradável. Uma vez que se trata de um mestrado profissional de ensino em Biologia, além de uma dissertação, também era meta a criação de um produto tangível: uma sequência didática que incorporasse conceitos fundamentais da genética por meio de TDIC e estratégias de ensino inovadoras

4.1 - CARACTERIZAÇÃO DO ESTUDO

Parte do trabalho foi realizado em uma escola pública da rede estadual de Minas Gerais localizada no bairro Castanheira, uma região urbana do município de Sabará. Essa escola encontra-se em divisa como a região Leste do município de Belo Horizonte, considerada uma região de periferia. É uma escola que possui implementado o sistema de tempo integral de ensino. Possui cerca de 260 alunos, sendo 90 deles do ensino médio, tendo apenas uma turma de primeiro ano do ensino médio. A escola possui um laboratório equipado com 15 computadores e acesso à internet via Wi-Fi. É proporcionada aos alunos a oportunidade de baixar jogos e utilizar softwares de edição de vídeo e áudio. Além disso, os estudantes têm a opção de usar a internet durante as aulas para realizar pesquisas em seus próprios telefones móveis.

A turma de primeiro ano do ensino médio, com cerca de 35 estudantes, foi convidada a participar da pesquisa. Durante o desenvolvimento da pesquisa, foram respeitadas a autonomia e liberdade dos participantes, seguindo as diretrizes e normas éticas estabelecidas nas resoluções vigentes, a CNS

466/2012 e a CNS 510/2016. Para incluir esta pesquisa, foi apresentada uma emenda ao projeto já existente intitulado 'Ensino de Genética, conceitos e aprendizagem'. A emenda foi submetida em fevereiro de 2024 e aprovada em 23 abril do mesmo ano, com o CAAE de número 88856618.6.0000.5149 e parecer de número 6.016.083.

A participação dos estudantes foi inteiramente facultativa e não foram estabelecidas quaisquer vinculações à pesquisa, como pontuações ou relações com a aprovação na disciplina de Biologia, garantindo, assim, total liberdade de escolha para participar. Os responsáveis legais foram devidamente informados, e a decisão sobre a participação dos alunos foi formalizada por meio da assinatura do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE), enquanto a concordância dos discentes foi registrada pelo Termo de Assentimento Livre e Esclarecido (TALE) - APÊNDICES A e B. Apenas 21 dos 35 convidados participaram efetivamente da pesquisa, sendo estes os participantes que apresentaram os documentos TCLE e TALE devidamente preenchidos e que tenham participado de todos os momentos do desenvolvimento da SD.

A sequência foi desenvolvida durante as aulas de Biologia. Os alunos já haviam tido um contato prévio com a matéria no decorrer do ano letivo. Já havia sido introduzido o tema herança genética e utilizado os termos que foram abordados durante o desenvolvimento da sequência didática. Este estudo se deu em um processo de avaliação formativa de aprendizagem.

4.2 - MÉTODO DE PESQUISA

A análise da pesquisa se deu de forma qualitativa. Essa análise permite uma compreensão mais contextualizada e detalhada do ambiente educacional, considerando as nuances e particularidades do contexto em que a sequência didática é implementada. Conforme destacado por Flick (2013) e Gerhardt e Silveira (2009), a abordagem qualitativa não busca abranger um grande número de indivíduos, mas sim aprofundar a compreensão da dinâmica do grupo pesquisado.

A pesquisa envolveu a análise das respostas dos estudantes por meio de questionários contendo questões abertas. Esse método de coleta foi escolhido devido à sua versatilidade quando comparado aos questionários fechados. Essa abordagem permite que os alunos expressem suas ideias com maior liberdade, diminuindo as chances de ocorrer um possível direcionamento de respostas.

4.2.1 - O jogo digital Geneticats

A ideia de incorporar um jogo digital surgiu de uma sugestão da minha orientadora de dissertação durante um trabalho de desenvolvimento de sequência didática em sala de aula no decorrer do mestrado. Aproveitei a oportunidade para testar a aplicabilidade de jogos digitais que apresentavam

potencialidades. Assim, a primeira TDIC utilizada durante a sequência foi o jogo digital “Geneticats”. Esse jogo foi desenvolvido durante o Projeto de Pesquisa “Ask Biology”, realizado pelo Instituto Federal de Rondônia em 2018 (MADUREIRA, 2018). Ele pode ser facilmente encontrado de forma gratuita em lojas de aplicativos de “smartphones” para o sistema Android. É um Jogo Educacional projetado para simplificar a assimilação dos conceitos de Genética presentes no currículo de Biologia do ensino médio (MADUREIRA, 2018). Este aplicativo proporciona uma abordagem lúdica, utilizando simulações de cruzamento entre gatinhos. Dessa forma, os usuários têm a oportunidade de observar de maneira interativa a transmissão hereditária de características, tornando o processo mais lúdico. De acordo com os desenvolvedores do jogo o objetivo é demonstrar elementos da genética clássica de forma concreta, além de colocar o aluno como participante ativo dentro do processo.

A escolha desse jogo revelou-se uma opção especialmente interessante, destacando-se por sua simplicidade tanto na compreensão quanto na navegação, em comparação com os jogos anteriormente testados. Além disso, o jogo apresentava uma estética agradável, contribuindo para uma experiência visualmente atrativa durante a aplicação da sequência didática proposta. Esses aspectos foram considerados relevantes para otimizar a participação dos estudantes e a eficácia do processo de aprendizado.

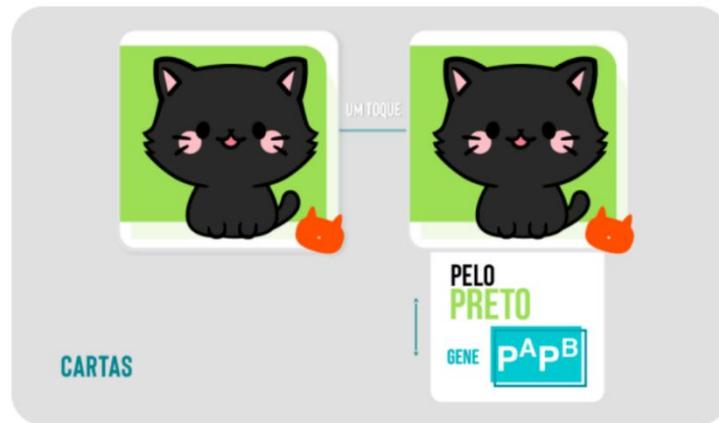
4.2.2 - A descrição do jogo

O jogo é composto por 12 fases distintas que utilizam conceitos-chave relacionados à herança genética. Durante o jogo os participantes selecionam duas cartas representando dois gatos geneticamente distintos. A característica analisada pelos participantes durante o jogo é a cor da pelagem desses gatos virtuais. Ao clicar na carta é possível ver a representação de alelos fictícios para cada um dos indivíduos como representado na Figura 2. O jogador precisa associar o alelo da fase com a característica fenotípica em questão para conseguir direcionar os cruzamentos, atingindo assim o objetivo da fase.

Em cada uma das fases existe um objetivo a ser cumprido que deve ser atingido com o cruzamento de cartas representando gatinhos com diferentes genótipos e fenótipos. Cada uma das fases possui objetivos próprios, onde é pedido ao jogador que realize cruzamentos até aparecer uma determinada quantidade de gatos no jogo com fenótipo e genótipo específicos. Cada uma das fases possui um padrão de herança e de características fenotípicas e genotípicas próprias. Os conceitos trabalhados durante o jogo foram a recessividade, dominância, co-dominância, dominância incompleta, homozigose, heterozigose e gene. O termo alelo não foi utilizado de forma direta durante as fases do jogo, porém estava representado em cada uma das cartas do jogo (Figura 2), que exibia as duas cópias de cada um dos indivíduos representados. De acordo com os criadores, o jogo não retrata o gênero dos indivíduos,

uma vez que aumentaria a complexidade do jogo sem haver benefício no entendimento geral dos conceitos apresentados (MADUREIRA, 2018).

Figura 2 - Exemplo de carta apresentando indivíduo com seu fenótipo e alelos fictícios.



Fonte: Madureira (2018)

4.2.3 - As fases trabalhadas

Antes de iniciar a coleta de dados, foi solicitado que todos os participantes explorassem cada fase do jogo, com o objetivo de garantir uma compreensão abrangente da jogabilidade. Essa etapa preliminar foi crucial para assegurar que todos compreendessem o funcionamento do jogo, evitando possíveis problemas durante a coleta de dados. Além disso, os participantes foram orientados a compreender o que ocorria nas outras fases, uma vez que cada grupo seria responsável por coletar informações em uma fase específica, facilitando a compreensão entre os grupos durante as discussões posteriores.

As fases selecionadas para a coleta de dados foram escolhidas para abranger todos os conceitos do jogo, incorporando características fenotípicas e genotípicas distintas a fim de enriquecer as discussões. Dentre as fases trabalhadas, a fase número 1 abordou padrões de recessividade e dominância completa para os fenótipos de cor de pelo preto e branco. A fase número 5 também tratou de padrões de dominância completa e recessividade, porém para os fenótipos Amarelo e Piebald. A fase número 6 explorou um padrão de co-dominância para os fenótipos de cor de pelo preto e chocolate. A fase número 8 abordou a dominância incompleta entre os fenótipos branco e preto, com um fenótipo intermediário cinza para o indivíduo heterozigoto. A fase número 9 abordou a dominância incompleta entre os fenótipos preto, burmês e tonquinês. Detalhes sobre as fases trabalhadas contendo os genótipos, alelos, fenótipos padrões de herança e seus objetivos, podem ser consultados Quadro 1.

Quadro 1 - Detalhamento das fases do jogo Geneticats usadas na obtenção de dados pelos grupos dentro da primeira fase da SD

FASES DO JOGO	GENÓTIPOS	ALELOS	FENÓTIPO	PADRÃO DE HERANÇA	OBJETIVO DA FASE
FASE 1	Homozigoto dominante	$p^A p^A$	Preto	Dominância Completa	<ul style="list-style-type: none"> Gerar quatro gatos heterozigotos pretos ($p^A p^B$)
	Homozigoto recessivo	$p^B p^B$	Branco		
	Heterozigoto	$p^A p^B$	Preto		
FASE 5	Homozigoto dominante	$p^E p^E$	Amarelo	Dominância Completa	<ul style="list-style-type: none"> Gerar um gato heterozigoto amarelo ($p^E p^F$) Gerar dois gatos homozigotos dominantes amarelos ($p^E p^E$) Gerar dois gatos homozigotos recessivos piebad ($p^F p^F$)
	Homozigoto recessivo	$p^F p^F$	Piebald		
	Heterozigoto	$p^E p^F$	Amarelo		
FASE 6	Homozigoto co-dominante 1	$p^A p^A$	Preto	Co-Dominância	<ul style="list-style-type: none"> Gerar quatro gatos heterozigotos pretos com chocolate ($p^A p^G$)
	Homozigoto co-dominante 2	$p^G p^G$	Chocolate		
	Heterozigoto	$p^A p^G$	Preto e chocolate		
FASE 8	Homozigoto dominante	$p^I p^I$	Cinza-escuro	Dominância Incompleta	<ul style="list-style-type: none"> Gerar quatro gatos heterozigotos cinza-claro ($p^I p^B$)
	Homozigoto recessivo	$p^B p^B$	Branco		
	Heterozigoto	$p^I p^B$	Cinza-claro		

FASE 9	Homozigoto dominante	$P^A P^A$	Preto	Dominância Incompleta	<ul style="list-style-type: none"> • Gerar dois gatos homozigotos dominantes pretos ($P^A P^A$) • Gerar dois gatos heterozigotos burmêses ($P^A P^J$) • Gerar dois gatos homozigotos recessivos tonquinêses ($P^J P^J$)
	Homozigoto recessivo	$P^J P^J$	Tonquinês		
	Heterozigoto	$P^A P^J$	Burmês		

Fonte: A autora (2024) baseado no jogo Geneticats

Vale ressaltar que, embora os fenótipos dos gatos possam ser vistos na vida real, a representação genotípica desses animais no jogo é fictícia, apresentando genes, alelos e padrões de heranças diferentes da realidade. Os Genes e alelos reais para as características fenotípicas trabalhadas durante as fases do jogo podem ser vistas no Quadro 10 do segundo roteiro usado durante a execução da sequência didática.

4.2.4 - Os podcasts

A segunda TDIC aplicada no desenvolvimento da SD foi o *podcast*. O propósito era adotar uma ferramenta de fácil acesso e utilização para pessoas de diversos níveis de habilidade e conhecimento. Isso se deve ao fato de o podcast ser uma mídia amplamente conhecida e difundida. A utilização do *podcast* como ferramenta para o desenvolvimento de ideias e roteiros, visava não apenas buscava simplificar sua utilização, mas também almejava direcionar o aluno de uma posição de mero espectador a um comportamento mais ativo no processo educacional.

O envolvimento dos alunos durante a elaboração dos podcasts concentrou-se na criação e gravação dos roteiros. A responsabilidade pela edição e postagem ficou a cargo da pesquisadora, pelo fato de que haveria necessidade de oficinas adicionais para orientar os alunos na edição de áudio, o que demandaria um extenso tempo de aula, tornando-se inviável e interferindo no cronograma da professora regente. Uma possível alternativa seria a realização de oficinas em outros períodos do dia. No entanto, isso também se mostrou inviável devido à ampla carga horária dos alunos, já aumentada pelo regime de ensino integral implementado na escola.

Na etapa de gravação dos áudios, foi empregado o aplicativo móvel "*Super Recorder*", uma ferramenta de gravação aberta e facilmente disponível para download. Para a subsequente edição dos áudios, optou-se pelo uso do programa "*Audacity*", reconhecido software de edição digital de áudio,

amplamente conhecido por seus recursos de edição (GLICÉRIO, 2022). Essas escolhas visaram garantir acessibilidade e qualidade na produção dos conteúdos sonoros para a pesquisa.

5 - OBTENÇÃO E ANÁLISE DE DADOS SOBRE APRENDIZADO

A fim de observar e relatar o aprendizado dos alunos, assim como elencar fatores facilitadores e dificultadores do processo de ensino e aprendizagem dos conceitos-chave foram utilizados questionários contendo questões abertas. Essa abordagem permite que os alunos expressem suas ideias com maior liberdade, diminuindo as chances de ocorrer um possível direcionamento de respostas. Ao todo foram utilizados cinco questionários em diferentes fases da sequência didática, sendo eles: um questionário anterior à execução da sequência; três roteiros usados no decorrer da sequência; um questionário após o desenvolvimento da sequência didática. Além de coletar respostas abertas a perguntas direcionadas, foram usados como instrumentos de coleta de dados os roteiros de podcast desenvolvidos pelos alunos. Outro instrumento de coleta foi a observação realizada pela pesquisadora durante a execução da SD. Ressalta-se que essas observações foram relatadas com uma certa diferença temporal, passando-se cerca de quatro meses entre a execução da sequência didática e o relato das observações da pesquisadora. Os dados foram analisados qualitativamente o que permite uma compreensão mais contextualizada e detalhada do ambiente educacional, considerando as nuances e particularidades do contexto em que a sequência didática é executada. Isso é possível, uma vez que a pesquisa qualitativa adentra o universo de significados, motivos, aspirações, crenças, valores e atitudes dos participantes, explorando camadas mais profundas das relações e dos processos sociais. Nesse contexto, a análise qualitativa permite uma abordagem mais holística e contextualizada, propiciando insights valiosos sobre a complexidade dos fenômenos sociais que não podem ser adequadamente capturados pela mera operacionalização de variáveis (GERHARDT e SILVEIRA, 2009).

Para a análise das respostas dos questionários foram estabelecidos parâmetros para avaliar a correta utilização dos termos-chave de forma compatível à idade e nível de ensino dos estudantes. Herança foi avaliado como: compreensão e aplicação do conceito de transmissão de características genéticas de uma geração para outra. O conceito de homozigoto considerado foi: organismo que possui duas cópias de um alelo heterozigoto foi: organismo que possui duas cópias diferentes de um gene em seus cromossomos homólogos. O conceito de dominante foi considerado como: alelos ou características que se expressam em um organismo, mesmo que haja apenas uma cópia presente. O conceito de recessivo foi considerado como: alelos que se expressam apenas quando presentes em homozigose. O conceito de alelo foi considerado como: variantes alternativas de um gene que ocupam o mesmo locus em cromossomos homólogos. O conceito de gene foi considerado como: unidade de informação genética responsável por características específicas. Diante disso, foram consideradas corretas as respostas que

continham elementos dentro dos critérios estabelecidos no Quadro 2

Quadro 2 - Elementos identificáveis nas respostas esperadas e conceitos usados relacionados aos termos de genética usados na sequência didática

TERMOS	ELEMENTOS IDENTIFICÁVEIS DA RESPOSTA ESPERADA	CONCEITO USADO
HERANÇA	<p>Reconhecer a herança genética como um conjunto de processos que garante a cada ser vivo receber e transmitir informações de ordem genética.</p> <p>Relacionar a herança à transmissão de característica dos pais para filhos</p>	<p>Compreensão e aplicação do conceito de transmissão de características genéticas de uma geração para outra.</p>
DOMINANTE	<p>Reconhecer que a característica é capaz de mascarar por completo a expressão de outra, mesmo com apenas uma cópia / alelo.</p>	<p>Organismos que possuem duas cópias idênticas de um gene específico.</p>
RECESSIVO	<p>Reconhecer que a característica só se expressa em homozigose.</p> <p>Reconhecer que a característica é totalmente mascarada na presença de outro alelo</p>	<p>Alelo que se expressa apenas quando presente em homozigose.</p>
HOMOZIGOTO	<p>Reconhecer que o Indivíduo possui duas cópias de DNA / dois alelos iguais</p>	<p>Organismos que possuem duas cópias idênticas de um gene específico.</p>
HETEROZIGOTO	<p>Reconhecer que o Indivíduo possui duas cópias de DNA / dois alelos diferentes</p>	<p>Organismos que possuem duas cópias diferentes de um gene em seus cromossomos homólogos</p>
GENE	<p>Reconhecer o gene como partícula portadora da informação hereditária.</p>	<p>Unidade de informação genética responsável por características específicas</p>
ALELO	<p>Reconhecer alelos como formas alternativas de um determinado gene</p> <p>Reconhecer alelos como sendo formas variadas de um gene para uma característica específica</p>	<p>Variantes alternativas de um gene que ocupam o mesmo locus em cromossomos homólogos</p>

DOMINÂNCIA COMPLETA	Reconhecer que o fenótipo para o alelo dominante se mantém, mesmo em organismos heterozigotos para o gene.	Tipo de herança onde o fenótipo para o alelo dominante se expressa da mesma forma tanto em indivíduos homozigotos quanto em indivíduos heterozigotos para esse alelo.
DOMINÂNCIA INCOMPLETA	Reconhecer que o fenótipo para o alelo dominante é diferente em homozigotos e heterozigotos para o gene. Reconhecer que os fenótipos dos heterozigotos são intermediários em relação aos homozigotos recessivos e dominantes para um dado gene.	Tipo de herança onde o fenótipo para o alelo dominante se expressa de formas diferentes em indivíduos homozigotos e indivíduos heterozigotos para esse alelo.
CO-DOMINÂNCIA	Reconhecer que os fenótipos dos heterozigotos são a expressão dos dois alelos ao mesmo tempo para um dado gene. Reconhecer que o fenótipo é a expressão dos dois alelos e não um fenótipo intermediário.	Tipo de herança onde o fenótipo é influenciado pelos dois alelos nos indivíduos heterozigotos.
HEMI-DOMINÂNCIA	Reconhecer que alelos recessivos podem ter comportamento dominante em determinadas situações devido à inativação do alelo dominante.	Tipo de herança onde o fenótipo para alelo recessivo se expressa em indivíduos heterozigotos devido à inativação do alelo dominante

Fonte: Elaborado pela autora (2024)

5.1.1 OBSERVAÇÕES RELATADAS PELA PESQUISADORA

Durante o desenvolvimento da sequência didática, também foi adotada a observação direta como

um método de coleta de dados complementar. Esta metodologia envolveu a observação sistemática dos participantes em seu ambiente natural, sem interferência ou manipulação das condições. A observação direta, como técnica qualitativa, visa capturar o comportamento dos participantes em seu contexto natural, oferecendo insights sobre suas interações sociais, padrões de comportamento e dinâmicas grupais (LOFLAND *et. al.* 1971). Para a realização desse trabalho foi utilizada a metodologia de observação direta presente nos estudos de Lofland *et. al.* (1971) sendo considerados fatores como os atos, as atividades e a participação dos estudantes, dentre outros corpos analíticos decorrentes no estudo.

Além disso, devido à relevância de considerar os fatores comportamentais dos alunos, percebida durante a análise dos dados obtidos, optou-se por realizar um diário de bordo retrospectivo. Este diário foi baseado nas memórias da pesquisadora em relação à aplicação da sequência didática. Para enriquecer a análise, foram consideradas também informações fornecidas pela professora regente sobre a turma e o contexto sociocultural em que os estudantes estão inseridos.

5.1.2 QUESTIONÁRIO ANTERIOR À EXECUÇÃO DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA

Um questionário foi utilizado para investigar o conhecimento prévio dos participantes da pesquisa anterior à execução da sequência (Apêndice I) e serviu para estabelecer um parâmetro de comparação para a análise dos demais questionários da sequência. Os participantes deveriam responder duas questões relativas ao seu conhecimento sobre genética básica. A primeira pergunta abordou como os alunos imaginavam que a herança da pelagem dos gatos funcionaria. Quantos genes acreditavam estar envolvidos no processo e como eles interagem entre si. Também foi pedido aos participantes que, utilizando dos seus conhecimentos prévios, explicassem os conceitos das palavras herança, homozigoto, heterozigoto, dominante, recessivo, alelo e gene.

5.1.3 - ROTEIROS DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA

5.1.3.1 - Primeiro roteiro: jogo Geneticats

Além de conter perguntas e respostas a serem trabalhadas, os roteiros usados tiveram como função direcionar o uso das TDIC durante a sequência didática. Também tiveram a função de auxiliar os participantes a organizar os dados obtidos para posteriormente realizarem as análises e levantamento de hipóteses. No primeiro roteiro (Apêndice II) os participantes jogaram o jogo Geneticats de uma forma orientada. Cada um dos cinco grupos montados deveria jogar uma fase do jogo que tratava de um padrão de herança genética específico como descrito no

. Os grupos deveriam se dividir em funções especificadas de acordo com o roteiro. Essa metodologia tinha por finalidade que todos pudessem trabalhar conjuntamente, facilitar a distribuição de tarefas dentro dos grupos, garantindo a participação efetiva de todos e facilitar a gestão do tempo durante as aulas (Quadro 4).

Quadro 3 - Distribuição das fases do jogo entre os grupos

GRUPOS	Grupo 1	Grupo 2	Grupo 3	Grupo 4	Grupo 5
	Fase 1	Fase 5	Fase 6	Fase 8	Fase 9
FASES DO JOGO	Padrões de recessividade e dominância completa para os fenótipos de cor de pelo preto e branco.	Padrões de dominância completa e recessividade, para os fenótipos Amarelo e Piebald.	Padrão de co-dominância para os fenótipos de cor de pelo preto e chocolate.	Padrão de dominância incompleta entre os fenótipos branco e preto, com um fenótipo intermediário cinza para o indivíduo heterozigoto.	Padrão de dominância incompleta entre os fenótipos preto, burmês e tonquinês.

Fonte: A autora (2024) baseado no jogo Geneticats

Quadro 4 - Distribuição de funções dentro dos grupos

COMPONENTE DO GRUPO	FUNÇÃO DESEMPENHADA
Facilitador	Responsável por ler a atividade e se certificar que todos entenderam o que está sendo solicitado.
Monitor de recursos	Aluno responsável por solicitar ajuda do professor e pegar o material disponibilizado para elaboração do produto do grupo.
Repórter	Responsável por registrar as conclusões do grupo e transmiti-las aos colegas quando solicitado. Caso o grupo apresente seis integrantes, pode-se atribuir a função de repórter também ao sexto membro do grupo.
Harmonizador	Certifica que cada componente do grupo realizará seu papel e assegura que todos os componentes do grupo sejam ouvidos.
Controlador do tempo	Responsável por monitorar o tempo estipulado para a realização da tarefa.

Fonte: Elaborado pela autora, baseado em Cohen (2014) *apud* Associação Nova Escola (2017).

Os participantes observaram os padrões de herança das fases do jogo registrando os fenótipos, genótipos e tipos de herança presentes nas fases do jogo. Os estudantes também responderam a três perguntas (APÊNDICE C), onde deveriam explicar a respeito dos conceitos trabalhados, e se os mesmos se associavam ao seu cotidiano. Também deveriam levantar hipóteses que explicassem como a herança genética da cor dos gatos poderia funcionar em ninhadas reais.

5.1.3.1 - Segundo roteiro: Comparando padrões de herança genética entre o jogo e a vida real

O objetivo do segundo roteiro (Apêndice III) foi relacionar a transmissão da herança genética, a partir do jogo *Geneticats*, com padrões de herança genética descritos na literatura. Os alunos também deveriam responder a duas questões que abordavam quais teriam sido os pontos de semelhanças e diferenças entre os padrões de heranças genéticas apresentados durante o jogo e observados em

Literatura. Também deveriam fazer críticas positivas e negativas a respeito de potenciais pontos de melhora e acerto do jogo.

5.1.3.2 - Terceiro roteiro: Construção de Podcast

O terceiro roteiro (Apêndice IV) tinha como objetivo trabalhar com os alunos a construção de roteiros de podcasts utilizando os termos-chave trabalhados durante a sequência didática. Foi pedido aos grupos que construíssem seus roteiros com base nos padrões de herança genética trabalhados por eles anteriormente. Foi orientado que utilizassem o material complementar fornecido como base mas também que fizessem pesquisas, acrescentando informações que julgassem relevantes aos roteiros.

O grupo 1 seria responsável por elaborar um roteiro falando sobre o padrão de herança genética dos alelos dos genes w e b , referente aos fenótipos pelo preto e pelo branco. O grupo 2 seria responsável por elaborar um roteiro tendo como base o padrão de herança genética dos alelos dos genes X^O e S , referentes aos fenótipos pelo laranja e pelo Piedade. O grupo número 3 deveria elaborar um roteiro tendo como base o padrão de herança genética dos alelos B (B e b), referentes aos fenótipos pelo preto e pelo chocolate. Já o grupo número 4 elaboraria um roteiro tendo como base o padrão de herança genética do gene W e do gene B (B e b), referente aos fenótipos pelo branco pelo preto e pelo cinza. E finalmente o grupo número 5 se encarregaria de elaborar um roteiro tendo como base o padrão de herança genética dos alelos do gene C (C , cs , cb e c), referente aos fenótipos presença de cor, siamês, burmês e tonquinês.

O questionário após a execução da sequência didática (Apêndice V) foi um estudo dirigido composto por quatro questões. Ele teve a finalidade de investigar se os estudantes conseguiriam utilizar os conceitos trabalhados durante a sequência didática para resolver questões em um estudo de caso. O objeto central do estudo de caso foi a herança de cor de pelagem de uma gata tricolor, com manchas alaranjadas em algumas partes do corpo. Os alunos deveriam analisar as características físicas da fêmea e de sua prole. O estudo também contava com um Quadro comparativo contendo as informações genéticas do pai e da mãe. Além das informações gráficas e de imagens, o estudo contava com um pequeno texto descrevendo o comportamento de cada um dos genes e alelos trabalhados. Os genes investigados foram: o gene C (cor normal) e seus alelos c^s (siamês) e c (burmês); o gene laranja O (que consiste em uma herança ligada ao sexo por se encontrar no cromossomo X) com os alelos X^O (cor laranja) e X^o (cor preta); o gene S (Piebald) e sua variação s (relacionada a ausência de manchas brancas).

6 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Desde o início do projeto o enfoque central desta SD foi o desenvolvimento de um produto educacional voltado para facilitar o ensino de genética nas escolas. A escolha desse tema foi motivada pela observação direta em sala de aula, onde pude constatar, enquanto professora, as dificuldades recorrentes tanto no processo de ensino quanto na aprendizagem desse conteúdo específico. Essa percepção é corroborada por observações de colegas de profissão e respaldada pela literatura especializada, consolidando a relevância e a necessidade de um produto educacional que aborde essas dificuldades.

A elaboração da presente sequência didática passou por diversas etapas durante o curso do mestrado, sendo refinada e modificada ao longo do processo. Essa elaboração ocorreu durante a realização das Atividades de Aplicação em Sala de Aula (AASA). Essas atividades consistiram na construção e aplicação de diferentes SD durante os três primeiros semestres do mestrado. Durante essas aplicações foram conduzidos pesquisas e testes pela pesquisadora, envolvendo diferentes TDIC durante o desenvolvimento das SD. Esses testes serviram para a avaliação da aplicabilidade dessas TDIC a este projeto. A pesquisa também envolveu a experimentação de diferentes abordagens e metodologias de ensino durante o desenvolvimento prático das AASA. Este processo foi essencial para a identificação e avaliação das estratégias mais eficazes para o desenvolvimento do projeto.

Paralelamente, uma revisão da literatura foi realizada para identificar os conceitos que os alunos frequentemente encontravam dificuldades em compreender durante as aulas de genética. Essa revisão incluiu a análise dos erros conceituais mais comuns, fornecendo a base teórica para o desenvolvimento da sequência didática. A escolha do tema central da pesquisa foi uma etapa criteriosa e reflexiva. Inicialmente, considerou-se abordar a herança genética da cor de pele humana. Contudo, devido à complexidade dessa característica, influenciada por uma ampla gama de genes, percebeu-se que isso poderia dificultar a análise dos alunos. A intenção era evitar simplificações inadequadas dessas relações genéticas, uma vez que o entendimento incorreto poderia resultar em erros conceituais.

Diante desse desafio, optou-se por direcionar o objeto central do estudo para a cor da pelagem de gatos. Essa escolha foi fundamentada por sua mensurabilidade, facilitando a compreensão pelo público-alvo, que poderia relacionar o tema ao seu cotidiano, promovendo assim uma aprendizagem mais efetiva. Uma vez que características mais abstratas como um perfil de proteína ou um certo tipo de doença, podem ser de difícil contextualização para alguns estudantes, o que pode dificultar o entendimento.

6.1 - A CONSTRUÇÃO DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA E A ESCOLHA DAS TDIC

Como pode ser visto na Figura 1, apresentada em Métodos, a organização da pesquisa envolveu a

elaboração da SD, com uma fase importante de escolha das TDIC e, finalmente, a aplicação em sala de aula. Os objetivos de aprendizagem da SD trabalhados com os estudantes durante a sua execução foram: trabalhar conceitos e princípios básicos de herança genética; comparar padrões de herança genética vistos no jogo Geneticats com os padrões de herança genética descritos em literatura; montar e gravar roteiros de podcast utilizando conceitos e princípios genéticos trabalhados no decorrer da SD. A escolha das TDIC foi realizada tendo como referencial os conceitos a serem trabalhados, o perfil dos alunos da escola, a navegabilidade e estética das plataformas, a viabilidade de utilização na escola e acessibilidade e o tempo gasto para a realização das atividades.

Os conceitos fundamentais abordados neste estudo possuíam um elevado grau de abstração, tornando essencial a escolha cuidadosa das TDIC. Elas deveriam ser capazes de demonstrar esses conceitos de maneira aplicada e acessível aos estudantes. Diante dessa necessidade, optou-se por utilizar um jogo digital como recurso, dada sua capacidade de gerar engajamento e de apresentar situações de forma visual. Essa escolha objetivou contextualizar os conceitos de forma a torná-los compreensíveis aos estudantes, proporcionando uma abordagem mais dinâmica e interativa no processo de aprendizagem.

Ressalta-se que o fato da instituição educacional na qual a pesquisa foi conduzida possuir equipamento e acesso à internet via Wi-Fi, possibilitando aos alunos de baixar jogos e utilizar softwares de edição de vídeo e áudio. No entanto, vale ressaltar que, mesmo em escolas sem essa estrutura, é possível gravar e editar um podcast utilizando apenas um telefone.

A decisão de utilizar um jogo digital como ferramenta na pesquisa também considerou o fato de que os estudantes envolvidos são adolescentes, caracterizados por sua familiaridade com jogos mobile. Essa escolha foi motivada pelo reconhecimento do peso da afinidade dessa faixa etária com a tecnologia e, mais especificamente, com plataformas de jogos acessíveis por dispositivos móveis. A consideração dessa característica dos estudantes visa aumentar a receptividade e a participação, otimizando a experiência de aprendizado por meio de uma abordagem alinhada aos interesses e familiaridades do público-alvo. Outro aspecto considerado foi a demanda de recursos gráficos do jogo utilizado na sequência. Jogos intensivos, requerem o uso de placas de vídeo robustas ou grandes quantidades de memória RAM para funcionar de maneira adequada. A escolha de jogos com esse perfil implicaria em uma exigência de recursos computacionais tanto em computadores quanto em dispositivos móveis.

Uma consideração crucial foi a atenção à navegabilidade e à acessibilidade do jogo escolhido. A preocupação central era garantir que o jogo fosse de fácil acesso, permitindo que todos os participantes o encontrassem facilmente e conseguissem jogar sem obstáculos. Essa ênfase na acessibilidade visou

assegurar que a ferramenta selecionada fosse inclusiva, atendendo a diferentes níveis de habilidade e garantindo uma experiência uniforme para todos os envolvidos na pesquisa.

Outro fator crucial para a escolha das TDIC foi o conhecimento prévio das ferramentas. O podcast é uma ferramenta versátil, que pode ser utilizada de diferentes formas e para diversos fins. Neste trabalho foi utilizado com o intuito de os estudantes aplicarem os conceitos trabalhados no decorrer da SD. Também foi empregado como uma maneira de incentivar os estudantes a participarem ativamente, evitando que ficassem passivos durante a atividade, possibilitando maior engajamento dos estudantes durante as aulas. O método de elaboração de podcasts já foi empregado com sucesso no laboratório de pesquisa onde realizei projeto de extensão, o Núcleo de Educação e Comunicação em Ciências da Vida (NEDUCOM), presente no Instituto de Ciências Biológicas (ICB) da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG). O laboratório desenvolve trabalhos voltados à divulgação do conhecimento científico para uma esfera populacional mais ampla. Neste laboratório são desenvolvidos pesquisas e projetos de extensão nas áreas de educação em ciências da vida e saúde bem como a comunicação pública da ciência (NEDUCOM, s.d.). Além das experiências que tive na construção de roteiros de *podcasts* durante minha participação no projeto de extensão, pude me referenciar em experiências exitosas anteriormente desenvolvidas por colegas no laboratório e no PROFBIO (GLICÉRIO, 2022). Essas experiências contribuíram para a escolha e aplicação dessas ferramentas na presente pesquisa de mestrado. Vale destacar que essa abordagem se apresenta como uma alternativa viável para aplicações em ambientes escolares que não possuem laboratório de informática, garantindo assim a flexibilidade e a acessibilidade na implementação da tecnologia proposta.

No trabalho de Glicério (2022) foi elaborada uma sequência didática que emprega materiais de divulgação científica multimodais, utilizando podcasts como ferramenta de ensino. A avaliação desta sequência foi conduzida por meio de uma oficina formativa destinada a professores do ensino básico, na qual foram produzidos podcasts e promovidas discussões visando o aprimoramento da abordagem didática. Ao final, os professores consideraram a metodologia viável para o ensino médio e fundamental. A colaboração na construção do material resultou em uma sequência mais sólida.

Outro trabalho desenvolvido no laboratório foi o de Oliveira (2022). Esse trabalho consistiu no desenvolvimento de um jogo educativo digital para o Espaço do Conhecimento UFMG, baseado nos princípios do Design de Jogos Digitais Educacionais e nas diretrizes para jogos museais. O jogo tem como objetivo complementar as exposições permanentes do espaço, abordando temas como a Origem do Planeta Terra, Origem da Vida, Evolução dos Seres Vivos e Viagem no Tempo. A pesquisa buscou integrar o jogo de forma coesa ao ambiente museológico, proporcionando experiências educativas lúdicas e interativas, contribuindo assim para o avanço do conhecimento sobre jogos educativos em

museus. Além disso, o estudo ampliou a literatura sobre jogos digitais educativos desenvolvidos para museus e espaços científicos, fornecendo insights valiosos para o aprimoramento do processo de desenvolvimento de jogos em diversos contextos museais.

6.2 - A SEQUÊNCIA DIDÁTICA DESENVOLVIDA NO PROJETO

A utilização das TDIC como ferramentas pode ser uma estratégia interessante para aumentar o envolvimento dos alunos, porém é crucial compreendermos como essas tecnologias podem ser integradas metodologicamente ao processo de ensino. Apesar da abundância de jogos e do crescente uso de podcasts atualmente, é fundamental demonstrar como essas tecnologias podem ser aplicadas como ferramentas dentro do contexto educacional, em vez de serem consideradas o ensino em si.

Durante a construção da SD encontrei dificuldades ao buscar literatura ou produtos pedagógicos que detalhassem de forma precisa a contextualização do uso de jogos digitais em sala de aula, incluindo suas aplicações reais e limitações. Também foi desafiador encontrar literatura que demonstrasse o uso ativo de podcasts por parte dos alunos para alcançar objetivos específicos ou para análise crítica do aprendizado, em vez de apenas como ouvintes passivos na maioria dos casos.

A SD foi construída tendo em mente essas demandas. Ela abrangeu um total de oito aulas de 50 minutos cada, distribuídas em cinco etapas distintas. A SD foi desenvolvida conforme os passos mostrados abaixo e são descritos nesta seção:

1 - Questionário de sondagem de conhecimento: nesta etapa inicial, foi aplicado um questionário para sondar o conhecimento prévio dos alunos sobre os conceitos básicos relacionados à genética. Tee como objeto de estudo os padrões de herança genética da cor da pelagem de em gatos.

2 – Primeiro roteiro - conhecendo e jogando o Geneticats: na segunda etapa, os alunos foram introduzidos ao jogo educativo Geneticats, que proporcionou uma abordagem prática e interativa para trabalhar conceitos básicos da genética. Os conceitos foram trabalhados com o tema herança genética da cor da pelagem dos gatos. Os conceitos trabalhados durante esta fase da sequência foram padrões de herança genética, homozigose, heterozigose, dominância, recessividade, co-dominância e dominância incompleta.

3- Segundo roteiro – Padrões de herança genética da cor e padrão de pelagem no jogo Geneticats e na vida real: no terceiro estágio, os alunos exploraram mais a fundo os padrões de herança genética apresentados no jogo Geneticats, relacionando-os com exemplos reais encontrados na vida cotidiana, como observações de fotografias de gatos reais e de informações presentes na literatura.

4- Terceiro roteiro – Divulgando aprendizado sobre genética e cor e padrão da pelagem por meio da produção de podcasts: na quarta etapa, os alunos foram encorajados a consolidar e disseminar seus conhecimentos adquiridos sobre genética, cor e padrão de pelagem por meio da produção de podcasts. Esse roteiro teve como objetivo era reforçar o entendimento dos conceitos, assim como direcionar o estudante a uma posição mais ativa no processo de ensino e aprendizagem.

5- Questionário pós-execução da sequência didática: O propósito deste questionário foi comparar as respostas dos alunos com os questionários anteriores, visando mensurar a eficácia da abordagem pedagógica adotada. Por meio deste instrumento, buscou-se coletar informações sobre a compreensão dos estudantes em relação aos conceitos abordados, com o intuito de realizar análises posteriores. Esta experiência proporcionou percepções valiosas para aprimorar a sequência didática, que foi ajustada após a análise dos dados coletados.

Após o desenvolvimento da SD, tornou-se evidente para a professora pesquisadora a necessidade de ajustar determinados aspectos após a sua execução e análise. Em vista disso, foram realizadas modificações na sequência com o intuito de facilitar a compreensão dos conceitos e processos pelos alunos.

Neste intuito foram incluídas seções conceituais em forma de glossário ilustrado para padronizar a apresentação dos conceitos trabalhados durante a SD. Além disso, foi elaborado um guia direcionado aos professores, fornecendo sugestões e explicações embasadas na experiência adquirida pela pesquisadora durante a execução da sequência didática. O guia contendo a sequência didática modificada está disponível no Apêndice I deste estudo.

6.2.1 - Questionário de sondagem de conhecimento

INTRODUÇÃO

Quem não se apaixona por uma ninhada de gatinhos, não é mesmo? Além de serem fofos e brincalhões, possuem personalidades e características únicas! Podendo exibir diversos padrões de pelagens, mesmo se tratando de gatinhos da mesma ninhada. Eles podem exibir uma ampla gama de tons e padrões, do preto puro ao branco almiscarado. A herança genética é a ciência que examina como as características fenotípicas são transmitidas de geração em geração por meio de genes. Os gatos, como boa parte dos seres vivos, herdam sua aparência e características únicas de seus pais por meio de alelos presentes em seus genes. Observe a figura seguir analisando as características fenotípicas da família de gatos representada.

Família de gatos



[Fonte: Gatil Miadore | Gato Norueguês da Floresta | Filhotes anteriores](#)

De acordo com as características apresentadas pela família de gatos analisada acima e seus conhecimentos sobre o assunto, responda as seguintes questões:

QUESTÃO 1. O que você pensa sobre a genética e a cor da pelagem em gatos? Quantos genes acredita estarem envolvidos nos padrões de herança e como eles interagem entre si?

QUESTÃO 2. Usando o seu conhecimento, explique os conceitos das palavras: herança - homozigoto - heterozigoto - dominante - recessivo - alelo - gene

6.2.2 - Primeiro roteiro: conhecendo e jogando o Geneticats

INTRODUÇÃO

Os gatos são animais fascinantes possuindo uma ampla variedade de pelagens, cada uma com suas características únicas. Apresentam diferentes cores e padrões, podendo ter diferentes cores de manchas e listras, possuindo apenas uma única cor ou até a ausência delas. Podemos ver essa diferença nas várias raças de gatos, que podem variar bastante nas suas características físicas de uma forma geral. Também podemos ver essa diferença de padrão nos gatinhos sem raça definida, onde podemos observar essa variação até mesmo dentro da mesma ninhada. Mas como é possível que gatinhos da mesma ninhada apresentem pelagens com padrões de cores tão diferentes? Ao final desta atividade você terá aprendido um pouco sobre isso e como isso se relaciona com a genética!

PROCEDIMENTOS

1. Formem grupos de no mínimo 5 e máximo 6 integrantes.
2. Abram o aplicativo do jogo Geneticats no seu dispositivo móvel ou computador. DICA: Para fazer o

download ou caso tenha dificuldades em compreender a dinâmica do jogo consulte o passo-a-passo.

3. Joguem as fases 1, 5, 6, 8 e 9 seguindo as instruções do jogo e preencha o que se pede no roteiro:
 - Anote quais são as características físicas dos gatos na fase que estiver jogando.
 - Anote os alelos apresentados em cada fase e quais são as características físicas que eles são responsáveis.

Anote o tipo de herança que se apresenta (dominante, recessiva, co-dominante, incompletamente dominante).

Exemplo de preenchimento de quadro entregue a cada grupo

FASE (4)		
Cores do pelo (fenótipo dos gatos)	Genótipos dos gatos	Herança
Pelo laranja	$P^C P^C$ e $P^C P^D$	Cor preta é dominante sobre o branco
Pelo amarelo malhado	$P^D P^D$	
—	—	

Questão 01. Esses padrões de cores de gatos refletem as observações que vocês já fizeram no seu cotidiano? Cite três tipos de padrão de cor que vocês já observaram.

Questão 02. As cores dos gatos do jogo Geneticats podem ser diferentes do que vocês conhecem, mas elas trazem noções corretas de como a cor é transmitida geneticamente. Explique com exemplos do jogo, o que vocês aprenderam sobre dominância completa e incompleta, recessividade, e co-dominância.

Questão 03. Observando as duas imagens de gatas e suas ninhadas, elabore hipóteses que poderiam explicar como

a herança genética da cor dos gatos funcionou nestes casos.



Fonte: <http://www.adoteumgatinho.org.br/boletins/78/Boletim---Mar%C3%A7o-2014>



Fonte: <https://www.ospaparazzi.com/pet/dicas/como-funciona-o-crescimento-dos-gatos-9136.html>

6.2.3 - Segundo roteiro: comparando padrões de herança genética entre o jogo e a vida real

INTRODUÇÃO

A genética de gatos é uma ferramenta valiosa na compreensão dos princípios fundamentais da genética, que se estendem, abrangendo outros seres como animais e plantas. Os gatos, com sua diversidade de cores e padrões de pelagem, oferecem uma rica oportunidade para explorar como os genes e alelos determinam as características dos indivíduos.

Pudemos ver no jogo “Geneticats” alguns padrões de herança genética de pelagem de gatos, pudemos ver como os alelos podem interagir com outros alelos de um mesmo gene. Mas será que esses padrões se mantem na vida real?

MATERIAL NECESSÁRIO

- Material com fotografias reais de gatos
- Texto complementar “Genética básica do gato”

PROCEDIMENTOS

1. Formem grupos de no mínimo 5 e máximo 6 integrantes
2. Leiam e analisem o material impresso disponibilizado como material complementar para o seu grupo
3. Observem o padrão de herança genética em felinos presentes nas figuras dispostas no material complementar.

Grupo 1 - Façam uma comparação entre o padrão de herança genética dos alelos P^A e P^B da fase 1 do jogo Geneticats com os alelos dos genes W e B descritos no material complementar referente aos fenótipos pelo Preto e pelo Branco.

Grupo 2 - Façam uma comparação entre o padrão de herança genética dos alelos P^E e P^F da fase 5 do jogo Geneticats com os alelos dos genes X^O e S descritos no material complementar referente aos fenótipos pelo Laranja e pelo Piebald.

Grupo 3 - Façam uma comparação entre o padrão de herança genética dos alelos P^A e P^G da fase 6 do jogo Geneticats com os alelos do gene B (B e b) descritos no material complementar referente aos fenótipos pelo Preto e pelo Chocolate.

Grupo 4 - Façam uma comparação entre o padrão de herança genética dos alelos P^B e P^I da fase 8 do jogo Geneticats com os alelos dos genes W, B e b descritos no material complementar referente aos fenótipos pelo Branco, pelo Preto e pelo Cinza.

Grupo 5 - Façam uma comparação entre o padrão de herança genética dos alelos P^A e P^J da fase 9 do jogo Geneticats com os alelos dos genes C (C, c^s , c^b e c) e B descritos no material complementar referente aos fenótipos pelo Preto, pelo Birmanês e pelo Tonquinês.

QUESTÕES

Após a leitura do material fornecido ao grupo, respondam as questões que se seguem.

Questão 01. Durante a leitura do material, quais foram os pontos de semelhanças e diferenças entre os padrões de herança genética apresentados durante o jogo Geneticats? Aponte essas diferenças e semelhanças.

Questão 02. O jogo Geneticats, utilizado durante a aula, se encontra na plataforma Google Play Store, disponível

para download. Nessa plataforma é possível fazer elogios e sugestões de melhora para o aprimoramento de aplicativos. Façam críticas positivas e negativas ao jogo, apontando potenciais pontos de melhora e de acerto para os seus criadores.

DISCUSSÃO

Após responder as questões, os grupos irão se redividir, estando cada membro do grupo original em um grupo distinto. Cada membro do novo grupo deverá apresentar as respostas das questões número 1 e 2 respondidas pelo seu grupo original para os outros membros.

6.2.4 - Figuras disponibilizadas durante o desenvolvimento do segundo roteiro

FOTOGRAFIAS DE GATOS E SEUS RESPECTIVOS GENES

Presença de cor

Presença de cor (ww) X Ausência de cor (W-)



Manx



Persa

Fonte: Apresentação de Adlane Vilas-boas Ferreira.

Pigmentação do pelo

Agouti (A-) X Cor sólida (aa)



Oicat



Bombay

Fonte: Apresentação de Adlane Vilas-Boas Ferreira.

Pelagem alaranjada (gene ligado ao X – fenótipo afetado por inativação do X nas fêmeas)

X^o laranja X X^o preta



Angorá calico



Laranja

Fonte: Apresentação de Adlane Vilas-Boas Ferreira.

Alelos sensíveis à temperatura

Siamês cS cS X Burmês cb cb X Normal (C-)



Siamês



Balinês (alelo siamês diluído)



Tonquinês



Burmês



Burmês diluído

Fonte: Apresentação de Adlane Vilas-Boas Ferreira.

6.2.5 - Terceiro roteiro: produção de podcast

INTRODUÇÃO

Os podcasts tem se tornado muito populares, desempenhando um papel importante em nossas vidas diárias. É uma maneira conveniente e acessível de acessar informações, aprender sobre diversos assuntos e até mesmo acompanhar as últimas descobertas científicas. Na ciência, os podcasts têm sido uma ferramenta poderosa para disseminar conhecimento, aproximar cientistas do público e democratizar o acesso a informações científicas. Essa abordagem mais informal ajuda a aproximar cientistas do público em geral, criando uma ponte de comunicação que muitas vezes pode parecer distante em outras formas de divulgação científica, tornando a ciência mais acessível e envolvente para o público em geral. Hoje nós iremos utilizar dessa ferramenta, para que possamos divulgar a os conhecimentos que nós adquirimos nas aulas anteriores.

PROCEDIMENTOS

1. Formem grupos de no mínimo 5 e máximo 6 integrantes.
2. Leiam o material fornecido para consulta. Ele auxiliará na construção do roteiro do seu podcast. Fiquem à vontade para consultar outras fontes caso julgue necessário.
3. Relembrem os padrões de herança genética em gatos e seus genes correspondentes trabalhados anteriormente. Se precisarem consultem novamente o material fornecido.

Grupo 1 – Elaborem um roteiro tendo como base o padrão de herança genética dos alelos dos genes W e B descritos no material complementar referente aos fenótipos pelo Preto e pelo Branco.

Grupo 2 - Elaborem um roteiro tendo como base o padrão de herança genética dos alelos dos genes X^O e S descritos no material complementar referente aos fenótipos pelo Laranja e pelo Piebald.

Grupo 3 - Elaborem um roteiro tendo como base o padrão de herança genética dos alelos do gene B (B e b) descritos no material complementar referente aos fenótipos pelo Preto e pelo Chocolate.

Grupo 4 - Elaborem um roteiro tendo como base o padrão de herança genética dos genes W, B e b descritos no material complementar referente aos fenótipos pelo Branco, pelo Preto e pelo Cinza.

Grupo 5 - Elaborem um roteiro tendo como base o padrão de herança genética dos alelos do gene C (C, c^s, c^b e c) descritos no material complementar referente aos fenótipos presença de cor, siamês, Birmanês e Tonquinês.

DICAS IMPORTANTES PARA A CONSTRUÇÃO DO SEU PODCAST:

PESQUISA E COLETA DE INFORMAÇÕES

Sempre utilizem fontes confiáveis, como livros, artigos acadêmicos, sites especializados e entrevistas com especialistas, para embasar as informações a serem apresentadas no podcast.

ORGANIZAÇÃO DO CONTEÚDO

Organizem as informações coletadas de forma lógica e estruturada. Dividam o roteiro em tópicos ou blocos, para que o conteúdo seja apresentado de maneira clara e fácil de seguir.

Introdução: Elaborem uma introdução cativante para o podcast. Apresentem o tema de forma interessante, despertando a curiosidade dos ouvintes e explicando o que eles podem esperar do episódio.

Desenvolvimento: No desenvolvimento do roteiro, dividam os tópicos em blocos, cada um abordando um aspecto específico do tema. Utilizem uma linguagem clara e objetiva, evitando jargões complexos e explicando termos técnicos, se necessário.

Dinamismo: Busquem tornar o podcast dinâmico e envolvente. Introduzam exemplos, histórias, curiosidades ou até mesmo trechos de músicas e efeitos sonoros para manter o interesse dos ouvintes.

Encerramento: Preparem um encerramento adequado, agradecendo aos ouvintes por terem acompanhado o episódio e, se possível, incentivando-os a compartilhar o podcast com outras pessoas.

Prática e Revisão: Exemplo de podcast que gostam, ou de métodos de locução - Realizem ensaios do roteiro antes da gravação para garantir uma boa fluidez na apresentação. Façam revisões para eliminar erros gramaticais e melhorar a estrutura do texto.

Gravação e Edição: Gravem o podcast, garantindo que todos os membros do grupo tenham clareza em suas falas. Depois, editem o áudio, cortando pausas longas, ajustando volumes e inserindo efeitos, se desejado.

MATERIAL COMPLEMENTAR

- ∄ Cartilha: Construa seu podcast [link](#)
- ∄ Exemplos de programas de áudio de divulgação científica disponíveis para download
 - CIÊNCIA NO AR. Doença também é de família. [link](#)
 - SPOTIFY. Definição de albinismo. [link](#)

1.3.2- Questionário utilizado após o desenvolvimento da sequência didática

ESTUDO DE CASO: HERANÇA DE COR DE PELAGEM EM GATOS

Uma gata siamesa tricolor (com manchas alaranjadas em algumas partes do pelo) teve uma ninhada com filhotes que apresentam colorações de pelo variadas como observado na figura abaixo. A sua missão é descobrir os padrões de herança dessa família de gatinhos interpretando dados fornecidos.

NINHADA DE GATOS DO ESTUDO DE CASO



Fonte: <https://guiaanimal.net/articles/1199>

GENÓTIPO DOS PAIS PARA AS CARACTERÍSTICAS COR NORMAL, LARANJA E PIEBALD

	COR NORMAL / REDUZIDA		LARANJA		PIEBALD	
MÃE DOS FILHOTES	c^s	c^s	X^0	X^0	s	s
PAIDOS FILHOTES	C	C	X^0	Y	S	s

Fonte: Elaborado pela autora (2024)

Gene (alelo) de cor normal (C); gene (alelo) de cor reduzida (c^s ou c) - O C, ou produto do gene da cor, é a tirosinase, enzima responsável pela primeira etapa na síntese de melanina a partir do aminoácido tirosina. O alelo C é totalmente dominante e dá toda a cor da pelagem. O alelo c^s (siamês) produz uma versão termo-sensível (sensível à temperatura) da enzima – a enzima funciona em temperaturas mais baixas, mas não na temperatura normal do corpo do gato. Conseqüentemente, a produção de pigmentos fica restrita às extremidades mais frias. O alelo c não produz nenhuma enzima ativa; os animais cc são albinos (brancos). A série de dominância para alelos de cor de pelagem é $C > c^s > c$. (C é totalmente dominante sobre os outros alelos; c^s é dominante em relação ao c e recessivo em relação à C, e c é totalmente recessivo para os outros alelos.

Gene Laranja (O) – esta é uma mutação no cromossomo X e, portanto, ligada ao sexo. O gene (alelo) X^O elimina todo o pigmento melanina (preto e marrom) das fibras capilares, substituindo-o por feomelanina, um composto mais claro que aparece amarelo ou laranja, dependendo da densidade dos grânulos de pigmento. O alelo X^O permite a expressão de cores diferentes de laranja relacionada a outros genes, como o preto. Fêmeas podem ser heterozigotas para o alelo, uma vez que possuem duas cópias do cromossomo X, ao contrário dos machos que apresentam uma cópia do cromossomo X e um cromossomo Y.

Gene Piebald (S) afeta a migração dos melanócitos. Nos animais ss, os melanócitos migram uniformemente para a superfície ventral do animal, de modo que o gato fica completamente pigmentado. Os animais Ss têm menos de 50% de pelagem branca e os animais SS têm manchas brancas em mais de 50% do corpo.

QUESTÃO 1. Quais são os genótipos dos filhotes números 1, 3 e 5 para cada um dos três genes?

QUESTÃO 2. Explique por que nenhum dos filhotes da ninhada apresentou o padrão de pelagem siamês.

QUESTÃO 3. Se o pai dos filhotes portasse o genótipo cc para o gene (alelo) de cor reduzida, como poderiam ser os filhotes? Teriam o mesmo fenótipo dos mostrados na foto? Justifique sua resposta.

QUESTÃO 4. Explique o que você aprendeu sobre a herança da cor da pelagem nos gatos usando o seu conhecimento sobre os conceitos das palavras: herança, homozigoto-hetrozigoto- dominante-recessivo-alelo-gene. Pode usar outros conceitos que aprendeu.

6.3 - EXECUÇÃO DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA

Durante a execução da SD buscou-se verificar se haveria possíveis erros de entendimento de conceitos em uma turma que já havia tido contato anterior com o tema herança genética. Posteriormente, buscou-se compreender quais seriam esses conceitos e se a utilização de uma abordagem mais participativa e investigativa auxiliaria no entendimento global pela turma.

O Quadro 3 apresenta o resumo as atividades realizadas e os objetivos de ensino-aprendizagem associados a cada etapa da sequência didática. A primeira fase envolveu a aplicação do questionário diagnóstico para avaliação dos conhecimentos prévios dos alunos. Na segunda etapa, os estudantes participaram do jogo Geneticats, coletando dados, respondendo às perguntas do roteiro e discutindo sobre hipóteses levantadas e dados obtidos durante a atividade.

A terceira etapa consistiu na leitura e análise de dados feita pelos estudantes. Os materiais

analisados foram fornecidos pela professora-pesquisadora. O objetivo foi comparar a informação genética dada no jogo com os fundamentos reais encontrados na literatura, visando a uma compreensão mais ampla. Na quarta etapa, os estudantes foram desafiados a construir roteiros de *podcast*, baseados nas informações genéticas adquiridas ao longo da sequência didática.

Finalizando, na quinta etapa, os alunos responderam a um questionário, relato que buscava identificar possíveis mudanças de entendimento conceitual em relação aos termos-chave utilizados durante o processo, assim como novos termos que emergiram ao longo da execução da sequência.

Quadro 3 - Etapas e momentos metodológicos da aplicação

ETAPA	ATIVIDADE	OBJETIVOS DE ENSINO	P/A	AULA
1 ^a	<p>Apresentação de um problema sobre a herança genética de gatos aos estudantes (questionário anterior.)</p> <p>Respostas dos alunos ao questionário do roteiro</p> <p>Elaboração de hipóteses pelos alunos para responder à pergunta “como é possível que na mesma ninhada possa ter filhotes fenotipicamente distintos”</p>	<p>Verificar os conhecimentos prévios dos estudantes</p> <p>Detecção de conhecimentos prévios a respeito dos conceitos-chave a serem trabalhados na SD</p> <p>Levantamento de hipóteses</p>	A	1 ^a aula
2 ^a	Jogar as fases do jogo "Geneticats" com registro dos resultados.	<p>Contextualização do conhecimento</p> <p>Obtenção e registro de dados</p>	A	2 ^a aula
	Comparação de resultados pelos grupos, observando as diferenças e semelhanças encontradas.	<p>Coleta e análise de dados</p> <p>Gerar discussão entre pares e incentivar o trabalho em equipe.</p> <p>Trabalhar a argumentação e a capacidade de síntese das informações</p>	A	2 ^a aula

3 ^a	<p>Leitura e análise do material complementar fornecido pela professora</p> <p>Respostas ao questionário do roteiro</p> <p>Discussão das análises feitas com os demais grupos</p>	<p>Coleta e análise de dados</p> <p>Consolidação dos conceitos de genética</p> <p>Aplicação do conhecimento</p> <p>Gerar discussão entre pares e incentivar o trabalho em equipe.</p> <p>Trabalhar a argumentação e a capacidade de síntese das informações</p>	P	3 ^a e 4 ^a aulas
4 ^a	<p>Montar um roteiro de podcast sobre o conteúdo com cada grupo</p>	<p>Estimular o protagonismo estudantil</p> <p>Trabalhar a capacidade de síntese das informações</p> <p>Consolidação dos conceitos de genética</p>	A	5 ^a e 6 ^a aulas
	<p>Gravar podcasts de até 5 minutos.</p>	<p>Estimular o protagonismo estudantil</p>	A	7 ^a aula
	<p>Edição e postagem dos podcasts pela pesquisadora</p>	<p>Divulgar o conhecimento produzido</p>	P	–
5 ^a	<p>Análise de um problema real sobre a herança multigênica de herança genética de cor de pelagem em gatos (questionário pós-aplicação)</p> <p>Respostas dos alunos ao questionário do roteiro</p>	<p>Retomar os conceitos-chave trabalhados durante a SD</p> <p>Coleta e análise de dados</p> <p>Consolidação dos conceitos de genética</p> <p>Aplicação do conhecimento</p> <p>Avaliar possíveis mudanças de entendimentos de conceitos-chave trabalhados e aprendizagens de conceitos novos</p>	A	8 ^a aula
<p>Legenda: P= Atividade realizada pelo professor A= Atividade realizada pelo aluno</p>				

Fonte: Elaborado pela autora (2024)

6.4 - ANÁLISE DOS QUESTIONÁRIOS APÓS A EXECUÇÃO DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA

6.4.1- Análise do questionário prévio à execução da sequência didática

A avaliação de conhecimentos prévios dos estudantes realizada antes da execução da sequência didática (APÊNDICE C) se deu por meio de um questionário composto por questões abertas: a primeira a respeito das inferências dos estudantes acerca dos padrões de herança genética e comportamento de genes relacionados à cor da pelagem de gatos, e a segunda, um pedido de explicação de conceitos-chave da genética. O questionário foi respondido por 21 participantes em sala de aula. Os participantes receberam orientações específicas para o responderem de maneira individual, sem o auxílio de colegas ou qualquer tipo de material, independentemente de sua familiaridade com as respostas.

Para a primeira pergunta do questionário, esperava-se que os estudantes compreendessem herança genética como transmissão de características genéticas de uma geração para outra. Esperava-se também que os estudantes pudessem inferir a existência e a correlação de mais de um gene para a herança de cor da pelagem dos gatos. Em um total de 21 participantes, 11 exemplificaram herança genética de acordo com o conceito estabelecido e considerado como correto (**Erro! Fonte de referência não encontrada.**). Apenas três afirmaram que, possivelmente, mais de um gene estaria relacionado com a coloração da pelagem dos gatos. Nenhum participante conseguiu responder como os genes poderiam interagir entre si, como pode ser visto no Gráfico 1. Isso sugere uma falta de conhecimento mais profundo sobre a complexidade genética envolvida nesse tipo de traço.

Gráfico 1 – Distribuição do tipo de respostas à primeira pergunta do questionário anterior à execução da sequência didática.



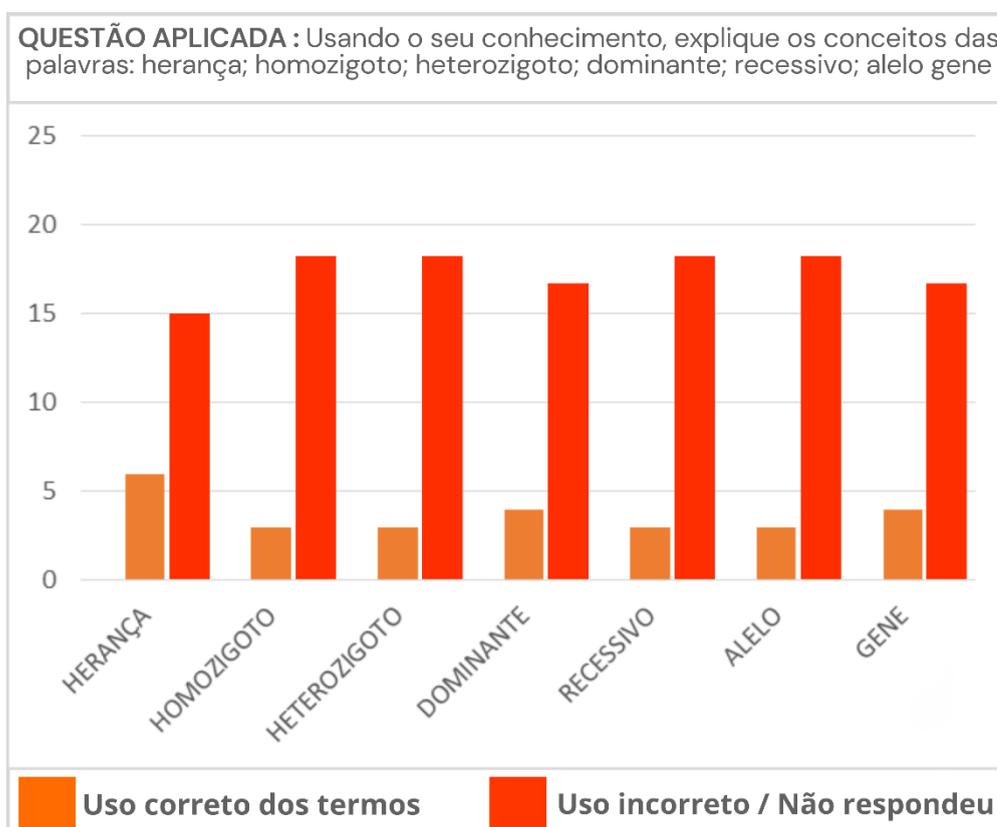
Fonte: Elaborado pela autora (2024)

Na segunda pergunta do questionário, foi pedido aos participantes que, utilizando dos seus

conhecimentos prévios, explicassem os conceitos das palavras herança, homozigoto, heterozigoto, dominante, recessivo, alelo e gene. Os elementos identificáveis de respostas esperadas para cada um dos termos analisados pode ser visto no Quadro 3.

A análise das resposta mostrou que o número de estudantes capazes de responder conforme esperado foi baixo. Mesmo para o conceito herança genética, que foi corretamente exemplificado por metade dos participantes na primeira pergunta, também não foi um conceito amplamente bem descrito pelos estudantes como visto no **Erro! Fonte de referência não encontrada.**

Gráfico 2 - Uso correto dos termos genéticos de acordo com os parâmetros estabelecidos



Fonte: Elaborado pela autora (2024)

Mesmo tendo contato prévio com a Genética no mês anterior à execução da sequência, os participantes tiveram baixos índices de acerto em todos os conceitos apresentados em um primeiro momento. Esse fato pode ser atribuído a diversas razões, como falta de compreensão inicial da questão, dificuldade em estabelecer uma coerência escrita, esquecimento ou confusão conceitual. Se este for o caso, estes dados poderiam apontar uma lacuna no entendimento dos conceitos genéticos pelos estudantes, mesmo entre os termos previamente abordados na turma.

Durante a fase de execução da SD e durante a análise dos dados obtidos, a professora pesquisadora identificou que alguns alunos apresentavam dificuldades em habilidades de leitura e

escrita. Além disso, notou-se, durante a execução da sequência, que, inicialmente, os alunos demonstraram incertezas em relação aos conceitos abordados, como homocigoto, heterocigoto e herança genética. No estudo conduzido por Souza (2017), constatou-se que uma parcela significativa do público-alvo não conseguiu aprender o verdadeiro "significado dos conceitos", caracterizando esse desafio como um fenômeno típico de uma aprendizagem mecânica. O estudo consistiu na avaliação do aprendizado de estudantes do Ensino Médio antes e após o uso de elementos visuais como ferramenta de ensino de genética. As avaliações se deram por meio de questionários abertos, identificando confusões de conceituais e a carência de conhecimentos prévios dos estudantes.

6.4.2 - Análise do primeiro roteiro: conhecendo e jogando o Geneticats

Para esta fase da sequência os alunos foram convidados a utilizar o jogo Geneticats e para isso foram utilizados os computadores presentes na sala de informática da escola. Apesar de se tratar de um jogo desenhado para telefones móveis, a opção durante a análise foi direcionar sua utilização para computadores. Essa decisão se fundamentou na dinâmica de análise em grupo a ser realizada pelos estudantes, permitindo uma melhor visualização coletiva do conteúdo do jogo devido à maior dimensão das telas. Tal abordagem possibilitou que todos os participantes pudessem observar as dinâmicas relativas ao jogo. Para viabilizar o uso do jogo em computadores, recorreu-se ao emulador de jogo Android DLPlayer 5.0.9. Essa ferramenta foi necessária para replicar o ambiente do jogo nos computadores, permitindo uma análise mais detalhada e colaborativa do conteúdo pelos participantes.

Os participantes foram distribuídos em cinco grupos distintos, cada um composto por cinco a seis estudantes. Os estudantes receberam orientações para jogar todas as fases do jogo de maneira despretensiosa. O objetivo deste momento inicial foi familiarizá-los com a dinâmica do jogo e incentivá-los a observar atentamente os padrões de herança genética apresentados no contexto do jogo. Durante esta fase cada grupo participante focou em jogar fases específicas do jogo, registrando e observando os padrões de herança genética manifestados durante essa etapa. Essas observações foram documentadas pelos estudantes por meio de uma tabela previamente fornecida (Quadro 1 - Apêndice D), visando a sistematização e organização dos dados obtidos pelos estudantes.

Em seguida, os participantes foram direcionados a responder a três perguntas contidas no roteiro. A primeira indagava se as cores dos gatos presentes no jogo refletiam as observações cotidianas dos participantes. Na segunda questão, solicitava-se que os participantes fornecessem exemplos do jogo, explicando o que aprenderam sobre dominância completa, dominância incompleta, recessividade e codominância. A terceira questão instigava os participantes a elaborar hipóteses para explicar como a herança genética da cor dos gatos funciona em uma ninhada real apresentada em uma figura.

O roteiro foi composto por três perguntas abertas que os grupos de participantes deveriam responder durante o desenvolvimento do jogo. Na primeira pergunta eles deveriam responder se eles já haviam observado os padrões de cores de gatos presentes nas fases do jogo em seu cotidiano. Apenas os grupos 1 e 5 relataram observar três dos padrões de pelagem de gato presentes no jogo. Porém todos os grupos relataram observar ao menos um fenótipo apresentado no jogo em seu cotidiano. Isso demonstra estarem contextualizados com a diversidade de fenótipos apresentada (Quadro 7).

Quadro 4 - Primeira pergunta do roteiro do jogo Geneticats e as respostas obtidas

QUESTÃO APLICADA	
Esses padrões de cores de gatos refletem as observações que vocês já fizeram no seu cotidiano? Cite três tipos de padrão de cor que vocês já observaram.	
GRUPO	RESPOSTAS OBTIDAS
1	Sim, pelo preto e pelo branco
2	Sim, pelo piebald, amarelo e branco
3	Sim, pelo preto, os outros não
4	Sim, mas nem sempre, é mais fácil ver manchado
5	Sim, amarelo, branco e preto

Fonte: Elaborado pela autora (2024)

O fato de todos os grupos relatarem observar fenótipos apresentados no jogo em seu cotidiano indica que os participantes conseguiram relacionar os padrões de herança do jogo com o seu dia-a-dia. Fator importante para a contextualização do aprendizado dos mesmos, uma vez que o aprendizado se dá por meio de coempções pré-existentes do sujeito. Para haver uma aprendizagem mais eficaz, é necessário que as experiências pessoais dos alunos estejam ligadas ao objeto de estudo. (Albuquerque, 2019; Kato e Kawasaki 2011).

Na resposta à segunda pergunta os alunos deveriam explicar, com exemplos do jogo, o que eles entenderam sobre os termos dominância completa, dominância incompleta, recessividade e co-dominância. Apenas um grupo conseguiu exemplificar de forma correta e contextualizada cada um dos termos trabalhados. Os demais grupos, mesmo com a contextualização das fases tiveram dificuldades em responder à pergunta (Quadro 7).

Quadro 7- Segunda pergunta do roteiro do jogo Geneticats e as respostas obtidas

QUESTÃO APLICADA					
As cores dos gatos do jogo Geneticats podem ser diferentes do que vocês conhecem, mas elas trazem noções corretas de como a cor é transmitida geneticamente. Explique, com exemplos do jogo, o que vocês aprenderam sobre dominância completa e incompleta, recessividade, e co-dominância.					
RESPOSTAS OBTIDAS					
CARACTERÍSTICAS	GRUPO 1	GRUPO 2	GRUPO 3	GRUPO 4	GRUPO 5
DOMIN. COMPLETA	V	X	—	V	—
DOMIN. INCOMPLETA	—	X	—	V	—
RECESSIVIDADE	—	—	—	V	—
CO-DOMINÂNCIA	—	X	—	V	—
LEGENDA: V= CORRETO X= ERRADO — = NÃO RESPONDEU					

Fonte: Elaborado pela autora (2024)

A terceira pergunta consistia em elaborar uma hipótese para explicar como a herança genética da cor dos gatos funcionou em duas ninhadas específicas demonstradas em figuras. A primeira figura (Apêndice II) exibiu uma ninhada de gatos onde os filhotes e a mãe apresentavam o mesmo padrão de cor. Esperava-se que os alunos conseguissem reconhecer o padrão de herança da primeira figura como homocigota recessiva ou dominante. Na segunda figura é mostrada uma gata com padrão branco e manchas espaçadas pretas e alaranjadas (Apêndice II). Seus filhotes possuíam padrões de manchas variados, mas dentro dessas três cores representando um padrão de herança hemi-dominante.

O grupo 1 conseguiu formular uma hipótese. O grupo descreveu que o conceito de herança está relacionado com a transmissão de características dos progenitores para os filhotes. Os componentes do grupo classificaram a ninhada cinza da figura 1 como dominância completa. Classificaram a manchada, presente na figura 2 como co-dominante e confundiram o tipo de herança com cruzamento genético, como exemplificado na resposta a seguir:

“a família de gatos mestiços são codominantes, porque se mistura as genéticas do macho e da fêmea”

Os termos homocigose e heterocigose não foram citados.

O grupo 2 elaborou a hipótese, mas houve confusão no conceito de dominância, interpretando

dominância incompleta como uma característica recessiva e dominância completa como co-dominância. Os termos homozigose e heterozigose não foram citados.

O grupo 3 não conseguiu responder à pergunta, e tampouco conseguiu formular uma hipótese.

O grupo 4 apresentou uma hipótese. Os componentes identificaram a primeira figura como dominância completa. Na segunda ninhada descreveram o conceito de co-dominância para a característica de hemi-dominância, e classificaram incorretamente como dominância incompleta. Os termos homozigose e heterozigose não foram citados.

O grupo 5 conseguiu elaborar a hipótese, classificando a primeira ninhada como dominância completa, descrevendo o conceito corretamente. Classificaram a segunda ninhada hemi-dominante como co-dominante e utilizaram o conceito para co-dominância incorretamente. O resumo das observações realizadas e as hipóteses levantadas durante a terceira pergunta estão resumidas no Quadro 8.

Quadro 8 - Primeira pergunta do roteiro do jogo Geneticats e as respostas obtidas

QUESTÃO APLICADA		
Observando as duas imagens de gatas e suas ninhadas, elabore hipóteses que poderiam explicar como a herança genética da cor dos gatos funcionou nestes casos.		
GRUPO	OBSERVAÇÕES	HIPÓTESE LEVANTADA
1	<p>Correlacionou herança genética com a transmissão de características dos progenitores para os filhotes.</p> <p>Os componentes do grupo classificaram a ninhada cinza da figura 1 como dominância completa.</p> <p>Classificaram a manchada, presente na figura 2 como co-dominante e confundiram o tipo de herança com cruzamento genético</p> <p>Os termos homozigose e heterozigose não foram observados</p>	<p><i>“Os gatos escuros são dominantes e passaram a aparência para os filhotes. A família de gatos mestiços é co-dominante por que se mistura as aparências do macho e da fêmea ”</i></p>
2	<p>Interpretaram dominância incompleta como característica recessiva e dominância completa como co-dominância.</p> <p>Os termos homozigose e heterozigose não foram</p>	<p><i>“Na primeira ninhada os filhotes são bem parecidos com a mãe. Essa ninhada é incompleta, pois só uma característica aparece. Na segunda podemos ver que é co-dominante, pois podemos visualizar as duas características, do pai e da mãe.”</i></p>

	citados.	
3	Não respondeu à pergunta	Não formulou hipóteses
4	Identificaram a primeira figura como dominância completa. Na segunda figura descreveram o conceito de co-dominância para a característica de hemi-dominância, e classificaram incorretamente como dominância incompleta. Os termos homozigose e heterozigose não foram citados.	<i>“1ª imagem: dominância completa com cor cinza prevalecendo em todos os gatinhos. 2ª imagem: dominância incompleta com a cor de ambos os pais se misturando nos gatos ao mesmo tempo.”</i>
5	Classificaram e conceituaram a primeira ninhada corretamente. Classificaram a segunda ninhada hemi-dominante como co-dominante e utilizaram o conceito para co-dominância incorretamente.	<i>“A primeira ninhada é dominante porque todos os filhotes parecem com a mãe. A segunda é co-dominante porque alguns filhotes se parecem com a mãe e outros não.”</i>

Fonte: Elaborado pela autora (2024)

Após jogarem as fases de forma direcionada, levantarem e registrarem os dados e responderem às questões presentes no questionário, os integrantes do grupo foram redistribuídos em novos grupos. Nessa redistribuição deveria haver ao menos um representante de cada um dos grupos originais. Cada integrante apresentou os resultados obtidos pelos grupos originais e foi realizada uma discussão acerca dos resultados. Embora as hipóteses levantadas pelos grupos possuissem erros conceituais, apenas um dos grupos não foi capaz de realizar a atividade. A confusão conceitual também foi observada no trabalho de Bahar *et al.* (1999). Estudantes do ensino médio demonstraram falta de confiança sobre os significados dos termos alelo, gene e homólogo. Também se demonstraram confusos em distinguir termos que julgaram ser parecidos como homozigose, homozigoto e homólogo.

6.4.3 - Analisando o segundo roteiro: comparando padrões de herança genética entre o jogo e a vida real

Após a fase de coleta de dados a partir do jogo, os participantes foram conduzidos à leitura do material complementar fornecido pela pesquisadora. Esse material incluía informações sobre genes reais que regem a herança genética da cor da pelagem de gatos, extraídas da literatura. Cabe ressaltar que esse material consistiu na tradução e adaptação do artigo “*Basic Cat Genetics*” (GCCF, 2022) pela pesquisadora. Esse material é disponibilizado na página de *The Governing Council of the Cat Fancy*, organização do Reino Unido que registra e regula a criação de gatos de raça. Esse órgão é responsável por estabelecer padrões de raças, registrar gatos de raça pura, promover boas práticas de criação, desempenhando um papel importante na preservação e promoção de padrões de raças de gatos no Reino Unido. Adicionalmente, os alunos tiveram acesso às fotografias de gatos, presentes no material extra do roteiro, cujos fenótipos estavam diretamente relacionados aos genes em questão.

Após receberem o material complementar, os alunos foram instruídos a realizar uma análise. Cada grupo foi designado para analisar um conjunto específico de genes relacionados a características pré-determinadas, cuja distribuição pode ser visualizada no Quadro 10. Após a análise do material, cada grupo foi solicitado a responder a duas questões presentes no roteiro.

Na primeira pergunta do segundo roteiro, os grupos deveriam analisar pontos de semelhança e diferença entre os padrões de herança genética do jogo dos apresentados no material complementar. O grupo 1 observou que a cor branca era dominante em relação a cor preta, mas trataram as características como alelos de um mesmo gene.

O grupo 2 conseguiu compreender a dominância e recessividade para o gene Piebald. Porém o grupo não conseguiu perceber que os alelos X^O e X^o são hemi-dominantes não sendo possível um gato com a cor laranja ter filhotes de pigmento preto como foi apresentado no jogo. Os alunos também não perceberam a falha, onde gatos não Piebald (ss) alaranjados ($X^O X^O$) não poderiam dar origem a gatos pretos de manchas brancas, uma vez que X^O é hemi-dominante em relação a X^o e s é recessivo em relação a S .

O grupo 3 não respondeu à pergunta.

O grupo 4 não conseguiu observar diferenças entre o jogo (que demonstrava uma dominância incompleta entre o pelo branco e o preto) e o material fornecido, (que demonstrava uma dominância completa do gene W branco em relação aos demais).

O grupo 5 comparou apenas as semelhanças físicas entre os animais e ignoraram as questões genéticas e de herança.

O resumo das características, genes trabalhados e observações realizadas durante a terceira pergunta estão resumidas no Quadro 9.

Quadro 9- Primeira pergunta do roteiro do jogo Geneticats e as respostas obtidas

QUESTÃO APLICADA		
Durante a leitura do material, quais foram os pontos de semelhanças e diferenças entre os padrões de herança genética apresentados durante o jogo Geneticats? Aponte essas diferenças e semelhanças.		
GRUPO	CARACTERÍSTICAS E GENES TRABALHADOS	OBSERVAÇÕES
1	Gene B: cor preta Gene W: cor branca	Observaram que a cor branca era dominante em relação a cor preta, mas trataram as características como alelos de um mesmo gene.
2	Gene O: Cor laranja Alelo o: Cor preta Gene W: Manchas brancas	Compreendam padrões de dominância e recessividade para o gene Piebald. Não perceberam a relação epistática entre os genes O e S.
3	Gene B: Cor preta Alelo b: Cor chocolate	Não responderam à pergunta
4	Gene W: cor branca Gene B: cor preta	Não conseguiram observar diferenças entre o jogo e o material fornecido
5	Gene C: cor normal Alelo cs: Siamês Alelo cb: Burmês	Compararam apenas as semelhanças físicas entre os animais e ignoraram as questões genéticas e de herança.

Fonte: Elaborado pela autora (2024)

Durante as fases de execução da sequência didática, assim como durante a análise dos dados obtidos por meio dos questionários, foram feitas algumas observações pela professora pesquisadora referentes ao entendimento conceitual pelos alunos. Os alunos demonstraram certas dificuldades de entendimento em assimilar conceitos fundamentais previamente abordados com as turmas. Também foram observadas dificuldades dos estudantes na compreensão dos conceitos mais complexos apresentados durante a sequência didática. Além disso, observou-se uma dificuldade dos estudantes em compreender as dinâmicas relacionadas à herança genética e às interações entre os genes, sendo comum a confusão entre genes presentes em loci distintos e alelos de um mesmo gene.

Foi comum os alunos tratarem genes diferentes como alelos diferentes de um mesmo gene no

decorrer da SD. Os estudantes também demonstraram não compreenderem os conceitos de poligenia ou epistasia durante as fases da SD. A confusão dos conceitos de epistasia e dos tipos de herança genética, indica uma falta de clareza conceitual. Isso pode ser resultado de uma compreensão superficial dos termos ou de uma transição rápida entre conceitos no jogo e questões mais complexas. Uma vez que esses termos mais complexos não haviam sido trabalhados anteriormente com a turma, seria necessário acrescentar mais etapas anteriores à realização do jogo para facilitar o entendimento. De acordo com Boujema *et al.* (2010), o nível de complexidade dos conteúdos tende a aumentar quando os conceitos se aliam aos diferentes níveis de pensamento necessários à abordagem dos conteúdos do ensino de Biologia. Esse nível de complexidade somado à dificuldade de entendimento de conceitos aumentando as dificuldades.

Outro fator a ser levado em conta é a forma com que os genes de cor de pelo de gato foram apresentados durante o jogo Geneticats pode ter sido um fator dificultador na compreensão de conceitos complexos como a epistasia. As características foram retratadas como sendo pertencentes a alelos diferentes do mesmo gene. O jogo representou diferentes genes localizados em diferentes loci como alelos de um único gene. Como exemplo pode-se citar os genes B para pelagem preta e W para pelagem branca, que foram retratados durante o jogo respectivamente como P^A e P^B . Além de serem retratados graficamente como alelos, também foram assim representados durante as fases do jogo. Essa dinâmica foi recorrente em todas as fases do jogo e com todos os genes trabalhados nas mesmas.

Diferentemente do jogo, na vida real as dinâmicas encontradas nessas características genéticas também envolvem relações complexas como a epistasia. Esses fatores somados podem ter tornado o entendimento da herança genética um pouco mais complexo para os estudantes. Esses equívocos evidenciam confusões conceituais, destacando a necessidade de uma revisão conceitual mais aprofundada. Também sugere que a transição dos conceitos do jogo para situações da vida real pode ser complexa para os alunos. Nos estudos conduzidos por Souza (2017) a maior parte dos alunos durante a elaboração dos mapas conceituais de genética, também apresentou dificuldades em relacionar os conceitos básicos trabalhados. Nos estudos evidenciou-se a dificuldade dos alunos a chegar em um entendimento de conceitos mesmo se tratando de uma atividade lúdica.

Na segunda pergunta do roteiro foi pedido aos estudantes que realizassem críticas positivas e negativas apontando potenciais pontos de melhora e de acerto para os criadores do jogo. Todos os grupos conseguiram apontar pontos positivos e negativos do jogo. Embora os alunos tenham achado o jogo divertido, e tenham apontado que o jogo facilita a compreensão da herança genética, alguns alunos acharam necessário melhorar a clareza nas instruções do jogo como demonstrado na Quadro 9. Outros pontos citados foram, a quantidade de fases e a quantidade de tipos de gatos. Um dos grupos relatou

dificuldades de entendimento dos cruzamentos realizados durante a realização do jogo (Quadro 10).

Quadro 10- Segunda pergunta do roteiro do jogo Geneticats e as respostas obtidas

QUESTÃO APLICADA		
O jogo Geneticats, utilizado durante a aula, se encontra na plataforma Google Play Store, disponível para download. Nessa plataforma é possível fazer elogios e sugestões de melhora para o aprimoramento de aplicativos. Façam críticas positivas e negativas ao jogo, apontando potenciais pontos de melhora e de acerto para os seus criadores.		
RESPOSTAS OBTIDAS		
GRUPO	CRÍTICAS POSITIVAS	CRÍTICAS NEGATIVAS
1	“O jogo é divertido e ajuda a entender a cor dos gatos”	“É difícil de entender o que é para fazer no jogo”
2	“É fácil e divertido”	“Faltou clareza na explicação do que é pra ser feito”
3	“Ajuda a entender o que é herança genética”	“Achamos difícil de entender as diferenças da pelagem dos pais e dos filhos”
4	“O jogo é divertido”	“Poderia ter mais fases e mais tipos de gatos”
5	“ensina de uma maneira fácil de entender”	“Poderia ter mais variedade de gatos, tipo choco-menta”

Fonte: Elaborado pela autora (2024)

Em geral os alunos demonstraram uma percepção positiva em relação ao jogo. Boa parte dos alunos o apontou como sendo divertido e que facilitou o entendimento dos mesmos mediante a compreensão dos conceitos trabalhados. Entretanto os alunos também evidenciaram a falta de clareza nas instruções do jogo. No momento da execução da SD os alunos inicialmente demonstraram dificuldades de entendimento a cerca da dinâmica do jogo, levando certo tempo para que entendessem como o jogo funcionava e quais eram os objetivos das fases. Para compensar esse fator foi dado um tempo para que os jogadores explorassem livremente as fases do jogo. Esse momento se deu anteriormente à coleta de dados realizada pelos grupos nas fases específicas para evitar possíveis equívocos durante essa etapa.

6.4.4 - Análise do terceiro roteiro: podcast

Após a análise da literatura, os participantes foram incentivados a utilizar as informações adquiridas tanto durante o jogo quanto na análise do material complementar e nas discussões em grupo para a construção de podcasts. Os podcasts foram elaborados pelos grupos originais, sendo que cada grupo recebeu a responsabilidade de abordar uma característica específica, juntamente com os genes relacionados a esse fenótipo. A distribuição dos grupos em relação às características fenotípicas e genotípicas durante esse processo pode ser visualizada no APÊNDICE F.

Durante a produção dos podcasts, foi recomendado aos participantes que utilizassem o material complementar fornecido pela pesquisadora como base, ao mesmo tempo em que eram encorajados a buscar outras fontes confiáveis para enriquecer a construção de seus conteúdos. Os participantes iniciaram o desenvolvimento dos roteiros em sala de aula. Contudo, devido à natureza das atividades, que envolviam não apenas a produção de textos, mas também requeriam pesquisa em diversas fontes, foi percebido que um tempo adicional seria necessário para sua conclusão. Diante disso, foi solicitado aos participantes que finalizassem a atividade de escrita em casa. Para garantir a qualidade e aprofundamento dos roteiros, os estudantes dispuseram de aproximadamente uma semana entre a conclusão da escrita e a fase de gravação dos podcasts. Esse intervalo proporcionou aos participantes o tempo necessário para a pesquisa adequada, reflexão sobre o conteúdo e aprimoramento dos roteiros, assegurando assim um produto final robusto e bem fundamentado.

A maior parte dos grupos chegou a mencionar aspectos relacionados aos alelos e características estudadas durante a sequência, porém de uma forma superficial, apenas repetindo o que havia sido trabalhado no material complementar. Informações complementares referentes aos alelos ou características estudadas não foram adicionadas. Porém todos os grupos acrescentaram informações que acharam relevantes na construção dos podcasts. A maior parte delas consistia na definição da genética e qual a sua importância no cotidiano das pessoas.

O grupo 1, responsável por trabalhar com os fenótipos pelagem preta e pelagem branca, descreveu brevemente os fenótipos dos genes W e B, e como o alelo dominante do gene W impede a migração da melanina para o pelo do animal gerando o albinismo. O grupo definiu genética como sendo *“o estudo de como os organismos recebem e transmitem as características biológicas de uma geração para a outra”*. Ressaltaram também a importância da genética para a qualidade de vida das pessoas para a melhoria de medicamentos, diagnóstico de doenças e produção agropecuária.

O grupo 2, responsável por trabalhar com os fenótipos pelagem laranja / preta e pelagem Piebald,

descreveu os fenótipos laranja e preto os associando ao gene O. Também associaram o gene a herança ligada ao sexo e descreveram o processo que leva ao aparecimento da cor laranja nos pelos. O Gene S, ligado à característica pelo Piebald, não foi citado no decorrer do texto. O grupo definiu genética como sendo *“uma ciência que faz parte da biologia tendo como objetivo compreender a transmissão das características dos seres vivos para seus descendentes”*. Também ressaltaram a importância da genética como ferramenta de auxílio para a saúde sendo usada em terapia gênica e vacinas de DNA.

O grupo 3, responsável por trabalhar com os fenótipos pelagem preta, pelagem chocolate e pelagem canela, descreveu os fenótipos dos alelos do gene B (B e b) fenótipos pelo preto e pelo chocolate, porém de forma incorreta. Classificaram o tipo de herança como co-dominante ou fundindo a relação entre Bb (fenótipo preto) e bb1 (fenótipo co-dominante chocolate e canela). O grupo definiu a genética como sendo *“uma área da biologia que estuda a hereditariedade e a variação dos organismos”*. O grupo também ressaltou a importância da genética na pesquisa e melhoramento dos alimentos.

O grupo número 4, responsável por trabalhar com os fenótipos pelagem preta, pelagem cinza e pelagem branca, não chegou a citar o gene W e os alelos do gene B (B e b). Citou apenas os fenótipos pelo branco, pelo preto e pelo cinza. O grupo definiu a genética como sendo *“Parte da biologia para sabermos mais sobre como são transmitidas as características, saber como herdamos nossas semelhanças”*. Destacaram a importância da genética no entendimento de como algumas doenças animais e vegetais se desenvolvem. Também destacaram que ela é bastante usada para o reconhecimento de identidade, na clonagem e nos transgênicos.

O grupo número 5, responsável por trabalhar com os fenótipos pelagem de cor normal, pelagem burmês e pelagem tonquinês, não citou os alelos do gene C (C, cs, cb e c) e nem seus fenótipos (presença de cor, siamês, burmês e tonquinês). O grupo definiu a genética como sendo *“A área da biologia que estuda a hereditariedade, ou seja, como os traços de uma característica são transmitidos de uma geração para outra através dos genes e como eles são armazenados”*. O grupo destacou a importância do uso da genética nas investigações criminais.

Embora nenhum dos grupos tenham apresentado novas informações especificamente relacionadas aos fenótipos ou genótipos estudados, todos apresentaram informações adicionais nos roteiros. Todos os grupos apresentaram uma definição de genética refletindo em um esforço para a compreensão do termo. Novamente alguns grupos não conseguiram associar corretamente os fenótipos associados aos alelos dos genes estudados, além de omitir informações importantes como genes e fenótipos das características trabalhadas. Isso demonstra novamente uma possível falta de compreensão

conceitual.

A correta utilização dos conceitos-chave trabalhados durante a sequência didática, foi avaliada utilizando os padrões previamente estabelecidos para cada um dos termos. Pôde-se perceber uma maior utilização dos conceitos-chave dentro desses padrões. Houve também um maior aparecimento destes termos quando comparado aos questionários utilizados nas fases anteriores da sequência. O resumo da avaliação de conceitos dos grupos pode ser visto no Quadro 2. Embora apenas um dos grupos tenha utilizado todos os termos trabalhados, não houve uso incorreto dos mesmos. Os termos co-dominância e herança ligada ao sexo (presente no material complementar) usados durante a sequência didática, também apareceram nos roteiros (Quadro 11).

Quadro 11 - Resumo da utilização de conceitos dos grupos presentes nos roteiros dos podcasts

CARACTERÍSTICAS	GRUPO 1	GRUPO 2	GRUPO 3	GRUPO 4	GRUPO 5
HERANÇA	V	V	V	V	V
HOMOZIGOTO	—	V	—	V	—
HETEROZIGOTO	—	V	—	V	—
RECESSIVO	V	V	V	V	V
DOMINANTE	V	V	—	V	V
ALELO	V	V	—	—	—
GENE	V	V	—	V	V
LEGENDA:	V= CORRETO	X= ERRADO	— = NÃO APARECEU		

Fonte: Elaborado pela autora (2024)

Embora a professora pesquisadora tenha fornecido suporte durante a operação do software e o uso do microfone, é relevante destacar que o contexto e as escolhas narrativas foram inteiramente determinados pelos próprios participantes. Nesse processo, a orientação da professora pesquisadora concentrou-se na operacionalização técnica, enquanto os participantes assumiram um papel ativo na elaboração do conteúdo e na expressão de suas interpretações. Quanto à utilização dos conceitos-chave durante o desenvolvimento do roteiro, foi possível notar um aumento da sua utilização, também não havendo uso incorreto dos mesmos. Houve também o acréscimo de termos relevantes, como terapia gênica, vacinas de DNA, pesquisa e melhoramento dos alimentos, clonagem, transgênicos, e investigações criminais. Esses indicadores inicialmente apontaram para um progresso significativo na compreensão dos conceitos genéticos. Porém é necessário destacar que para realizar essa atividade os alunos tiveram acesso às fontes de pesquisas. Esse fator pode ter mascarado possíveis erros conceituais por parte dos alunos. Apesar dessas limitações, a experiência de produção de podcasts ofereceu aos alunos uma oportunidade valiosa de aplicar conceitos teóricos em um contexto prático e criativo. Ao abordar os pontos mencionados, os educadores podem melhorar ainda mais essa atividade, permitindo que os alunos desenvolvam uma compreensão mais profunda da genética e aprimorem suas habilidades de comunicação e pesquisa.

Durante a gravação dos podcasts, a professora pesquisadora observou o comportamento dos alunos e seu nível de envolvimento. Foi notável tanto pela observação direta quanto pelos comentários verbais dos alunos que eles demonstraram um interesse maior do que o habitual por esse tipo de atividade. Eles expressaram que se sentiram mais engajados, pois o uso da ferramenta tornou a aula mais dinâmica e desafiadora de acordo com os mesmos. Outra observação foi que, embora tivessem a opção de escolher apenas um ou dois narradores, os cinco grupos decidiram que todos os membros do grupo seriam responsáveis por narrar uma parte do roteiro. Essa decisão foi tomada no intuito de que todos tivessem a oportunidade de participar das gravações. No momento das gravações alguns alunos ficaram nervosos e tiveram algumas dificuldades durante a narrativa por ser a primeira vez que fizeram a narrativa de um podcast. Porém a maior parte dos alunos demonstrou empolgação e divertimento durante o processo de gravação.

Mesmo os alunos que demonstravam mais insegurança em relação à locução eram incentivados pelos colegas a realizar estas gravações. O ambiente durante as gravações, por um lado era desafiador devido ao uso do microfone que, de certa forma intimidou alguns dos estudantes. Em contrapartida tinha um clima divertido e de superação de desafios, onde os grupos se uniram para realizar a atividade e demonstraram estar satisfeitos com os resultados. De acordo com a Teoria da Cooperação e

Aprendizagem proposta por Johnson *et. al.* (1998), trabalhar em grupo gera uma interdependência positiva entre seus membros. Os alunos reconhecem que quando oferecem ajuda a um colega que está com dificuldades, ele está contribuindo para o sucesso do grupo como um todo. Portanto, mesmo que um aluno apresente dificuldades em executar uma atividade, ele se sentirá motivado a ajudar os outros reconhecendo que também será beneficiado pela cooperação e apoio dos colegas quando precisar.

6.4.5 - Análise do questionário após o desenvolvimento da sequência didática

Quatro participantes conseguiram acertar todos os cruzamentos presentes na primeira questão. Seis participantes realizaram os cruzamentos incorretamente. Um total de onze participantes deixaram a questão em branco. Dentre os participantes que realizaram os cruzamentos incorretamente, nenhum deles representou os dois alelos na resposta. Alguns deles fizeram o cruzamento representando apenas uma das características. Outro erro comum foi apontar algumas características pertencentes a genes diferentes como alelos de um único gene. Os estudantes interpretaram incorretamente a relação de hemidominância dos alelos X^O e X^o , ignorando a presença dos dois alelos em indivíduos heterozigotos. Outro erro observado foi a inversão de característica dominante e recessiva dos alelos S e s, onde a característica Piebald (presença de manchas) é dominante. Alguns desses erros podem ser observados no Quadro 12.

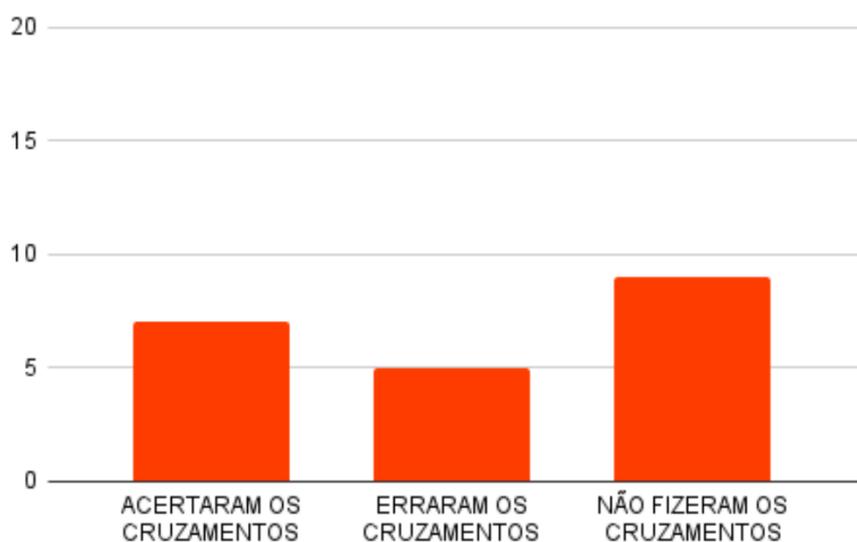
Quadro 12 - Exemplos de respostas incorretas para a primeira questão do questionário de pós aplicação da sequência didática.

QUESTÃO APLICADA
Quais são os genótipos dos filhotes números 1, 3 e 5 para cada um dos três genes?
EXEMPLOS DE RESPOSTAS INCORRETAS
<i>"O gato 1 é X^O pois tem uma coloração laranja. O gato 3 é X^o, pois tem uma grande parte preta puxando mais para a mãe. O gato 5 é SS pois tem grande parte branca e pequenas partes de outra cor."</i>
<i>"O gato 1 é X^O, o gato 3 é X^o e o gato 3 é Ss"</i>
<i>"Os gatos 1 e 3 são C, o gato 5 é s"</i>

Fonte: Elaborado pela autora (2024)

Dentre as respostas dos participantes para a segunda pergunta, sete delas indicam que conseguiram acertar todos os cruzamentos presentes na primeira questão. Cinco participantes realizaram os cruzamentos incorretamente. Um total de nove participantes deixaram a questão em branco (Gráfico 3). Dentre os participantes que responderam corretamente, todos justificaram a resposta. Foram capazes de relatar a relação de dominância entre o alelo C e o alelo c^s, os relacionando com os fenótipos de cor normal e siamês respectivamente. Dentre os participantes que responderam incorretamente, foi possível perceber que os mesmos saíram muito do eixo central da pergunta, como pode ser observado Quadro 13.

Gráfico 3- Erros, acertos e abstenções nas realizações de cruzamentos da segunda pergunta



Quadro 13 - Exemplos de respostas incorretas para a segunda questão do questionário de pós aplicação da sequência didática.

QUESTÃO APLICADA
Explique por que nenhum dos filhotes da ninhada apresentou o padrão de pelagem siamês.
EXEMPLOS DE RESPOSTAS INCORRETAS
<i>“Os genes dos filhotes são uma junção do pai e da mãe.”</i>
<i>“Ele produz uma versão sensível a temperatura da enzima ponto funciona em temperaturas mais baixas, mas não em temperatura normal do corpo do gato”</i>
<i>“Porque ele não tinha”</i>

Fonte: Elaborado pela autora (2024)

Dentre as respostas dos participantes para a terceira pergunta, havia seis onde souberam indicar todos os cruzamentos presentes na primeira questão. Sete participantes indicaram os cruzamentos incorretamente. Um total de quatorze participantes não responderam a questão. Dentre os participantes que responderam corretamente, todos justificaram a resposta. Foram capazes de relatar a relação de dominância entre o alelo c^s e o alelo c , os relacionando com os fenótipos siamês e albino, respectivamente.

Todos os participantes que responderam incorretamente relataram que haveria mudanças no fenótipo. Alguns relataram que a ninhada apresentaria um fenótipo albino, não conseguindo reconhecer que o alelo c^s exerceria dominância sobre o alelo c . Outros confundiram a herança de características do gene C com as de hemi-dominância devido à ligação ao sexo do gene O . Outro erro foi a confusão do troca de função entre o alelo C , dominante para a presença de cor normal, e o alelo c , gerador do albinismo. É possível que a troca de função entre os alelos C e c possa ter se dado devido à similaridade da grafia dos alelos quando comparados ao alelo c^s (Quadro 14).

Quadro 14 - Exemplos de respostas incorretas para a terceira questão do questionário de pós aplicação da sequência didática.

QUESTÃO APLICADA
Se o pai dos filhotes portasse o genótipo cc para o gene (alelo) de cor reduzida, como poderiam ser os filhotes? Teriam o mesmo fenótipo dos mostrados na foto? Justifique sua resposta.
EXEMPLOS DE RESPOSTAS INCORRETAS
<i>“Não, pois os gatos machos podem ter apenas uma das duas cores. Já as fêmeas são mais comuns de ter mais cores”</i>
<i>“não, cc são albinos”</i>
<i>“Não pois cs não domina o C, seriam albinos “</i>

Fonte: Elaborado pela autora (2024)

A maior parte dos participantes não conseguiu realizar os cruzamentos ou os fizeram de forma incorreta, indicando dificuldade no entendimento. Essas dificuldades podem estar relacionada a alta complexidade e pensamento abstrato necessária durante a realização de cruzamentos genéticos. Os estudantes precisam lidar com quatro níveis de organização biológica simultaneamente: macroscópico (fenótipo), microscópico e sub-microscópico (células, cromossomos, DNA, genes) e simbólico (genótipos, esquemas, números). Isso pode tornar a compreensão mais difícil (SOUZA, 2021).

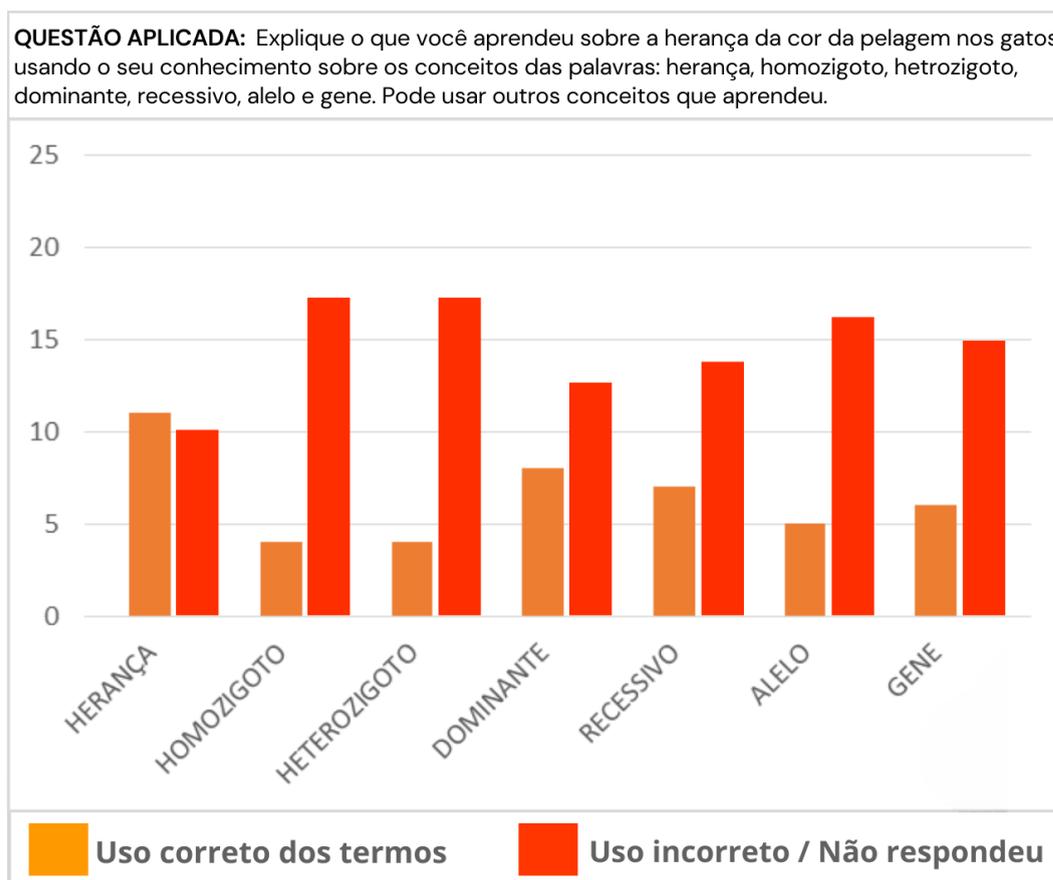
Um outro fator que pode ter sido decisivo na falta de entendimento durante os cruzamentos foi a dificuldade apresentada pela turma de entendimento da presença de duas cópias de cromossomos. Pôde-se observar essa dificuldade em várias etapas da sequência didática. Um exemplo foi a recorrente representação de alelos com apenas uma cópia de cromossomo durante os cruzamentos.

De acordo com Pinto (2013), o conceito de cromossomo, juntamente com alelo e gene, está entre os que mais possuem equívocos ou concepções alternativas e errôneas dentro da matéria de Biologia. Nos estudos de Rocha (2019) foi observado dificuldades de entendimentos relativas ao comportamento e estrutura dos cromossomos durante o processo da meiose. O trabalho tratou da construção e validação de uma SD investigativa abordando meiose correlacionada à genética mendeliana. O autor apontou provável causa desses fatores a falta de integração entre os conteúdos de genética e biologia celular. Sousa (2017) investigou a utilização de conceitos de genética por estudantes do ensino médio e também relatou dificuldades de entendimentos dos termos homocigoto e heterocigoto pelos estudantes. O resultado revelou que cerca de 70% dos alunos não compreenderam os conceitos dos termos homocigoto

e heterozigoto ao responderem incorretamente a perguntas.

As respostas foram comparadas com as respostas obtidas no questionário anterior à execução da sequência didática. O termo herança ligada ao sexo foi usado corretamente para exemplificar a dinâmica entre os alelos X^O e X^o . Outro termo usado corretamente foi a hemi-dominância (Gráfico 4).

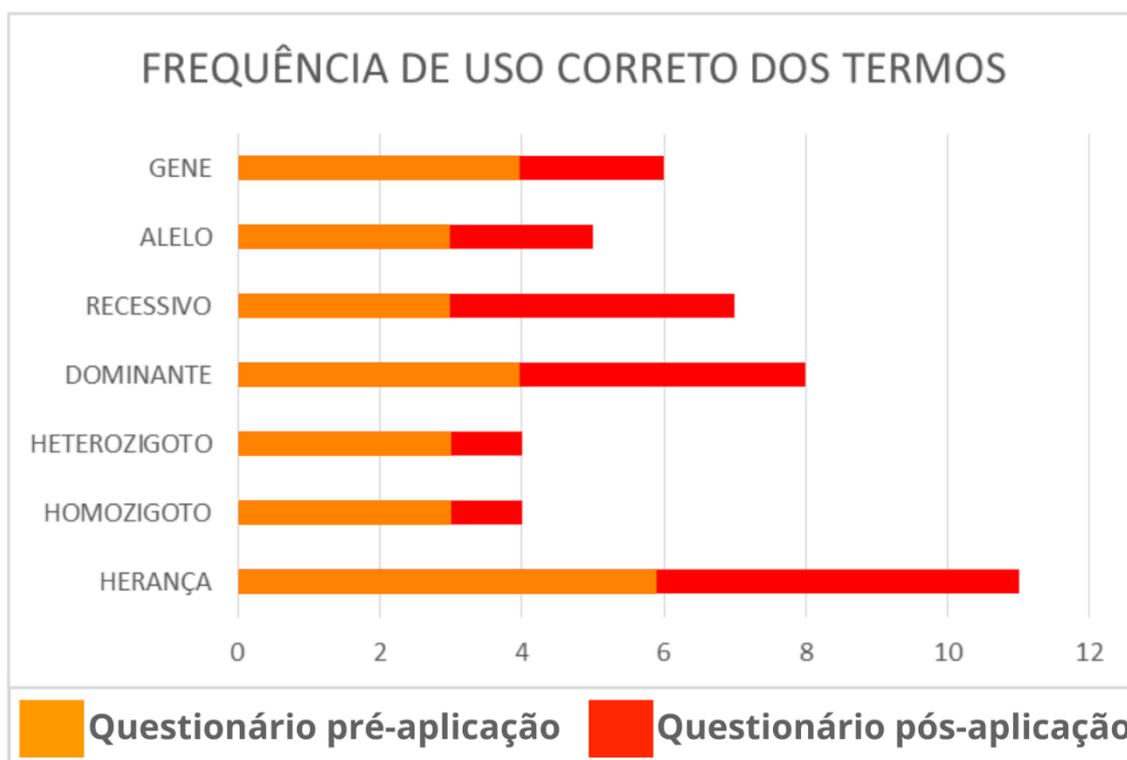
Gráfico 4 – Número absoluto de uso correto dos termos da quarta questão do questionário aplicado após o desenvolvimento da sequência didática de acordo com os parâmetros estabelecidos



Fonte: Elaborado pela autora (2024)

Houve diferença no número absoluto do uso correto dos termos nos questionários pré-aplicação e pós-aplicação. Quando comparados, pode-se perceber um aumento do uso correto dos termos no questionário pós-aplicação. Houve uma diferença maior para alguns termos em relação a outros. Foi possível notar um aumento mais expressivo nos termos recessivo subindo de três para sete acertos, do termo dominante, que subiu de quatro para oito acertos e do termo herança que subiu de seis para onze acertos. Já para os termos homozigoto e heterozigoto quase não foi possível notar diferença. (Gráfico 4).

Gráfico 5 - Comparação entre os números absolutos de uso correto dos termos dos questionários pré e pós aplicação da sequência didática.



Fonte: Elaborado pela autora (2024)

Podemos ver algumas diferenças quando comparamos os resultados dos questionário pré e pós sequência didática. As respostas ao questionário pós-sequência estavam em um número um pouco maior no uso correto dos termos, principalmente para os termos recessivo, dominante e herança. Já para os termos homozigoto e heterozigoto houve pouca diferença. Isso pode indicar que durante o desenvolvimento da sequência os termos mais acertados podem ter sido trabalhados de forma mais clara ou mais recorrente. No trabalho de Bahar *et al.* (1999) estudantes do ensino médio demonstraram falta de confiança sobre os significados dos termos alelo, gene e homólogo. Também se demonstraram confusos em distinguir termos que julgaram ser parecidos como homozigose, homozigoto e homólogo.

Foram feitos ajustes metodológicos na SD do guia para equilibrar a apresentação dos conceitos abordados. Foi acrescentada à mesma um glossário ilustrado como material complementar, exemplificando cada um dos conceitos trabalhados. Também foram adicionadas dicas ao roteiro do professor, orientando em relação a essas possíveis dificuldades.

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A SD proposta neste trabalho facilitou a compreensão de alguns aspectos da herança genética de forma investigativa. Foi possível demonstrar a utilização de ferramentas digitais como os jogos digitais

e os podcasts em formatos investigativos e que geram engajamento por parte dos estudantes. Esse engajamento foi demonstrado durante as fases de obtenção e análise de dados realizadas pelos estudantes, assim como a discussão desses com pares e durante a montagem dos podcasts. A principal inovação desta sequência didática foi a utilização de um produto já existente como base para desenvolver uma metodologia de aplicação. Mesmo dispondo de uma gama de opções de TDIC aplicáveis em sala de aula, a sua implementação em um formato investigativo pode ser desafiadora. Concluo que este trabalho tenha contribuído para evidenciar como as TDIC podem ser usadas de forma investigativa.

É importante reconhecer que os jogos digitais podem ser úteis como ferramentas de ensino, mas devemos entender que não são a solução definitiva e que a abordagem pedagógica é fundamentalmente mais relevante do que o próprio jogo educacional. Quanto ao uso do podcast, foi eficaz para aumentar o engajamento e facilitar a pesquisa dos estudantes em relação à genética, proporcionando novas informações relevantes. No entanto, neste contexto, sua efetividade em detectar confusões conceituais foi limitada, já que a pesquisa realizada pelos alunos tende a mascarar essas dificuldades.

A utilização da herança genética da pelagem dos gatos se mostrou uma opção atrativa, principalmente devido à facilidade de observação no cotidiano dos estudantes. Estes se mostraram intrigados quanto a variedade fenotípica que podemos observar em uma mesma ninhada de gatos. Mesmo diante de uma grande quantidade de genes e com interações complexas, a maior parte dos alunos manteve o engajamento no decorrer da sequência.

Durante a execução da sequência didática foi perceptível a necessidade de associação entre os conceitos de genética e os conceitos de citologia. Essa associação é fundamental para a compreensão do funcionamento dos cromossomos, auxiliado na compreensão da localização dos genes e na diferenciação entre eles. Foi acrescido posteriormente ao guia um glossário ilustrado contendo explicações extras, demonstrando exemplos de localização física dos alelos nos cromossomos. Outro ponto necessário seria a ênfase aos diferentes tipos de herança genética. Mesmo compreendendo bem o conceito de dominância completa, os estudantes tiveram dificuldades em diferenciar os outros tipos de herança. Após a discussão interna entre os grupos a cerca dos diferentes tipos de heranças genéticas, é desejável o acréscimo de uma etapa de discussão com a turma toda com o direcionamento do professor, retomando cada um dos tipos de herança.

Apesar dos desafios enfrentados na compreensão dos conceitos genéticos, os alunos demonstraram apreciação pela abordagem dinâmica adotada ao longo da sequência didática. Suas expressões foram evidenciadas tanto verbalmente durante a sequência quanto após seu término. Além disso, alguns alunos registraram suas percepções por escrito nos roteiros de podcast e nos questionários.

Indícios comportamentais do engajamento dos estudantes também puderam ser observados pela professora-pesquisadora e registados em diário de bordo. Essas observações se deram especialmente durante o desenvolvimento de atividades inovadoras, como a produção de podcasts, que representaram uma novidade para muitos deles. O envolvimento durante a sequência didática, assim como durante o jogo, demonstrou que, mesmo diante dos desafios, a abordagem adotada despertou o engajamento dos estudantes.

Reconhecendo que o aprendizado é um processo gradual e contínuo, acredito que esta sequência didática contribuiu para aproximar os estudantes do tema da genética, abrindo novas perspectivas em relação a uma disciplina muitas vezes considerada complexa e monótona. Inspirada na filosofia do renomado físico teórico Richard Feynman, que afirmava ser um crime ensinar física de maneira tediosa, estendo essa perspectiva ao ensino de genética. Embora seja uma disciplina desafiadora, é, sem dúvida, apaixonante, pois desempenha um papel fundamental na compreensão do mundo que nos cerca. Portanto, como educadora acredito que seria um verdadeiro crime se nós professores a deixarmos tediosa aos olhos dos alunos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGUIAR, C. K. e ANTUNES, E. P. **Podcast como ferramenta para alfabetização científica e tecnológica no ensino da química no novo ensino médio.** ACTIO, Curitiba, v. 8, n. 3, p. 1-20, set./dez. 2023.
- ALBUQUERQUE, A. G. **A importância da contextualização na prática pedagógica.** *Research, Society and Development*, v. 8, n. 11, pp. Universidade Federal de Itajubá. Itajubá, 2019.
- ALMEIDA, G.P. de. **Transposição didática: por onde começar.** São Paulo: Cortez. 2007.
- ANDRADE, E. O. **Práticas de Leitura e Escrita por meio do Gênero Digital Podcast.** Dissertação (Mestrado em Letras Profissional em Rede) - Programa de Pós-Graduação em Letras Profissional em Rede (PROFLETRAS), Universidade Federal de Sergipe, Campus Prof. Alberto Carvalho, Unidade de Itabaiana - SE, 2022.
- ARAÚJO, R. V. G. *et al.* **Elaboração, aplicação e avaliação de podcasting de química no ensino médio.** *Nuevas Ideas en Informática Educativa*, v. 5, p. 99–107, 2009.
- ASSOCIAÇÃO NOVA ESCOLA. **Notas ao professor.** 2017. Disponível em: <https://nova-escola-producao.s3.amazonaws.com/4VjfbfJDufJnf8n9PnzNYNXw9z2n7pu6YRqFQ4eAtMumGRqgvAczmGeE4tpVC/notas-ao-professor.pdf>. Acesso em: 03 de outubro de 2022.
- BACK, R. **Compreensão, aprendizagem e linguagem: uma abordagem hermenêutica.** *Educação e Pesquisa*, São Paulo, v. 49, 2023.
- BAGANHA, Ronaldo Julio *et al.* **Educação, formação docente, TDIC e saúde em tempos de pandemia pela COVID-19: uma revisão de literatura.** *Revista Temas em Educação e Saúde*, v. 17, 2021. Publicação contínua.
- BAHAR, M, JOHNSTONE, A.H. E M.H. HANSEL. **Revisiting learning difficulties in biology.** *Journal Biology Education*, 33, 2, 84-86. 1999.
- BARROS, D. S. *et al.* **O uso de role-playing game como estratégia facilitadora no processo de ensino e aprendizagem de genética.** *International Journal Education And Teaching (Pdvl)* v. 3 n. 2. 2020.
- BARNI, Graziela dos Santos. **A importância e o sentido de estudar genética para estudantes do terceiro ano do ensino médio em uma escola da rede estadual de ensino em Gaspar (SC).** Dissertação (Mestrado Profissional em Ciências Naturais e Matemática) - Universidade Regional de Blumenau – FURB, Blumenau, 2010.
- BONINI, T. **La Radio nella Rete.** Storia, estetica, usi sociali. Milan: Costa & Nolan, 2006.
- BOTTON, L. A. *et al.* **Podcast – uma ferramenta sob a ótica dos recursos educacionais abertos: apoio ao conhecimento.** *Revista Redin*. v. 6, n. 1, Out. 2017.
- BRANCO, P. V. C. *et al.* **O desafio de ensinar e aprender genética em uma escola pública de ensino fundamental.** *Pesquisa em Foco*, São Luís, vol. 24, n. 1, p.121-141. Jan./Jul. 2019. Disponível em: https://ppg.revistas.uema.br/index.php/PESQUISA_EM_FOCO/article/view/2031/1478 (Acesso em: 02/10/2022)
- BRÃO, A. F. S. e PEREIRA, A. M. T. B. **Biocnética: Possibilidades do jogo no ensino de genética.** *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, Vol. 14, Nº 1, p. 55-76, 2015.

BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília: MEC, 2018.

BRASIL. Ministério da Educação. **Portaria n. 343 de 17 de março de 2020**. Dispõe sobre a substituição das aulas presenciais por aulas em meios digitais enquanto durar a situação de pandemia do Novo Coronavírus - COVID - 19. Brasília, DF: MEC, 18 mar. 2020. Disponível em <https://abmes.org.br/legislacoes/detalhe/3017/portaria-mec-n-343>. Acesso em: 20 janeiro 2024.

CANELAS, R. **Potencialidades da Utilização de Podcasting em Língua Estrangeira para a Aprendizagem da Oralidade**: uma Revisão da Literatura. *Indagatio Didactica*, v. 4, n. 3, jul. 2012.

CAMPOS, M. C. C.; NIGRO, R. G. **Didática de ciências**: o ensino-aprendizagem como investigação. São Paulo: FTD, 1999.

CARBONI, P.B. SOARES, M.A.M. **A genética molecular no ensino médio**. Disponível em: <http://www.gestaoescolar.diaadia.pr.gov.br/arquivos/File/producoes_pde/artigo_patricia_berticelli_carboni.pdf>. Acesso em: 20 jan. 2024.

CARRASCOSA, J.; GIL-PÉREZ, D.; VILCHES, A.; VALDÉS, P. **Papel de la actividad experimental en la educación científica**. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, 23(2), 157-181 p. 2006.

CARVALHO, A. A. *et. al.* **Podcasts in Higher Education**: Students and Teachers Perspectives. In 9th WCCE – IFIP World Conference on Computers in Education. 2009.

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

CHASSOT, A. **Alfabetização CIENTÍFICA**: questões e desafios para a educação. Editora Unijuí, 3ª edição, Ijuí, 2003.

CRUZ, S. C. **O podcast no ensino básico**. *Actas do Encontro sobre Podcasts.*, p. 65– 80, 2009. Disponível em: <<http://hdl.handle.net/1822/9991%5Cnhttp://repositorium.sdum.uminho.pt/handle/1822/9991>>. (Acesso em 03 de outubro de 2022).

CUNHA, E.L. **A Resistência do Professor diante das novas Tecnologias Educacionais**. 75f. Monografia (Especialização em Novas Tecnologias na Educação) Universidade Estadual da Paraíba, Secretaria de Educação a Distância – SEAD, Campina Grande, 2010.

FERREIRA, Marcilene Alves. **O jogo no ensino de ciências**: limites e possibilidades. 1998 Santa Maria, UFSM, 1998, 374f. Dissertação (Mestrado em Educação) Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 1998.

FIGUEIRA, A. C. P. **Podcasts de Divulgação Científica**: levantamento exploratório dos formatos de programas brasileiros. Fundação Oswaldo Cruz. Museu da Vida. 2020.<https://www.arca.fiocruz.br/bitstream/icict/46114/2/Ana_Figueira_COC_2020.pdf> (Acesso em: 03 de outubro de 2022).

FLICK, U. **Introdução à Metodologia da Pesquisa**: um guia para iniciantes. 1a ed. Porto Alegre: Penso, 2013.

FRANCO, L.G. *et al.* **Ensinando por investigação**: propostas para inovar a ciência na escola. Na Raiz, São Paulo, 2021.

GCCF - The Governing Council of Cat Fancy - England. **Basic Cat Genetics**. Janeiro de 2022. Disponível em: <https://pt.scribd.com/document/505960241/Basic-Cat-Genetics>. Acesso em: 29 de junho de 2023.

GERHARDT, T. ENGEL; SILVEIRA, D. T. **Métodos de pesquisa**. 1a ed. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2009.

GESTWICKI, P.; SUN, F. S. **Teaching Design Patterns Through Computer Game Development**. J. Educ. Resour. Comput. 8(1): 1-22. 2008.

GLICERIO, M. W. O. **Divulgação científica no ensino de biologia: uma sequência de ensino com construção de podcast**. Trabalho de Conclusão de Mestrado (TCM) - Mestrado Profissional em Ensino de Biologia em Rede Nacional (PROFBIO), UFMG, Belo Horizonte. 2022.

GOTT, R.; DUGGAN, S. **Investigative Work in the Science Curriculum Série: Developing Science and technology education**. Open University Press.1995

JOAQUIM, L. M., & EL-HANI, C. N. **A genética em transformação: crise e revisão do conceito de gene**. Scientiæ Zúdia, São Paulo, 8(1), 93-128. 2010.

JOHNSON, D. W., JOHNSON, R. T., & SMITH, K. A. **A Aprendizagem Cooperativa Retorna às Faculdades: Qual é a Evidência de que Funciona?** Change, 30(4), 26. 1998.

KATO, D.S; KAWASAKI, C.S. **As concepções de contextualização do ensino em documentos curriculares oficiais e de professores de Ciências**. *Ciência & Educação*, 17 (1), pp. 35-50. 2011.

KAMPF, C. **A geração Z e o papel das tecnologias digitais na construção do pensamento**. *ComCiência* [online]. n.131. 2011.

LEMOS, E. S. **(Re)situando a teoria de aprendizagem significativa na prática docente, na formação de professores e nas investigações educativas em ciências**. Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências, 5(3), 38-51. Associação Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências. 2005.

LIMA, K. M. C. F. M., CAMPOS, C. S., & BRITO, A. L. **O podcast como ferramenta ao ensino: Implicações e possibilidades educativas**. In Anais do Congresso Nacional de Educação (CONEDU), 2020. Disponível em: <<https://editorarealize.com.br/artigo/visualizar/69108>> (Acesso em: 05/10/2022)

LOFLAND, J. *et. al.* **Analyzing Social Settings: A Guide to Qualitative Observation and Analysis** (4th ed.). Social Relations/Sociology Library, Harvard University. 1971.

LUIZ, L. **História do podcast no Brasil e no mundo**. In: LUIZ, L. (Org.). Reflexões sobre o podcast. 1º ed. Nova Iguaçu: Marsupial Editora, 2014.

MADUREIRA, A. R. O. *et al.* **Geneticats: Jogo Digital para Ensino de Genética IFRN**. SBGames 2018 — ISSN: 2179-2259. Parnamirim, 2018. Disponível em: <<https://www.sbgames.org/sbgames2018/files/papers/EducacaoShort/188193.pdf>> (Acesso em: 02/10/2022)

MARINHO, S.P.; LOBATO, W. **Tecnologias digitais na educação: desafios para a pesquisa na pós-graduação em educação**: In Colóquio De Pesquisa Em Educação, 6, Belo Horizonte, 2008, p. 1-9.

MASCARENHAS, J. O. M. **Estratégias metodológicas para o ensino de genética em escola pública**.

Ciência & Educação, 15 (3) Bauru. 2009.

MELO, J. R., & CARMO, E. M. **Investigações sobre o ensino de genética e biologia molecular no ensino médio brasileiro:** reflexões sobre as publicações científicas. *Ciência & Educação*, 15(3), 593-611. Vitória da Conquista. 2009.

MOREIRA, M. C. A.; SILVA, E. P. **Concepções Prévias:** uma revisão de alguns resultados sobre Genética e Evolução. Encontro Regional de Ensino de Biologia (1:2001: Niterói) Niterói, 2001.504p.

MOURA, A. **A Web 2.0 e as Tecnologias móveis.** In Carvalho, Ana Amélia Amorim (org.) (2008).

MUNFORD, D. E LIMA, M.E.C.C. **Ensinar ciências por investigação:** em quê estamos de acordo? *Revista Ensaio – Pesquisa em educação em Ciências*, 9(1), 89-111 p. Belo Horizonte. 2007.

NEDUCOM. **O NEDUCOM.** s.d. Disponível em: < <https://sites.icb.ufmg.br/neducom/> >. Acesso em: 02 mar. 2024.

OLIVEIRA, E. D. (2013). **Tecnologia e Educação.** XI Encontro de Pesquisadores do Programa de Pós-Graduação em Educação: Currículo: tempos, espaços e contextos. PUC –

OLIVEIRA, L. C. C. **Jogo didático "Conecta Chronos": o desenvolvimento e construção de um game destinado a museus e centros de ciências.** Belo Horizonte, 2022. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino e Docência) - Faculdade de Educação, Universidade Federal de Minas Gerais. Linha de pesquisa: Educação em Museus e Divulgação Científica. Orientadora: Profa. Dra. Adlane Vilas Boas.

PEDROSO, C. V. **Jogos Didáticos no Ensino de Biologia:** Uma Proposta Metodológica Baseada em Módulo Didático. In: IX Congresso Nacional de Educação - EDUCERE, 29 de outubro de 2009, PUC PR.

PEREIRA, F. P. **O ensino de genética na educação básica:** revisão bibliográfica e produção de modelos didáticos. Trabalho de Conclusão de Mestrado (Mestrado Profissional em Ensino de Biologia). Universidade Estadual do Piauí. Teresina. 2019. Disponível em: <<https://www.profbio.ufmg.br/wp-content/uploads/2020/12/TCM-FRANCISCO-PIRES-PEREIRA.pdf>> (Acesso em: 02/10/2022)

PETROVICH, A. C. et al. **Temas de difícil ensino e aprendizagem em Ciências e Biologia:** experiências de professores em formação durante o período de regência. *Revista da SBEnBio*, n. 7, 2014.

PIZZI, J. **A prática investigativa como instrumento metodológico utilizado pelos professores no ensino de ciências.** *Cadernos PDE*, vol 2, Paraná, 2013.

RECH, L. **Ensino por investigação:** um estudo de caso na aprendizagem de ecologia. *Revista de Educação em Biologia*, v. 19, n. 2, 2016.

ROCHA, J. J. **Meiose e Genética Mendeliana:** proposta de uma sequência didática participativa e investigativa. Trabalho de Conclusão de Mestrado (TCM) - Universidade Federal de Minas Gerais, Instituto de Ciências Biológicas, Programa de Pós-Graduação em Ensino de Biologia em Rede Nacional (PROFBIO), Belo Horizonte, 2019.

SASSERON, L. H. **Alfabetização científica, ensino por investigação e argumentação:** relações entre ciências da natureza e escola. *Ensino Pesquisa e Educação em Ciências*, Belo Horizonte, v. 17, n. spe, nov. 2015.

SILVA, T. S. Desafios da implementação do novo Ensino Médio: O que dizem os professores. *Revista*

Educação em Foco, Universidade Federal de Juiz de Fora. 2023.

SOUZA, J. L. S. **Conceitos da genética com animações:** uma estratégia para o Ensino Médio. 2017. 148 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática) – Centro de Educação, Programa de Pós Graduação em Ensino de Ciências e Matemática, Universidade Federal de Alagoas, Maceió, 2017.

SOUZA, L. E. **Uso de um inventário conceitual de meiose para analisar dificuldades persistentes na compreensão de conceitos entre calouros e futuros professores de Biologia.** Dissertação (Mestrado em Genética) - Universidade Federal de Minas Gerais, Instituto de Ciências Biológicas, Departamento de Biologia Geral, Programa de Pós-Graduação em Genética, Belo Horizonte, 2021.

SQUIRE, K. **Video games in education.** Games & Simulation, 2(1), 49-62, 2003.

TEIXEIRA, L. C. **Ambiente virtual de aprendizagem no ensino de genética.** Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências Exatas). Centro Universitário UNIVATES, Lajeado, 2015. Disponível em: <<https://www.univates.br/bdu/bitstream/10737/1089/1/2015LucicleideCarlosTeixeira.pdf>>. Acesso em: 26/09/2022.

TEIXEIRA, M.; SILVA, B. Rádio Web & Podcast : **conceitos e aplicações no ciberespaço educativo.** Revista de Comunicación y Nuevas Tecnologías, v. 9, p. 253– 261, 2010.

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

TRIVELATO, F *et al.* **Ensino por investigação:** eixos organizadores para sequências de ensino de biologia. Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências, vol. 17, pp. 97-114 Universidade Federal de Minas Gerais Minas Gerais, Brasil, 2015.

SANTANA, R. S. *et. al.* (2018). **O ensino de ciências por investigação nos anos iniciais:** possibilidades na implementação de atividades investigativas. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 17(3), 686-710.

SCHUARTZ, A. R; SARMENTO H. B. M. **Tecnologias digitais de informação e comunicação (TDIC) e processo de ensino.** Revista Katálysis, v. 23, p. 429-438, 2020.

SILVA, N. M. **Análise da influência do uso de podcast na educação e sua contribuição na educação em saúde:** uma revisão integrativa. 2018. Monografia (Trabalho de Conclusão de Curso) - Universidade Federal de Pernambuco, Centro Acadêmico de Vitória de Santo Antão, Curso de Enfermagem, Vitória de Santo Antão, 2018.

SILVA, V. G. **O uso das tecnologias digitais da informação e comunicação no ensino de biologia:** uma perspectiva a partir da prática docente. Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização em Ensino de Ciências e Matemática) - Instituto Federal da Paraíba, Patos, 2020.

WHITTON, N. **Encouraging Engagement in Game-Based Learning.** International Journal of Game-Based Learning, 1, n° 1, p.75-84. 2011

ZÔMPERO, A. F., E LABURÚ, C. E. (2011). **Atividades investigativas no ensino de ciências:** Aspectos históricos e diferentes abordagens. *Revista Ensaio*, Belo Horizonte, 13(3), 67-80. 2011.

APÊNDICES

APÊNDICE A – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE)

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO**(responsável por estudantes)**

A pesquisadora Profa. Dra. Adlane Vilas-Boas e a professora-pesquisadora Sinara Meireles Neves vem solicitar sua autorização para participação voluntária do jovem sob sua responsabilidade na pesquisa denominada: Ensino de Genética, conceitos e aprendizagem.

Pesquisadora responsável: Prof^a Dr^a Adlane Vilas-Boas

e-mail: adlane@ufmg.br/fone: 34092980 / (31)996511464.

Mestrandos: Sinara Meireles Neves e-mail: sinaramn@hotmail.com

1. Esta seção fornece informações acerca do estudo em que a criança/jovem sob sua responsabilidade estará envolvido (a):

Você está sendo consultado sobre a autorização do jovem sob sua responsabilidade para participar de uma pesquisa que visa a entender a formação de conceitos de genética no ensino formal e não-formal de Genética e o relacionamento com erros conceituais que dificultam o entendimento de processos básicos nesta disciplina. Os estudos se dão na própria escola do estudante. Pretende-se com isso trazer informações pertinentes ao desenvolvimento de metodologias didáticas para o aperfeiçoamento do ensino na área que repercutirão na aprendizagem destes e outros jovens.

Para este projeto os pesquisadores estão fazendo uma revisão bibliográfica, analisando trabalhos teóricos já existentes. A partir dessas pesquisas, novas metodologias podem ser elaboradas e avaliadas junto aos alunos. Em alguns casos o áudio e/ou vídeo da atividade poderá ser gravado para que não se perca detalhes do processo.

Explicaremos aos estudantes do que se trata a pesquisa e pediremos a todos que assinem, por livre e espontânea vontade, o Termo de Consentimento. Àqueles que tiverem idade inferior a 18 anos, entregaremos também o Termo de Assentimento (que é o termo que o jovem poderá ou não concordar com a pesquisa).

Em caso de dúvidas você pode entrar em contato com a pesquisadora responsável através do telefone e endereços eletrônicos fornecidos nesse termo. Informações adicionais referentes aos aspectos éticos deste estudo podem ser obtidas no Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) da Universidade Federal de Minas Gerais pelo telefone (31)

3409 4592 ou pelo endereço: Avenida Antônio Carlos, 6627- Unidade Administrativa II – 2º andar, sala 2005 – Campus Pampulha, Belo Horizonte, MG – Cep: 31270901.

Para a garantia das normas do Comitê de Ética em Pesquisa da UFMG, informamos que os dados coletados serão confidenciais e utilizados unicamente para fins dessa pesquisa, podendo ser divulgadas em congressos, simpósios, seminários, revistas, livros e na dissertação de Mestrado dos pesquisadores.

A identidade dos participantes ficará preservada por meio do uso de nomes fictícios. O material coletado será arquivado sob a guarda da pesquisadora Dra. Adlane Vilas Boas no Instituto de Ciências Biológicas da UFMG por um tempo de até 05 (cinco) anos e posteriormente será destruído fisicamente e/ou digitalmente.

2. Essa seção descreve os direitos dos participantes desta pesquisa:

- A. Você e o jovem sob sua responsabilidade poderão fazer perguntas sobre a pesquisa a qualquer momento e tais questões serão respondidas.
- B. A participação do jovem é confidencial. Apenas os pesquisadores responsáveis terão acesso à sua identidade. No caso de haver publicações ou apresentações relacionadas à pesquisa, nenhuma informação que permita a sua identificação será revelada.
- C. A participação do jovem sob sua responsabilidade é voluntária sem remuneração ou cobrança por ela. Ele será livre para deixar de participar da pesquisa a qualquer momento, bem como para se recusar a responder qualquer questão específica sem qualquer punição.
- D. Todos os registros, sem exceção, serão destruídos após o período de 5 anos.
- E. Este estudo envolve riscos mínimos, e alguns podem ser cansaço, desconforto com relação a atividade, constrangimento em responder as perguntas, mas faremos o possível para que toda a atividade seja o menos desgastante possível. Se houver, em algum momento da atividade, alguma questão em que o jovem sob sua responsabilidade não se sinta confortável para participar, ele(a) poderá informar aos pesquisadores para que ele não participe deste passo do estudo.

Desde já, agradecemos a sua colaboração e nos colocamos à disposição para quaisquer outros esclarecimentos. Caso você concorde que o jovem sob sua responsabilidade participe da pesquisa,

pedimos que preencha o termo abaixo e assine esse documento.

Adlane Vilas-Boas
Pesquisadora orientadora

Sinara Meireles Neves
Pesquisadora responsável

Eu, _____, RG _____, responsável pela/o jovem _____ declaro que fui consultado (a) pelos responsáveis pelo projeto de pesquisa, Professora Dra. Adlane Vilas-Boas e Sinara Meireles Neves e respondo positivamente à sua demanda de realizar a coleta de dados, conforme explicado acima. Terei liberdade para desautorizar a participação no projeto do/a jovem sob minha responsabilidade a qualquer momento, sem qualquer prejuízo as partes. Entendi as informações fornecidas pelos pesquisadores, sinto-me esclarecido(a) para participar da pesquisa e registro meu consentimento livre e esclarecido.

_____, _____ de julho de 2023.

Assinatura do (a) responsável

Em caso de dúvidas quanto aos seus direitos e à ética na pesquisa entre em contato com: CEP - Comitê de Ética em Pesquisa – Universidade Federal de Minas Gerais - Av. Antônio Carlos, 6627 - Unidade Administrativa II - 2º andar, sala 2005 - Campus Pampulha - Belo Horizonte, MG – telefax: (031) 3409-4592, e-mail: coep@prpq.ufmg.br, site: <https://www.ufmg.br/bioetica/coep>

TERMO DE ASSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO DO MENOR – (ESTUDANTES)

Prezado estudante, você está sendo convidado a participar de uma pesquisa de mestrado que será feita pelas professoras Sinara Meireles Neves e Dra. Adlane Vilas-Boas. A pesquisa se chama “Ensino de Genética, conceitos e aprendizagem”.

Com essa pesquisa eles querem entender a formação de conceitos de genética no ensino, assim como erros conceituais que dificultam o entendimento de processos básicos no ensino desta área da Biologia. Pretende-se com isso aperfeiçoar métodos para uma melhor aprendizagem da Biologia no Ensino Médio.

Este estudo envolve riscos mínimos, ou seja, pode haver riscos de cansaço, desconforto com relação à atividade, constrangimento em responder as perguntas, mas faremos o possível para que toda a atividade seja o mais tranquila possível e a qualquer momento você poderá pedir aos pesquisadores para mudar de tópico ou não responder as perguntas e nem participar das atividades propostas. Acreditamos que você irá gostar da atividade e poderá contar para a professora sua experiência.

Não daremos as informações que você nos der a estranhos. Apenas os pesquisadores terão acesso aos dados da atividade. Os resultados da pesquisa vão ser publicados, mas sem identificar os nomes dos estudantes que participaram. Quando terminarem as pesquisas a professora Sinara M. Neves falará o que se descobriu para professores e colegas da Universidade Federal de Minas Gerais e para quem quiser ler sobre a pesquisa na dissertação e artigos. Se você tiver alguma dúvida, você pode perguntar a sua professora ou a professora Adlane que os orienta no trabalho de mestrado. Todos os registros, sem exceção, serão destruídos após o período de 5 anos. Os contatos de todos os pesquisadores estão na parte de baixo deste texto e você pode nos procurar se tiver dúvidas sobre a pesquisa.

Atenciosamente,

Adlane Vilas-Boas Ferreira

Pesquisadora orientadora

Tel: (31) 3409-2980

Sinara Meireles Neves

Pesquisador responsável

Tel: (31) 99829-6539

Eu, _____, declaro que fui consultado(a) pelos responsáveis pelo projeto de pesquisa “Ensino de Genética, conceitos e aprendizagem” para participar da pesquisa. Entendi as coisas ruins e boas que podem acontecer. Entendi

que posso dizer “sim” e participar, mas que, a qualquer momento, posso dizer “não” e desistir e que não haverá problemas para mim. Os pesquisadores tiraram minhas dúvidas e conversaram com os meus responsáveis.

Li e () concordo () não concordo em participar da pesquisa e assino em 2 vias.

_____, _____ de Julho de 2023.

Assinatura do(a) estudante participante

Em caso de dúvidas quanto aos seus direitos e à ética na pesquisa entre em contato com: COEP - Comitê de Ética em Pesquisa – Universidade Federal de Minas Gerais - Av. Antônio Carlos, 6627 - Unidade Administrativa II - 2º andar, sala 2005 - Campus Pampulha - Belo Horizonte, MG – telefax: (031) 3409-4592, e-mail: coep@prpq.ufmg.br, site: <https://www.ufmg.br/bioetica/coep>

APÊNDICE C - Roteiro do professor

PARTE 1

Título: Investigando a Herança Genética com Geneticats

Público-alvo: Alunos do ensino médio

Objetivos de aprendizagem: Compreender os princípios básicos da herança genética por meio do jogo Geneticats, trabalhar os conceitos de padrão de herança genética, homozigose, heterozigose, dominância, recessividade, codominância e dominância incompleta.

Duração: 1 aula de 50 minutos

Recursos necessários:

Computadores ou dispositivos móveis com acesso à internet

Jogo Geneticats

Acesso a material de pesquisa sobre genética fornecido pelo professor (livros, sites confiáveis, artigos, etc.)

Folhas com roteiros do aluno impressos e lápis para anotações

DICA: caso opte pelo uso de dispositivos móveis durante o uso do jogo, certifique-se que todos os grupos tenham ao menos um aparelho com sistema androide disponível.

DICA: caso opte por usar os computadores da escola será necessário instalar e utilizar um programa emulador de jogos previamente. O programa usado durante o desenvolvimento da sequência didática foi o emulador de Android DLPlayer 5.0.9

Dica de trabalho em grupo:

O professor poderá distribuir as funções dentro dos grupos do seguinte modo:

Facilitador: Será responsável por ler a atividade e se certificar que todos entenderam o que está sendo solicitado.

Monitor de recursos: Aluno responsável por solicitar ajuda do professor e pegar o material

disponibilizado para elaboração do produto do grupo.

Repórter: Responsável por registrar as conclusões do grupo e transmiti-las aos colegas quando solicitado. Caso o grupo apresente seis integrantes, pode-se atribuir a função de repórter também ao sexto membro do grupo.

Harmonizador: Certifica que cada componente do grupo realizará seu papel e assegura que todos os componentes do grupo sejam ouvidos.

Controlador do tempo: Responsável por monitorar o tempo estipulado para a realização da tarefa.

1. Investigação dos padrões de herança no jogo Geneticats (30 minutos)

- a. Organize os alunos em grupos de no mínimo 5 e no máximo 6 integrantes. (10 minutos)
- b. Peça aos alunos que acessem o jogo Geneticats em seus dispositivos por meio do código Qr ou por link caso utilizem computadores na escola. (10 minutos)
- c. Forneça o roteiro do aluno para cada um dos grupos com as instruções de jogo e as perguntas norteadoras que orientarão a investigação.
- d. Peça aos grupos que joguem Geneticats por aproximadamente 20 minutos, observando e anotando os padrões de herança.

2. Discussão em grupo (20 minutos):

- a. Peça que cada grupo compartilhe suas observações sobre os padrões de herança identificados no jogo. (10 minutos)
- b. Conduza uma breve discussão sobre as observações dos alunos em relação aos padrões de herança do jogo Geneticats. Incentive-os a levantar questionamentos sobre como esses padrões se relacionam com a genética real. (10 minutos)

PARTE 2

Título: Comparando padrões de herança genética entre o jogo e a vida real

Público-alvo: Alunos do ensino médio

Objetivos de aprendizagem: Comparar os padrões de herança genética vista no jogo Geneticats com os padrões de herança genética descritos na literatura.

Duração: 1 aula de 50 minutos

Recursos necessários:

Computadores ou dispositivos móveis com acesso à internet

Acesso a material de pesquisa sobre genética fornecido pelo professor (livros, sites confiáveis, artigos, etc.)

Folhas com roteiros do aluno impressos e lápis para anotações

1. Leitura do material (20 minutos):

- a. Forneça aos alunos materiais impressos ou digitais sobre padrões reais de herança de cor de gatos.
- b. Incentive-os a buscar fontes complementares na internet.

2. Comparação dos padrões de herança do jogo Geneticats com os da vida real. (15 minutos):

- a. Peça que os alunos comparem os padrões de herança do jogo Geneticats com os da vida real identificando padrões de semelhanças e diferenças entre os dois contextos.

3. Crítica ao jogo. (15 minutos):

- a. Peça aos estudantes que façam críticas positivas e negativas ao jogo, apontando potenciais pontos de melhora e de acerto.

COMO INSTALAR OS APLICATIVOS

🖥️ Instale o Geneticats APK no Windows

1. Faça o download do emulador de Android DLPlayes em seu computador. A instalação começará automaticamente. Acesso em: 30/05/2024

Acesse pelo link: https://cdn.ldplayer.net/gw/static/ld_gw/client/img/ld-9-btn.fcef8a7.webp

2. Abra a aplicação **LDPlayer**.
3. Abra o código Qr como o leitor de códigos do seu celular ou acesse pelo link e faça o download do jogo Geneticats.apk
4. Arraste o Geneticats.apk para a **LDPlayer**.
5. Clique no ícone do jogo para abrir

📱 Instale o Geneticats APK no Android

1. Acesse pelo link: <https://apkcombo.com/pt/geneticats/com.ink.geneticats/download/apk>

Acesso em: 30/05/2024

2. Toque em Geneticats.apk.
3. Toque em **Instalar**.
4. Siga os passos na tela.

PARTE 3

Título: Montando roteiros de podcast

Público-alvo: Alunos do ensino médio

Objetivos de aprendizagem:

Duração: 2 aulas de 50 minutos

Recursos necessários:

Acesso ao material fornecido sobre padrões reais de herança de cor de gatos.

Acesso a fontes complementares de pesquisa

Folhas com roteiros do aluno impressos e lápis para anotações

Acesso a material de apoio para construção de podcasts

1. Leitura do material (20 minutos):

- a. Forneça aos alunos os roteiros impressos e acesso ao material complementar impresso ou digital sobre a construção do podcast
- b. Incentive-os a buscar fontes complementares na internet.

2. Escrita do roteiro (30 minutos):

Peça aos alunos que elaborem os roteiros de podcast utilizando para isso o material fornecido e as fontes complementares buscadas por eles (30 minutos)

3. Gravação do roteiro (50 minutos):

- a. Peça para um componente de cada grupo fazer o download do gravador de áudio Super Recorder (5 minutos)
- b. Peça aos alunos que abram o aplicativo e cliquem no item vermelho para realizar a gravação. (25 minutos)
- c. Para parar a gravação, basta clicar no ícone quadrado preto. Para salvar clique em guardar.

DICA: Escrever é um processo que pode demandar um certo tempo. Para otimizar o tempo durante as aulas, uma alternativa viável é designar essa etapa da sequência didática como tarefa para casa retomando a atividade na aula seguinte.

DICA: Para otimizar o tempo durante a gravação dos roteiros peça que os integrantes responsáveis pela gravação do roteiro treinem as falas previamente.

MATERIAL COMPLEMENTAR

- Cartilha: Construa seu podcast
<https://repositorio.ufmg.br/handle/1843/52588>

- Exemplos de programas de áudio de divulgação científica disponíveis para download
 - CIÊNCIA NO AR. Doença também é de família.
<https://www.ufmg.br/ciencianoar/conteudo/doenca-tambem-e-de-familia/>
 - SPOTIFY. Definição de albinismo.
<https://open.spotify.com/episode/3btviK7K9sKYMv5NEB3PQa>

📱 Instale o aplicativo Super Recorder no Smartphone

1. Acesse pelo link:

https://play.google.com/store/apps/details?id=com.screenrecorder.recordingvideo.supervideorecorder&pcampaignid=web_share

2. Toque em **Baixar**

3. Toque em **Instalar**.

4. Siga os passos na tela.