

UNIVERSIDADE FEDERAL DE JUIZ DE FORA
CAMPUS GOVERNADOR VALADARES
INSTITUTO DE CIÊNCIAS DA VIDA - ICV
MESTRADO PROFISSIONAL EM ENSINO DE BIOLOGIA (PROFBIO)

Julianne Gomes dos Santos

**DNA: uma abordagem teórico/ prática como facilitador da aprendizagem
de genética para o ensino médio.**

Governador Valadares

2024

Julianne Gomes dos Santos

**DNA: uma abordagem teórico/ prática como facilitador da aprendizagem
de genética para o ensino médio.**

Dissertação de mestrado apresentada à Universidade Federal de Juiz de Fora – *Campus* Governador Valadares para o cumprimento das exigências do PROGRAMA NACIONAL de MESTRADO PROFISSIONAL EM BIOLOGIA, sediado pela Universidade Federal de Minas Gerais, para obtenção do título de mestre em Biologia.

Área de concentração: Ensino de Biologia.

Macroprojeto: Novas práticas e estratégias pedagógicas para o ensino de Biologia.

Orientadora: Dr^a. Michelle Bueno Pereira Antunes

Governador Valadares

2024

Santos, Julianne Gomes dos.

DNA: uma abordagem teórico/ prática como facilitador da aprendizagem de genética para o ensino médio. /

Julianne Gomes dos Santos. -- 2024.

88 f. : il.

Orientadora: Michelle Bueno Pereira Antunes

Dissertação (mestrado profissional) - Universidade Federal de Juiz de Fora, Campus Avançado de Governador Valadares, Instituto de Ciências da Vida - ICV. Programa de Pós-Graduação em Ensino de Biologia em Rede Nacional, 2024.

1. Sequência didática. 2. Ensino de Biologia. 3. Genética. 4. DNA.
5. Ensino por investigação. I. Antunes, Michelle Bueno Pereira ,orient. II. Título.

Julianne Gomes dos Santos

“DNA: uma abordagem teórico/prática como facilitador da aprendizagem de genética para o ensino médio”

Dissertação
apresentada ao
Mestrado em Ensino
de Biologia
da Universidade
Federal de Juiz de
Fora como requisito
parcial à obtenção do
título de Mestre em
Ensino de Biologia.
Área de
concentração:
Ensino de Biologia.

Aprovada em 22 de março de 2024.

BANCA EXAMINADORA

Dra. Michelle Bueno de Moura Pereira Antunes - Orientadora
Universidade Federal de Juiz de Fora

Dra. Jenifer Carvalho Grossi
Faculdade Anhanguera

Dra. Fernanda Souza de Oliveira Assis
Universidade Federal de Juiz de Fora

Juiz de Fora, 23/02/2024.



Documento assinado eletronicamente por **Michelle Bueno de Moura Pereira Antunes, Servidor(a)**, em 22/03/2024, às 15:48, conforme horário oficial de Brasília,

com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Jenifer Carvalho Grossi, Servidor(a)**, em 22/03/2024, às 16:37, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Fernanda Souza de Oliveira Assis, Professor(a)**, em 22/03/2024, às 16:44, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no Portal do SEI-Ufjf (www2.ufjf.br/SEI) através do ícone Conferência de Documentos, informando o código verificador **1717827** e o código CRC **2DCB8762**.

Às professoras da família Gomes Santos: Eni, Ana, Ângela, Íris,
Maria do Amparo, Maria Helena, Maria José e Rosângela que com
amor e dedicação contribuíram e ainda contribuem com a educação.

AGRADECIMENTOS

A Deus, pelo sustento nesta jornada e por permitir a realização de mais um sonho.

Aos meus familiares e amigos próximos por todo apoio e incentivo, em especial minha mãe Eni que foi inspiração desde sempre, meu pai José Moisés e minhas irmãs Polianne e Gabriela.

Ao meu esposo Anderson, pelo apoio e parceria que foi fundamental para tornar tudo possível. Aos meus filhos João André e Gabriel por compreenderem minha ausência e por serem a minha motivação maior.

Aos colegas da turma PROFBIO 2022, por cada experiência partilhada, torcida mútua e pelos agradáveis encontros de aula. Aprendi muito com vocês e lembrarei com carinho de cada um. Aos queridos amigos Keila e Márcia pela parceria, acolhimento, amizade sincera e tantas outras entregas; ao Ralph, por todo apoio e pela agradável companhia no trajeto de viagem, com sua energia contagiante e humor irreverente fez toda diferença nessa caminhada.

À Capes, pela contribuição com o financiamento do curso e da bolsa de estudo.

Ao corpo docente e aos coordenadores do curso Mestrado Profissional Ensino de Biologia da UFJF-GV pelo zelo com os discentes, a excelência no ensino e pelo aprendizado compartilhado que muito acrescentou no meu desenvolvimento profissional. Em especial minha orientadora, professora Michelle Antunes, excelente profissional, sempre presente e comprometida com a pesquisa. Agradeço pela imensa contribuição, paciência, pela compreensão e suporte nos momentos que tanto precisei.

Aos funcionários da Escola Estadual São Sebastião e alunos pelo incentivo e apoio em todos os projetos.

RELATO DO MESTRANDO

Instituição: Universidade Federal de Juiz de Fora - <i>campus</i> Governador Valadares
Mestrando: Julianne Gomes dos Santos
Título do TCM: DNA: Uma abordagem teórico/ prática como facilitador da aprendizagem de genética para o ensino médio.
Data da defesa: 22/03/2024
<p>Atuo como professora efetiva de Ciências e Biologia na rede estadual de ensino de Minas Gerais há 15 anos e percebendo a necessidade de me aperfeiçoar decidi cursar um mestrado.</p> <p>Atendendo as minhas expectativas, o Mestrado Profissional em Ensino de Biologia - PROFBIO foi algo de suma importância em minha trajetória acadêmica, tendo o mesmo contribuído para minha prática docente e meu crescimento profissional e pessoal.</p> <p>Foram dois anos de grande aprendizado e também muitos desafios e superação, em alguns momentos o cansaço físico e mental ameaçaram meu sonho, mas toda rede de apoio e incentivo que recebi me deram força para continuar. Compartilho o mérito desta conquista com meus alunos, familiares, colegas do mestrado, professores, orientadores e coordenação da UFJF- GV que de alguma forma fizeram parte desta caminhada.</p> <p>Agradeço ao programa pela oportunidade de aprendizado, pela excelência do ensino com exímios professores e as experiências vividas a cada encontro com a turma PROFBIO 2022 UFJF-GV.</p> <p>O PROFBIO abriu novos horizontes, iniciei o curso com um objetivo e hoje posso afirmar que vejo mais além. A sensação no momento é de dever cumprido, de mais uma etapa vencida em minha vida profissional e que pretendo não parar por aqui; o poder de transformação não se resumiu somente a mim, não posso deixar de destacar a importância e o alcance do programa que através da formação de professores tem influenciado o ensino de biologia nas escolas públicas de todo Brasil.</p>

"A educação é um ato de amor, por isso, um ato de coragem. Não pode temer o debate. A análise da realidade. Não pode fugir à discussão criadora, sob pena de ser uma farsa."

(Paulo Freire, 1999, p. 97)

RESUMO

A genética é uma área da biologia de grande relevância para a sociedade e a que mais tem se desenvolvido nos últimos anos. A história da genética, o DNA e suas aplicações fundamentam a base para o ensino de biologia no ensino médio. Muitas vezes essa fundamentação é desafiadora para os educadores que se deparam com a dificuldade dos alunos em compreender o tema. Isso se deve à complexidade do assunto somado à forma com que o conteúdo é na maioria das vezes abordado nos livros, na sua configuração tradicional, conteudista e descontextualizada que tão pouco favorece o aprendizado. Diante disso, o presente estudo teve como objetivo elaborar e analisar uma sequência didática baseada em ensino por investigação para o ensino de Genética - estrutura do DNA, realizada com alunos do 1º ano do Ensino Médio da Escola Estadual São Sebastião na cidade de Gonzaga – MG. Antes e após o desenvolvimento das atividades da sequência didática, os discentes participantes da pesquisa elaboraram mapas conceituais cujo foco foi a compreensão da estrutura do DNA. A partir da análise quantitativa dos mapas observou-se que os mapas finais apresentaram parâmetros de melhoras significativas ($p \leq 0,05$) em relação aos mapas iniciais. Após a realização da sondagem do conhecimento prévio dos alunos através do mapa conceitual inicial, foi apresentado pela professora o tema – estrutura do DNA. Com isso, os conhecimentos sobre a estrutura do DNA foram aprofundados e os questionamentos sobre o assunto sanados. Para consolidar o conhecimento foram realizadas atividades baseadas na abordagem do Ensino por Investigação. Ao final da sequência didática, os alunos realizaram avaliação qualitativa do aprendizado adquirido após a aplicação da sequência didática. A partir dos resultados obtidos conclui-se que a sequência didática proposta neste estudo pode ser utilizada com eficiência no processo educacional, na área de genética – estrutura do DNA.

Palavras-chave: Sequência Didática; Ensino de Biologia; Genética; DNA; Ensino por Investigação.

ABSTRACT

Genetics is an area of biology of great relevance to society and the one that has developed the most in recent years. The history of genetics, DNA and its applications form the basis for teaching biology in high school. This foundation is often challenging for educators who are faced with students having difficulty understanding the topic. This is due to the complexity of the subject added to the way in which the content is most often covered in books, in its traditional, content-based and decontextualized configuration that does not favor learning. In view of this, the present study aimed to develop and analyze a didactic sequence with active methodologies for teaching Genetics - DNA structure, carried out with 1st year high school students at Escola Estadual São Sebastião in the city of Gonzaga – MG. Before and after developing the didactic sequence activities, the students participating in the research created conceptual maps whose focus was on understanding the structure of DNA. From the quantitative analysis of the maps, it was observed that the final maps showed significant improvements ($p \leq 0.05$) than the initial maps. After surveying the students' prior knowledge through the initial conceptual map, the teacher presented the topic – DNA structure. With this, knowledge about the structure of DNA was deepened and questions on the subject were resolved. To consolidate knowledge, activities were carried out based on the Research-Based Teaching approach.. At the end of the didactic sequence, students carried out a qualitative assessment of the learning acquired after applying the didactic sequence. From the results obtained, it is concluded that the didactic sequence proposed in this study can be used efficiently in the educational process, in the area of genetics – DNA structure.

Keywords: Didactic Sequence; Teaching Biology; Genetics; DNA; Teaching by Research

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 01 - Exemplo de mapas conceituais iniciais elaborados pelos alunos.....	21
Figura 02 - Exemplos de alguns registros dos cadernos dos alunos.....	32
Figura 03 - Materiais alternativos utilizados para a extração de DNA do morango.....	35
Figura 04 - Etapas iniciais de extração do DNA do morango.....	36
Figura 05 - Etapas finais de extração do DNA do morango.....	37
Figura 06 - Exemplo de mapa conceitual inicial e final elaborado por uma aluna.....	39
Gráfico 01 - Percepção dos estudantes sobre a metodologia empregada – Questão 01.....	42
Gráfico 02 - Percepção dos estudantes sobre a metodologia empregada – Questão 02.....	43
Gráfico 03 - Percepção dos estudantes sobre a metodologia empregada – Questão 03.....	44
Gráfico 04 - Percepção dos estudantes sobre a metodologia empregada – Questão 04 e 05.....	45
Gráfico 05 - Percepção dos estudantes sobre a metodologia empregada – Questão 06.....	46
Gráfico 06 - Percepção dos estudantes sobre a metodologia empregada – Questão 07.....	47

LISTA DE QUADROS

Quadro 01 - Pontuação para mapas conceituais.....	25
Quadro 02 - Transcrição da fala de alunos após a atividade 01.....	29
Quadro 03 - Solução apresentada pelos grupos sobre os problemática apresentada nos textos.....	30
Quadro 04 - Transcrição da fala da maioria dos alunos após a atividade 02.....	31
Quadro 05 - Transcrição da fala de alunos após a atividade 03.....	33
Quadro 06 - Transcrição da fala de alunos durante a atividade 04.....	34
Quadro 07 - Transcrição das respostas sobre o papel dos reagentes utilizados na prática experimental.....	38

LISTA DE TABELAS

Tabela 01 – Resultado da média de pontos nos mapas conceituais iniciais.....	27
Tabela 02 – Resultado da média de pontos nos mapas conceituais finais.....	40
Tabela 03 – Análise comparativa das notas dos mapas conceituais iniciais e finais.....	41

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

DNA	Ácido desoxirribonucléico
BNCC	Base Nacional Comum Curricular
EM13CNT304	Ensino Médio, Ciências da Natureza e suas Tecnologias
CBC	Conteúdos Básicos Comum
EnCI	Ensino de Ciências por Investigação
CEP	Comitê de ética em Pesquisa
TCLE	Termo de Consentimento Livre Esclarecido
TALE	Termo de Assentimento Livre Esclarecido

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	16
2	OBJETIVOS	21
2.1	OBJETIVO GERAL.....	21
2.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	21
3	METODOLOGIA	22
3.1	SUBMISSÃO DO PROJETO AO COMITÊ DE ÉTICA.....	22
3.2	SEQUÊNCIA DIDÁTICA.....	22
3.3	NATUREZA DA PESQUISA E ANÁLISE DOS DADOS.....	25
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO	26
4.1	ATIVIDADE 01: CONSTRUÇÃO DE MAPAS CONCEITUAIS INICIAIS.....	26
4.2	ATIVIDADE 2: ETAPA DA ORIENTAÇÃO.....	29
4.3	ATIVIDADE 3: ETAPA DA CONCEITUALIZAÇÃO.....	32
4.4	ATIVIDADE 4: ETAPA DA INVESTIGAÇÃO E CONCLUSÃO.....	33
4.5	ATIVIDADE 5: CONSTRUÇÃO DO MAPA CONCEITUAL FINAL.....	40
4.6	RESULTADO DA AUTO AVALIAÇÃO.....	42
5	CONCLUSÃO	48
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	49
	PRODUTO	52
	APÊNDICES	67
	APÊNDICE A – Termo de Consentimento Livre Esclarecido (TCLE)/ responsáveis.....	67
	APÊNDICE B – Termo de Assentimento Livre Esclarecido (TALE)/Alunos Menores de Idade.....	69
	APÊNDICE C – Termo de Consentimento Livre Esclarecido (TCLE)/Alunos Maiores de Idade.....	71
	APÊNDICE D – Pontuação dos mapas conceituais iniciais	73
	APÊNDICE E – Pontuação dos mapas conceituais finais	75
	ANEXO	77
	ANEXO A – Parecer de aprovação do projeto pelo comitê de ética.....	77
	ANEXO B – Autorização da escola.....	78

ANEXO C – Textos problematizadores.....	79
ANEXO D - Experimento: Extração do dna do morango.....	84
ANEXO E - Questionário qualitativo.....	87
ANEXO F - Protocolo alternativo de aula prática.....	88

1 INTRODUÇÃO

A genética é uma área de grande relevância no ensino de biologia, é conhecida como uma ciência da informação. Os geneticistas tentam compreender as regras que controlam a transmissão da informação genética em três níveis: do genitor à descendência, dentro das famílias; do DNA à ação dos genes dentro das células e entre elas; e ao longo de muitas gerações dentro de populações de organismos (Griffiths *et al.*, 2016).

De acordo com Snustad e Simmons (2017), questões como triagem genética, análise do perfil de DNA, engenharia genética, clonagem, pesquisa com células-tronco, terapia gênica e transgênicos incitaram densos debates sobre as ramificações sociais, jurídicas e éticas da genética. Como mencionado, a genética se faz presente em vários aspectos da nossa vida, é importante que os estudantes estejam inteirados sobre os assuntos relacionados à genética e para isso é necessário que a escola assuma um papel fundamental para a construção desse conhecimento.

A genética no ensino médio é proposta na Base Nacional Comum Curricular de Ciências da Natureza abrangendo a habilidade – (EM13CNT304) como destacado:

Analisar e debater situações controversas sobre a aplicação de conhecimentos da área de Ciências da Natureza (tais como tecnologias do DNA, tratamentos com células-tronco, produção de armamentos, formas de controle de pragas, entre outros), com base em argumentos consistentes, éticos e responsáveis, distinguindo diferentes pontos de vista (Brasil, 2018, p. 559).

Além disso, para o desenvolvimento dessa competência específica podem ser mobilizados conhecimentos relacionados à aplicação da tecnologia do DNA recombinante; identificação por DNA; emprego de células-tronco; entre outros (Brasil, 2018).

1.1 GENÉTICA - UM BREVE HISTÓRICO

Embora a genética tenha se desenvolvido durante o século 20, sua origem está baseada no trabalho de Gregor Mendel, um monge austríaco, que viveu no século 19. Mendel fez sua pesquisa inovadora em relativa obscuridade, realizando experimentos por meio de cruzamento entre variedades de ervilhas. A análise cuidadosa de seu trabalho

possibilitou o discernimento de padrões, que o levaram a postular a existência de fatores hereditários responsáveis pelas características observadas. Atualmente chamamos esses fatores de genes (Snustad; Simmons, 2017).

A teoria da herança particulada de Mendel descrita em “Experimentos em hibridização de plantas” foi publicada em 1866, no *Proceedings of the Natural History Society de Brünn*, chamando a atenção de alguns biólogos da época. Em 1884, Mendel faleceu, relativamente desconhecido no mundo da ciência. Conforme o bioquímico Erwin Chargaff mencionou: “Existem pessoas que parecem ter nascido com um manto de invisibilidade. Mendel era uma delas”. Contudo, a consistência de seu trabalho criou adeptos como o biólogo britânico William Bateson, que deu continuidade aos estudos realizados por Mendel. Em 1905, a partir de estudos mais detalhados sobre o experimento de Mendel, foi nomeado o termo genética: o estudo da herança. “A revolução genética havia começado” (Griffiths *et al.*, 2016).

Em sua breve história, pouco mais de cem anos, os avanços da genética vem nos ajudando a entender não só o processo de hereditariedade, mas também o mecanismo de desenvolvimento de muitas doenças, incluindo distúrbios genéticos raros como a anemia falciforme e a doença de Huntington, assim como doenças comuns como asma, diabetes e hipertensão. Além disso, a genética tem auxiliado vários estudos importantes sobre a natureza de doenças como câncer e no desenvolvimento de exames complementares, incluindo os que identificam patógenos e genes defeituosos (Pierce, 2016).

1.2 A ESTRUTURA DO DNA

Como descrito por Scheid, Ferrari e Delizoicov (2003), a interdisciplinaridade da biologia molecular culminou em um grande avanço para a genética: a identificação da estrutura do DNA. A contribuição de teorias e observações compartilhadas por outros pesquisadores completaram as condições necessárias e suficientes para que James Watson e Francis Crick propusessem uma estrutura para a molécula do DNA, que foi publicada em um artigo de apenas 900 palavras e um diagrama simples, na revista *Nature*, em 25 de abril de 1953.

Eles determinaram que a estrutura molecular do DNA se encontrava na forma de uma dupla-hélice: dois filamentos de DNA enrolados lado a lado em uma espiral. Sua estrutura da dupla-hélice é semelhante a uma escada torcida. As laterais da escada são

compostas por grupos de açúcar e fosfato. Os degraus, por 4 bases nitrogenadas: adenina (A), timina (T), guanina (G) e citosina (C). As bases estão voltadas para o centro e cada base está ligada por ligações de hidrogênio com a base voltada para ela no filamento oposto. A adenina em um filamento sempre está pareada com a timina no outro, por meio de duas ligações de hidrogênio, enquanto a guanina sempre está pareada com a citosina por meio de três ligações de hidrogênio (Griffiths *et al.*, 2016).

Entre as descobertas mais notáveis da biologia no século XX está a natureza química e a estrutura tridimensional do material genético, ácido desoxirribonucleico, DNA (Nelson; Cox, 2014). A sequência de subunidades monoméricas, os nucleotídeos, codifica as instruções para formar todos os outros componentes celulares e fornece o molde para a produção de moléculas de DNA idênticas a serem distribuídas aos descendentes por ocasião da divisão celular. O armazenamento, a expressão e a reprodução efetivos da mensagem genética presente no DNA definem espécies individuais, distinguem umas das outras e asseguram a sua continuidade em sucessivas gerações (Nelson; Cox, 2014).

1.3 METODOLOGIAS DE ENSINO

No contexto das aprendizagens de biologia, o ensino de genética constitui um tópico de estudo fundamental, mas desafiador, visto que, apresenta um vocabulário específico, rico em termos técnicos de difícil pronúncia ou assimilação aumentando a dificuldade dos discentes na compreensão do tema. Somando ao apresentado, Franzolin *et al.* (2020) destaca a abordagem do tema nos livros didáticos que, geralmente, estão distantes da realidade dos estudantes e apresentados em conteúdos didáticos de forma abstrata e sem contextualização, o que dificulta alcançar índices satisfatórios de aprendizagem.

Na proposta curricular norteadora da educação de Minas Gerais para o ensino de biologia, o Conteúdo Básico Comum (CBC), menciona que “pesquisas realizadas no ensino de genética mostram que os estudantes não compreendem o papel do material genético e também tem dificuldade de estabelecer relações entre o DNA e os cromossomos” (Minas Gerais, 2007, p.25).

A compreensão dos conceitos de genética é essencial para a consolidação do conhecimento em diferentes áreas da biologia. Para que isto ocorra de forma mais eficaz é necessário que o professor utilize novas metodologias, como os modelos didáticos que auxiliam no processo de aprendizagem (Temp, 2014).

Em seu trabalho, Moraes (2017) identificou que as práticas pedagógicas para o ensino de genética nas escolas de ensino médio, têm sido incoerentes com a expectativa de aprendizagem do educando, uma vez que o ensino se constitui basicamente de teoria e pouca contextualização. Em consonância, Franco (2021) discorre da necessidade de inovar, pois a sociedade de hoje nos impõe demandas que não existiam ontem e que o ensino de forma restrita e estática não se justifica justamente em um momento histórico em que a ciência se faz muito presente nas relações sociais. Sendo assim, o uso de novas metodologias de ensino, baseadas em um trabalho que permita ao aluno aprender, construir o seu próprio conhecimento e adquirir um pensamento crítico, faz-se necessário.

Buscando superar os desafios apresentados, a abordagem didática baseada no ensino por investigação é promissora, pois um dos intuitos dessa modalidade de ensino é auxiliar a prática pedagógica, favorecendo a aprendizagem, permitindo ao professor despertar o interesse de seus alunos, tornando a aula mais prazerosa e participativa.

O Ensino de Ciências por Investigação (EnCI) se baseia no uso de estratégias didáticas que envolvem ativamente os alunos em sua aprendizagem, por meio da geração de questões e problemas nos quais a investigação é condição para resolvê-los (Melville *et al.*, 2008).

Deste modo, uma sequência didática investigativa deve conter etapas que contemplem a necessidade de coleta, análise e interpretação de dados que levem a formulação e a comunicação de conclusões baseadas em evidências e reflexão sobre o processo. A abordagem do ensino por investigação pode, na maioria das vezes, iniciar com um problema experimental ou teórico, contextualizado que direciona o discente ao tema de estudo e que ofereça condições para fomentar a busca por variáveis para a explicação do problema.

A perspectiva do ensino por investigação preconiza a autonomia do discente e reconhece a importância de sua inserção no processo de construção do seu próprio conhecimento, de modo que, a abordagem proposta neste trabalho incentiva a participação ativa do discente em todas as etapas. Contudo, vale ressaltar que o docente não perde espaço ou troca de lugar com o aluno, ao contrário disso, o mesmo desempenha a importante atribuição de apresentar e manter o fio condutor para a construção do conhecimento que está sendo sistematizado.

Em seus trabalhos sobre o ensino por investigação como abordagem didática, Sasseron (2015), denota o papel do professor como propositor de problemas, orientador de

análises e fomentador de discussões, independente de qual seja a atividade didática proposta.

Afim de orientar na construção de sequências didáticas investigativas, Pedaste *et al.* (2015) propuseram uma síntese do ciclo investigativo apresentando as fases: orientação, conceituação, investigação e conclusão que se interligam uma após a outra; e a fase da discussão permeia as demais, comunicando resultados em uma das fases ou em todo processo investigativo.

A fase da orientação consiste em despertar a curiosidade sobre o assunto que se pretende abordar partindo de situações problemas, que podem ser apresentados aos discentes de formas variadas. A problematização levará à fase da conceitualização, que se caracteriza pela busca de hipóteses e conceitos para explicar o problema. A fase de investigação envolve a exploração, a experimentação e a interpretação de dados que poderão responder à questão. Na fase de conclusão é esperado que os discentes construam explicações, afirmações ou posicionamentos que respondam à questão de investigação (Pedaste *et al.*, 2015).

Sabendo da importância de se integrar a prática pedagógica tradicionalista com propostas de ensino mais atrativas e atuais, pretende-se no presente projeto elaborar uma sequência didática baseada na metodologia de ensino por investigação, com mapas conceituais, aulas de aprofundamento do conhecimento, aprendizagem baseada em problemas e atividade prática de extração de DNA. A abordagem apresentada neste projeto pretende auxiliar no processo de ensino – aprendizagem de genética – estrutura do DNA.

2 OBJETIVOS

Os objetivos deste trabalho se dividem em objetivos geral e específicos.

2.1 OBJETIVO GERAL

Elaborar uma sequência didática baseada na metodologia de ensino por investigação para auxiliar no processo de ensino – aprendizagem na área de genética – estrutura de DNA.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Criar uma sequência didática contendo temas relacionados à Genética;
- Aplicar a sequência didática aos alunos;
- Elaborar mapas conceituais a partir de questionamentos pré-definidos no início e no final da sequência didática para avaliar a percepção dos alunos de novos conceitos e conhecimentos adquiridos antes e após a aplicação da sequência didática;
- Realizar atividade investigativa sobre situações baseadas em problemas que envolvam a estrutura do DNA;
- Elaborar e realizar atividade prática de extração de DNA do morango para consolidar os conceitos aprendidos;
- Avaliar se houve melhora no aprendizado dos discentes após o uso da sequência didática;
- Avaliar os benefícios didáticos pedagógicos com uso da sequência didática pelo docente.

3 METODOLOGIA

Esta pesquisa aborda o ensino de Genética – estrutura de DNA, tendo como produto uma sequência didática que foi apresentada no segundo semestre do ano de 2023 aos alunos regularmente matriculados no 1º ano do Ensino Médio, do turno matutino, da Escola Estadual São Sebastião, localizada na cidade de Gonzaga- MG.

3.1 SUBMISSÃO DO PROJETO AO COMITÊ DE ÉTICA

Este estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) da Universidade Federal de Juiz de Fora, em 30 de Maio de 2023, sob parecer nº 6.090.551 (Anexo A) e autorizado pela direção da Escola Estadual São Sebastião (Anexo B).

Todas as etapas foram explicadas aos alunos para que não houvesse dúvidas nem desengajamento no decorrer da proposta. Foram selecionados para a pesquisa os alunos regularmente matriculados na escola no início do projeto, que aceitaram participar do projeto, que estivessem cursando o 1º ano do ensino médio e que assinaram o Termo de Consentimento Livre Esclarecido (TCLE) (APÊNDICE A). Alunos dentro da faixa etária regular, entre 16 e 17 anos assinaram o termo de assentimento, TALE (APÊNDICE B), e seus pais, assinaram o TCLE – RESPONSÁVEIS (APÊNDICE C). Como critérios de exclusão foram definidos que não participassem deste estudo, discentes que estivessem de atestado médico; discentes que não comparecessem na escola no dia da aplicação das metodologias propostas ou discentes nos quais seus representantes legais não assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido da pesquisa.

3.2 SEQUÊNCIA DIDÁTICA

A sequência didática proposta neste estudo foi empregada em 5 aulas de biologia, com duração hora/aula de 50 minutos cada uma e que foram distribuídas ao longo de três semanas. Foram aplicadas atividades diversificadas baseadas no ciclo investigativo proposto por Pedaste *et al.* (2015). Para facilitar a compreensão das atividades propostas, cada aula e sua atividade correspondente será apresentada de maneira separada.

1ª aula - Sondagem do conhecimento prévio

Na primeira aula, após a explicação da proposta, os alunos expressaram seus conhecimentos sobre genética – estrutura de DNA por meio da construção de um mapa conceitual inicial. Para a elaboração do mapa conceitual, a professora levantou alguns questionamentos aos alunos, como: a) O que significa a sigla DNA? b) Como é a sua estrutura? c) Qual a sua importância para a célula?

O mapa conceitual foi elaborado em folha A4 (disponibilizada pela professora), onde os discentes discutiram sobre conceitos, respostas e dúvidas sobre as perguntas propostas. Os alunos foram orientados sobre a construção de mapas conceituais de forma organizada (em tópicos) e também com possíveis conexões (setas duplas, simples) entre os conceitos colocados. Após a elaboração do mapa conceitual pelos estudantes, o mesmo foi recolhido e em seguida explicado no quadro sobre os principais conceitos acerca da estrutura do DNA. Foram abordados os aspectos físico-químicos da molécula de DNA como a constituição química, a estrutura e a organização espacial da molécula. Posteriormente, como atividade a ser realizada em casa, os alunos realizaram a leitura de livros didáticos e busca em páginas da internet sobre o assunto abordado em sala de aula.

2ª aula - Fase da Orientação

Na segunda aula, foi verificada a atividade realizada em casa, por meio de uma sondagem das informações sobre o tema obtidas nas pesquisas feitas pelos alunos. Em seguida, para engajar, contextualizar e explorar os conhecimentos sobre o tema, estrutura do DNA, os alunos formaram grupos de 6 integrantes para a realização de uma atividade investigativa. Para tal, cada grupo recebeu um texto retratando um cenário que contém elementos informativos do contexto problemático da vida real envolvendo a molécula de DNA (Anexo C). As situações-problemas propostas foram analisadas pelos grupos de alunos que posteriormente apresentaram possíveis estratégias para solucioná-las. O tempo disponibilizado para a análise foram de 30 minutos.

Para solucionar a problemática abordada nos textos, os alunos concluíram que a coleta e análise do DNA é a chave de potencial resolução das situações; e a partir dessa consideração alcançada pelos discentes, a professora levantou os seguintes questionamentos sobre os procedimentos de extração dessa estrutura hereditária.

1. Como é feito o processo de extração de DNA de qualquer material biológico?
2. Como extrair o DNA da célula?

3. Como é a estrutura das membranas biológicas?
4. O DNA se apresenta em solução com outras moléculas biológicas (proteínas, lipídeos e carboidratos). O que fazer para obter apenas o DNA?
5. Uma vez separado das demais estruturas orgânicas, como extrair o DNA da solução?

A atividade aconteceu inicialmente em sala de aula e foi finalizada como atividade extraclasse (em casa). Os grupos realizaram pesquisas bibliográficas sugeridas pela professora para responder às perguntas levantadas em sala de aula. Na aula seguinte, cada grupo apresentou as soluções propostas para a situação problema apresentada nos textos.

3ª aula - Fase da Conceitualização

Os grupos apresentaram cada situação problema com as possíveis soluções, tendo como base as pesquisas bibliográficas e em suas respostas para as perguntas que foram determinadas na aula anterior. A professora realizou as intervenções necessárias para conceitos ou explicações erradas, e quando necessário fez complementação das respostas, também foi solicitado o auxílio de outros grupos, até que as respostas dadas estivessem corretas e completas. Após a explanação de cada grupo, foi proposto uma atividade prática - extração de DNA de morango para a próxima aula. Para a atividade, foi solicitado que os alunos expressassem suas opiniões de como a atividade poderia ser realizada e as etapas necessárias para a extração de DNA. Foi sugerido aos alunos que realizassem pesquisas bibliográficas sobre o assunto. A pesquisa aconteceu como atividade extraclasse (em casa) e foi apresentado o resultado na aula seguinte.

4ª aula - Fase da Investigação e Conclusão

A atividade prática – extração de DNA de morango – aconteceu em grupo (o mesmo formado anteriormente). Antes de iniciar a atividade, as pesquisas realizadas pelos alunos foram apresentadas com todas as etapas problematizadas, a atividade prática foi realizada de acordo com o procedimento experimental proposto (Anexo D). Ao final, cada grupo produziu um relatório com a apresentação dos resultados e as discussões sobre as etapas da atividade prática.

5ª aula - Sondagem da aprendizagem

Na última aula, os discentes reconstruíram seus mapas conceituais aprimorando sua organização e conceitos abordados. Para efeito comparativo, o mapa inicial foi devolvido

aos alunos para que os mesmos elaborassem os novos mapas conceituais. Também foi aplicado um questionário avaliativo (Anexo E) sobre as atividades propostas nesta sequência didática.

3.3 NATUREZA DA PESQUISA E ANÁLISE DOS DADOS

O projeto apresenta natureza quali-quantitativa. Para a avaliação qualitativa foram considerados os aspectos de interação, de organização e de desenvolvimento das atividades, valorizando as produções coletivas e as iniciativas individuais, sendo avaliadas as posturas investigativas e com maior adequação ao estudo. Os valores e pontos de vista da professora foram adequados ao trabalho desenvolvido por Gatti e André (2011). Além disso, os alunos produziram relatório sobre a aula prática - extração de DNA do morango, além de responder questionário qualitativo.

Os mapas conceituais iniciais e finais de cada aluno foram avaliados de forma quantitativa, utilizando uma pontuação (Quadro 01) baseada em Araújo, Menezes e Cury (2002) e Martins, Verdeaux e Sousa (2009).

Quadro 01 – Pontuação para mapas conceituais

CRITÉRIOS AVALIATIVOS	PONTUAÇÃO
<p style="text-align: center;">Conceitos principais</p> <p>(Conceitos específicos sobre a estrutura e constituição química da molécula de DNA).</p>	2 pontos (cada)
<p style="text-align: center;">Conceitos secundários</p> <p>(Conceitos generalizados como a localização do DNA nos seres vivos, função e importância da molécula).</p>	1 ponto (cada)
<p style="text-align: center;">Número de links entre os conceitos e Links Cruzados</p> <p>(Avalia a quantidade de vínculos ou ligação de um conceito ao outro válidos)</p>	1 ponto (cada)

Erros conceituais (Conceitos incorretos ou sem relação com o tema)	-1 ponto (cada)
Hierarquias (Avalia a construção lógica das informações obedecendo a hierarquia entre conceitos mais amplos e específicos)	1 ponto (cada)
Exemplos (Pontua cada exemplo válido)	1 ponto (cada)

Fonte: Adaptada de Araújo, Menezes e Cury (2002) e Martins, Verdeaux e Sousa (2009).

As notas obtidas para os mapas conceituais elaborados pelos alunos foram comparadas estatisticamente, usando o teste de T de Student, valores de $p \leq 0,05$ foram considerados significativamente diferentes.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

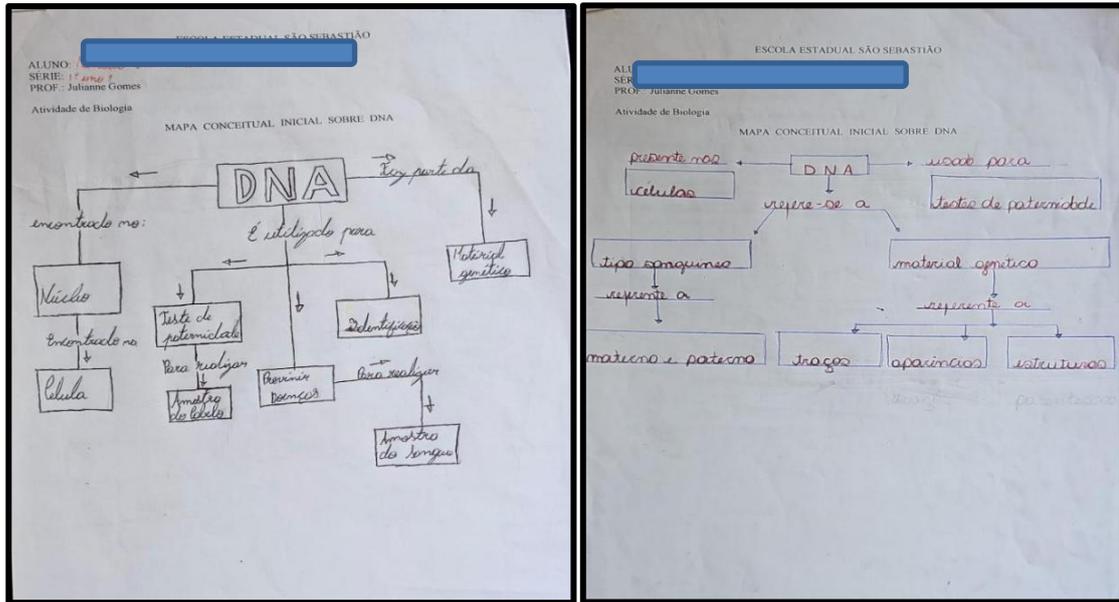
Participaram efetivamente da pesquisa 42 alunos de 02 turmas (turma 01 com 24 alunos e turma 02 com 18 alunos) do 1º ano do Ensino Médio de uma Escola Estadual, localizada na cidade de Gonzaga, estado de Minas Gerais. Os alunos foram devidamente orientados sobre todas as etapas do trabalho recebendo todas as instruções prévias necessárias para um bom andamento das atividades.

4.1 ATIVIDADE 01: CONSTRUÇÃO DE MAPAS CONCEITUAIS INICIAIS

Inicialmente, os estudantes foram submetidos a uma sondagem de seus conhecimentos prévios através da elaboração de mapas conceituais sobre DNA. Abaixo estão exemplificados alguns mapas conceituais iniciais (Figura 01) construídos pelos alunos individualmente.

Durante a montagem dos mapas conceituais percebeu-se uma agitação por parte dos alunos, insegurança e preocupação em não conseguir atender os pontos principais postulados, mas logo foram tranquilizados pela professora que orientou que deveriam construir o mapa conceitual baseado nos conhecimentos que possuíam a respeito do tema e que posteriormente teriam a oportunidade de reconstruírem esses mapas.

Figura 01 – Exemplo de mapas conceituais iniciais elaborados pelos alunos



Fonte: Elaborado pela autora (2024).

De acordo com os critérios de pontuação já explanados no Quadro 01, propostos por Araújo, Menezes e Cury (2002) e Martins, Verdeaux e Sousa (2009) foram atribuídos pontos aos mapas conceituais iniciais construídos pelos discentes. O resultado alcançado por cada mapa em cada critério está disposto no (APÊNDICE D). Na Tabela 01 pode-se verificar as médias de pontos em cada critério.

Tabela 01 – Resultado da média de pontos nos mapas conceituais iniciais

RESULTADOS DOS MAPAS CONCEITUAIS INICIAIS						
Critérios	Conceito Principal	Conceito Secundário	Links	Hierarquias	Exemplos	Total de pontos
Média da pontuação obtida	0	2,8	3,7	1,8	1,5	10,0

Fonte: Elaborado pela autora (2024).

O primeiro critério - conceitos principais – refere-se no mapa a presença de conceitos mais específicos referentes a composição química da molécula de DNA, assim como aspectos referentes à sua estrutura físico-química. Foi identificado que a totalidade dos mapas conceituais iniciais construídos não pontuaram neste item.

Já no segundo critério - conceitos secundários – refere-se a presença de relações mais generalizadas como a localização do DNA na célula, funções da molécula ou associações do seu uso no cotidiano. Com esse enfoque, observou-se que todos os mapas pontuaram e que grande parte alcançou acima de dois pontos nesse item. A média de acertos para os conceitos secundários foi de 2,8 pontos nos mapas conceituais iniciais.

Os demais critérios estão relacionados com a capacidade de estruturação das informações dentro dos mapas conceituais, como no critério - número de *links* entre os conceitos - de acordo com o significado da expressão “*link*” que é uma palavra da língua inglesa que significa elo, vínculo ou ligação, pontua nesse item cada termo verbal ou frase que determinam a ligação entre os conceitos apresentados no mapa. Da mesma forma, foi avaliado o item - *links* cruzados - levando em conta a capacidade de conectar conceitos vindos de diferentes regiões do mapa conceitual. Como disposto no Tabela 01, os discentes alcançaram a média de 3,7 neste item.

Já no critério - hierarquias – refere-se a construção das informações obedecendo a lógica hierárquica, onde conceitos mais abrangentes estão no topo e os menos abrangentes ou específicos na base. Cada hierarquia construída pontuava no mapa conceitual, bem como os exemplos válidos. Verifica-se de acordo com a Tabela 01, as médias de 1,8 para as hierarquias e 1,5 para os exemplos. Em relação aos erros que os mapas podem apresentar, como conceitos inexistentes ou associados inadequadamente, foi desconsiderado pois os mesmos não pontuaram nos mapas iniciais.

Através de uma análise mais generalizada da versão inicial dos mapas conceituais verificou-se que apresentaram uma estrutura cognitiva mais restrita a respeito do domínio de conhecimento específico sobre a estrutura do DNA, e ainda que pontuaram em alguns critérios, muitas das concepções estavam incompletas e algumas até mesmo equivocadas.

De acordo com Araújo, Menezes e Cury (2002), os mapas conceituais são muito úteis para representar a estrutura cognitiva que um aprendiz possui a respeito de um domínio de conhecimento específico. São ferramentas que podem auxiliar na determinação do conhecimento prévio do aluno e para avaliar mudanças em sua estrutura cognitiva durante o processo de aprendizagem.

Para finalizar a aula, a professora explicou as principais funções do DNA e seus constituintes químicos. Durante esse momento rápido de explicação observou-se maior atenção dos alunos em tentar relacionar os mapas conceituais elaborados previamente e as explicações dadas pela docente. Para exemplificar, o Quadro 02 transcreve a fala de dois

alunos após o término da explicação da professora. Para finalizar, foi solicitado que os alunos realizassem pesquisas sobre o assunto em casa.

Quadro 02 – Transcrição da fala de alunos após a atividade 01

Aluno 1 (turma 1)	“Não coloquei nada disso, só falei que era usado para teste de DNA”
Aluno 2 (turma 2)	“Eu coloquei que ele ficava dentro da célula”

Fonte: Elaborado pela autora (2024).

4.2 ATIVIDADE 2: ETAPA DA ORIENTAÇÃO

Baseada no ciclo investigativo proposto por Pedast *et al.* (2015), esta atividade contemplou a etapa da orientação que consiste em problematizar o tema para engajar os discentes, ao passo que, explora os conhecimentos prévios que possuíam e incentiva a busca de novos conhecimentos.

A proposta da segunda atividade foi em grupo, onde os alunos se reuniram para fazer o estudo de caso apresentado no texto que foi entregue pela professora. Os textos disponibilizados (Anexo 03) trouxeram narrativas de situações reais que tiveram repercussão, nas quais muitas delas os alunos acompanharam pela televisão. Como, por exemplo, o rompimento da barragem de Brumadinho, a troca de bebês na maternidade de Goiânia e outras relacionadas com perícia criminal. Os grupos resolveram a situação-problema, sem mediação da professora. Como observação, a professora verificou que à medida que os grupos exploravam a informação do texto, manifestavam que reconheciam as informações por meio de veículos de informação, como celular, televisão e outros.

A professora notou vantagem ao trazer esses contextos conhecidos pelos alunos, pois despertou interesse maior em participar do momento, em compartilhar as informações sobre a notícia com os colegas e a curiosidade em saber do que se tratava a história dos demais grupos. Contextualizar o tema de estudo aproxima os discentes do conteúdo abordado. Cavalcanti (2019) em seu trabalho, identificou maior empenho entre os alunos que estudaram o conteúdo a partir de situações contextualizadas, quando comparados com os que não vivenciaram essa prática.

A proposta alcançou seu objetivo principal, pois durante a plenária todos os grupos concluíram que através do DNA a situação apresentada a eles nos textos seria resolvida. O Quadro 03 representa a conclusão registrada por cada grupo.

Quadro 03 – Solução apresentada pelos grupos sobre a situação-problema apresentada nos textos.

<p>Grupo 1 (turma 01 e 02)</p>	<p><u>Questionamento: Nessa situação, o que poderá ser feito para solucionar as suspeitas de troca de bebês?</u></p> <p>“As duas mães poderiam ir numa clínica fazer o teste de DNA das 2 crianças para identificar se aconteceu mesmo a troca.”</p> <p>“ Fazer teste de DNA para saber se há compatibilidade sanguínea.”</p>
<p>Grupo 2 (turma 01 e 02)</p>	<p><u>Questionamento: Como identificar a ossada e os segmentos encontrados?</u></p> <p>“ O osso é composto por células, todas as células contém DNA, como o DNA possui as características genéticas, podem relacionar o DNA da ossada e comparar com o dos familiares ainda desaparecidos”</p> <p>“ Poderão ser identificados com a ajuda de uma biópsia, para poder identificar a pessoa ou indivíduos, no caso, pelo DNA da ossada encontrada na tragédia de Brumadinho.”</p>
<p>Grupo 3 (turma 01 e 02)</p>	<p><u>Questionamento: Qual evidência se pretendia ter com a coleta do guardanapo de papel usado pelo suspeito?</u></p> <p>“ A evidencia coletada no guardanapo de papel era a saliva, pretendia achar a identificação pelo DNA e terminar a investigação da menina morta vítima de assassinato. Com esse recurso retirado do guardanapo, foi usado para ligar Gary Hartman ao crime”</p> <p>“ Se pretendia coletar a saliva (DNA) do Gary Hartman no guardanapo. Com isso compararia com as amostras encontradas na garota e ver se era compatível.”</p>

Grupo 4 (turma 01 e 02)	<p><u>Questionamento: Novas pistas relacionadas à ancestralidade da mulher vieram à tona. O que seriam essas novas pistas?</u></p> <p>“ As novas pistas eram encontradas no DNA, que trazem informações genéticas e de parentes.”</p> <p>“ A nova pista é o DNA que é capaz de descobrir parentesco, assim podendo comparar com o DNA da família para ver se bate.”</p>
Grupo 5 (turma 01)	<p><u>Questionamento: O que poderá ser feito para que o casal tenha o planejamento familiar mais seguro?</u></p> <p>“O casal poderia fazer o teste genético de DNA dos dois para saber se tem chance do filho ter a doença.”</p>

Fonte: Elaborado pela autora (2024).

Após as considerações alcançadas pelos alunos, a professora observou maior interesse pelo conteúdo apresentado. Em seguida, a professora apresentou outros questionamentos, como: a) Como é feito o processo de extração de DNA de qualquer material biológico? B) Como extrair o DNA da célula? C) Como é a estrutura das membranas biológicas? D) O DNA se apresenta em solução com outras moléculas biológicas (proteínas, lipídeos e carboidratos). O que fazer para obter apenas o DNA? Uma vez separado das demais estruturas orgânicas, como extrair o DNA da solução?

O Quadro 04 retrata a resposta mais comum a partir dos questionamentos feitos pela professora.

Quadro 04 – Transcrição da fala da maioria dos alunos após a atividade 02

Alunos (turma 01 e 02)	“ _ Ah, professora.. não sei!”
------------------------	--------------------------------

Fonte: Elaborado pela autora (2024).

Os questionamentos foram colocados no quadro e os grupos copiaram como complemento da atividade das situações-problemas e realizaram pesquisas em casa para respondê-los.

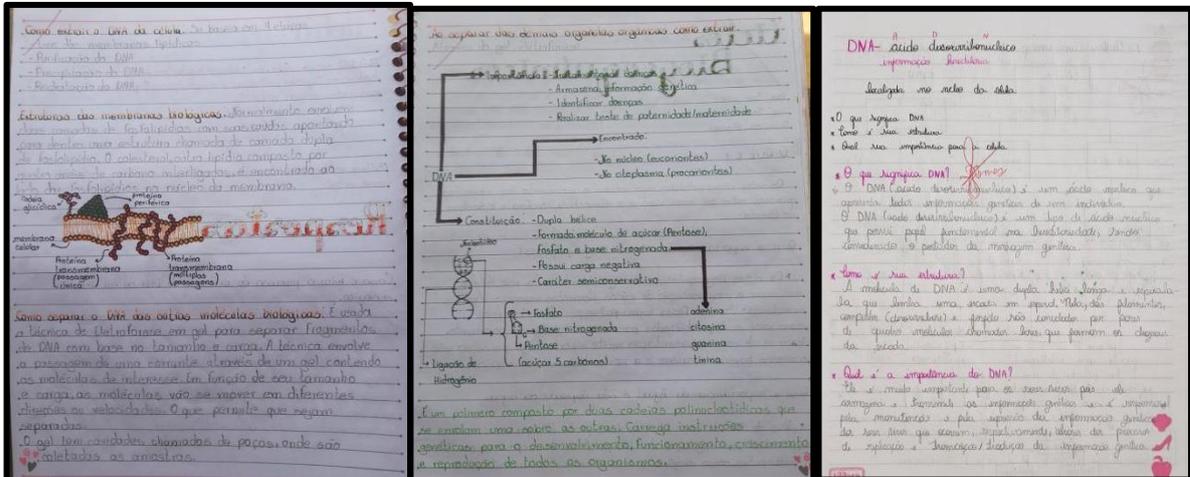
4.3 ATIVIDADE 3 - ETAPA DA CONCEITUALIZAÇÃO

A etapa da conceitualização é caracterizada pela apresentação de conceitos e hipóteses sobre o problema apresentado. É importante garantir que haja comunicação entre as partes para o compartilhamento de ideias.

Os discentes trouxeram as pesquisas atribuídas a situação-problema registradas no caderno e em um momento de plenária compartilharam com os outros grupos as informações, comparando suas respostas. Houve bastante interação entre os alunos e durante a plenária e foi realizada intervenção do docente para enfatizar conceitos ou completar informações apresentadas pelos discentes.

As informações trazidas pelos estudantes foram registradas nos cadernos de diferentes formas, além de textos respondendo os questionamentos, alguns discentes construíram esquemas, outros fizeram ilustrações. Abaixo estão exemplificados alguns registros dos cadernos dos alunos (Figura 02).

Figura 02 – Exemplos de alguns registros dos cadernos dos alunos.



Fonte: Elaborado pela autora (2024).

Para dar continuidade a atividade, a professora solicitou sugestões de como realizar a prática para a extração de DNA do morango. Para isso, foi destinado um tempo para o grupo debater e pesquisar na internet as sugestões. O Quadro 05 relata fragmentos das explicações dos grupos de alunos sobre o protocolo de extração de DNA.

Quadro 05 – Transcrição da fala de alunos após a atividade 03

Grupo 1 (turma 01)	“ Professora, encontramos aqui que primeiro tem que amassar o morango, pode colocar pequenos pedaços num saco plástico e amassar com as mãos..”
Grupo 2 (turma 01)	“ Encontramos uma forma fácil, mas tem uma parte aqui que pede para aquecer a solução usando o bico de bunsen, aí tem que ver como vamos substituir. a gente podia aquecer na cantina.”
Grupo 3 (turma 02)	“ O nosso está mais simples, não precisar aquecer.”
Grupo 4 (turma 02)	“ Achamos um aqui, professora, mas vai precisar de um monte de coisa que a gente não conhece. Aí, nós vamos pesquisar outra forma.”

Fonte: Elaborado pela autora (2024).

Essa abordagem permitiu o protagonismo dos discentes no processo de ensino-aprendizagem, por meio da construção do conhecimento de forma ativa, participativa, reflexiva. Além de contribuir para uma aprendizagem cooperativa, através das opiniões próprias e consensuais que melhor atendessem a proposta para a extração de DNA. Essa postura dos alunos vai de encontro com as considerações feitas por Cavalcanti (2019), que em sua pesquisa ressalta maior efetividade na aprendizagem, envolvimento e participação dos alunos ao se reconhecerem como agentes ativos do processo de ensino-aprendizagem.

4.4 ATIVIDADE 4 - ETAPA DA INVESTIGAÇÃO E CONCLUSÃO

A atividade prática contempla as etapas da investigação e conclusão propostas no ciclo investigativo de Pedaste *et al.* (2015), visto que, sua abordagem oportunizou a experimentação, a interpretação de dados e a formulação de conceitos necessários para concluir a investigação como detalhado a seguir.

A aula prática de extração do DNA foi executada com uma abordagem investigativa, onde as etapas e os procedimentos foram problematizados por meio de questionamentos feitos

pela professora. Como a escola não possui laboratório, e também não possui os equipamentos de laboratório básicos como as vidrarias para realizar os procedimentos, foi proposto um roteiro (Anexo D) com materiais alternativos adaptados à realidade da escola e sendo executado dentro da sala de aula. A maioria dos materiais adaptados foram providenciados pelos grupos. Materiais como álcool, gelo e faca foram providenciados pela professora.

Para a realização da aula prática, não foi entregue o roteiro para os alunos e antes de iniciar a aula, os alunos foram questionados sobre: 1) Qual seria a primeira etapa para extrair o DNA do morango? 2) Onde o DNA se encontra e quais barreiras precisam ser rompidas para acessar o DNA? O Quadro 06 relata as respostas de alguns alunos.

Quadro 06 – Transcrição da fala de alunos durante a atividade 04

Aluno 1 (turma 01)	“ O DNA está no núcleo da célula”.
Aluno 2 (turma 01)	“Tem que destruir a estrutura da membrana da célula”
Aluno 3 (turma 02)	“ Tem que amassar o morango para expor as células”
Aluno 4 (turma 02)	“O DNA fica dentro do núcleo”

Fonte: Elaborado pela autora (2024).

As respostas dadas são concepções alcançadas pelos alunos nas pesquisas e que foram exploradas em sala de aula. Foi fundamental que os alunos já estivessem com esses conceitos consolidados sobre a localização do DNA, o caráter negativo da molécula, a estrutura química das membranas celulares até mesmo para compreensão e materialização das etapas necessárias para extrair o DNA. Em seguida, cada grupo recebeu o roteiro impresso para orientá-los nas etapas de execução da prática. No entanto, dois grupos pediram permissão para a professora para fazer de forma diferente (protocolo alternativo de extração de DNA de morango - Anexo F). Foi concedido a eles adotarem outros procedimentos desde que respondessem aos questionamentos presentes no final do roteiro. Sobre a situação, a professora ainda completou incentivando os grupos ao mostrar o enriquecimento da

aprendizagem na adoção de outros procedimentos, e que no final seria comparado os resultados de todos os grupos.

Os procedimentos adotados foram simples, iniciou-se com a maceração dos frutos do morango, que seria em um cadinho, mas para facilitar foi sugerido por um grupo que fosse usado um saco plástico para amassar a fruta. A Figura 03 mostra imagens dos materiais utilizados para a execução da prática de extração de DNA .

Figura 03 – Materiais alternativos utilizados para a extração de DNA do morango.



Fonte: Elaborado pela autora (2024).

Nascimento *et al.* (2020) discorre que para facilitar que os estudantes compreendam e assimilem os conteúdos de genética, assim como a importância de se buscar estratégias que fomentem aprendizagens significativas neste campo, é oportuno que o docente promova a utilização de atividades práticas experimentais, confeccionadas com materiais de baixo custo, de fácil acesso e manuseio em sala de aula. A Figura 04 mostra imagens das etapas de extração de DNA.

Figura 04 – Etapas iniciais de extração do DNA do morango.



Fonte: Elaborado pela autora (2024).

Para a etapa de aquecimento da solução foi necessário fazer uma adaptação, onde um representante de cada grupo acompanhado por uma professora de apoio se dirigiram até a cantina da escola para fazer o procedimento de aquecer a solução. Enquanto isso, os demais integrantes do grupo discutiam e respondiam sobre os questionamentos presentes no relatório. No roteiro dos dois grupos que realizaram o experimento de forma alternativa não havia a etapa de aquecimento da solução.

Após a realização da atividade, os alunos ficaram empolgados em conseguir visualizar a formação do condensado de DNA nos experimentos e conseguiram retirar os filamentos de DNA com auxílio de um palito de madeira. Houve interação entre os grupos que passaram a comparar o resultado final entre os experimentos, trocaram ideias e observaram a quantidade e a aparência do DNA entre os grupos. Esta percepção vai de encontro com o resultado esperado da abordagem investigativa, que propicia oportunidades para que estudantes possam dialogar, pensar, criar, e ouvir uns aos outros, se apropriando de critérios utilizados pela ciência e tomando decisões coletivamente (Carvalho, 2018). Em consonância Gonçalves (2021), discorre sobre o potencial da metodologia de ensino investigativo em facilitar a aprendizagem, em especial das práticas experimentais como observado em sua pesquisa. A Figura 05 mostra imagens das etapas de extração de DNA com a imagem da solução final.

Figura 05 – Etapas finais de extração do DNA do morango



Fonte: Elaborado pela autora (2024).

O relatório realizado após a atividade prática foi importante para consolidar os conceitos, bem como instigar a busca de novas informações para explicar os fenômenos observados. Ao explicar o papel da maceração, detergente, sal de cozinha e álcool gelado exigiu dos alunos compreensão acerca da composição química do DNA e de sua interação com estruturas moleculares do meio.

A atividade prática, juntamente com o relatório permitiram que os alunos compreendessem que as células são rompidas por esmagamento. O lauril sulfato de sódio, presente no detergente, desestrutura as moléculas de lipídios presentes nas membranas. Os cátions (Na^+) do sal de cozinha (NaCl) neutralizam a carga negativa do DNA. O álcool gelado em ambiente salino faz com que as moléculas de DNA se aglutinem, formando uma massa filamentosa e esbranquiçada. O Quadro 07 apresenta as respostas dos grupos no relatório sobre a ação de alguns reagentes.

Quadro 07 – Transcrição das respostas sobre o papel dos reagentes utilizados na prática experimental

<p>Qual o papel do detergente?</p>	<p>“ É desestruturar as moléculas de lipídios das membranas biológicas.”</p> <p>“ Para romper a membrana e chegar no núcleo da célula onde fica o DNA”</p> <p>“ Sua função é para dissolver os lipídios da membrana plasmática.”</p> <p>“ O detergente rompe as camadas lipídicas (membranas).”</p> <p>“ Serve para dissolver a membrana.”</p> <p>“Romper a membrana plasmática.”</p> <p>“ Dissolver a membrana plasmática.”</p> <p>“ Para romper as barreiras das células.”</p> <p>“ Quebra os lipídios da membrana da célula.”</p>
<p>Qual o papel do sal de cozinha?</p> <p>Qual o papel do sal de cozinha?</p>	<p>“ Para equilibrar as cargas na solução.”</p> <p>“ Para o DNA não ser dissolvido.”</p> <p>“ Pela sua carga positiva serve para equilibrar a carga, a do DNA é negativa.”</p> <p>“ Não deixar dissolver as células que possui carga negativa, o sal contendo carga positiva.”</p> <p>“ Contribui com íons positivo que neutralizam a carga negativa.”</p> <p>“ Deixa as proteínas em solução (Equilibra a carga).”</p> <p>“Para equilibrar o DNA e ele não se dissolver.”</p> <p>“ Serve para equilibrar as cargas da solução.”</p> <p>“ Vai dar carga positiva que serve para equilibrar a carga.”</p>
<p>Qual o papel do álcool gelado?</p>	<p>“ Aglomerar as moléculas de DNA.”</p> <p>“Para juntar as moléculas de DNA.”</p> <p>“ Juntar o DNA disperso.”</p> <p>“ Ele aglomera as moléculas de DNA tornando possível vê-lo.”</p> <p>“ Serve para ligar o DNA”</p> <p>“ Serve para fazer a ligação do DNA (unir).”</p> <p>“ Para que tenha reagente.”</p> <p>“ Para que o DNA se condense dentro da solução.”</p>

“Serve para fazer a junção do DNA.”

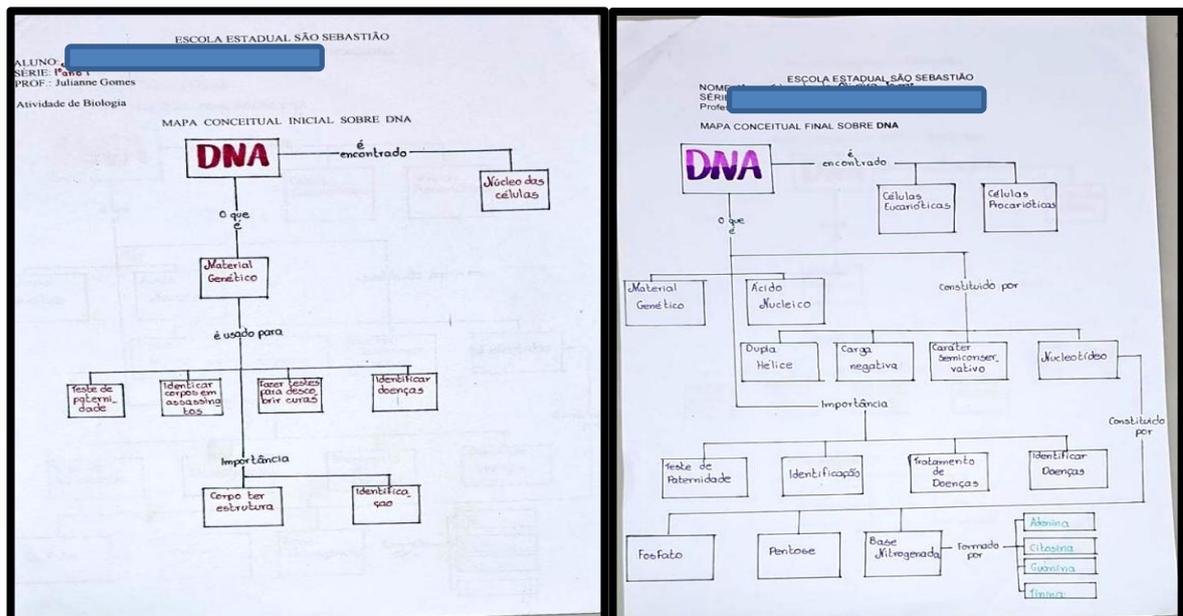
Fonte: Elaborado pela autora (2024).

Ainda que as respostas apresentadas são explicações mais simples, é possível verificar que os alunos colocaram em prática os conhecimentos adquiridos sobre o DNA de forma associativa com as etapas realizadas no experimento. A atividade também proporcionou melhor compreensão das interações da molécula com os outros compostos do organismo, assim como as condições básicas para sua estabilidade.

4.5 ATIVIDADE 5: CONSTRUÇÃO DO MAPA CONCEITUAL FINAL

Para finalizar, os alunos receberam os mapas conceituais que haviam construído no início da sequência didática para a partir deles construir uma nova versão, aprimorando ou corrigindo os conceitos que foram usados para responder os três questionamentos feitos inicialmente sobre o DNA. A Figura 06 mostra um mapa conceitual inicial e final construído por uma aluna.

Figura 06 – Exemplo de mapa conceitual inicial e final elaborado por uma aluna



Fonte: Elaborado pela autora (2024).

Foi avaliado na nova versão os mesmos critérios utilizados para a primeira, seguindo os parâmetros já descritos na metodologia deste trabalho. A partir dos resultados dos mapas conceituais finais (APÊNDICE E), foram obtidas as médias de acertos por critério conforme apresentado na Tabela 02.

Tabela 02 – Resultado da média de pontos nos mapas conceituais finais

RESULTADOS DOS MAPAS CONCEITUAIS FINAIS						
Crítérios	Conceito Principal	Conceito Secundário	Links	Hierarquias	Exemplos	Total de pontos
Média da pontuação obtida	3,2	4,5	4,8	2,2	3,3	21,3

Fonte: Elaborado pela autora (2024).

Diante do exposto no Tabela 02, foi possível verificar médias superiores as apresentadas no mapa inicial. O critério - Conceito principal - com 3,2 de média de pontuação no mapa conceitual final indica que os discentes conseguiram assimilar, compreender conceitos mais específicos referentes a composição química da molécula de DNA, assim como aspectos referentes à sua estrutura físico-química, já que nos mapas iniciais este critério não foi pontuado. É possível inferir que houve evolução no que se refere a aprendizagem dos conceitos específicos sobre a estrutura do DNA.

No critério - Conceito secundário - a média de 4,5 alcançada nos mapas finais superaram a média inicial (2,8), demonstrando que os discentes foram capazes de apresentar novos conceitos secundários aos mapas.

Os critérios - *Links* e *Hierarquias* - apresentaram médias de 4,8 e 2,2 respectivamente, resultados estes maiores que o inicial (3,7 e 1,8 respectivamente), demonstrando que os mapas conceituais finais estavam mais robustos, contendo novas hierarquias e conjuntos de *links*. A soma das médias dos critérios avaliados no mapa final foi de 21,3 pontos, e a soma das médias do mapa inicial foi de 10,0 pontos. A diferença entre eles indica que houve mudanças significativas na aprendizagem efetiva dos alunos.

Na perspectiva de reforçar esses dados e visualizar os resultados por aluno em uma escala de variação menor, foram realizados novos cálculos para transformar os pontos de cada mapa conceitual em notas de 0 a 10, utilizando-se regra de 3, considerando como valor máximo a maior pontuação obtida. As notas obtidas estão relacionadas a seguir (Tabela 03).

Serviram para análise de dados 39 mapas conceituais iniciais e 39 mapas conceituais finais. Os mapas conceituais que não apresentaram paridade, ou seja, não possuía uma das versões (inicial ou final) foram excluídos por não permitir comparações.

Tabela 03 – Análise comparativa das notas dos mapas conceituais iniciais e finais

MAPAS	NOTAS OBTIDAS		MAPAS	NOTAS OBTIDAS	
	MAPA CONCEITUAL INICIAL	MAPA CONCEITUAL FINAL		MAPA CONCEITUAL INICIAL	MAPA CONCEITUAL FINAL
MAPA 1	1,6	2,7	MAPA 21	3,0	8,0
MAPA 2	3,3	8,0	MAPA 22	3,0	7,7
MAPA 3	1,9	3,8	MAPA 23	3,6	5,8
MAPA 4	1,9	3,3	MAPA 24	4,4	6,9
MAPA 5	3,8	7,5	MAPA 25	3,8	6,1
MAPA 6	2,5	8,3	MAPA 26	1,6	2,7
MAPA 7	2,7	9,1	MAPA 27	3,8	10,0
MAPA 8	4,5	6,6	MAPA 28	1,6	5,5
MAPA 9	1,3	0,5	MAPA 29	2,2	8,0
MAPA 10	6,1	10,0	MAPA 30	3,6	6,3
MAPA 11	2,5	8,0	MAPA 31	0,8	3,8
MAPA 12	3,3	3,8	MAPA 32	3,6	4,4
MAPA 13	2,5	5,5	MAPA 33	2,5	4,1
MAPA 14	2,2	6,8	MAPA 34	2,2	2,5
MAPA 15	1,9	3,0	MAPA 35	2,2	6,6
MAPA 16	4,4	8,6	MAPA 36	3,0	5,0
MAPA 17	2,5	3,6	MAPA 37	5,0	6,9
MAPA 18	3,8	6,6	MAPA 38	1,3	7,2
MAPA 19	2,2	5,5	MAPA 39	2,2	6,1
MAPA 20	0,5	5,0	-	-	-

Fonte: Elaborado pela autora (2024).

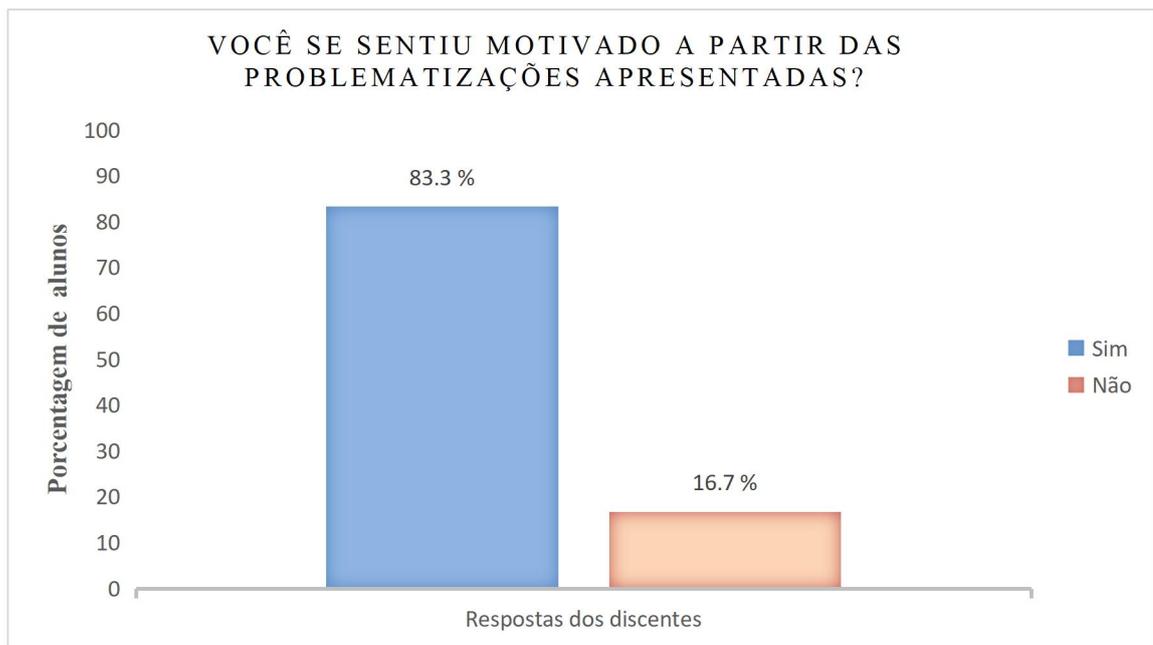
Serviram para análise de dados 39 mapas conceituais iniciais e 39 mapas conceituais finais. Os mapas conceituais que não apresentaram paridade, ou seja, não possuía uma das versões (inicial ou final) foram excluídos por não permitir comparações.

Para a análise dos dados foi utilizado o teste estatístico T de Student. As médias e os desvios padrões das notas dos mapas iniciais e finais foram $2,8 \pm 1,18$ e $5,9 \pm 2,20$, respectivamente com valor de $p \leq 0,05$. O resultado demonstra que as notas alcançadas pelos alunos nos mapas finais foram maiores que aquelas obtidas nos mapas iniciais. Esse resultado confirma que após a aplicação da sequência didática houve aumento de compreensão por parte dos alunos sobre o conteúdo de genética - estrutura de DNA.

4.6 RESULTADO DA AUTOAVALIAÇÃO

Com o intuito de quantificar e qualificar os resultados das opiniões avaliativas dos estudantes sobre a metodologia, foi proposto um questionário de autoavaliação contendo 07 questões (Anexo E). O conteúdo desta avaliação permitiu não só diagnosticar como os estudantes se auto avaliam após a aplicação da sequência didática proposta no estudo, mas também forneceu subsídio para que a professora reflita sobre sua prática e seu papel nesse processo. Os gráficos 01 a 06 apresentam os resultados obtidos referente ao questionário.

Gráfico 01 – Percepção dos estudantes sobre a metodologia empregada – Questão 01.

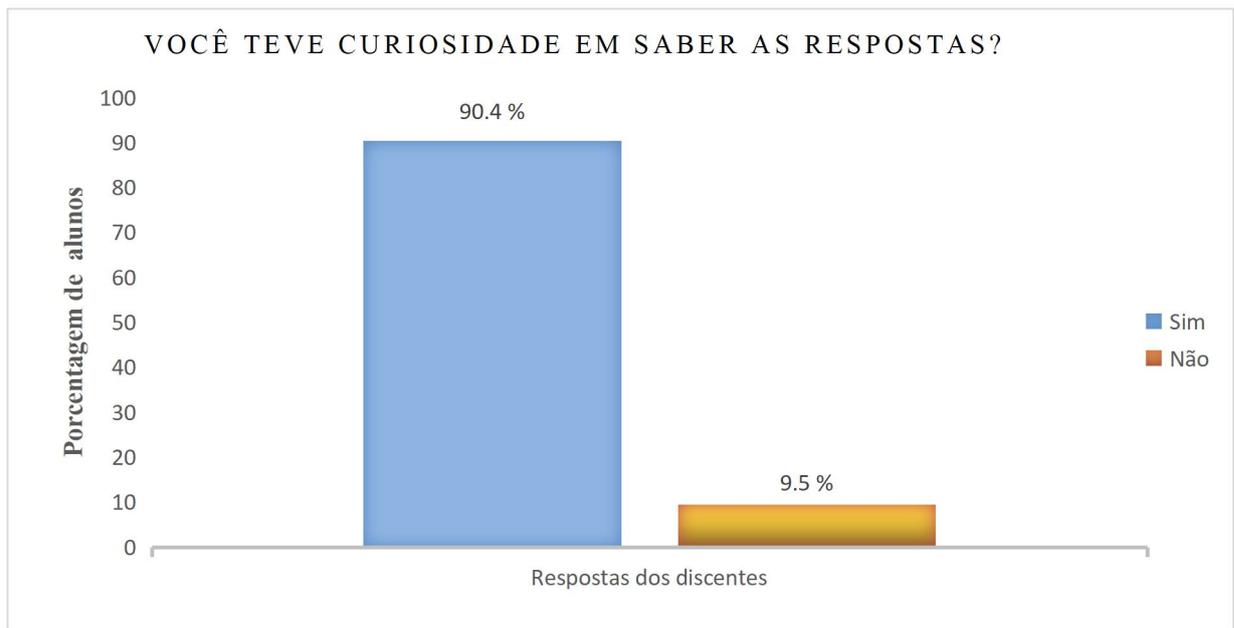


Fonte: Elaborado pela autora (2024).

O gráfico 01 mostrou que 83,3% dos alunos disseram se sentir motivados a partir das problematizações apresentadas, enquanto 16,7% responderam que não.

O gráfico 02 demonstra que a maioria dos alunos (90,4 %) tiveram curiosidade em saber as respostas dos questionamentos feitos.

Gráfico 02 – Percepção dos estudantes sobre a metodologia empregada – Questão 02.



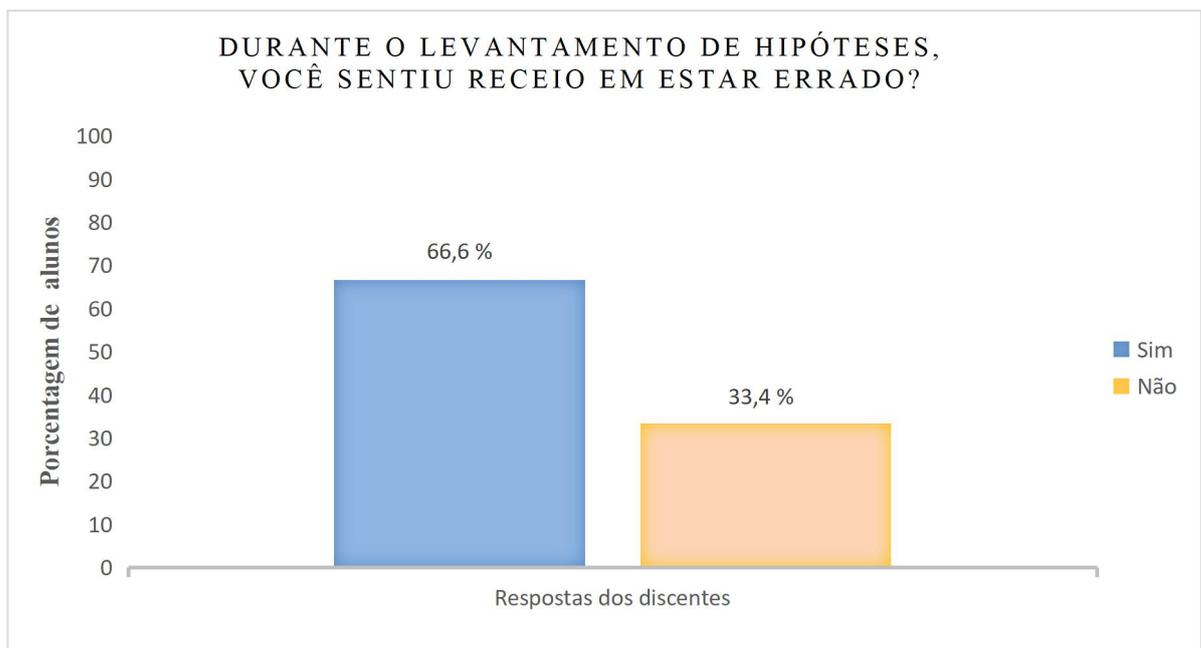
Fonte: Elaborado pela autora (2024).

Em relação às discussões em sala de aula referentes aos primeiros questionamentos feitos pela professora para toda a turma, alguns alunos manifestaram sua opinião prontamente, enquanto a maioria observava. Em alguns momentos, a professora citava nomes de alunos para incentivar a participação, mas como se tratava de um conhecimento que ainda estava sendo consolidado, muitos ficaram receosos em responder. Era muito comum falarem: _”Vou responder, mas não sei se está certo.”

O gráfico 03 demonstra como os alunos se sentiram diante das discussões iniciais. De acordo com o gráfico, observou-se que 66,7% dos alunos apresentaram receio de estar errados ao responder às perguntas e 33,3% dos alunos não apresentaram esse receio. Vale ressaltar que o resultado tem relação com aspectos da personalidade de cada aluno, onde uns são mais introvertidos, outros mais extrovertidos e com posturas de liderança nata.

Nessa perspectiva, cabe ao docente reconhecer e respeitar essas diferenças existentes e buscar formas diversificadas de envolver o aluno no processo de ensino-aprendizagem, para que o mesmo seja acolhedor e não excludente.

Gráfico 03 – Percepção dos estudantes sobre a metodologia empregada – Questão 03.



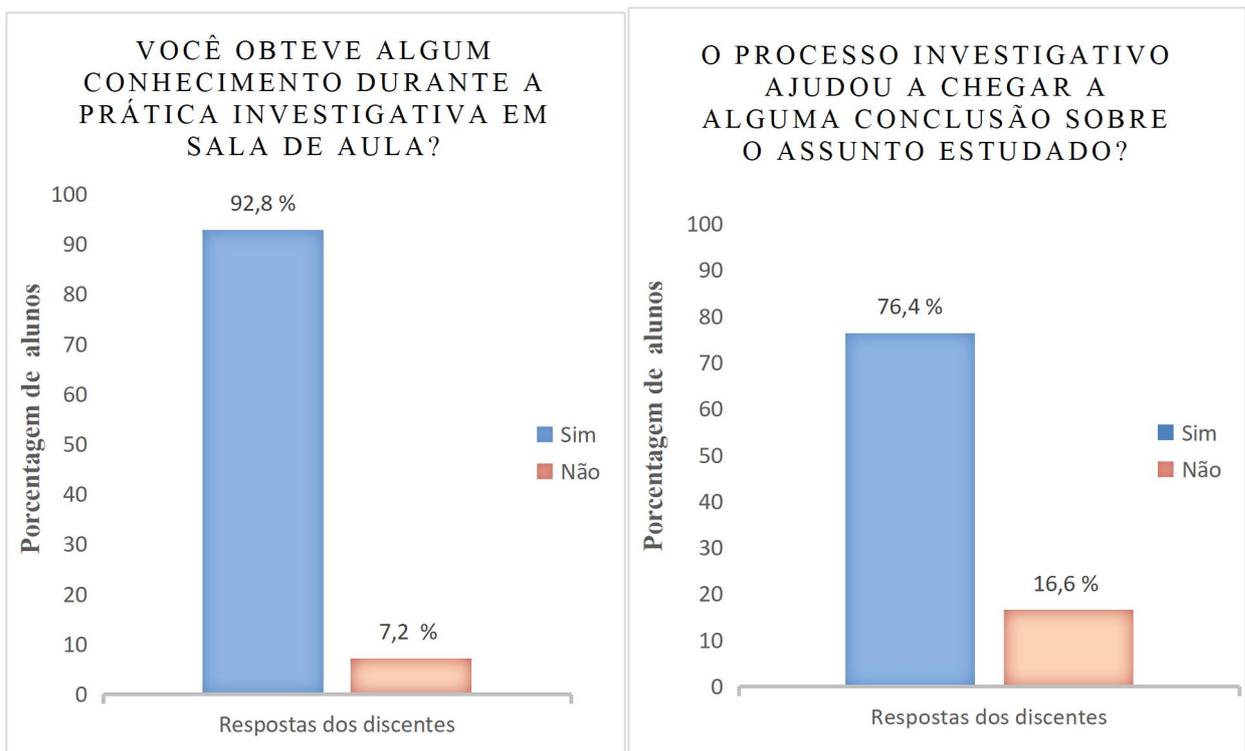
Fonte: Elaborado pela autora (2024).

No que tange a prática investigativa e sua contribuição para a aprendizagem dos discentes, os resultados da autoavaliação demonstraram favoráveis a essa metodologia como representado no gráfico 04 onde verificou-se que 92,8 % dos alunos alcançaram algum conhecimento na prática investigativa, enquanto 7,2 % relataram que não. Também foi possível inferir que o processo investigativo contribuiu para que a maioria dos alunos chegassem a alguma conclusão sobre o assunto abordado. De acordo com a autoavaliação em torno de 76,4 % dos discentes indicaram essa contribuição, enquanto em torno de 16,6 % marcaram que o processo investigativo não ajudou a chegar a alguma conclusão sobre o assunto estudado.

Como destacado por *Morais et al. (2021)* através do ensino por investigação os discentes constroem questões, elaboram hipóteses, analisam evidências, tiram conclusões, comunicam resultados. Nessa perspectiva, a aprendizagem transcende a mera execução de certo tipo de tarefas, tornando-se uma oportunidade para desenvolver novas compreensões, significados e conhecimentos do conteúdo ensinado.

Em seu trabalho, Cezana e Silva (2022) discorrem que quando a prática experimental é conduzida de forma exploratória, instigando o pensamento crítico dos alunos, ela tem potencial para que desenvolvam habilidades de diferentes níveis de complexidade como a observação, a descrição, a análise, a argumentação e a síntese que são fundamentais para o processo investigativo.

Gráfico 04 – Percepção dos estudantes sobre a metodologia empregada – Questão 04 e 05.



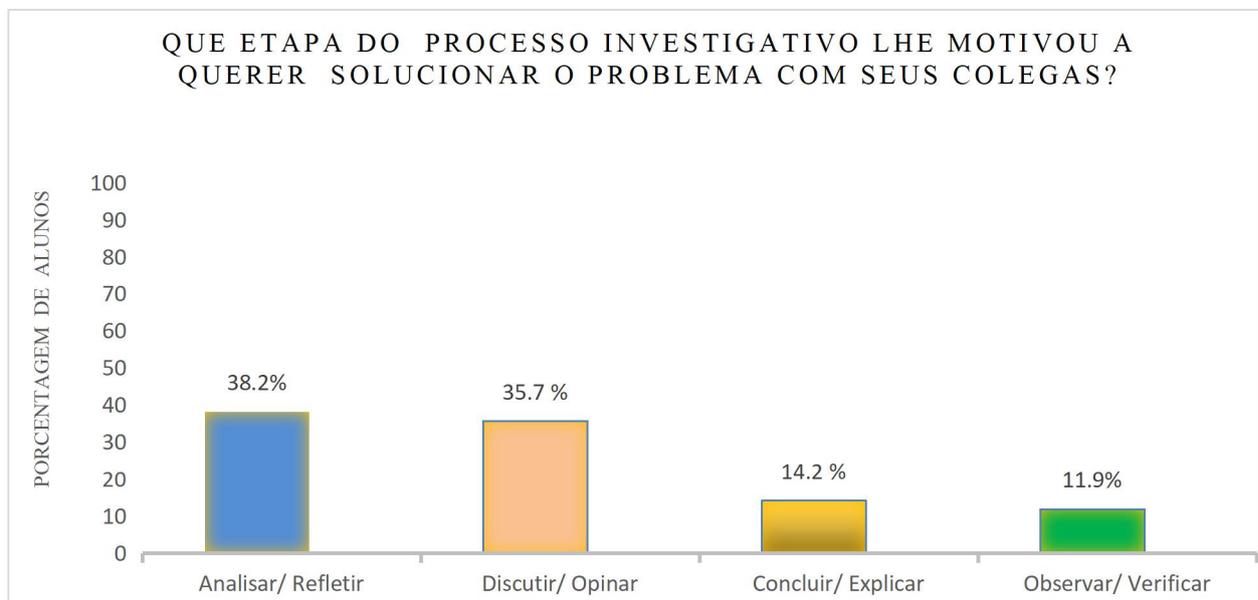
Fonte: Elaborado pela autora (2024).

Em relação às diferentes habilidades intelectuais que o processo investigativo contempla em suas etapas, foi perguntado no questionário quais delas mais motivou o discente, os resultados apresentados no gráfico 05 apontam as respostas dos alunos. Como exposto no gráfico, 38,2% dos alunos consideraram que analisar/ refletir foi o que mais motivou em solucionar o problema, enquanto 35,7% dos discentes apontaram para discutir/ opinar, verifica-se que esses dois primeiros itens juntos foram os mais motivadores entre a maioria dos alunos. Enquanto uma porcentagem menor, 14,2% dos estudantes disseram que concluir/ explicar e 11,9% afirmaram que observar/ verificar foram os pontos que os motivou a solucionar o problema.

De acordo com a metodologia empregada pode-se inferir que os alunos que

consideraram analisar/ refletir como o principal motivador para a solução de problemas estiveram atentos as etapas da 1ª e 2ª aulas que abordaram a sondagem do conhecimento prévio e a fase de orientação, respectivamente. Os estudantes que responderam discutir/ opinar relacionaram com a fase da conceituação como a mais motivadora, pois nesta fase os discentes puderam compartilhar suas hipóteses; enquanto os que escolheram observar/ verificar consideraram a fase da investigação como a mais instigante, onde puderam testar e observar os resultados de acordo com a proposta da aula prática. Já a escolha da etapa concluir/ explicar está alinhada com a última fase do ciclo investigativo, a fase da conclusão, e a sondagem da aprendizagem.

Gráfico 05 – Percepção dos estudantes sobre a metodologia empregada – Questão 06



Fonte: Elaborado pela autora (2024).

Por fim, a última questão visou estabelecer um parâmetro de comparação da contribuição na aprendizagem entre as estratégias de abordagem investigativa e o ensino tradicional. O gráfico 06 mostrou que mais de 97% dos alunos afirmaram que a metodologia investigativa contribuiu mais com a aprendizagem do que o ensino tradicional, enquanto menos de 3% contrapôs.

Dantas (2018), argumenta que o modelo tradicional de aulas baseado apenas em lousa e livros ou textos avulsos não se sustenta numa sociedade na qual os sujeitos estão reinventando as formas de interagir, aprender/ensinar e se comunicar. Contudo, vale ressaltar

que a metodologia tradicional não determina a negação da aprendizagem, visto que a mesma ainda é muito utilizada e tem seu valor para o ensino.

Gráfico 06 – Percepção dos estudantes sobre a metodologia empregada – Questão 07



Fonte: Elaborado pela autora (2024).

A sequência didática proposta demonstra a importância do docente inovar na sua didática, ao passo que, reconhece e valoriza a prática tradicional. O ensino por investigação cumpriu com seu propósito de motivar, promover a autonomia dos discentes, no entanto, foi verificado neste trabalho, a necessidade de se integrar a prática tradicional para cobrir lacunas de aprendizagem não consolidadas por alguns alunos. Discentes que apresentam dificuldades básicas como leitura e interpretação de texto, dificilmente conseguirão processar com clareza as informações, menos ainda construir com autonomia modelos explicativos ou argumentos consistentes. Portanto, a cooperação entre as duas abordagens de ensino, investigativo e tradicional, se faz necessário para alcançar mais satisfatoriamente a aprendizagem de todos os alunos.

5 CONCLUSÃO

A sequência didática aplicada visou promover aprendizagens significativas, vinculando o conteúdo de genética a situações do cotidiano, com uma abordagem de ensino que buscou incentivar e valorizar o protagonismo dos estudantes, que ao vivenciarem as metodologias propostas apresentaram maior interesse e participação.

As problematizações foram fundamentais, pois a partir delas estimulou-se a curiosidade dos discentes, requisito indispensável para a construção do conhecimento científico.

A prática experimental com uma abordagem investigativa foi exitosa, pois permitiu fixar os conceitos aprendidos pelos discentes, assim como instigou que explorassem novos conhecimentos para explicar os fenômenos observados. A escolha da avaliação quantitativa por meio de mapas conceituais foi eficiente para avaliar se a aprendizagem foi potencializada após a aplicação das metodologias.

Assim, pode-se concluir que a sequência didática proposta neste estudo demonstrou melhorias na participação, no interesse e no conhecimento de genética – estrutura do DNA.

REFERÊNCIAS

ARAUJO, A. M.; MENEZES, C. S. ; CURY, D. Um ambiente integrado para apoiar a avaliação da aprendizagem baseado em mapas conceituais, **In: Anais do XIII Simpósio Brasileiro de Informática na Educação**. 2002.

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

CARVALHO, A. M. P. de. Fundamentos teóricos e metodológicos do Ensino por Investigação. *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*, v. 18, n. 3, p. 765–794, 2018.

CAVALCANTI, C. A. G. **Construção e utilização de modelos didáticos no ensino de genética molecular na perspectiva interacionista**. 2019. 132 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Biologia em Rede Nacional) – Instituto de Ciências Biológicas e da Saúde, Programa de Pós Graduação em Ciências Biológicas e da Saúde, Universidade Federal de Alagoas, Maceió, 2019.

CEZANA, N. A. O.; SILVA, M. Utilização de sequência didática com metodologias ativas como proposta para o ensino de genética. **Pesquisa, Sociedade e Desenvolvimento**, [S. l.], v. 15, p. e563111537385, 2022.

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

FRANZOLIN, F.; PROCHAZKA, L. de S.; DE PIETRI, A. P. Z. S.; CARVALHO, G. S. de. Complexidade genética e a expressão da cor da pele, cor dos olhos e estatura humana: Transposição didática. **Investigações em Ensino de Ciências**, [S. l.], v. 25, n. 1, p. 239–261, 2020.

GATTI, B. A.; ANDRÉ, M. A relevância dos métodos de pesquisa qualitativa em educação no Brasil. **In: WELLER, W.; PFAFF, N. (Orgs.). Metodologias da pesquisa qualitativa em Educação: teoria e prática**. 2. ed. Petrópolis: Vozes, p. 29-38, 2011.

GONÇALVES, T. M. A guerra imunológica das células contra os patógenos: a proposta de um modelo didático tridimensional de baixo custo para simulação da resposta imune celular mediada por linfócitos T CD8+. **Brazilian Journal of Development**, v. 7, n 1, p. 4.854-4.860, 2021.

GRIFFITHS, A. J. F.; WESSLER, S.R.; CARROLL, S. B.; DOEBLEY, J. O surgimento da Genética. **In: GRIFFITHS, A. J. F.; WESSLER, S.R.; CARROLL, S. B.; DOEBLEY, J. Introdução à Genética**. 11. ed. – Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2016. p. 42-62.

LIMA, M. M. de O.; CARDOSO, T. C. ; SANTOS FILHO, F. S. .; MARTINS, F. A.; ALMEIDA, P. M. de . Practical Biology activities: an Investigative Teaching Sequence about the Cell Cycle. **Research, Society and Development**, [S. l.], v. 9, n. 9, p. e611997801, 2020.

MARTINS, R. L. C.; VERDEAUX, M. D. F. D. S.; SOUSA, C. M. S. G. D. A utilização de diagramas conceituais no ensino de física em nível médio: um estudo em conteúdos de ondulatória, acústica e óptica. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, [S. l.], v. 31, n. 3, p. 3401.1-3401.12, 2009.

MELVILLE, W.; FAZIO, X.; BARTLEY, A.; JONES, D. Experience and reflection: preservice science teachers' capacity for teaching inquiry. **Journal of Science Teacher Education**, [S. l.], v.19, n.5, 2008, p.477-94,.

MINAS GERAIS. SECRETARIA DE ESTADO DE EDUCAÇÃO DE MINAS GERAIS. **Proposta Curricular: Conteúdo Básico Comum - Biologia**, Belo Horizonte, 2007.

MORAIS, G. H. de. A importância do uso de modelos didáticos no ensino de citologia. **Anais IV CONEDU**, Campina Grande: Realize Editora, 2017.

MORAIS, V. R. A; LAGE, A. J. F. ;FERNANDES, A. J.; TOLEDO, M. M. **Práticas para o ensino de Ciências por investigação**. Uberlândia : Culturatrix, 2021. E-book.

NASCIMENTO, R. G. *et al.* Prática lúdica 'DNA recombinante' e sua influência na percepção e no conhecimento de estudantes sobre biotecnologia e enzimas de restrição. **Experiências em Ensino de Ciências**, [S. l.], v.15, n. 20, p. 262-282, 2020.

NELSON, D. L.; COX, M. M. Fundamentos Genéticos. In: NELSON, D. L.; COX, M. M. **Princípios de Bioquímica de Lehninger**. 6. ed. Porto Alegre : Artmed, 2014. p. 29-32.

PEDASTE, M.; MÄEOTS, M.; SIIMAN, L. A.; JONG, T. de; RIESEN, S. A. N. V.; KAMP, E. T. MANOLI, C. C.; ZACHARIA, Z. C.; TSOURLIDAKI, E. Phases of inquiry-based learning: Definitions and the inquiry cycle. **Educational Research Review**, [S. l.], v. 14, p. 47-61, 2015.

PIERCE, B. A. Introdução à Genética. In: PIERCE, B. A. **Genética: um enfoque conceitual**, 5. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2016. p. 35-49.

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

SHEID, N. M. J.; FERRARI, N. ; DELIZOICOV, D. A construção coletiva do conhecimento científico sobre a estrutura do DNA. **Ciência educação**, Bauru , v. 11, n. 02, p. 223-233, ago. 2005 .

SNUSTAD, D. P.; SIMMONS, M. J. Ciência da Genética. In: SNUSTAD, D. P.; SIMMONS, M. J. **Fundamentos de genética**, 7. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2017. p. 21-41.

TEMP, D. S. **Genética e suas aplicações: identificando o tema em diferentes contextos educacionais**. Tese (Doutorado em Educação em Ciências – Química da Vida e Saúde) –

Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria – RS, 2014.

PRODUTO

O produto desta pesquisa é uma sequência didática investigativa, composta por um plano de aula executável em 5 aulas de biologia referentes à Genética - estrutura do DNA. A estrutura do produto está disponível neste trabalho na forma de um manual contendo as orientações sobre as atividades a serem desenvolvidas, os textos problematizadores e o roteiro para auxiliar o docente na condução da atividade prática extração de DNA do morango de forma investigativa.

Diante do exposto, recomendamos que este manual possa ser usado por professores de Biologia do Ensino Médio como sugestão de prática exitosa para o ensino de genética.

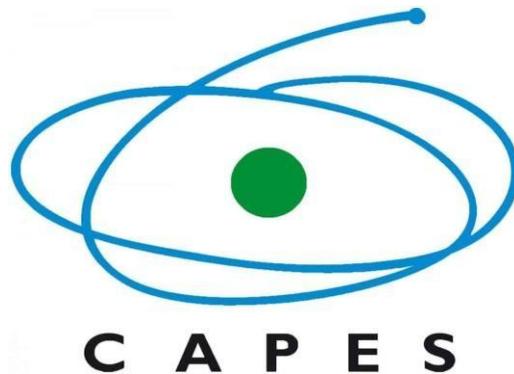
MANUAL DE AULA

**DNA: Uma abordagem teórico/ prática
como facilitador da aprendizagem de genética
para o ensino médio.**

**D^{ra} MICHELLE B. M. PEREIRA ANTUNES
MESTRANDA JULIANNE GOMES DOS SANTOS**

Esta Sequência Didática é o produto da dissertação de mestrado apresentada ao Mestrado Profissional em Ensino de Biologia (PROFBIO) pela mestranda Julianne Gomes dos Santos sob a orientação da Professora D^{ra}Michelle Bueno de Moura Pereira Antunes.

Apoio:



Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior(CAPES) - Brasil - Código de Financiamento 001.



APRESENTAÇÃO

Caros educadores,

No contexto das aprendizagens de biologia, o ensino de genética constitui um tópico de estudo fundamental, mas desafiador, visto que, apresenta um vocabulário específico, rico em termos técnicos de difícil pronúncia ou assimilação aumentando a dificuldade dos discentes na compreensão do tema. Somado a isso, Franzolin *et al.* (2020) destaca a abordagem do tema nos livros didáticos que, geralmente, estão distantes da realidade dos estudantes e apresentados em conteúdos didáticos de forma abstrata e sem contextualização, o que dificulta alcançar índices satisfatórios de aprendizagem. Franco (2021) discorre da necessidade de inovar, pois a sociedade de hoje nos impõe demandas que não existiam ontem e que o ensino de forma restrita e estática não se justifica justamente em um momento histórico em que a ciência se faz muito presente nas relações sociais. Sendo assim, o uso de novas metodologias de ensino, baseadas em um trabalho que permita ao aluno aprender, construir o seu próprio conhecimento e adquirir um pensamento crítico, faz-se necessário.

Diante da necessidade de superar estes desafios é que este manual apresenta uma sequência didática investigativa como sugestão ao docente de biologia para facilitar o ensino de genética - estrutura do DNA. A proposta deste trabalho pode ser desenvolvida em 5 aulas interruptas de biologia, cada aula e sua atividade a ser realizada está detalhada indicando o que compete ao docente e ao aluno executar.

A SDI é composta por um conjunto de atividades que visa promover a construção de uma aprendizagem de genética significativa através de uma abordagem que contextualiza o tema e incentiva a participação ativa do discente. Também conta com uma sugestão de aula prática experimental propondo um roteiro simples, com materiais alternativos, aplicável a qualquer realidade escolar, inclusive daquelas escolas que não possuem laboratório ou vidrarias, podendo ser realizado até mesmo dentro da sala de aula. Para avaliação é sugerido um método inovador capaz de auxiliar na determinação do conhecimento prévio do aluno e posteriormente avaliar mudanças em sua estrutura cognitiva durante o processo de aprendizagem.

As autoras.

SEQUÊNCIA DIDÁTICA

1ª aula

Para esta primeira proposta de atividade é recomendado que o docente certifique que os alunos tenham o conhecimento sobre como construir mapas conceituais ou que possa orientá-los a respeito previamente para bom andamento da proposta.

O docente irá expor os objetivos da aula para os alunos e após propor que expressem seus conhecimentos sobre genética – estrutura de DNA através da construção de um mapa conceitual inicial em uma folha A4. Para a elaboração do mapa conceitual, será levantado alguns questionamentos aos alunos, como: a) O que significa DNA? b) Como é a sua estrutura? c) Qual a sua importância para a célula? Os discentes deverão contemplar esses questionamentos no mapa conceitual.

Após a elaboração do mapas conceituais pela classe, o docente irá recolhê-los e realizar uma explicação no quadro sobre os principais conceitos referentes a estrutura do DNA, abordando os aspectos físico-químicos da molécula de DNA, assim como a estrutura e a organização espacial da molécula. Em seguida, como atividade a ser realizada em casa, o docente irá solicitar que os alunos realizem a leitura de livros didáticos e busca em páginas da internet sobre o tema.

Como sugestão de correção dos mapas conceituais seguir os critérios do quadro disponibilizados no material de apoio deste manual.

2ª aula

Na segunda aula, o docente irá verificar a atividade realizada em casa pelos alunos, por meio de uma sondagem das informações obtidas nas pesquisas. Em seguida, para engajar, contextualizar e explorar os conhecimentos sobre estrutura do DNA, os discentes deverão formar grupos, onde cada grupo receberá um texto retratando uma situação-problema da vida real envolvendo a molécula de DNA (textos disponíveis no material de apoio). As situações-problemas abordadas nos textos serão analisadas pelo grupo que apresentarão possíveis estratégias para solucioná-las. Sugerimos o tempo de 20 minutos para essa análise.

Em seguida, será proposto um momento de plenária para que os grupos compartilhem com a classe a possível solução para a problemática apresentada no texto. Em seguida, o

docente deverá levantar os seguintes questionamentos sobre os procedimentos de extração dessa estrutura hereditária.

1. Como é feito o processo de extração de DNA de qualquer material biológico?
2. Como extrair o DNA da célula?
3. Como é a estrutura das membranas biológicas?
4. O DNA se apresenta em solução com outras moléculas biológicas (proteínas, lipídeos e carboidratos). O que fazer para obter apenas o DNA?
5. Uma vez separado das demais estruturas orgânicas, como extrair o DNA da solução?

A atividade acontecerá inicialmente em sala de aula e será finalizada de maneira assíncrona. Os grupos deverão realizar pesquisas bibliográficas (sugeridas pelo docente) para responder as perguntas levantadas em sala de aula. Na aula seguinte, cada grupo irá apresentar as soluções para estes questionamentos.

3ª aula

Os grupos apresentarão cada situação problema com as possíveis soluções, tendo como base as pesquisas bibliográficas e as respostas para as perguntas que foram determinadas na aula anterior. O docente fará as intervenções necessárias para conceitos ou explicações erradas, e se houver a necessidade de complementação das respostas, será solicitado o auxílio de outros grupos, até que as respostas dadas estejam corretas e completas. Após a explanação de cada grupo, será proposto uma atividade prática - extração de DNA de morango para a próxima aula. Para a atividade, deverá ser solicitado aos alunos que expressem sugestões de como o experimento poderá ser realizado e as etapas necessárias para a extração de DNA. Deverá ser permitido que os discentes aprofundem sobre o assunto por meio de pesquisas bibliográficas realizadas em casa. Desta forma, além de incentivar a busca por conhecimento estará integrando-os no processo de ensino- aprendizagem.

4ª aula

A atividade prática – extração de DNA do morango – acontecerá em grupo. Inicialmente os alunos apresentarão suas sugestões de como realizar os procedimentos. Em seguida, será entregue a eles o roteiro de aula experimental (disponíveis no material de apoio) com todas as etapas problematizadas. Ao final, cada grupo compartilhará seus resultados e as respostas dadas nas discussões sobre as etapas da atividade prática conforme proposto no

roteiro. Recomendamos ao docente que prepare o material necessário para a atividade prática ou que solicite aos alunos com antecedência.

5ª aula

Na última aula, o docente solicitará a reconstrução dos mapas conceituais aprimorando sua organização e conceitos abordados para efeito comparativo. O mapa inicial será devolvido aos alunos para que os mesmos elaborem os novos mapas conceituais. Também será disponibilizado aos alunos questionário avaliativo (disponíveis no material de apoio) sobre as atividades propostas nesta sequência didática.

MATERIAL DE APOIO

❖ Quadro de Pontuação para mapas conceituais

CRITÉRIOS AVALIATIVOS	PONTUAÇÃO
Conceitos principais (Conceitos específicos sobre a estrutura e constituição química da molécula de DNA).	2 pontos (cada)
Conceitos secundários (Conceitos generalizados como a localização do DNA nos seres vivos, função e importância da molécula).	1 ponto (cada)
Número de links entre os conceitos e Links Cruzados (Avalia a quantidade de vínculos ou ligação de um conceito ao outro válidos)	1 ponto (cada)
Erros conceituais (Conceitos incorretos ou sem relação com o tema)	-1 ponto (cada)
Hierarquias (Avalia a construção lógica das informações obedecendo a hierarquia entre conceitos mais amplos e específicos)	1 ponto (cada)
Exemplos (Pontua cada exemplo válido)	1 ponto (cada)

Fonte: Adaptada de Araújo, Menezes e Cury (2002) e Martins, Verdeaux e Sousa (2009).

❖ Textos problematizadores

Texto 1

Leia o texto e responda:

Mais de três anos após tragédia, bombeiros encontram ossada em área de buscas em Brumadinho. Seis vítimas do rompimento da barragem seguem desaparecidas.

Por Camila Falabela e Rafaela Mansur, g1 Minas — Belo

Horizonte 03/05/2022 06h54 Atualizado há 4 meses

Três anos e três meses depois do rompimento da barragem da Vale em Brumadinho, o Corpo de Bombeiros localizou uma ossada com aproximadamente 40 segmentos (estruturas corporais) na área de buscas.

"Em meio à atuação de maquinário, foi identificado um segmento. Então, todos os esforços foram destinados para esse local, encontrando uma ossada com aproximadamente 40 segmentos. Daremos continuidade aos trabalhos nos próximos dias buscando novos encontros", afirmou o tenente Sandro Aloísio Matilde Júnior, do Corpo de Bombeiros.

Ainda não é possível afirmar que os segmentos encontrados são de uma vítima não identificada, mas, de acordo com os bombeiros, "considerando a relevância e características do material, já encaminhado para a perícia, há boas possibilidades de eventual nova identificação".

Fonte: <https://g1.globo.com/mg/minas-gerais/noticia/2022/05/03/mais-de-tres-anos-apos-tragedia-bombeiros-encontram-ossada-em-area-de-buscas-em-brumadinho.ghtml>

Questionamento: Como identificar a ossada e os segmentos encontrados?

Texto 2

Leia o texto e responda:

Mães suspeitam que bebês foram trocados em hospital de Goiás.

por: **SBT News** 28/01/2022 às 23:50

Duas mães de Goiás vivem um drama desde o fim do ano passado. A suspeita é que os filhos recém-nascidos tenham sido trocados no hospital.

A angústia para as famílias já dura um mês. Os dois meninos nasceram no dia 29 de dezembro de 2021, no Hospital São Silvestre, em Aparecida de Goiânia.

A suspeita da troca de bebês foi levantada por uma das mães que, ao deixar o

hospital, percebeu que na pulseirinha que o recém-nascido carregava o nome não era o do filho dela.

Juciara conta que foi comunicada pelo hospital sobre a possibilidade da troca quando ainda estava internada, após dar à luz, mas teria sido orientada a levar a criança para a casa depois da alta, mesmo sem o esclarecimento do caso.

"Eles disseram que era uma troca de pulseira na hora que foi feito o teste do pezinho. Quando surgiu essa dúvida, eu só queria acreditar que fosse só essa troca de pulseira, né?", conta a mãe.

A unidade admite que houve quebra de protocolo no atendimento e disse que apura os fatos. Funcionários já foram afastados. As famílias ainda não sabem se vão destrocar os bebês. "Não é um objeto pra chegar e só trocar, só eu pegar o meu e ela pegar o dela. Não é assim. A gente já se apegou, eu já amo essa criança. Vou querer saber sim se o que está lá é o meu mesmo, vai que a gente não sabe, né?".

A Polícia Civil informou que após os depoimentos das mães e da direção do hospital, a investigação deve apontar os possíveis responsáveis pelo erro.

Fonte: <https://www.sbtnews.com.br/noticia/sbt-brasil/195130-maes-suspeitam-que-bebes-foram-trocados-em-hospital-de-goias>

Questionamento: Nessa situação, o que poderá ser feito para solucionar as suspeitas de troca de bebês?

Texto 3

Leia o texto e responda:

Marta e Carlos se casaram em janeiro 2022 e de acordo com o planejamento familiar desse casal, é desejo deles conceber um filho no ano seguinte. Contudo, o casal demonstra preocupação uma vez que, tanto a família de Carlos, quanto de Marta, possui histórico de doenças monogênicas em parentes próximos. Diante desse fato, o casal queria saber se existe algum

recurso que possa identificar a margem de risco de terem um filho com alguma doença genética?

Fonte: *própria autora*

Questionamento: O que poderá ser feito para que o casal tenha o planejamento familiar mais seguro?

Texto 4

Leia o texto e responda:

Ossada encontrada em chaminé nos EUA pode ser de brasileira.

10 mai2022- 15h11 (atualizado às 15h35)

Uma ossada encontrada dentro de uma chaminé em Boston, nos EUA, pode ser de uma mulher brasileira. O assassinato aconteceu há 17 anos e a vítima tem parentesco com um padre, residente no estado de Goiás.

O caso começou a ser investigado em 2005 quando o zelador do prédio que fica na capital de Massachusetts, Eric Speller, encontrou o corpo na chaminé. "Logo que eu comecei a trabalhar aqui, eu percebi que precisávamos limpar a chaminé. Aí contratei uma empresa para fazer o serviço. Quando abriram o acesso à chaminé, uma mão caiu para fora", disse Speller em entrevista ao Fantástico, da TV Globo.

Na ocasião, policiais fizeram várias análises e concluíram que o assassinato ocorreu três anos antes. Paul Donovan, ex-chefe de investigações da polícia de Boston, explicou que pensou que os ossos encontrados eram de animais. — "Acontece o tempo todo. Mas nesse caso era um esqueleto humano, de um corpo que não havia simplesmente sido colocado ali, mas cuidadosamente escondido".

Até agora a identidade da vítima não foi revelada, mas os exames realizados na ossada apontam que é de uma mulher entre 25 e 35 anos, com cabelos escuros e que possivelmente já tinha tido um parto, conforme características dos ossos da bacia. Uma prótese também foi encontrada, e segundo os peritos, o material usado em sua fabricação é de origem brasileira. Autoridades consideraram as evidências insuficientes para a continuação das investigações

Por isso, o caso ficou arquivado por anos. Em 2019, novas pistas relacionadas à ancestralidade da mulher vieram à tona. As amostras indicaram a ligação da vítima com o padre Murah Peixoto Vaz, de Cumari, em Goiás.

Fonte: <https://www.terra.com.br/noticias/ossada-encontrada-em-chamine-nos-eua-pode-ser-de-brasileira,6e9cb09dd21d7738377e016b608f4a5dga78c4d3.html>

Questionamento: Novas pistas relacionadas à ancestralidade da mulher vieram à tona. O que seriam essas novas pistas?

Texto 5

Leia o texto e responda:

... assassinato de menina nos EUA 32 anos após crime é desvendado .

O mistério da agressão sexual, seguida de homicídio de uma adolescente americana em 1986 foi resolvido 32 anos depois graças à técnica inovadora da genealogia genética, anunciaram autoridades do estado de Washington.

Um homem de 66 anos, Gary Hartman, foi detido na quarta-feira e enviado para a prisão. Ele deve se apresentar na segunda para ser notificado dos crimes de que é acusado neste caso que comoveu a cidade de Tacoma, no extremo noroeste dos Estados Unidos. Em 26 de março de 1986, Michella Welch, de 12 anos, desapareceu enquanto brincava com suas duas irmãs em um parque público da cidade. Um cão da polícia encontrou seu corpo horas depois, abandonado em uma sarjeta.

Doze anos depois, a técnica da genealogia genética, que recorre às bases de dados e arquivos genealógicos que incluem pessoas que tenham tentado conhecer sua ascendência, permitiu que a investigação chegasse a bom termo. Graças a esta técnica foi possível isolar os perfis de dois irmãos, cuja idade e local de residência em 1986 os transformaram em possíveis suspeitos. Ambos foram postos sob vigilância. Gary Hartman foi recentemente comer em um restaurante sem saber que seu vizinho de mesa era um inspetor de polícia. Um dos guardanapos de papel que ele usou foi coletado pelo agente, que o enviou a um laboratório.

Fonte: <https://noticias.uol.com.br/ultimas-noticias/afp/2018/06/23/genealogia-genetica-esclarece-crime-nos-eua.htm>

Questionamento: Qual evidência se pretendia ter com a coleta do guardanapo de papel usado pelo suspeito?

❖ Roteiro - Experimento: extração de DNA do morango

EXPERIMENTO: EXTRAÇÃO DO DNA DO MORANGO (*Fragaria vesca*)

● Fundamentação teórica:

O morangueiro é uma planta que apresenta poliploidia, em geral, quanto mais cópias do seu genoma, maiores são os frutos, portanto, os morangos poliploides possuem muito DNA. Por isso, é um fruto muito interessante de se analisar o DNA.

● Objetivo:

Facilitar a compreensão de conceitos relacionados à molécula de DNA.

● Conteúdo abordado:

Genética (estrutura e função dos ácidos nucleicos)

● Habilidades

Desenvolver no aluno a prática de atividades experimentais científicas, além de formular hipóteses e explicar os resultados obtidos.

Roteiro experimental de Extração do DNA do Morango

A extração de DNA de células eucarióticas consta fundamentalmente em três etapas:

1. ruptura das células para liberação dos núcleos;
2. desmembramento dos cromossomos em seus componentes básicos: DNA e proteínas;
3. separação do DNA dos demais componentes celulares.

✓ *Materiais:*

- 2 morangos maduros
- 1 faca de cozinha
- 1 colher de chá
- 1 colher de sopa
- 2 copos de vidro
- 1 peneira pequena
- 1 panela pequena
- 1 palito de madeira
- 1 coador de café

✓ *Reagentes:*

- Detergente incolor
- Sal de cozinha
- Álcool
- Água
- Gelo
- Fonte de calor (bico de Bunsen, fogareiro ou lamparina a álcool).

● Procedimentos:

1. Amasse os morangos, sem os cabinhos (pedúnculos) e as folhas, no cadinho.
2. Coloque quatro colheres de sopa de detergente e uma colher de chá de sal em um copo cheio de água até a metade, mexer até os componentes se dissolverem completamente.
3. Coloque o morango picado no copo com essa solução e leve-o ao banho- maria por cerca de 15 minutos, utilizando a panela e a fonte de calor.
4. Retire a mistura do banho-maria e esfrie- a rapidamente, colocando o copo no gelo durante 5 minutos
5. Coe a mistura no coador de café, recolhendo o filtrado no outro copo limpo.
6. adicione ao filtrado cerca de meio copo de álcool gelado, deixando escorrer vagarosamente pela borda, formando- se duas fases: a superior, alcoólica, e a inferior, aquosa.
7. Mergulhe o bastão e, com movimentos circulares, misture as fases.

● Resultado esperado:

Formam – se fios esbranquiçados, que são aglomerados de moléculas de DNA . Com o palito é possível —pescar o DNA, ou mesmo utilizando um bastão de vidro, pois o DNA se adere facilmente ao vidro.

● Discussão:

Nesse ensaio, as células são lisadas por esmagamento, liberando todo o conteúdo celular. Os íons positivos (Na^+) do NaCl neutralizam a carga negativa do DNA. O laurel sulfato de sódio, presente no detergente, desestruturam as moléculas de lipídios presentes nas membranas. O álcool gelado em ambiente salino faz com que as moléculas de DNA se aglutinem , formando uma massa filamentososa e esbranquiçada.

● Questionário:

Para enriquecer a atividade e possibilitar a apreensão do conhecimento pelos

alunos, abaixo está disposto um questionário que deverá ser respondido e entregue ao professor ao final da realização desta aula prática.

1. O que você observa nos béqueres?

2. Após colocar o álcool, por que não conseguimos observar a dupla hélice de DNA dentro da fase alcoólica?

3. Qual o papel da maceração e dos seguintes reagentes utilizados nesta aula prática?

- Detergente _____

- Sal de cozinha: _____

- Álcool gelado: _____

4- Se você utilizar um liquidificador ou um processador de alimentos para macerar a fruta, o resultado seria o mesmo, se comparado à maceração mecânica utilizada nessa aula prática?

Justifique sua resposta.

5-

❖ Questionário qualitativo

Leia as perguntas e marque uma das opções ao lado.			
1	Você se sentiu motivado a partir das problematizações apresentadas?	<input type="checkbox"/> SIM	<input type="checkbox"/> NÃO
2	Você teve curiosidade em saber as respostas?	<input type="checkbox"/> SIM	<input type="checkbox"/> NÃO
3	Durante o levantamento das hipóteses, você sentiu receio em estar errado?	<input type="checkbox"/> SIM	<input type="checkbox"/> NÃO
4	Você obteve algum conhecimento durante a prática investigativa realizada nesta aula?	<input type="checkbox"/> SIM	<input type="checkbox"/> NÃO
5	O processo investigativo ajudou você a chegar em alguma conclusão sobre o assunto abordado?	<input type="checkbox"/> SIM	<input type="checkbox"/> NÃO
6	O processo investigativo lhe motivou a querer discutir e debater a solução do problema com seus colegas?	<input type="checkbox"/> Analisar/Refletir <input type="checkbox"/> Concluir/Explicar <input type="checkbox"/> Discutir/Opinar <input type="checkbox"/> Observar/Verificar	
7	Você acha que o método investigativo contribui com a aprendizagem mais que o ensino tradicional, expositivo?	<input type="checkbox"/> SIM	<input type="checkbox"/> NÃO

APÊNDICES

APÊNDICE A - TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO - TCLE

Gostaríamos de convidá-lo a participar como voluntário (a) da pesquisa —**DNA: UMA ABORDAGEM TEÓRICA/ PRÁTICA COMO FACILITADOR DA APRENDIZAGEM DE GENÉTICA PARA O ENSINO MÉDIO**, desenvolvida pela mestrandia **JULIANNE GOMES DOS SANTOS**. O motivo que nos leva a realizar esta pesquisa é a necessidade de aprimorar as metodologias de ensino para a disciplina de Genética, conteúdo estrutura do DNA. Ao apresentar alternativas metodológicas para o estudo da genética pretendemos auxiliar na compreensão da estrutura do DNA, para que os alunos possam compreender a importância do tema tanto para o processo de aprendizagem quanto para conhecimento mais aprofundado do tema. Nesta pesquisa pretendemos analisar e apresentar mapas conceituais, metodologias investigativas por meio da aprendizagem baseada em problemas (ABPs) e extração do DNA de morango, todas as atividades propostas estão inseridas dentro do conteúdo de genética no Ensino Médio.

Caso você concorde em participar, vamos realizar as seguintes atividades divididas em etapas (aulas):

- Aula 1: Conhecimento prévio sobre o assunto – estrutura do DNA. Elaboração do mapa conceitual
- Aula 2: Atividade investigativa com problematizações propostas sobre o tema
- Aula 03: Apresentação das possíveis soluções para as diferentes problematizações apresentadas na aula anterior. Aula 04: Realização de aula prática de extração de DNA de morango
- Aula 05: Reconstrução dos mapas conceituais e avaliação qualitativa da sequência didática proposta neste estudo.
- No final da metodologia, será sugerido que os alunos façam uma avaliação qualitativa do aprendizado adquirido após a aplicação da metodologia investigativa.

A presente pesquisa apresenta riscos mínimos, como o desconforto dos discentes ao serem interpelados em uma aplicação de questionário e na possibilidade de serem identificados em publicações científicas. Essa identificação poderá causar constrangimento ao participante. Esses questionários apresentam pouca ou nenhuma intervenção que provoque uma modificação nas variáveis fisiológicas ou psicológicas e sociais dos indivíduos que participam do estudo. O nome do participante na divulgação dos resultados em publicações científicas não será utilizado, havendo a substituição dos nomes dos participantes por nomes fictícios, também não será utilizado registros de imagens dos envolvidos. Por fim, será substituído o nome da escola participante por nome de escola fictício. As medidas tomadas garantirão o anonimato dos participantes desse estudo. Os dados coletados serão sigilosos, confidenciais e ficarão arquivados por cinco anos e após, incinerados, conforme orientação a Resolução CNS 466/12, item X.

A pesquisa aborda a genética, assunto inserido no conteúdo de biologia no Ensino Médio e sua participação nos ajudará a apresentar alternativas metodológicas para o ensino e compreensão por parte dos alunos sobre a estrutura do DNA, tema importante tanto para o processo de aprendizagem, quanto para conhecimento mais aprofundado do tema.

Para participar desta pesquisa, você deverá assinar um termo de consentimento. Para participar deste estudo você não vai ter nenhum custo, nem receberá qualquer vantagem financeira. Apesar disso, se você tiver algum dano causado pelo desenvolvimento das atividades desta pesquisa, você terá direito à indenização. Você terá todas as informações que quiser sobre esta pesquisa e estará livre para participar ou recusar-se a participar. Mesmo que você queira participar agora, você poderá voltar atrás ou parar de participar a qualquer momento. A sua participação é voluntária e o fato de não querer participar não vai trazer qualquer penalidade ou mudança na forma em que você é atendido (a) pelo professor pesquisador. O pesquisador não vai divulgar seu nome. Os resultados da pesquisa estarão à sua disposição quando finalizada. Seu nome ou o material que indique sua participação não será liberado sem a permissão do responsável por você.

Você não será identificado (a) em nenhuma publicação que possa resultar. O responsável por você poderá retirar o consentimento ou interromper a sua participação a qualquer momento.

Este termo de consentimento encontra-se impresso em duas vias originais, sendo que uma será arquivada pelo pesquisador responsável e a outra será fornecida a você e também será transformado em modelo de formulário caso a pesquisa seja aplicada de forma remota e armazenado igualmente, de forma segura. Os dados coletados na pesquisa ficarão arquivados com o pesquisador responsável por um período de 5 (cinco) anos. Decorrido este tempo, o pesquisador avaliará os documentos para a sua destinação final, de acordo com a legislação vigente. O pesquisador tratará a sua identidade com padrões profissionais de sigilo, atendendo a legislação brasileira (Resolução Nº 466/12 do Conselho Nacional de Saúde), utilizando as informações somente para os fins acadêmicos e científicos.

Saiba que a qualquer momento poderá solicitar novas informações e poderá modificar a decisão de participar se assim o desejar.

Tendo o consentimento já assinado, declaro que concordo em participar da pesquisa e que me foi dada a oportunidade de ler e esclarecer as minhas dúvidas.

Gonzaga,

Assinatura do Participante

Assinatura do (a) Pesquisador (a)

Nome do Pesquisador Responsável: Michelle Bueno de Moura Pereira Antunes

E-mail: michelle.antunes@ufjf.br

Campus Universitário da UFJF – Governador Valadares

Faculdade/Departamento/Instituto: Ciências Básicas da Vida/ Instituto de Ciências da Vida

CEP: 35010173 Fone: 1575

Em caso de dúvidas, com respeito aos aspectos éticos desta pesquisa, você poderá consultar:

CEP - Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos – UFJF Campus Universitário da UFJF - Pró-

Reitoria de Pós-Graduação e Pesquisa CEP: 36036-900 Fone: (32) 2102- 3788 / E-mail: cep.propp@ufjf.br

APÊNDICE B - TERMO DE ASSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO - TALE

Gostaríamos de convidá-lo a participar como voluntário (a) da pesquisa **“DNA: UMA ABORDAGEM TEÓRICA/ PRÁTICA COMO FACILITADOR DA APRENDIZAGEM DE GENÉTICA PARA O ENSINO MÉDIO”**, desenvolvida pela mestranda **JULIANNE GOMES DOS SANTOS**. O motivo que nos leva a realizar esta pesquisa é a necessidade de aprimorar as metodologias de ensino para a disciplina de Genética, conteúdo estrutura do DNA. Ao apresentar alternativas metodológicas para o estudo da genética pretendemos auxiliar na compreensão da estrutura do DNA, para que os alunos possam compreender a importância do tema tanto para o processo de aprendizagem quanto para conhecimento mais aprofundado do tema. Nesta pesquisa pretendemos analisar e apresentar mapas conceituais, metodologias investigativas por meio da aprendizagem baseada em problemas (ABPs) e extração do DNA de morango, todas as atividades propostas estão inseridas dentro do conteúdo de genética no Ensino Médio.

Caso você concorde em participar, vamos realizar as seguintes atividades divididas em etapas (aulas):

- Aula 1: Conhecimento prévio sobre o assunto – estrutura do DNA. Elaboração do mapa conceitual
- Aula 2: Atividade investigativa com problematizações propostas sobre o tema
- Aula 03: Apresentação das possíveis soluções para as diferentes problematizações apresentadas na aula anterior. Aula 04: Realização de aula prática de extração de DNA de morango
- Aula 05: Reconstrução dos mapas conceituais e avaliação qualitativa da sequência didática proposta neste estudo.
- No final da metodologia, será sugerido que os alunos façam uma avaliação qualitativa do aprendizado adquirido após a aplicação da metodologia investigativa.

A presente pesquisa apresenta riscos mínimos, como o desconforto dos discentes ao serem interpelados em uma aplicação de questionário e na possibilidade de serem identificados em publicações científicas. Essa identificação poderá causar constrangimento ao participante. Esses questionários apresentam pouca ou nenhuma intervenção que provoque uma modificação nas variáveis fisiológicas ou psicológicas e sociais dos indivíduos que participam do estudo. O nome do participante na divulgação dos resultados em publicações científicas não será utilizado, havendo a substituição dos nomes dos participantes por nomes fictícios, também não será utilizado registros de imagens dos envolvidos. Por fim, será substituído o nome da escola participante por nome de escola fictício. As medidas tomadas garantirão o anonimato dos participantes desse estudo. Os dados coletados serão sigilosos, confidenciais e ficarão arquivados por cinco anos e após, incinerados, conforme orientação a Resolução CNS 466/12, item X.

A pesquisa aborda a genética, assunto inserido no conteúdo de biologia no Ensino Médio e sua participação nos ajudará a apresentar alternativas metodológicas para o ensino e compreensão por parte dos alunos sobre a estrutura do DNA, tema importante tanto para o processo de aprendizagem, quanto para conhecimento mais aprofundado do tema.

Para participar desta pesquisa, você deverá assinar um termo de consentimento. Para participar deste estudo você não vai ter nenhum custo, nem receberá qualquer vantagem financeira. Apesar disso, se

you have any damage caused by the development of the activities of this research, you will have the right to indemnification. You will have all the information that you want about this research and will be free to participate or refuse to participate. Even if you want to participate now, you will be able to go back or stop participating at any time. Your participation is voluntary and the fact of not wanting to participate will not bring any penalty or change in the way you are treated (a) by the professor researcher. The researcher will not disclose your name. The results of the research will be at your disposal when finalized. Your name or the material that indicates your participation will not be released without the permission of the responsible for you.

You will not be identified (a) in any publication that may result. The responsible for you will be able to withdraw the consent or interrupt your participation at any time.

This term of assent is printed in two original copies, one of which will be archived by the researcher responsible and the other will be provided to you and will also be transformed into a form if the research is applied remotely and stored equally, in a safe way. The data collected in the research will be archived with the researcher responsible for a period of 5 (five) years. After this time, the researcher will evaluate the documents for their final destination, in accordance with the legislation in force. The researcher will treat your identity with professional standards of confidentiality, following the Brazilian legislation (Resolution N° 466/12 of the National Council of Health), using the information only for academic and scientific purposes.

Know that at any time you will be able to request new information and will be able to modify the decision to participate if you so desire.

Having the assent already signed, I declare that I agree to participate in the research and that I was given the opportunity to read and clarify my doubts.

Gonzaga,

Assinatura do Participante

Assinatura do (a) Pesquisador (a)

Nome do Pesquisador Responsável: Michelle Bueno de Moura Pereira Antunes

E-mail: michelle.antunes@ufjf.br

Campus Universitário da UFJF – Governador Valadares

Faculdade/Departamento/Instituto: Ciências Básicas da Vida/ Instituto de Ciências da Vida

CEP: 35010173

Em caso de dúvidas, com respeito aos aspectos éticos desta pesquisa, você poderá consultar:

CEP - Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos – UFJF Campus Universitário da UFJF - Pró-

Reitoria de Pós-Graduação e Pesquisa CEP: 36036-900 Fone: (32) 2102- 3788 / E-mail: cep.propp@ufjf.br

APÊNDICE C - TCLE – RESPONSÁVEIS

O menor _____, sob sua responsabilidade, está sendo convidado (a) como voluntário (a) a participar da pesquisa **“DNA: UMA ABORDAGEM TEÓRICA/ PRÁTICA COMO FACILITADOR DA APRENDIZAGEM DE GENÉTICA PARA O ENSINO MÉDIO”**.

Caso você concorde em assinar, o menor sob sua responsabilidade participará das seguintes atividades divididas em etapas (aulas):

Aula 1: Conhecimento prévio sobre o assunto – estrutura do DNA. Elaboração do mapa conceitual. O menor sob sua responsabilidade produzirá em folha A04 (fornecida pela professora) um mapa conceitual a partir do conhecimento prévio do assunto (estrutura do DNA).

Aula 2: Atividade investigativa com problematizações propostas sobre o tema. O menor sob sua responsabilidade tentará solucionar uma situação problema que envolva a molécula de DNA. Essa atividade será realizada em grupo, de forma assíncrona e apresentada aos demais colegas na aula subsequente. Aula 03: Apresentação das possíveis soluções para as diferentes problematizações apresentadas na aula anterior. O menor sob sua responsabilidade e demais colegas (em grupo) apresentarão as respostas sobre a situação problema apresentada na aula anterior.

Aula 04: Realização de aula prática de extração de DNA de morango. O menor sob sua responsabilidade e demais colegas (toda a turma) elaborarão procedimento experimental com as etapas necessárias para a extração de DNA. Em seguida, irão realizar o procedimento experimental proposto e definido em protocolo de aula prática.

Aula 05: Reconstrução dos mapas conceituais e avaliação qualitativa da sequência didática proposta neste estudo. Após todas as etapas, a professora entregará o mapa conceitual feito na primeira aula e o menor sob sua responsabilidade irá refazê-lo inserindo novas informações, corrigindo informações erradas.

No final da metodologia, será sugerido que o menor sob sua responsabilidade faça uma avaliação qualitativa do aprendizado adquirido após a aplicação da metodologia investigativa.

A presente pesquisa apresenta riscos mínimos, como o desconforto dos discentes ao serem interpelados em uma aplicação de questionário e na possibilidade de serem identificados em publicações científicas. Essa identificação poderá causar constrangimento ao participante. Esses questionários apresentam pouca ou nenhuma intervenção que provoque uma modificação nas variáveis fisiológicas ou psicológicas e sociais dos indivíduos que participam do estudo. O nome do participante na divulgação dos resultados em publicações científicas não será utilizado, havendo a substituição dos nomes dos participantes por nomes fictícios, também não será utilizado registros de imagens dos envolvidos. Por fim, será substituído o nome da escola participante por nome de escola fictício. As medidas tomadas garantirão o anonimato dos participantes desse estudo. Os dados coletados serão sigilosos, confidenciais e ficarão arquivados por cinco anos e após, incinerados, conforme orientação a Resolução CNS 466/12, item X.

A pesquisa aborda a genética, assunto inserido no conteúdo de biologia no Ensino Médio e a participação do menor sob sua responsabilidade nos ajudará a apresentar alternativas metodológicas para o ensino e compreensão por parte dos alunos sobre a estrutura do DNA, tema importante tanto para o processo de aprendizagem, quanto para conhecimento mais aprofundado do tema.

Para participar desta pesquisa, o menor sob sua responsabilidade e você não terão nenhum custo, nem receberão qualquer vantagem financeira. Apesar disso, se o menor tiver algum dano por causa das atividades que fizermos com ele nesta pesquisa, ele terá direito à indenização. O menor sob sua responsabilidade terá todas as informações que quiser sobre esta pesquisa e estará livre para participar ou recusar-se a participar. Você como responsável pelo menor poderá retirar seu consentimento ou interromper a participação dele a qualquer momento. Mesmo que você queira deixá-lo participar agora, você poderá voltar atrás e suspender a participação a qualquer momento. A participação dele é voluntária e o fato em não o deixar participar não vai trazer qualquer penalidade ou mudança na forma em que ele é atendido. Os resultados da pesquisa estarão à sua disposição quando finalizada. O nome ou o material que indique a participação do menor não será liberado sem a sua permissão. O menor não será identificado em nenhuma publicação.

Este termo de consentimento encontra-se impresso em duas vias originais, sendo que uma será arquivada pelo pesquisador responsável e a outra será fornecida a você (responsável pelo menor) e também será transformado em modelo de formulário caso a pesquisa seja aplicada de forma remota e armazenado igualmente, de forma segura. Os dados coletados na pesquisa ficarão arquivados com o pesquisador responsável por um período de 5 (cinco) anos. Decorrido este tempo, o pesquisador avaliará os documentos para a sua destinação final, de acordo com a legislação vigente. Os pesquisadores tratarão a identidade do menor sob sua responsabilidade com padrões profissionais de sigilo, atendendo a legislação brasileira (Resolução Nº 466/12 do Conselho Nacional de Saúde), utilizando as informações somente para os fins acadêmicos e científicos. Declaro que concordo em deixá-lo participar da pesquisa e que me foi dada a oportunidade de ler e esclarecer as minhas dúvidas.

Gonzaga,

Assinatura do Responsável pelo participante

Assinatura do (a) Pesquisador (a)

Nome do Pesquisador Responsável: Michelle Bueno de Moura Pereira Antunes

E-mail: michelle.antunes@ufjf.br

Campus Universitário da UFJF – Governador Valadares

Faculdade/Departamento/Instituto: Ciências Básicas da Vida/ Instituto de Ciências da Vida

CEP: 35010173 Fone: 1575

Em caso de dúvidas, com respeito aos aspectos éticos desta pesquisa, você poderá consultar:

CEP - Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos – UFJF Campus Universitário da UFJF - Pró-

Reitoria de Pós-Graduação e Pesquisa CEP: 36036-900 Fone: (32) 2102- 3788 / E-mail: cep.propp@ufjf.br

APÊNDICE D - Pontuação dos mapas conceituais iniciais

Mapas	RESULTADOS DOS MAPAS CONCEITUAIS INICIAIS					
	Conceito Principal	Conceito Secundário	Links	Hierarquias	Exemplos	Total de pontos
1	0	2	3	1	0	6
2	0	3	4	2	3	12
3	0	3	3	1	0	7
4	0	3	3	1	0	7
5	0	3	5	2	4	14
6	0	2	4	2	1	9
7	0	2	4	2	2	10
8	0	4	7	2	2	15
9	0	1	3	1	1	5
10	0	4	6	4	8	22
11	0	4	3	2	0	9
12	0	4	4	2	2	12
13	0	3	3	2	1	9
14	0	4	3	1	0	8
15	0	3	3	1	0	7
16	0	5	4	3	4	16
17	0	3	3	2	1	9
18	0	2	5	3	4	14
19	0	3	2	2	0	8
20	0	1	1	0	0	2
21	0	3	3	3	2	11
22	0	3	3	2	0	8
23	0	4	5	3	0	13
24	0	4	5	3	4	16
25	0	5	6	2	1	14
26	0	2	3	1	1	6
27	0	2	4	2	6	14
28	0	2	3	1	0	6
29	0	2	4	2	0	8
30	0	3	5	3	2	13
31	0	1	1	1	1	3
32	0	3	5	2	3	13
33	0	2	3	1	0	9

34	0	2	3	2	1	8
35	0	3	3	1	1	8
36	0	2	4	3	2	11
37	0	5	8	2	3	18
38	0	1	3	1	0	5
39	0	4	3	1	0	8
Mapas	Conceito Principal	Conceito Secundário	Links	Hierarquias	Exemplos	Total de Pontos
Média de Acertos	0	2,8	3,7	1,8	1,5	10,0

APÊNDICE E - Pontuação dos mapas conceituais finais.

Mapas	RESULTADOS DOS MAPAS CONCEITUAIS FINAIS					
	Conceito Principal	Conceito Secundário	Links	Hierarquias	Exemplos	Total de pontos
1	0	4	3	1	2	10
2	4	4	7	3	7	29
3	0	6	7	1	0	14
4	1	4	3	1	3	12
5	5	5	6	2	4	27
6	5	5	6	3	6	30
7	6	4	6	3	8	33
8	5	4	7	2	1	24
9	0	2	0	0	0	2
10	8	5	6	3	6	36
11	6	7	4	2	4	29
12	1	5	3	1	3	14
13	2	6	5	2	3	20
14	2	4	6	3	6	23
15	2	3	3	1	0	11
16	6	6	5	4	4	31
17	4	0	3	2	0	13
18	4	2	7	3	4	24
19	4	2	5	2	3	20
20	3	3	4	1	4	18
21	7	4	4	3	4	29
22	6	4	7	4	4	28
23	3	3	6	3	3	21
24	3	7	4	2	6	25
25	3	6	5	3	2	22
26	1	4	3	1	0	10

27	8	7	6	3	4	36
28	4	5	4	1	2	20
29	5	6	6	3	4	29
30	1	3	8	5	5	23
31	2	3	3	2	2	14
32	1	4	6	2	2	16
33	2	5	1	2	3	15
34	0	4	3	1	1	9
35	6	6	4	2	0	24
36	0	5	7	2	4	18
37	2	8	5	3	7	25
38	3	6	6	2	6	26
39	3	5	4	3	4	22
Mapas	Conceito Principal	Conceito Secundário	Links	Hieraquias	Exemplos	Total de pontos
Média de acertos	3,28	4,5	4,8	2,2	3,3	21,3

ANEXO

ANEXO A - Parecer de aprovação do projeto pelo comitê de ética

PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP**DADOS DO PROJETO DE PESQUISA**

Título da Pesquisa: DNA: UMA ABORDAGEM TEÓRICO/ PRÁTICA COMO FACILITADOR DA APRENDIZAGEM DE GENÉTICA PARA O ENSINO MÉDIO

Pesquisador: Michelle Bueno de Moura Pereira Antunes

Área Temática:

Versão: 3

CAAE: 67246923.5.0000.5147

Instituição Proponente: UNIVERSIDADE FEDERAL DE JUIZ DE FORA UFJF

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 6.090.551

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

JUIZ DE FORA, 30 de Maio de 2023

**Assinado por: Jubel Barreto
(Coordenador(a))**

ANEXO B - Autorização da escola

DECLARAÇÃO

Na qualidade de diretora da Escola Estadual São Sebastião, autorizo a realização da pesquisa intitulada DNA: UMA ABORDAGEM TEÓRICO/ PRÁTICA COMO FACILITADOR DA APRENDIZAGEM DE GENÉTICA PARA O ENSINO MÉDIO vinculada ao PROGRAMA NACIONAL DE MESTRADO PROFISSIONAL EM BIOLOGIA da Universidade Federal de Juiz de Fora (UFJF- Instituição Associada), campus Governador Valadares e da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG- Instituição Sede), conduzida pela pesquisadora Julianne Gomes dos Santos, sob a orientação da prof.^a Dr.^a Michelle Bueno de Moura Pereira Antunes.

Gonzaga, 27 de Janeiro de 2023.



Dayane Emília Braga de Souza
Diretora
MASP: 1097954-0

Assinatura da diretora e carimbo (se tiver)

ANEXO C - Textos problematizadores

Texto 1

Leia o texto e responda:

Mais de três anos após tragédia, bombeiros encontram ossada em área de buscas em Brumadinho. Seis vítimas do rompimento da barragem seguem desaparecidas.

Por Camila Falabela e Rafaela Mansur, g1 Minas — Belo Horizonte 03/05/2022 06h54 Atualizado há 4 meses

Três anos e três meses depois do rompimento da barragem da Vale em Brumadinho, o Corpo de Bombeiros localizou uma ossada com aproximadamente 40 segmentos (estruturas corporais) na área de buscas.

"Em meio à atuação de maquinário, foi identificado um segmento. Então, todos os esforços foram destinados para esse local, encontrando uma ossada com aproximadamente 40 segmentos. Daremos continuidade aos trabalhos nos próximos dias buscando novos encontros", afirmou o tenente Sandro Aloísio Matilde Júnior, do Corpo de Bombeiros.

Ainda não é possível afirmar que os segmentos encontrados são de uma vítima não identificada, mas, de acordo com os bombeiros, "considerando a relevância e características do material, já encaminhado para a perícia, há boas possibilidades de eventual nova identificação".

Fonte: <https://g1.globo.com/mg/minas-gerais/noticia/2022/05/03/mais-de-tres-anos-apos-tragedia-bombeiros-encontram-ossada-em-area-de-buscas-em-brumadinho.ghtml>

Questionamento: Como identificar a ossada e os segmentos encontrados?

Texto 2

Leia o texto e responda:

Mães suspeitam que bebês foram trocados em hospital de Goiás.

por: SBT News 28/01/2022 às 23:50

Duas mães de Goiás vivem um drama desde o fim do ano passado. A suspeita é que os filhos recém-nascidos tenham sido trocados no hospital.

A angústia para as famílias já dura um mês. Os dois meninos nasceram no dia 29 de dezembro de 2021, no Hospital São Silvestre, em Aparecida de Goiânia.

A suspeita da troca de bebês foi levantada por uma das mães que, ao deixar o hospital, percebeu que na pulseirinha que o recém-nascido carregava o nome não era o do filho dela.

Juciara conta que foi comunicada pelo hospital sobre a possibilidade da troca quando ainda estava internada, após dar à luz, mas teria sido orientada a levar a criança para a casa depois da alta, mesmo sem o esclarecimento do caso.

"Eles disseram que era uma troca de pulseira na hora que foi feito o teste do pezinho. Quando surgiu essa dúvida, eu só queria acreditar que fosse só essa troca de pulseira, né?", conta a mãe.

A unidade admite que houve quebra de protocolo no atendimento e disse que apura os fatos. Funcionários já foram afastados. As famílias ainda não sabem se vão destrocá-los. "Não é um objeto pra chegar e só trocar, só eu pegar o meu e ela pegar o dela. Não é assim. A gente já se apegou, eu já amo essa criança. Vou querer saber sim se o que está lá é o meu mesmo, vai que a gente não sabe, né?".

A Polícia Civil informou que após os depoimentos das mães e da direção do hospital, a investigação deve apontar os possíveis responsáveis pelo erro.

Fonte: <https://www.sbtnews.com.br/noticia/sbt-brasil/195130-maes-suspeitam-que-bebes-foram-trocados-em-hospital-de-goias>

Questionamento: Nessa situação, o que poderá ser feito para solucionar as suspeitas de troca de bebês?

Texto 3

Leia o texto e responda:

Marta e Carlos se casaram em janeiro 2022 e de acordo com o planejamento familiar desse casal, é desejo deles conceber um filho no ano seguinte. Contudo, o casal demonstra preocupação uma vez que, tanto a família de Carlos, quanto de Marta, possui histórico de doenças monogênicas em parentes próximos. Diante desse fato, o casal queria saber se

existe algum recurso que possa identificar a margem de risco de terem um filho com alguma doença genética?

Fonte: *própria autora*

Questionamento: O que poderá ser feito para que o casal tenha o planejamento familiar mais seguro?

Texto 4

Leia o texto e responda:

Ossada encontrada em chaminé nos EUA pode ser de brasileira.

10 mai2022- 15h11 (atualizado às 15h35)

Uma ossada encontrada dentro de uma chaminé em Boston, nos EUA, pode ser de uma mulher brasileira. O assassinato aconteceu há 17 anos e a vítima tem parentesco com um padre, residente no estado de Goiás.

O caso começou a ser investigado em 2005 quando o zelador do prédio que fica na capital de Massachusetts, Eric Speller, encontrou o corpo na chaminé. "Logo que eu comecei a trabalhar aqui, eu percebi que precisávamos limpar a chaminé. Aí contratei uma empresa para fazer o serviço. Quando abriram o acesso à chaminé, uma mão caiu para fora", disse Speller em entrevista ao Fantástico, da TV Globo.

Na ocasião, policiais fizeram várias análises e concluíram que o assassinato ocorreu três anos antes. Paul Donovan, ex-chefe de investigações da polícia de Boston, explicou que pensou que os ossos encontrados eram de animais. — "Acontece o tempo todo. Mas nesse caso era um esqueleto humano, de um corpo que não havia simplesmente sido colocado ali, mas cuidadosamente escondido".

Até agora a identidade da vítima não foi revelada, mas os exames realizados na ossada apontam que é de uma mulher entre 25 e 35 anos, com cabelos escuros e que possivelmente já tinha tido um parto, conforme características dos ossos da bacia. Uma prótese também foi encontrada, e segundo os peritos, o material usado em sua fabricação é de origem brasileira. Autoridades consideraram as evidências insuficientes para a continuação das investigações.

Por isso, o caso ficou arquivado por anos. Em 2019, novas pistas relacionadas à ancestralidade da mulher vieram à tona. As amostras indicaram a ligação da vítima com o padre Murah Peixoto Vaz, de Cumari, em Goiás.

Fonte: <https://www.terra.com.br/noticias/ossada-encontrada-em-chamine-nos-eua-pode-ser-de-brasileira,6e9cb09dd21d7738377e016b608f4a5dga78c4d3.html>

Questionamento: Novas pistas relacionadas à ancestralidade da mulher vieram à tona. O que seriam essas novas pistas?

Texto 5

Leia o texto e responda:

... assassinato de menina nos EUA 32 anos após crime é desvendado .

O mistério da agressão sexual, seguida de homicídio de uma adolescente americana em 1986 foi resolvido 32 anos depois graças à técnica inovadora da genealogia genética, anunciaram autoridades do estado de Washington.

Um homem de 66 anos, Gary Hartman, foi detido na quarta-feira e enviado para a prisão. Ele deve se apresentar na segunda para ser notificado dos crimes de que é acusado neste caso que comoveu a cidade de Tacoma, no extremo noroeste dos Estados Unidos. Em 26 de março de 1986, Michella Welch, de 12 anos, desapareceu enquanto brincava com suas duas irmãs em um parque público da cidade. Um cão da polícia encontrou seu corpo horas depois, abandonado em uma sarjeta.

Doze anos depois, a técnica da genealogia genética, que recorre às bases de dados e arquivos genealógicos que incluem pessoas que tenham tentado conhecer sua ascendência, permitiu que a investigação chegasse a bom termo. Graças a esta técnica foi possível isolar os perfis de dois irmãos, cuja idade e local de residência em 1986 os transformaram em possíveis suspeitos. Ambos foram postos sob vigilância. Gary Hartman foi recentemente comer em um restaurante sem saber que seu vizinho de mesa era um inspetor de polícia. Um dos guardanapos de papel que ele usou foi coletado pelo agente, que o enviou a um laboratório.

Fonte: <https://noticias.uol.com.br/ultimas-noticias/afp/2018/06/23/genealogia-genetica-esclarece-crime-nos-eua.htm>

Questionamento: Qual evidência se pretendia ter com a coleta do guardanapo de papel usado pelo suspeito?

ANEXO D - Experimento: extração de DNA do morango

EXPERIMENTO: EXTRAÇÃO DO DNA DO MORANGO (*Fragaria vesca*)

- Fundamentação teórica:

O morangueiro é uma planta que apresenta poliploidia, em geral, quanto mais cópias do seu genoma, maiores são os frutos, portanto, os morangos poliploides possuem muito DNA. Por isso, é um fruto muito interessante de se analisar o DNA.

- Objetivo:

Facilitar a compreensão de conceitos relacionados à molécula de DNA.

- Conteúdo abordado:

Genética (estrutura e função dos ácidos nucleicos)

- Habilidades

Desenvolver no aluno a prática de atividades experimentais científicas, além de formular hipóteses e explicar os resultados obtidos.

Roteiro experimental de Extração do DNA do Morango

A extração de DNA de células eucarióticas consta fundamentalmente em três etapas:

4. ruptura das células para liberação dos núcleos;
5. desmembramento dos cromossomos em seus componentes básicos: DNA e proteínas;
6. separação do DNA dos demais componentes celulares.

- ✓ *Materiais:*

- 2 morangos maduros
- 1 faca de cozinha
- 1 colher de chá
- 1 colher de sopa
- 2 copos de vidro
- 1 peneira pequena
- 1 panela pequena
- 1 palito de madeira

-1 coador de café

✓ *Reagentes:*

- Detergente incolor
- Sal de cozinha
- Álcool
- Água
- Gelo
- Fonte de calor (bico de Bunsen, fogareiro ou lamparina a álcool).

● Procedimentos:

8. Amasse os morangos, sem os cabinhos (pedúnculos) e as folhas, no cadinho.
9. Coloque quatro colheres de sopa de detergente e uma colher de chá de sal em um copo cheio de água até a metade, mexer até os componentes se dissolverem completamente.
10. Coloque o morango picado no copo com essa solução e leve-o ao banho- maria por cerca de 15 minutos, utilizando a panela e a fonte de calor.
11. Retire a mistura do banho-maria e resfrie- a rapidamente, colocando o copo no gelo durante 5 minutos
12. Coe a mistura no coador de café, recolhendo o filtrado no outro copo limpo.
13. adicione ao filtrado cerca de meio copo de álcool gelado, deixando escorrer vagarosamente pela borda, formando- se duas fases: a superior, alcoólica, e a inferior, aquosa.
14. Mergulhe o bastão e, com movimentos circulares, misture as fases.

● Resultado esperado:

Formam – se fios esbranquiçados, que são aglomerados de moléculas de DNA .
Com o palito é possível —pescar o DNA, ou mesmo utilizando um bastão de vidro, pois o DNA se adere facilmente ao vidro.

● Discussão:

Nesse ensaio, as células são lisadas por esmagamento, liberando todo o conteúdo celular. Os íons positivos (Na^+) do NaCl neutralizam a carga negativa do DNA. O laurel sulfato de sódio, presente no detergente, desestruturam as moléculas de lipídios presentes nas

membranas. O álcool gelado em ambiente salino faz com que as moléculas de DNA se aglutinem, formando uma massa filamentosa e esbranquiçada.

- Questionário:

Para enriquecer a atividade e possibilitar a apreensão do conhecimento pelos alunos, abaixo está disposto um questionário que deverá ser respondido e entregue ao professor ao final da realização desta aula prática.

4. O que você observa nos béqueres?

5. Após colocar o álcool, por que não conseguimos observar a dupla hélice de DNA dentro da fase alcoólica?

6. Qual o papel da maceração e dos seguintes reagentes utilizados nesta aula prática?

- Detergente: _____

- Sal de cozinha: _____

- Álcool gelado: _____

7. Se você utilizar um liquidificador ou um processador de alimentos para macerar a fruta, o resultado seria o mesmo, se comparado à maceração mecânica utilizada nessa aula prática? Justifique sua resposta.

ANEXO E - Questionário qualitativo

AVALIAÇÃO QUALITATIVA

Leia as perguntas e marque uma das opções ao lado.			
1	Você se sentiu motivado a partir das problematizações apresentadas?	<input type="checkbox"/> SIM	<input type="checkbox"/> NÃO
2	Você teve curiosidade em saber as respostas?	<input type="checkbox"/> SIM	<input type="checkbox"/> NÃO
3	Durante o levantamento das hipóteses, você sentiu receio em estar errado?	<input type="checkbox"/> SIM	<input type="checkbox"/> NÃO
4	Você obteve algum conhecimento durante a prática investigativa realizada nesta aula?	<input type="checkbox"/> SIM	<input type="checkbox"/> NÃO
5	O processo investigativo ajudou você a chegar em alguma conclusão sobre o assunto abordado?	<input type="checkbox"/> SIM	<input type="checkbox"/> NÃO
6	O processo investigativo lhe motivou a querer discutir e debater a solução do problema com seus colegas?	<input type="checkbox"/> Analisar/Refletir <input type="checkbox"/> Concluir/Explicar <input type="checkbox"/> Discutir/Opinar <input type="checkbox"/> Observar/Verificar	
7	Você acha que o método investigativo contribui com a aprendizagem mais que o ensino tradicional, expositivo?	<input type="checkbox"/> SIM	<input type="checkbox"/> NÃO

FONTE: *Adaptado de MOURÃO e SALES, 2018*

ANEXO F - Protocolo alternativo de aula prática

PROCEDIMENTO ALTERNATIVO APRESENTADO PELOS ALUNOS.

Extraindo o DNA do morango

Materiais :

1 saco plástico tipo “zip loc”

1 morango (fresco ou congelado)

10 ml de solução de extração de DNA (veja como fazer abaixo)

Aparato filtrante: 1 filtro de papel com funil ou 1 filtro de pano ou gaze

Álcool etílico gelado (pode ser álcool 70° g.l.)

1 tubo de ensaio limpo 1 bastão de vidro ou 1 palito de madeira (tipo pau-de-laranjeira, para manicure, encontrado em drogarias)

Método (ou como fazer)

Coloque um morango, previamente lavado e sem as sépalas (as folhinhas verdes) em um saco zip loc. Esmague o morango com o punho por, no mínimo, 2 minutos.

Adicione a solução de extração ao conteúdo do saco. Misture tudo, apertando com as mãos, por 1 minuto. Derrame o extrato no aparato filtrante e deixe filtrar diretamente dentro do tubo. Não encha totalmente o tubo (encha somente até 1/8 do seu volume total). Derrame devagar o álcool gelado no tubo, até que o mesmo esteja cheio pela metade. Mergulhe o bastão de vidro ou o pau-de-laranjeira dentro do tubo no local onde a camada de álcool faz contato com a camada de extrato. Mantenha o tubo ao nível dos olhos para ver o que está acontecendo.