

Simone Ponath Liebmann

O ENSINO DE DNA POR MEIO DE UMA
UEPS MEDIADA POR TECNOLOGIAS
DIGITAIS E CONTEXTUALIZADA COM A
BIOLOGIA FORENSE

Passo Fundo

2023

Simone Ponath Liebmann

O ENSINO DE DNA POR MEIO DE UMA
UEPS MEDIADA POR TECNOLOGIAS
DIGITAIS E CONTEXTUALIZADA COM A
BIOLOGIA FORENSE

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática, do Instituto de Humanidades, Ciências, Educação e Criatividade, da Universidade de Passo Fundo, como requisito parcial para obtenção do título de mestre em Ensino de Ciências e Matemática, sob a orientação do professor Dr. Marco Antônio Sandini Trentin.

Passo Fundo

2023

CIP – Catalogação na Publicação

L716e Liebmann, Simone Ponath
O ensino de DNA por meio de uma UEPS mediada por tecnologias digitais e contextualizada com a biologia forense [recurso eletrônico] / Simone Ponath Liebmann . – 2023.
3.31 MB ; PDF.

Orientador: Dr. Marco Antônio Sandini Trentin.
Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática) –
Universidade de Passo Fundo, 2023.

1. DNA. 2. Biologia forense. 3. Aprendizagem significativa.
4. Tecnologia educacional. 5. Didática. I. Trentin, Marco Antônio Sandini, orientador. II. Título.

CDU: 372.857

Catalogação: Bibliotecária Juliana Langaro Silveira - CRB 10/2427

Simone Ponath Liebmann

O ensino de DNA por meio de uma UEPS mediada por
tecnologias digitais e contextualizada com a Biologia forense

A banca examinadora abaixo, APROVA em 04 de outubro de 2023, a Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática – Mestrado Profissional da Universidade de Passo Fundo, como requisito parcial de exigência para obtenção de grau de Mestre em Ensino de Ciências e Matemática, na linha de pesquisa de Tecnologias de informação, comunicação e interação aplicadas ao ensino de Ciências e Matemática.

Dr. Marco Antônio Sandini Trentin
Universidade de Passo Fundo - UPF

Dra. Luciana Dornelles Venquiaruto
Universidade Regional Integrada - URI

Dr. Cristiano Roberto Buzatto
Universidade de Passo Fundo - UPF

RESUMO

As demandas atuais indicam a necessidade de mudanças no contexto educacional, principalmente em se falando do ensino de Biologia, exigindo-se estratégias diversificadas e atrativas de modo a facilitar a aprendizagem de forma que seja significativa. O ensino de genética moderna, principalmente o conteúdo de DNA, apresenta muitos desafios, tais como a complexidade e o alto nível de abstração dos conteúdos, e ainda a dificuldade de relacionar diferentes conceitos com fenômenos do cotidiano. Diante disso, o questionamento dessa pesquisa foi de que forma uma UEPS pode contribuir para o ensino de DNA a partir de um cenário da ciência forense por meio de recursos tecnológicos digitais? Sendo assim, o objetivo desse estudo foi avaliar as contribuições de uma sequência didática organizada as luzes de uma Unidade de Ensino Potencialmente Significativa (UEPS) para o ensino do conteúdo de DNA, contextualizado por meio da Genética Forense com o auxílio de tecnologias para estudantes do ensino médio. Essa pesquisa foi realizada com uma turma do terceiro ano do ensino médio de uma escola em tempo integral, do município de Espigão do Oeste -RO. Partindo-se da premissa de que o estudante precisa estar disposto a aprender e também que o material precisa ser um potencializador para que assim ocorra uma aprendizagem significativa, esse estudo apoia-se na Teoria da Aprendizagem Significativa de David Paul Ausubel. Com isso, foi elaborada uma sequência didática, seguindo os passos elencados por Marco Antônio Moreira, para abordar o conteúdo de DNA e contextualizado com a ciência forense, afim de tornar o ensino atrativo. E ainda, levando em consideração que os alunos gostam de filmes, seriados, entre outros, que abordam investigações criminais e que estas mostram técnicas envolvendo a utilização de DNA, como forma de fomentar o interesse nos alunos acerca do tema e, conseqüentemente, do conteúdo, foram utilizadas diversas Tecnologias Digitais da Informação e Comunicação (TDIC), afim de dinamizar as atividades junto aos alunos. Essa pesquisa caracterizou-se como de natureza qualitativa, pois buscou analisar a proposta didática em relação de sua viabilidade de ser aplicada no ambiente escolar e, ainda, é caracterizada pela a pesquisa-ação, levando em conta que teve a participação da professora-pesquisadora no ambiente de estudo. O produto educacional que acompanha a presente dissertação refere-se a uma sequência didática destinada a professores de Biologia das séries finais do Ensino Médio e reúne atividades voltadas ao estudo de DNA. Essa UEPS, permeada por tecnologias digitais e contextualizada com a ciência forense, apresentou resultados satisfatórios após análise das atividades realizadas, trabalhos apresentados, atividades práticas feitas e a devolutiva dos alunos, demonstrando haver evidências de uma aprendizagem significativa. Tal produto encontra-se disponível na página do PPGECM/UPF e no repositório do EduCapes <http://educapes.capes.gov.br/handle/capes/741242>.

Palavras-chave: Ensino de DNA. Ciência forense. Aprendizagem Significativa. Tecnologias Digitais da Informação e Comunicação.

ABSTRACT

Current demands indicate the need for changes in the educational context, especially when it comes to Biology teaching, demanding diversified and attractive strategies in order to facilitate learning in a meaningful way. The teaching of modern genetics, especially the DNA content, presents many challenges, such as the complexity and the high level of abstraction of the contents, as well as the difficulty of relating different concepts with everyday phenomena. In view of this, the question of this research was how a UEPS can contribute to the teaching of DNA from a forensic science scenario through digital technological resources? Therefore, the objective of this study was to evaluate the contributions of a didactic sequence organized under the lights of a Potentially Significant Teaching Unit (UEPS) for teaching DNA content, contextualized through Forensic Genetics with the aid of technologies for students of the high school. This research was carried out with a group of the third year of high school at a full-time school in the municipality of Espigão do Oeste -RO. Starting from the premise that the student needs to be willing to learn and also that the material needs to be a potentiator for meaningful learning to occur, this study is based on David Paul Ausubel's Theory of Meaningful Learning. With this, a didactic sequence was elaborated, following the steps listed by Marco Antônio Moreira, to address the DNA content and contextualized with forensic science, in order to make teaching attractive. And yet, taking into account that students like films, series, among others, that address criminal investigations and that these show techniques involving the use of DNA, as a way to encourage students' interest in the subject and, consequently, in the content, several Digital Information and Communication Technologies (TDIC) were used in order to streamline activities with students. This research was characterized as qualitative in nature, as it sought to analyze the didactic proposal in relation to its feasibility of being applied in the school environment, and is also characterized by action research, taking into account that it had the participation of the teacher- researcher in the study environment. The educational product that accompanies this dissertation refers to a didactic sequence aimed at Biology teachers in the final years of high school and brings together activities aimed at the study of DNA. This UEPS, permeated by digital technologies and contextualized with forensic science, presented satisfactory results after analyzing the activities carried out, works presented, practical activities carried out and feedback from students, demonstrating that there is evidence of significant learning. This product is available on the PPGECM/UPF page and on the EduCapes repository <http://educapes.capes.gov.br/handle/capes/741242>.

Keywords: DNA teaching. Forensic genetics. Meaningful Learning. Digital Information and Communication Technologies.

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Cronograma de aplicação da UEPS	35
Quadro 2 - Sistematização do desenvolvimento da UEPS	37
Quadro 3 - Questionário de sondagem dos conhecimentos.....	40
Quadro 4 - Questionário sobre os conhecimentos de DNA presentes no texto 1.....	41
Quadro 5 - Perguntas do <i>quiz</i> sobre as atividades experimentais realizadas com os alunos	44

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Mapa conceitual sobre condições da aprendizagem significativa	15
Figura 2 - Esquema do contínuo aprendizagem significativa-aprendizagem mecânica.....	16
Figura 3 - Mapa conceitual para diagramar a construção de uma UEPS	21
Figura 4 - Fotografia de raio-X de Franklin, publicado na <i>Natura</i> em 1953	25
Figura 5 - Imagem da fachada da escola	34
Figura 6 - Capa do produto educacional.....	38
Figura 7 - Algumas telas do simulador do <i>quiz</i> interativo no <i>Metaverse</i>	39
Figura 8 - Captura da tela do jogo <i>Wordwall</i>	40
Figura 9 - Captura das telas dos vídeos utilizados no quinto encontro	42
Figura 10 - Capa do capítulo da revista <i>Perícia Federal</i>	43
Figura 11 - Cenário de crime para análise de qual material coletar contendo DNA.....	47
Figura 12 - Estudantes respondendo o <i>quiz</i> na plataforma <i>Kahoot</i>	48
Figura 13 - Estudantes jogando o <i>Wordwall</i>	51
Figura 14 - Estudante fazendo a leitura do texto	54
Figura 15 - Passo a passo da execução da atividade experimental da extração do DNA vegetal.....	55
Figura 16 - Resultado da atividade experimental da extração do DNA humano (a) e DNA vegetal (b)	56
Figura 17 - Estudantes observando no microscópio óptico a amostra do material da atividade prática.....	56
Figura 18 - Estudantes realizando a atividade experimental da dupla hélice do DNA	59
Figura 19 - União das gomas com o palito de dente representando as ligações de hidrogênio	59
Figura 20 - Estudantes respondendo o jogo do <i>kahoot</i>	60

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

BNCC	Base Nacional Comum Curricular
BNPG	Banco Nacional de Perfis Genéticos
DNA	Ácido desoxirribonucleico
FBI	Federal Bureau of Investigation
FCR	Faculdade Católica de Rondônia
INTERPOL	Organização Internacional de Polícia Criminal
PCNEM	Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio
PPGECM	Programa de Pós-graduação em Ensino de Ciências e Matemática
RIBPG	Rede Integrada de Bancos de Perfis Genéticos
RNA	Ácido Ribonucleico
SEDUC	Secretaria de Estado da Educação
TAS	Teoria da Aprendizagem Significativa
TASC	Teoria da Aprendizagem Significativa Crítica
TDIC	Tecnologias Digitais da Informação e Comunicação
UEPS	Unidades de Ensino Potencialmente Significativas
UPF	Universidade de Passo Fundo

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	10
2	REFERENCIAL TEÓRICO	13
2.1	Aprendizagem Significativa	13
2.1.1	<i>As Unidades de Ensino Potencialmente Significativas (UEPS).....</i>	<i>18</i>
2.2	O Ensino de DNA no Ensino Médio	23
2.2.1	<i>Histórico do DNA contextualizado por meio da Ciência Forense</i>	<i>24</i>
2.3	O uso das Tecnologias Digitais da Informação e Comunicação no ensino	26
3	METODOLOGIA DE PESQUISA	32
3.1	Caracterização da pesquisa	32
3.2	Os instrumentos para a coleta de dados	33
3.3	Os sujeitos e o espaço da pesquisa.....	33
4	APLICAÇÃO E ANÁLISE DE DADOS	35
4.1	Cronograma da aplicação	35
4.2	Produto Educacional	36
4.2.1	<i>Referencial da sequência didática.....</i>	<i>36</i>
4.2.2	<i>Primeiro Passo: Tópico específico a ser abordado</i>	<i>36</i>
4.2.3	<i>Segundo passo: sondagem dos conhecimentos prévios.....</i>	<i>38</i>
4.2.4	<i>Terceiro passo: Situação-problema I.....</i>	<i>40</i>
4.2.5	<i>Quarto passo: Diferenciação progressiva.....</i>	<i>41</i>
4.2.6	<i>Quinto passo: Situação-problema II em nível crescente de complexidade</i>	<i>42</i>
4.2.7	<i>Sexto passo: Reconciliação integradora</i>	<i>44</i>
4.2.8	<i>Sétimo passo: Avaliação da Aprendizagem.....</i>	<i>44</i>
4.2.9	<i>Oitavo passo: Avaliação da UEPS</i>	<i>45</i>
4.3	Descrição e análise dos encontros.....	45
4.3.1	<i>Primeiro passo - A definição do tópico específico a ser abordado.....</i>	<i>45</i>
4.3.2	<i>Segundo passo - A sondagem dos conhecimentos prévios</i>	<i>46</i>
4.3.3	<i>Terceiro passo - Situação-problema I.....</i>	<i>49</i>
4.3.4	<i>Quarto passo - A diferenciação progressiva</i>	<i>52</i>
4.3.5	<i>Quinto passo - Situação-problema II em nível crescente de complexidade</i>	<i>54</i>
4.3.6	<i>Sexto passo - A reconciliação integradora.....</i>	<i>58</i>
4.3.7	<i>Sétimo passo - A avaliação da aprendizagem</i>	<i>61</i>
4.3.8	<i>Oitavo passo - Avaliação do êxito da EPS</i>	<i>62</i>

5	CONSIDERAÇÕES FINAIS	64
	REFERÊNCIAS	66
	APÊNDICE A - Texto 1	71
	APÊNDICE B - Questionário	73
	APÊNDICE C - Atividade Experimental 1	74
	APÊNDICE D - Atividade Avaliativa	76
	APÊNDICE E - Atividade Experimental 2	77
	ANEXO A - Termo de Autorização da Escola	78
	ANEXO B - Termo de Consentimento Livre e Esclarecido	79
	ANEXO C - Termo de Assentimento Livre e Esclarecido	80

1 INTRODUÇÃO

O ensino na nossa sociedade contemporânea exige que os estudantes saibam lidar com os desafios e sejam protagonistas de suas próprias vidas, para isso é necessário que seja estimulado o desenvolvimento dessas competências. No desenvolvimento dessas competências, é necessário um professor que atue como mediador e que proporcione um ensino de qualidade e instigante para os estudantes. Entretanto, é importante que os profissionais em educação se aperfeiçoem de forma continuada para se adaptarem às diversas mudanças que acontecem constantemente em nosso cotidiano. Ao concluir a minha graduação em Licenciatura e Bacharelado em Ciências Biológicas, comecei a lecionar para o ensino fundamental e posteriormente para o ensino médio, e a partir daí percebi que era necessário tornar as aulas mais dinâmicas e atrativas para contextualizar termos de Biologia que os estudantes não conseguiam assimilar muito bem.

Cursei uma pós-graduação Lato Sensu em Ensino de Ciências e Matemática na qual tive como meu trabalho final voltado para o ensino de genética com o seguinte título, “Apresentação de atividades que contribuem para o ensino da genética no ensino médio”. O motivo de realizar esse trabalho de revisão que apresenta algumas atividades práticas foi ao perceber a dificuldade de os estudantes em assimilarem alguns termos e compreenderem alguns conteúdos principalmente em Genética. Porém, com o início da pandemia do Coronavírus (COVID-19) o ensino no ambiente escolar passou a ser de forma remota, na qual os professores e estudantes ficaram em suas residências em isolamento social e as únicas formas de comunicação foi por meio de aulas impressas para os estudantes que não possuíam internet. Para os que tinham internet, a comunicação era principalmente por WhatsApp, *Google Classroom*, *Google Meet*, e-mail entre outros.

Com a necessidade de adaptação à nova forma de vida ocasionada pela pandemia, o ensino remoto avançou e passou a fazer parte do dia a dia dos professores que tiveram que utilizar os diversos recursos tecnológicos digitais para darem continuidade a suas aulas. Então, percebi que era importante eu me aperfeiçoar em meu fazer pedagógico, a fim de contribuir mais com a aprendizagem dos estudantes, motivo pelo qual busquei o Mestrado Profissional do Programa de Pós-Graduação em Ciências e Matemática – Minter da Universidade de Passo Fundo e a Faculdade Católica de Rondônia (PPGECM/UPF/FCR), em parceria com a Secretaria de Estado da Educação – SEDUC, do Estado de Rondônia, oferecido aos professores das áreas de Biologia, Química, Física e Matemática.

O ensino de Biologia no Ensino Médio é dividido em algumas áreas, tais como Citologia, Histologia, Classificação dos Reinos, Ecologia, Evolução, genética, dentre outras. Geralmente o conteúdo DNA (Genética Moderna) é abordado no primeiro ano do ensino médio e a introdução da Genética Mendeliana (Genética Clássica) no terceiro ano do ensino médio. No primeiro contato com esse conteúdo, os alunos costumam apresentar dificuldades de compreenderem e relacionarem alguns termos com o seu cotidiano como, por exemplo, os termos sobre DNA. As vezes isso acaba contribuindo para que os alunos percam o interesse e, conseqüentemente, dificultando o seu aprendizado. Já os Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (PCNEM), citam como competência parâmetros em Biologia o desafio de organizar o conhecimento a partir de situações de aprendizagem que façam sentido para o estudante e que permitam que ele consiga resolver diversos problemas em diferentes contextos novos, e não da lógica estruturada pela ciência (BRASIL, 2002, p. 33).

Pressupõe-se que, para estimular e facilitar a aprendizagem de conteúdos como Genética, é benéfico envolver as tecnologias nesse processo, levando em consideração que muitos dos estudantes estão familiarizados com os diversos recursos digitais e que estes podem contribuir na compreensão da estrutura e respectivos nomes que formam a dupla hélice do DNA. Durante esse processo, acredita-se que alguma proposta de ensino, fazendo uso de recursos didáticos atrativos que contenham, por exemplo, atividades práticas, desafios, vídeos, jogos e/ou simuladores, podem vir a auxiliar no entendimento desse conteúdo. Os diversos recursos digitais podem ser utilizados pelos professores, oportunizando aos estudantes muitas formas de aprendizagem, sendo que a utilização de mídias torna as aulas mais realistas e atraentes para uma melhor aprendizagem, além de ser um facilitador para o professor que sabe utilizar esses recursos (GELLER, 2021).

Em relação ao ensino de Biologia, acredita-se que uma maneira interessante de engajar mais os alunos em tópicos envolvendo o estudo do DNA é por meio de desafios lançados em que envolvam, por exemplo, a Genética Forense. Com essa intenção, sugere-se que aborde tópicos da biologia forense com a finalidade de contextualização do conteúdo de DNA. Visto que, uns dos principais motivos para essa abordagem, são estudantes demonstrarem um apreço por seriados e jogos envolvendo investigações em que se destacam as identificações de pessoas e elucidações de diversos casos por meio das técnicas utilizando o DNA.

Outrossim, exige-se uma abordagem de forma diferenciada da tradicional no momento de fazer a abordagem do conteúdo de DNA que faça sentido para os estudantes. Por esse motivo, no decorrer das aulas do mestrado e já pensando sobre o referencial teórico, surgiu esse questionamento e como resposta a possibilidade de utilizar como metodologia as Unidades de

Ensino Potencialmente Significativas (UEPS) sugerida por Marco Antônio Moreira, em forma de sequência didática que será fundamentada na Teoria de Aprendizagem Significativa.

Diante do que foi mencionado, o questionamento principal que será desenvolvida a pesquisa é o seguinte: de que forma uma UEPS pode contribuir para o ensino de DNA a partir de um cenário da ciência forense por meio de recursos tecnológicos digitais?

Na intenção em responder tal questionamento, o objetivo geral é avaliar as contribuições de uma sequência didática organizada as luzes de uma UEPS para o ensino do conteúdo de DNA, contextualizado por meio da Genética Forense para estudantes do ensino médio.

Pretende-se de forma mais específica:

- Aprimorar os conhecimentos sobre a Unidade de Ensino Potencialmente Significativa (UEPS);
- Construir uma sequência didática seguindo os passos de uma UEPS envolvendo tecnologias digitais para facilitar o entendimento de DNA;
- Avaliar as contribuições da UEPS no ensino de DNA contextualizado com ciências forense.

Essa dissertação está organizada da seguinte forma: o capítulo atual trata da introdução, na qual é apresentada uma reflexão sobre o ensino de DNA no ensino médio, apresentando justificativa, a problemática da pesquisa, os objetivos e um breve comentário descrevendo o produto educacional que será elaborado. No capítulo 2 é apresentado o aporte teórico sobre a aprendizagem significativa e as UEPS, o ensino de DNA no ensino médio e por último o uso das tecnologias digitais em sala de aula. Já no capítulo 3 é caracterização da metodologia que foi utilizada na pesquisa para a coleta de dados, bem como uma descrição dos sujeitos e espaço da pesquisa. Em seguida, o capítulo 4 é destinado a relatar o cronograma da aplicação e a construção do produto educacional (UEPS) voltado para uma turma de 3º ano do ensino médio e ainda, a aplicação e análise dos encontros da UEPS. E por fim, no capítulo 5 são as considerações finais em relação aos resultados dessa pesquisa.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

Este capítulo discursa sobre elementos teóricos na intenção de promover um diálogo entre a teoria e a sequência didática que será desenvolvida como produto educacional, apresentando uma fundamentação teórica a respeito da Teoria da Aprendizagem Significativa e as Unidades de Ensino Potencialmente Significativas (UEPS). Além disso, será apresentada uma contextualização sobre o Ensino de Genética no Ensino Médio e após isso, um breve histórico do DNA contextualizado por meio da Ciência Forense. E por fim, uma explanação sobre a importância do uso das tecnologias digitais em sala de aula no ensino e aprendizagem em Biologia.

2.1 Aprendizagem Significativa

Com a finalidade de sistematizar o conhecimento de DNA para que este tenha significado, é necessária a utilização de uma teoria de aprendizagem que norteie a prática pedagógica do professor em sala de aula. E assim, como fundamentação teórica dessa dissertação, será abordada a Teoria da Aprendizagem Significativa (TAS).

A TAS é apresentada por David Paul Ausubel em 1978, e sugerida por Moreira e Masini (1982) em seu livro *Aprendizagem Significativa: a teoria de David Ausubel*, propondo que a aprendizagem é um processo em que uma nova informação ou conhecimento se une a um conhecimento prévio no cognitivo do aprendiz. Moreira e Masini (1982, p. 4) entendem que:

a aprendizagem significativa processa-se quando o material novo, ideias e informações que apresentam uma estrutura lógica, interage com conceitos relevantes e inclusivos, claros e disponíveis na estrutura cognitiva, sendo por eles assimilados, contribuindo para sua diferenciação, elaboração e estabilidade.

A TAS pode ser observada em três divisões, sendo as seguintes: a cognitiva, que pode ser entendida como resultante do armazenado e organizado na mente do aprendiz; a afetiva, que é resultante das experiências e sinais internos; e por fim, a psicomotora, que a partir de treino e prática resulta em respostas musculares (GELLER, 2021).

A ideia central da TAS é que a aprendizagem seja significativa, sendo que para Ausubel, ela é baseada na aprendizagem cognitiva, que de acordo com o entendimento de Moreira (2012), é quando ocorre novos conceitos, ideias entre outros, que interagem com os outros conhecimentos relevantes e inclusivos disponíveis de forma clara na estrutura cognitiva, e assim

sendo por eles assimilados, favorecendo para sua diferenciação, elaboração e estabilidade. Essa interação entre ideias relevantes na estrutura cognitiva do aprendiz e novos significados potenciais dá origem a significados verdadeiros, e pelo fato de a estrutura cognitiva do aprendiz ser única, assim, todos os novos significados adquiridos obrigatoriamente também são únicos (AUSUBEL, 1999, p. 17).

A aprendizagem significativa, no entendimento de Moreira (2016, p. 7), é:

Um processo através do qual uma nova informação se relaciona, de maneira substantiva (não-literal) e não arbitrária, a um aspecto relevante da estrutura cognitiva do indivíduo. Neste processo a nova informação interage com uma estrutura de conhecimento específica, a qual Ausubel chama de “conceito subsunçor” ou, simplesmente “subsunçor”, existente na estrutura cognitiva de quem aprende.

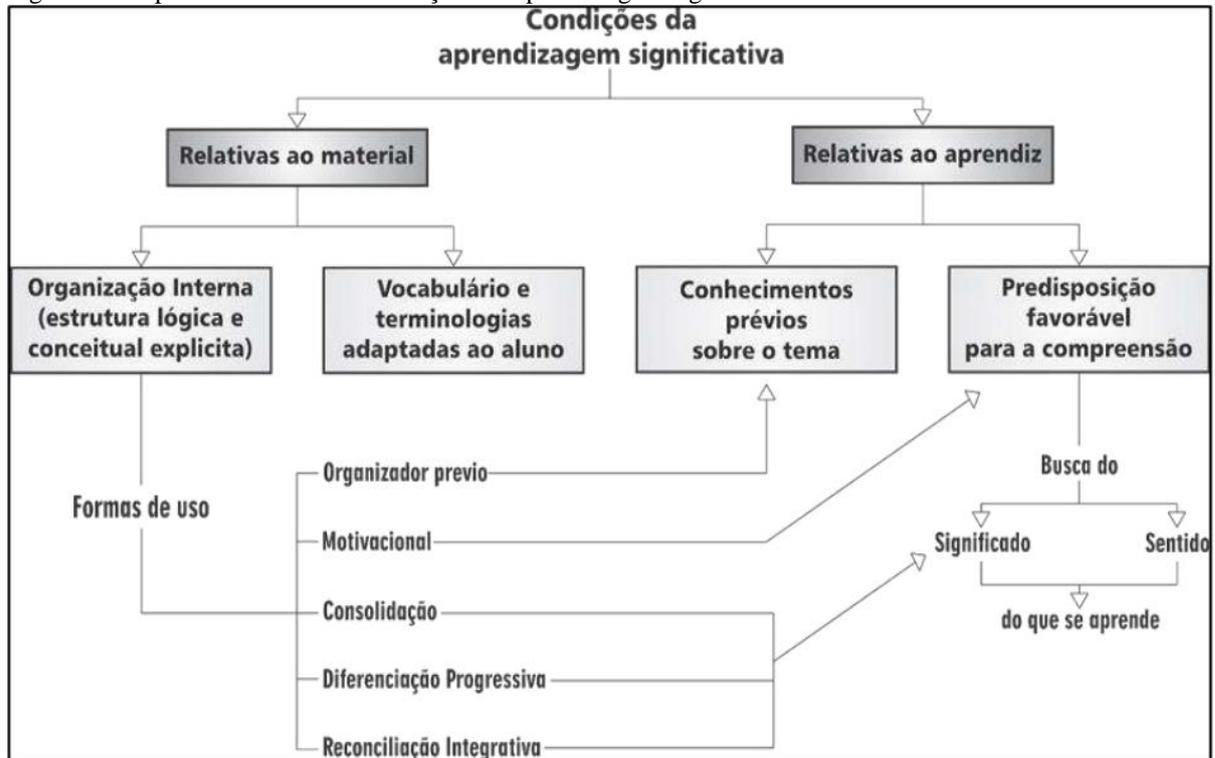
Assim, ele considera aquilo que o indivíduo já sabe, ou seja, os conhecimentos prévios, servindo como uma “âncora” e incorporando novos conhecimentos da própria estrutura cognitiva para que o indivíduo realize conexões entre o novo conhecimento e o conhecimento pré-existente.

Os primeiros subsunçores são obtidos a partir da formação de conceitos e dessa forma, cria condições para a assimilação de uma nova aprendizagem, que passa a predominar nos indivíduos. Ainda, segundo Moreira (2016, p. 13), cita que para os casos em que não existirem subsunçores necessários à aprendizagem significativa, Ausubel propõe o uso de organizadores prévios para suprir a deficiência desses subsunçores (materiais introdutórios como, por exemplo, textos e imagens) que preencham a lacuna entre o que o aluno já sabe e o que ele precisa saber.

Segundo Moreira (2012), algumas estratégias e instrumentos podem ser potencializadores e facilitadores da aprendizagem significativa, porém dependendo de como são utilizadas no ensino podem não promover tal aprendizagem, e sim uma aprendizagem mecânica, tais como, estratégias para copiar, memorizar, ou método comportamentalista do tipo sim ou não. Além disso, em relação as condições da aprendizagem significativa, é que o material seja potencialmente significativo e a outra, é que o aprendiz apresente uma disposição para relacionar o novo material como potencialmente significativo a sua estrutura cognitiva (MOREIRA, 2016, p. 11). Pois, Moreira (2016, p. 12), ainda explica que de nada adianta se tiver o material potencialmente significativo a ser aprendido, mas for apenas memorizado de forma arbitrária pelo aprendiz, porque tanto o processo de aprendizagem como seu produto serão mecânicos, assim como, de maneira recíproca, o aprendiz estar disposto a aprender, mas não for o material relacionável à estrutura cognitiva, ambos não serão significativos. O mapa

conceitual a seguir, na Figura 1, representa as condições da aprendizagem significativa relativas ao material e relativas ao aprendiz (POZO; CRESPO, 2009).

Figura 1 - Mapa conceitual sobre condições da aprendizagem significativa



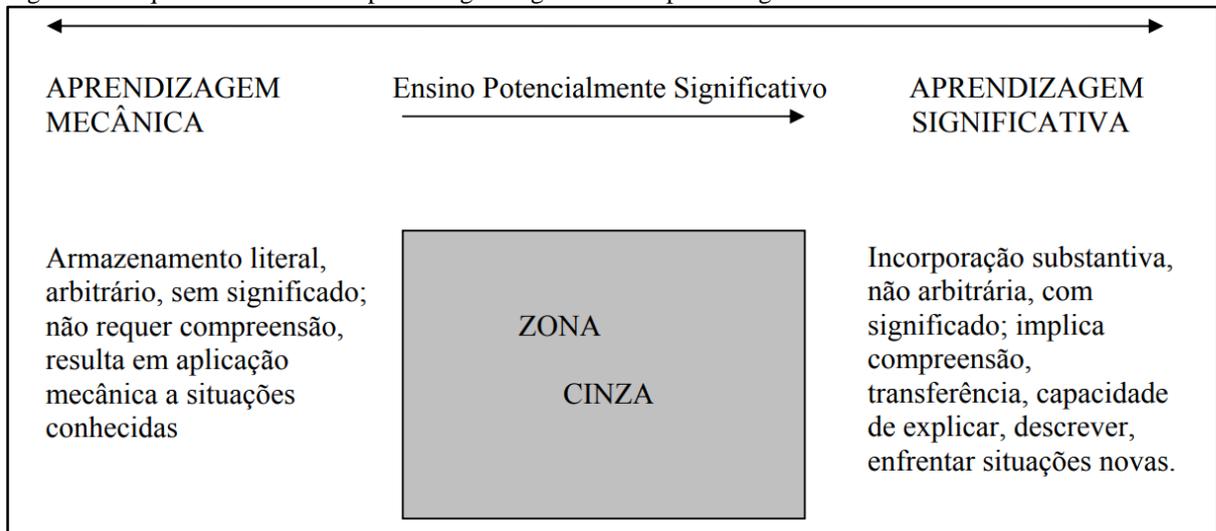
Fonte: Adaptado de Pozo e Crespo, 2009.

Outrossim, parte da capacidade que o aprendiz tem de transformar as ideias em potencialmente significativas, é em função do seu grau de desenvolvimento (maturidade cognitiva) ou capacidade intelectual que aumenta naturalmente com a idade e a experiência, e esse grau de desenvolvimento não ocorre sem estímulo intelectual, exemplo, a casa ou a escola (AUSUBEL, 2000, p. 24).

O armazenamento de informação na mente humana, para Ausubel, é altamente organizado em forma de uma hierarquia conceitual, onde elementos mais específicos do conhecimento são ligados a conceitos mais gerais (MOREIRA, 2016, p. 8). Para Ausubel, a aprendizagem significativa se contrapõe a aprendizagem mecânica. Moreira (2012), ressalta que na escola a aprendizagem que mais ocorre é a aprendizagem mecânica, que pode ser definida como aquela sem significado, em forma de memorização, que serve para as provas sendo apagada logo em seguida. Contudo, ele destaca que a aprendizagem significativa e a aprendizagem mecânica, representadas na Figura 2, não formam uma dicotomia, elas estão ao longo de um mesmo contínuo, em que na prática grande parte da aprendizagem ocorre na zona

intermediária desse contínuo, sendo que um ensino potencialmente significativo pode facilitar. Isso é representado por ele na Figura 2 que segue abaixo.

Figura 2 - Esquema do contínuo aprendizagem significativa-aprendizagem mecânica



Fonte: Moreira, 2012.

Para Ausubel (2000, p. 20), as tarefas de aprendizagem por memorização podem se relacionar com a estrutura cognitiva, porém apenas de uma forma arbitrária e literal não resultando na aquisição de novos significados, isso porque, essas atividades ficam retidas por curtos períodos de tempo se não forem bem aprendidas.

Em se tratando de assimilação, Ausubel (2000, p. 24), cita que a Teoria da Assimilação:

A Teoria da Assimilação explica a forma como se relacionam de modo selectivo, na fase de aprendizagem, novas ideias potencialmente significativas do material de instrução com ideias relevantes, e, também, mais gerais e inclusivas (bem como mais estáveis), existentes (ancoradas) na estrutura cognitiva. Estas ideias novas interagem com as ideias relevantes ancoradas e o produto principal desta interação torna-se, para o aprendiz, o significado das ideias de instrução acabadas de introduzir. Estes novos significados emergentes são, depois, armazenados (ligados) e organizados no intervalo de retenção (memória) com as ideias ancoradas correspondentes.

Dessa forma, entende-se que a aprendizagem faz parte de um processo de assimilação, onde Ausubel (2000, p. 24), explica esse processo de assimilação na fase de aprendizagem significativa que englobam: ancoragem seletiva do material de aprendizagem; a interação das ideias acabadas de introduzir com as ideias existentes que foram ancoradas, considerando que o significado das primeiras ideias surge como produto dessa interação; e por fim, a ligação dos novos significados que surgiram com as ideias ancoradas correspondentes no intervalo de retenção. Como exemplo de assimilação Moreira (2006, p. 29) cita o conceito de força nuclear

que deve ser aprendido pelo aluno, que já possui em sua estrutura cognitiva o conceito de força bem estabelecido, o novo conceito (força nuclear) será assimilado pelo conceito mais inclusivo (força) já adquirido. Porém, levando em consideração que esse tipo de força é de curto alcance, não só o conceito de força nuclear adquirirá significado, mas também o conceito geral de força que o aluno já possuía será modificado e se tornará mais inclusivo, ou seja, o seu conceito de força também vai incluir forças de curto alcance.

A teoria ausubeliana apresenta três formas de aprendizagem significativa de acordo com a teoria da assimilação, temos: por subordinação, por superordenação e de modo combinatório. Segundo Moreira (2012), na aprendizagem significativa por subordinação, é quando os novos conhecimentos adquirem significados para o aprendiz, por um processo de ancoragem cognitiva, em conhecimentos prévios já existentes na sua estrutura cognitiva; já na aprendizagem superordenada, envolve processos de indução que levam a novos conhecimentos que passam a subordinar aqueles que lhe originaram; e por fim, a aprendizagem combinatória, que é uma forma de aprendizagem significativa na qual ocorre a interação com vários conhecimentos já existentes na estrutura cognitiva com a atribuição de significados a um novo conhecimento, sendo que não é mais inclusiva e nem mais específica do que os conhecimentos originais.

Ausubel, no entendimento de Darroz, Rosa e Ghiggi (2015, p. 73), evidencia dois importantes processos que surgem durante a aprendizagem significativa, sendo: a diferenciação progressiva, que ocorre ao observar-se que o subsunçor modifica-se a partir de introdução de uma nova informação que também foi alterada e recebeu um novo significado; e a reconciliação integrativa, que acontece quando se estabelecem relações entre conceitos já existentes na estrutura cognitiva, essa reconciliação ocorre na aprendizagem significativa superordenada ou combinatória. Moreira e Masini (2001, p. 29-30), citam que em relação a diferenciação progressiva Ausubel fala que:

a) É mais fácil para seres humanos captar aspectos diferenciados de um todo mais inclusivo previamente aprendido do que chegar ao todo a partir de suas partes diferenciadas. b) A organização do conteúdo de uma certa disciplina na mente de um indivíduo é uma estrutura hierárquica na qual as ideias mais inclusivas estão no topo da estrutura e progressivamente incorporam proposições, conceitos e fatos menos inclusivos e mais diferenciados.

Outrossim, além das três formas de aprendizagem significativa, Ausubel, ainda diferencia a aprendizagem em três categorias que se complementam. Essas três categorias são: a representacional que ocorre quando símbolos passam a representar significados para o aluno;

a de conceitos, quando o sujeito percebe regularidades em objetos (ex. mesa) constrói um conceito e ele passa a ser representado por um símbolo; e a proposicional, que implica a dar significado a novas ideias expressas por meio de conceitos (MOREIRA, 2012).

Por fim, para saber se a aprendizagem foi significativa ou se não foi significativa, para Ausubel, de acordo com o entendimento de Darroz, Rosa e Ghiggi (2015, p. 73), citam que:

A melhor maneira de evidenciar a compreensão significativa é formular questões e problemas de outra forma, isto é, abordar questões referentes ao que foi trabalhado de um modo não familiar aos estudantes, exigindo-lhes uma grande transformação do conhecimento adquirido.

Diante do que foi apresentado, para uma aprendizagem significativa deve-se levar em consideração o que o aluno já sabe, verificando pelos conhecimentos prévios e a partir daí apresentar um novo conhecimento para que o aluno consiga relacionar com o conhecimento existente e assimilar em seu cognitivo. A seguir, serão apresentadas as Unidades de Ensino Potencialmente Significativas que são organizadas de forma a contribuir com a aprendizagem significativa.

2.1.1 As Unidades de Ensino Potencialmente Significativas (UEPS)

As Unidades de Ensino Potencialmente Significativas – UEPS, são organizadas em uma sequência didática de ensino destinada à aprendizagem significativa, não mecânica, que estimula a aplicação dos conteúdos para os alunos. A Teoria da Aprendizagem Significativa de Ausubel, que já foi discutida anteriormente, em sua estrutura parte da ideia de que não há ensino sem aprendizagem, considerando que o ensino é o meio e a aprendizagem é o fim. Sendo assim, as atividades desenvolvidas pelos estudantes devem ser potencialmente significativas e para isso, é importante a utilização de organizadores prévios e ainda, os alunos apresentarem disposição para relacionar os conteúdos com os conhecimentos que já estão em sua estrutura cognitiva.

Diante disso, Moreira (2011) formulou uma proposta de construção de uma sequência didática sendo uma UEPS, estabelecendo um conjunto de elementos que a estruturam desde a definição do conteúdo que será abordado até a sua avaliação. Além disso, essa UEPS é referenciada em teorias de aprendizagem, em particular a Teoria da Aprendizagem Significativa de Ausubel.

A construção dessa sequência didática segue alguns passos, e eles são sugeridos por Moreira (2011) consistindo em oito passos a serem seguidos, sendo eles:

- **Definir o tópico específico a ser abordado** - é a definição de um tópico específico da matéria a ser abordado, procedimentos para identificar os conhecimentos dos estudantes;
- **Sondagem dos conhecimentos prévios** - propor em sentido introdutório como forma de facilitar o conteúdo fazendo com que leve o aluno externalizar o seu conhecimento prévio a partir de situação-problema, discussão, mapa conceitual, questionários, leitura de um texto, um filme, uma imagem, etc.;
- **Situação - problema I**- levando em conta o conhecimento prévio do aluno em nível introdutório, propor situações-problema que o prepare para a introdução do conhecimento em pauta, mas ainda sem começar a ensiná-lo, com o intuito de que essas situações possam funcionar como organizadores prévios. Essas situações darão sentido aos novos conhecimentos, sendo que para isso, o aluno deve enxergá-la como problema e ser capaz de moldá-la mentalmente. Algumas situações-problema iniciais podem ser propostas em forma de simulações computacionais, vídeos, problemas do cotidiano veiculados pela mídia, simuladores, entre outros, de maneira acessível e problemática;
- **Diferenciação progressiva**- após serem trabalhadas as situações iniciais, deve-se apresentar o conhecimento a ser ensinado, levando-se em conta a diferenciação progressiva. Para isso, inicia-se com os aspectos mais gerais, abrangendo uma visão inicial do todo e após isso, partindo para os aspectos mais específicos. Como estratégia de ensino pode ser utilizado uma exposição oral, atividade de apresentação, discussão em grupo, entre outros;
- **Situação - problema II em nível de maior complexidade** – retomada do conteúdo em aspecto geral, ou seja, aquilo que realmente se quer ensinar, contudo em forma de uma nova apresentação e com nível mais alto de complexidade em relação a primeira apresentação. As situações-problema, para promover a reconciliação integradora (exemplos já trabalhados), devem ser propostas em níveis crescentes de complexidade. Sugere-se que após a segunda apresentação, que seja proposto alguma atividade para os alunos interagirem socialmente, tendo o professor como mediador, sendo que nesse caso pode ser a construção de um mapa conceitual, um experimento

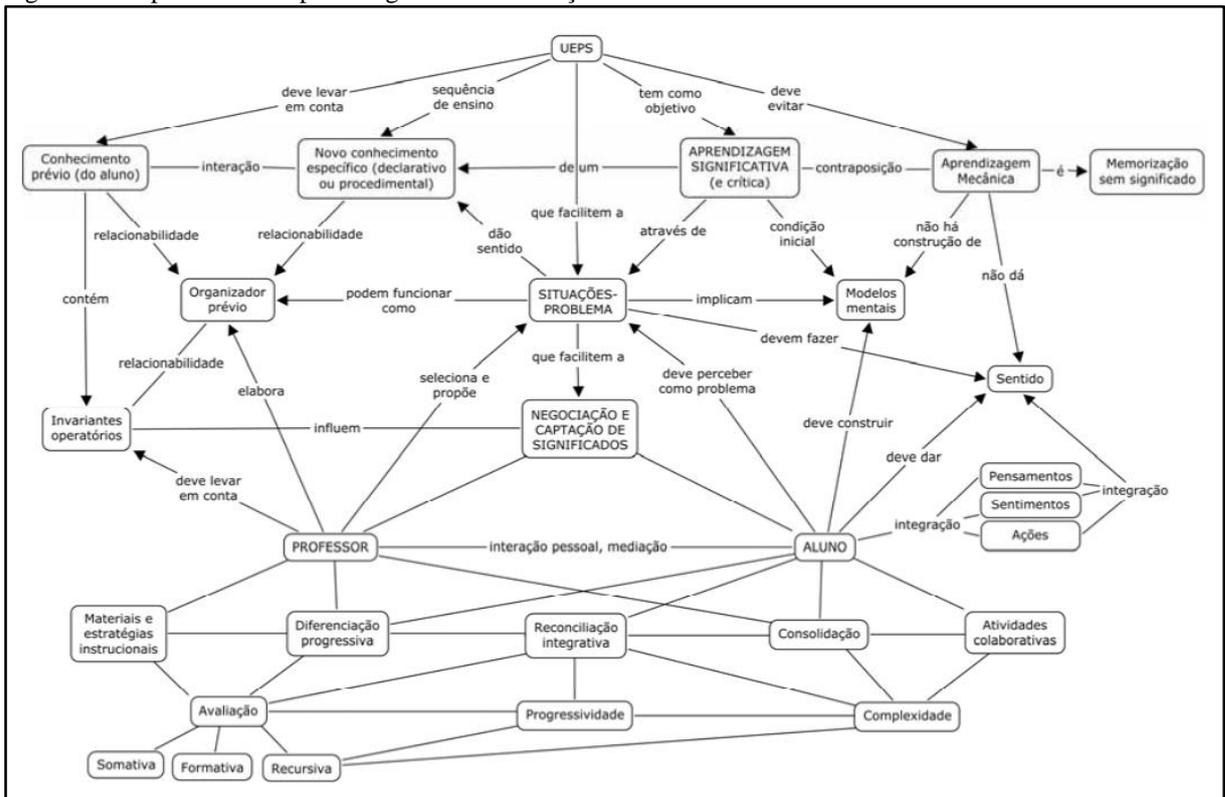
de laboratório, desde que envolva a negociação de significados e mediação pelo professor;

- **Reconciliação integradora** – retoma-se as características mais relevantes do conteúdo, mas com uma perspectiva integradora com nova apresentação dos significados. Como recurso pode utilizar uma breve leitura de texto, recurso computacional, um audiovisual. Apresenta-se pela terceira vez o conteúdo, mas com novas situações-problema propostas em nível mais alto de complexidade em relação aos anteriores, sempre tendo o professor como mediador das atividades desenvolvidas e discutidas em grupo;
- **Avaliação da Aprendizagem** – tudo que possa ser considerado como evidência de aprendizagem significativa deve ser registrado ao longo do processo, ou seja, de maneira contínua, somativa e individual. Ainda, após o sexto passo (passo anterior) deve ter a avaliação somativa individual, em que deve ser proposto questões que impliquem compreensão, evidenciando captação de significados e de modo ideal alguma capacidade de transferência, que serão previamente validadas por professores da matéria de ensino, e ainda, a avaliação do desempenho do aluno na UEPS se baseará na igualdade tanto na avaliação formativa quanto na avaliação somativa;
- **Avaliação da UEPS** - para a UEPS ser considerada exitosa, a avaliação de desempenho dos alunos deve apresentar evidências de aprendizagem significativa tais como, capacidade de explicar, aplicar o conhecimento para resolver situações-problema e outros.

Moreira (2011), comenta sobre três aspectos transversais, sendo eles: que em todos os passos devem ser diversificados os materiais e as estratégias, além de o questionamento ser privilegiado e ainda, deve-se estimular o diálogo e a crítica; pode-se pedir para os alunos proporem situações-problema como tarefa de aprendizagem ao longo do desenvolvimento da UEPS; apesar de a UEPS dever privilegiar as atividades em grupos, ela também pode ter momentos individuais.

Ainda, em relação a construção de uma UEPS, Moreira (2011, p. 7) apresenta um mapa conceitual apresentado na Figura 3 para diagramar de outro modo essa construção.

Figura 3 - Mapa conceitual para diagramar a construção de uma UEPS



Fonte: Moreira, 2011.

Além disso, Moreira (2010), comenta que os professores precisam saber como facilitar a aprendizagem em sala de aula e ainda, que devem saber promover uma atividade de forma crítica. Por isso, que ele cita a Teoria da Aprendizagem Significativa Crítica - TASC, que tem um significado e também criticidade na aprendizagem, em que possibilita ao indivíduo uma participação ativa na construção do seu conhecimento, sendo definida por ele da seguinte forma:

[...] é aquela perspectiva que permite ao sujeito formar parte de sua cultura e, ao mesmo tempo, estar fora dela. Trata-se de uma perspectiva antropológica em relação às atividades de seu grupo social, que permite ao indivíduo participar de tais atividades, porém, ao mesmo tempo, reconhecer quando a realidade se está distanciando tanto que já não está sendo captada por parte do grupo (MOREIRA, 2017, p. 8).

Outrossim, com a finalidade de facilitar a implementação da aprendizagem significativa crítica Moreira (2017, p. 9), sugere nove princípios, sendo eles:

- Princípio da interação social e do questionamento – o qual cita que no lugar de dar respostas é para ensinar;
- Princípio da não centralidade do livro de texto – recomenda-se utilizar materiais educativos diversificados, porque somente o livro gera uma simbolização que só ele tem o conhecimento;

- Princípio de aprendiz como preceptor/representador – o estudante deve aprender que somos preceptores e representantes do mundo;
- Princípio do conhecimento como linguagem – a linguagem está envolvida em tudo, e é mediada pela clarificação de significados;
- Princípio da consciência semântica – aprender que o significado não está nas palavras, mas sim nas pessoas;
- Princípio da aprendizagem pelo erro – o aprendizado é a partir da correção dos erros;
- Princípio da desaprendizagem – é necessário aprender a não usar conceitos irrelevantes para a sobrevivência;
- Princípio da incerteza do conhecimento – Entender que as definições e metáforas são instrumentos para pensar, e que as perguntas são mecanismos de percepção;
- Princípio da não utilização do quadro de giz – é necessário aprender diferentes estratégias de ensino.

Ainda, sobre esses princípios da TASC, Moreira (2010), acrescenta outros dois princípios na visão dele para garantir uma aprendizagem significativa crítica, sendo o princípio do conhecimento prévio e o princípio de deixar o aluno falar. Sobre princípio de conhecimento prévio entende-se que para o sujeito ser crítico de algum conhecimento, antes ele precisa aprender esse conceito significativamente. E sobre o princípio de deixar o aluno falar, é que os alunos possam discutir, negociar significados, de forma a estimular o aluno a ser ativo e não passivo e tem que aprender a interpretar, ser crítico e a aceitar a crítica.

Assim, esses onze princípios possibilitam que o processo de ensino e aprendizagem seja significativo e crítico. Vale ressaltar que Moreira ainda fala que não é para ficar preso a esses princípios, mas também que é para considerar e utilizar outros recursos instrucionais educacionais.

Embora inicialmente a UEPS ter sido pensada para os conteúdos de Física, tem-se utilizado ela em várias outras disciplinas escolares, como Biologia, Química e Matemática. Além disso, a UEPS pode ser utilizada em qualquer nível de ensino, desde que o mediador, no caso professor, adapte os conteúdos, atividades e avaliações para a aplicação da sequência em questão.

Assim sendo, o Produto Educacional vinculado a essa dissertação é elaborado no formato de uma UEPS e será apresentado no capítulo 3.

2.2 O Ensino de DNA no Ensino Médio

A Biologia se enquadra na área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias e esse componente curricular está diretamente ligada à formação e visão da vida, contribui para a formação de um pensamento crítico, e ainda, ligada ao letramento científico. Em se tratando dos conhecimentos sobre a biologia molecular, mais preciso do conteúdo de DNA, a abordagem desse tema encontra alguns obstáculos didáticos por parte dos alunos, principalmente por causa dos termos referentes a esse conteúdo. Considerando a aprendizagem na área das Ciências da Natureza e suas Tecnologias, a Base Nacional Comum Curricular (BNCC) aponta como fundamental, por parte dos estudantes, a apropriação de linguagens específicas da área, como por exemplo, nomenclaturas, e que aprender essas linguagens faz parte do processo de letramento científico fundamental a todo cidadão (BRASIL, 2017, p. 55).

Os Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (PCNEM) citam as competências para o ensino em Biologia, entre essas competências está a seguinte: “Interpretar e utilizar modelos para explicar determinados processos biológicos, como o transporte de nutrientes através das membranas celulares, a organização do código genético, a duplicação do DNA, a transcrição do RNA e a síntese de proteínas” (BRASIL, 2002, p. 39).

Essa competência engloba os conhecimentos principalmente em Biologia Molecular e Genética, sendo que, para cada competência são sugeridos temas estruturados do ensino em Biologia para serem adaptados em cada realidade em que os estudantes vivem. Nessas sugestões, tem o tema 3 que aborda a identidade dos seres vivos que ocorrem no interior de células sendo controladas por um programa genético sendo ressaltado na unidade temática como DNA: a receita da vida e o seu código (BRASIL, 2002, p. 46). Ainda, o tema 5 ressalta a importância das aplicações a partir dos conhecimentos genéticos.

A compreensão desses fundamentos é essencial para que os alunos possam conhecer e avaliar o significado das aplicações que têm sido feitas dos conhecimentos genéticos no diagnóstico e tratamento de doenças, na identificação de paternidade ou de indivíduos, em investigações criminais, ou após acidentes (BRASIL, 2002, p. 49).

Quando abordados em sala de aula assuntos mencionados em mídias, sobre engenharia genética, teste de paternidade, biotecnologia, entre outros termos envolvendo DNA, estes despertam fascínio nos alunos, porém apresentam dificuldade de compreender a composição, organização e funcionamento do DNA (PAES, 2019). O ensino tradicional de forma isolada não consegue desenvolver as habilidades e competências necessárias à educação na atualidade,

necessitando-se de práticas educativas que propiciem uma aprendizagem com maior significado e contextualizada (MATTA et al., 2020). A insuficiência de recursos didáticos ao se utilizar apenas atividades convencionais, pode prejudicar a assimilação de conceitos e processos (FERREIRA, 2020). Ensinar em forma de memorização das nomenclaturas faz com que os alunos fiquem preocupados apenas com isso, e deixem de pensar e elaborar conhecimentos que envolvam a vida em sociedade, fazendo com que, essas informações recebidas em pouco tempo sejam esquecidas ficando na memória apenas nomes vagos (LEANDRO, 2020).

Gambin, Scheid e Leite (2021) realizaram um levantamento de revisão bibliográfica de literatura relacionado ao Ensino de Genética no Brasil, e encontraram 39 pesquisas até a época de publicação de seu trabalho e o resultado foi que acerca dos conceitos de Genética que são abordados na Educação Básica, o termo DNA é o mais apontado, como um dos principais termos que os estudantes apresentam mais dificuldades na aprendizagem. Esses autores ainda citam que nos relatos em que os professores oportunizaram a explicação de forma diferenciada com jogos e outras propostas metodológicas, teve a diminuição da dificuldade relatada pelos estudantes sendo o resultado da aprendizagem como positiva. De acordo com Ferreira (2020), um dos fatores limitantes no ensino e aprendizagem em genética é a existência de conceitos abstratos principalmente quando se fala em estruturas moleculares como, DNA e RNA, pelo caráter microscópico que aumenta a complexidade de assimilação desse conteúdo que é considerado requisito essencial no entendimento das diversas questões biológicas.

Outrossim, devido a sua própria natureza conceitual, alguns desses conteúdos científicos são difíceis de compreender, além disso, as informações que os alunos já possuem em se tratando desses conceitos ou processos pode interferir na construção de significados do novo conhecimento (CAVALCANTE, 2019).

Assim, a compreensão dos conteúdos de Biologia, principalmente genética, se faz indispensável quando se fala no desenvolvimento do indivíduo para ser mais crítico, capaz de raciocinar e opinar sobre situações do cotidiano e possibilitando tomadas de decisões certas (FRANCISCO, 2019).

A seguir, será apresentado um breve comentário sobre a história da descoberta do DNA contextualizado com a Ciência Forense.

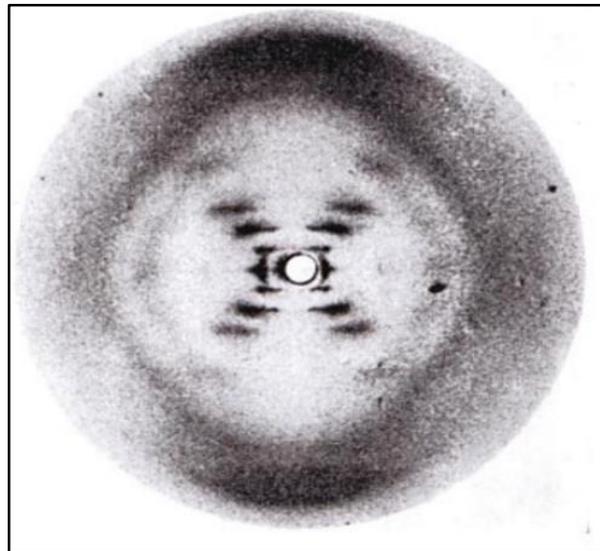
2.2.1 Histórico do DNA contextualizado por meio da Ciência Forense

A estrutura tridimensional do DNA é considerada a descoberta biológica mais importante do século 20, por Watson e Crick, é composta por duas cadeias de nucleotídeos

sendo, uma de um lado da outra e torcidas no formato de dupla-hélice (LEWONTIN et al., 2016, p. 235). Embora a descoberta da estrutura do DNA tenha proporcionado o prêmio Nobel a James Watson, Francis Crick e Maurice Wilkins, faz-se necessário falar do ausente pódio de Rosalind Franklin e ressaltar a sua contribuição diretamente para a descoberta da dupla hélice a partir de fotografias de raio-X do DNA.

Em 1953, na unidade de biofísica do King's College, em Londres, Rosalind Franklin escreveu em seus cadernos que a estrutura do DNA tinha duas cadeias, sendo que, ela já tinha descoberto que a molécula tinha seus grupos fosfatos do lado de fora do DNA, duas semanas após, James Watson e Francis Crick, no Laboratório Cavendish em Cambridge, construíram o modelo de DNA como uma dupla hélice (MADDOX, 2003). Segundo Maddox (2003), esses cientistas não construíram esse modelo apenas com a junção de uma intuição brilhante e com mentes compatíveis, mas também com a evidência experimental que seria uma fotografia de raio-X observado na Figura 4 que mostrava a estrutura helicoidal do DNA, feita por Franklin, e que sem ela saber chegou por meio irregular até Watson e Crick.

Figura 4 - Fotografia de raio-X de Franklin, publicado na *Natura* em 1953



Fonte: Maddox, 2003.

A utilização da tecnologia de DNA passou a ser mais conhecida pela sociedade brasileira por volta do ano de 2010, por meio do contexto criminal, principalmente nas narrativas de crimes sexuais e também identificação de pessoas a partir dos vestígios encontrados em locais de crimes e no corpo da vítima. Até então era mais evidente essa utilização em noticiários envolvendo a medicina e testes de paternidade (RICHTER, 2016). Em maio de 2010, foi implantado no Brasil um *software* conhecido como *Codis*, que é um banco de dados nacional

de DNA, que foi cedido pelo FBI (Federal Bureau of Investigation) e consiste em auxiliar nas investigações criminais para estabelecer a verdade dos fatos por meio de perfis genéticos (FIGUEIREDO, 2010).

O uso da tecnologia de DNA em identificação criminal foi introduzido na Lei de Execução Penal nº 12.654, de 28 de maio de 2012, em que prevê a coleta de material biológico para obtenção de perfil genético como forma de identificação criminal (BRASIL, 2012). E então, criada a Rede Integrada de Bancos de Perfis Genéticos (RIBPG) pelo decreto 7950/2013, com a principal finalidade de manter, compartilhar e comparar perfis genéticos nas apurações criminais e instruções processuais, sendo uma ação conjunta entre Secretarias de Segurança Pública. A principal utilização dos bancos de perfis genéticos é a identificação de pessoas desaparecidas, como restos mortais bem como de uma pessoa com identidade desconhecida no qual são confrontados com perfis de referência direta do desaparecido como exemplo roupa íntima, ou com perfis de familiares.

Os perfis genéticos são gerados pelos laboratórios da RIBPG a partir de indivíduos cadastrados criminalmente e são feitos confrontos a nível interestadual com perfis gerados pelos 20 laboratórios de genética forense no Brasil da RIBPG e também com perfis encaminhados oriundos de outros países por meio da Organização Internacional de Polícia Criminal (INTERPOL). Estão incluídos nesses bancos de perfis genéticos obrigatoriamente os casos condenados por crimes hediondos ou doloso e violento contra a pessoa, sendo fundamental o cadastramento para servir como auxílio na elucidação de crimes, na verificação de reincidências assim como, evitar condenações equivocadas. É importante ressaltar que o Banco Nacional de Perfis Genéticos (BNPG) possui caráter sigiloso com o acesso restrito e controlado para zelar pela segurança e pela qualidade das informações e ainda são utilizados dados dissociados do indivíduo não associado a uma pessoa identificável.

2.3 O uso das Tecnologias Digitais da Informação e Comunicação no ensino

A pandemia do COVID-19 no Brasil e no mundo fez com que diversas áreas se adaptassem a nova realidade de trabalho, denominada *home office*, por motivo das pessoas estarem confinadas em suas casas para evitarem o contágio da doença. Entre essas áreas, está a educação, que foi forçada a se moldar para a forma remota e dar continuidade no ensino, favorecendo o avanço do uso de tecnologias nesse meio como forma de objeto de apoio no ensino.

Com o prolongamento da pandemia, já era visível a consolidação e ampliação de uma cultura comunicativa em redes sociais e digitais com as suas diversas linguagens nas práticas cotidianas e na educacionais (TURATO, 2022). Assim, evidencia-se, que é necessário trazer para dentro da sala de aula o uso de tecnologias tendo a finalidade de uso pedagógico voltado para os alunos da contemporaneidade, já que eles fazem parte de uma geração que sempre está conectada em ambientes virtuais e necessitam de estímulos que os motivem a participar das atividades em sala de aula.

O uso de tecnologias pode servir como um recurso didático a mais para potencializar a processo de ensino e aprendizagem, partindo disso, Lucena (1997, p. 14) explica que:

a tecnologia educacional fundamenta um novo estilo educacional em busca de um novo paradigma, através do qual, o aluno tem possibilidades de desenvolver suas estruturas lógicas, preparando-se para uma nova sociedade, onde a manipulação da informação é o eixo principal.

Borges (2022) comenta que a escola não deve ser limitada apenas no cumprimento do conteúdo do currículo, mas auxiliar que os estudantes sejam capazes de lidarem com as demandas da sociedade contemporânea. O uso de Tecnologias Digitais da Informação e Comunicação (TDICs) têm mudado a forma de ensino em sala de aula, interação do estudante e práticas pedagógicas, onde acontece a substituição de uma educação rígida por uma educação flexibilizada e personalizada, onde reinvenção da escola é ser fundamentada em desenvolvimento de valores, habilidades, competências entre outros, para lidar com conhecimentos difusos e a demanda de diversas informações. Dessa forma, o estudante torna-se o centro do aprendizado e ativo na construção do seu próprio conhecimento sendo protagonista nas escolhas de sua própria vida.

Ao se utilizar as tecnologias, o professor deve instigar seus alunos a participarem dos processos de assimilação e construção do conhecimento científico e levar em consideração o que os alunos já trazem consigo (FERREIRA, 2020). Ao professor cabe a necessidade de mediar que recursos como as TDICs se transformem em instrumentos do processo de ensino e aprendizagem com significado transformador da realidade e favorecedor de uma experiência de aprendizagem mediada (GOMES, 2018).

A BNCC cita em suas competências que é essencial que os estudantes possam experienciar diálogos com os diversos públicos, nos contextos variados, usando diversas mídias, TDICs e formando narrativas diversificadas sobre os processos e fenômenos analisados (BRASIL, 2017, p. 558).

Potencialidades são apresentadas pelas TDIC no desenvolvimento da investigação e produção de conhecimento por parte dos alunos, pois podem possibilitar que busquem e acessem conhecimento para resolução de problemas, além de facilitar a organização de informações, entre outros (FRANCISCO, 2019). Esse autor ainda confirma que o uso da TDIC em sua pesquisa demonstrou ser um aspecto potencializador na implementação e realização da Sequência Didática Investigativa Digital com o conteúdo de genética, porque de início o ambiente virtual serviu como motivação e quebra de rotina e todos os alunos aderiram imediatamente à proposta com entusiasmo além de mudarem a postura quanto à utilização da internet.

O uso das TDIC em ambiente escolar se mostra como significativa no ensino e aprendizagem, mas vale ressaltar alguns desafios dessa implementação. Apesar de ser visível a necessidade de adaptação nas práticas pedagógicas incluindo as tecnologias da informação e comunicação, ainda existem diversos profissionais que se mostram resistentes a essas ferramentas, e na maioria das vezes, isso ocorre porque eles apresentam algumas dificuldades no manuseio e necessitam de aperfeiçoamento (SILVA, 2019). Ainda, Francisco (2019), aponta alguns desafios enfrentados na integração das TDIC, tais como, limitações de infraestrutura, número de equipamentos, acesso à Internet entre outros, e ressalta que essa implementação deve ser coerente com a realidade escolar, além disso reforça que os profissionais da educação devem ter um tempo maior de planejamento para que possam se atualizar e conhecer novas propostas educativas.

Turato (2022), em sua pesquisa cita que os docentes reconhecem que o uso de ferramentas midiáticas é um eficaz recurso pedagógico motivacional, possibilita a criatividade e criticidade, contudo exigem planejamento e mediação pedagógica. Além disso, o autor também cita que é unânime ao admitirem que essas ferramentas contribuem para a aprendizagem significativa. Dessa forma para atender as demandas da contemporaneidade que é formada por uma geração em que a maioria possui smartphones, tablets entre outros, é necessário que os profissionais de ensino se capacitem com o intuito de proporcionar o ensino e aprendizagem mais atrativo para os alunos de forma significativa, fugindo do ensino tradicional.

Moreira (2017, p. 11), entende que os laboratórios virtuais auxiliam no ensino de ciências, apesar de ser um desafio em algumas escolas pelo fato de as vezes, não serem usados ou não terem esses laboratórios. Ele considera importante o uso desses laboratórios nas escolas com os alunos, e faz os seguintes apontamentos:

1. os alunos podem modificar características de modelos científicos;
2. podem criar modelos computacionais;
3. podem fazer experimentos sobre fenômenos não observáveis diretamente;
4. criar ambientes online que usem dados individuais armazenados de estudantes, para guiá-los em experimentos virtuais apropriados para seus conhecimentos prévios e seus estágios de desenvolvimento Cognitivo (MOREIRA, 2017, p. 11).

É necessário haver o equilíbrio em sala de aula entre o presencial e o virtual, utilizando o que tem de melhor em cada recurso (MORAN, 2007, p. 57-58). Moran (2007, p. 98) ainda fala que os recursos digitais, tais como internet, planilhas e computador, além de auxiliar o professor, proporciona interação entre os alunos, incentiva os trabalhos em grupos como, e ainda facilita o conhecimento de outras culturas.

Montandon (2020, p. 84) relata a dificuldade de alguns professores durante o período de pandemia para gravar os vídeos e faz sugestões do passo a passo de como fazer essas gravações com mais facilidade. Ele comenta que é um processo complexo que envolve muitas variáveis, porém assim que produzidos leva as pessoas a lugares inimagináveis, por isso é importante os professores darem o primeiro passo na produção dessa potente ferramenta em suas práticas de ensinar e também aprender. Essas dicas no contexto atual servem para serem trabalhadas também com os alunos, a fim de fazer com que eles conheçam melhor o universo do audiovisual. Inicia-se partindo da sensibilização de apropriação da linguagem, onde o professor pode estabelecer junto com os alunos por exemplo, a apreciação de obras diferentes. Ele ainda explica quais os processos para a produção do vídeo como, pré-produção que envolve delimitação do tema, pesquisa e roteiro; a produção, momento da gravação; e pós-produção, assistir a gravação, descrever em forma de texto, analisar questões éticas e problemas técnicos.

Nesse contexto, o professor e o aluno são desafiados a entenderem que as tecnologias implicam em novas estratégias, sendo que, o uso de vídeos em sala de aula, por exemplo, pode proporcionar aulas mais dinâmicas e atrativas para os alunos. Moran (2007, p. 39) em seu entendimento, cita que:

A linguagem audiovisual desenvolve múltiplas atitudes perceptivas: solicita constantemente a imaginação e reinveste a afetividade com um papel de mediação primordial no mundo, enquanto a linguagem escrita desenvolve mais o rigor, a organização, a abstração e a análise lógica.

Em se tratando da utilização de recursos tecnológicos que envolvam áudio, atualmente é bem comum encontrar conteúdos e entrevistas que retomam um espaço de importância da linguagem oral, reinventados por meio de *podcasts e audiobooks*, em que estes poderão em um futuro breve serem tidos como parte do arquivo de memória de uma determinada sociedade

(MOMESSO et al., 2016). O podcast pode ser definido como um arquivo digital de áudio que pode ser produzido com baixo custo ou por algum *App* gratuito, e com auxílio de *software* ou *hardware*. Esse *podcast*, pode ser acessado por aparelhos celulares, notebooks e tablets. Ao utilizar recursos com áudio, as coisas não são dadas prontas, pois elas precisam ser imaginadas, e assim abre espaço para o educando desenvolver a capacidade criativa a partir de imagens de objetos, situações que são construídas a partir da relação entre o professor e o aluno a este suporte (DIEGUES; YOSHIMOTO, 2016, p. 88).

No contexto atual, o acesso às tecnologias tem ficado cada vez mais fácil e indispensável para o desenvolvimento das atividades rotineiras. A geração atual é considerada conectada, ou também chamada de nativos digitais, pois participa de redes sociais, comunidades virtuais e outras. Diante disso, cabe também a escola saber ensinar, orientar a acessar o que há de melhor nesses recursos tecnológicos de maneira consciente. Com a facilidade de acessibilidade a *softwares*, aplicativos para celulares, e com redes sociais digitais, como por exemplo o Tik Tok, jogos, simuladores, o professor pode utilizar esses recursos em seu favor atraindo e facilitando o ensino de alguns conteúdos considerados difíceis e com muitos termos.

O Tik Tok é um aplicativo que está entre os mais baixados na atualidade, essa ferramenta é organizada com conteúdo em formato multimídia, onde seus usuários podem criar, postar e compartilhar vídeos de até 60 segundos (TIKTOK, 2020). Monteiro (2020) fala que o Tik Tok apresenta contribuições significativas para a aprendizagem, pois promove maior interação dos alunos na construção do próprio conhecimento desenvolvendo competências como pesquisar, organizar informações, interpretar, planejar, tomar decisões, entre outros. Essa abordagem humorística contribui para um aprendizado mais agradável, sendo útil tanto para distribuição dos conteúdos curriculares, quanto para a produção colaborativa, além de mediações pedagógicas nas adequações de linguagem (TURATO, 2022). “Pois, os podcasts de áudio exigem que o aluno leia, que compreenda, que redija, numa linguagem estimulante, um texto para ser ouvido e que, em função disso, treine sua expressividade. E, só depois disso, é que estarão aptos para gravar” (CARVALHO, 2016, p. 94).

Outras habilidades podem ser desenvolvidas ao se utilizar recursos de áudio, como o podcast, por exemplo, sendo a melhoria da dicção, desinibição, autoestima além de dar oportunidade de expressão aos que gostam mais de falar do que escrever (MOMESSO; YOSHIMOTO, 2016, p. 106).

Outro recurso tecnológico que pode ser utilizado são os jogos. Moran (2007, p. 98), cita a utilização de jogos geralmente são oferecidos para lazer, mas se forem integradas propostas de ensino podem ser utilizadas pelo professor. O jogo pode estimular inúmeras habilidades

como, atenção, concentração, raciocínio, criatividade, entre outros, em relação a isso muitos professores utilizam, principalmente por despertar a atenção e motivar os estudantes a participarem das aulas (SILVA, 2018). Essa autora, também cita que além dos jogos poderem ser uma ótima estratégia em quesitos de motivação, eles também estão ligados a vários aspectos afetivos, como o bom convívio, o respeito de regras e trabalhos em grupos entre outros, que devem ser trabalhados na escola.

Outrossim, utilizar simulações que retratem algum acontecimento também é um recurso tecnológico bastante pertinente em sala de aula. Moran (2007, p. 98), fala sobre a utilização das simulações como recurso didático, e ele explica:

As simulações são programas elaborados para possibilitar ao usuário a interação com situações complexas e de risco. Os programas de simulação tornaram-se ponto forte do uso do computador nos meios educacionais, pois possibilitam a apresentação de fenômenos, experiências e a vivência de situações difíceis ou até perigosas de maneira simulada. Esses programas oferecem cenários que se assemelham a situações concretas das mais variadas áreas do conhecimento, nas quais o usuário pode tomar decisões e comprovar logo em seguida as consequências da opção selecionada.

Por fim, existem diversos recursos tecnológicos que contribuem para uma aprendizagem significativa e de forma atrativa para os alunos, saindo da rotina do ensino tradicional e tornando-se uma motivação para o ensino e aprendizagem. Porém, cabe ao professor mediador analisar e escolher qual recurso é mais viável para determinado conteúdo e quais as habilidades e competências deseja estimular ou desenvolver nos alunos.

3 METODOLOGIA DE PESQUISA

Este capítulo é direcionado a apresentação da pesquisa com objetivo de responder aos questionamentos realizados inicialmente neste estudo, com a finalidade de analisar a viabilidade da proposta como estratégia didática. Assim, retoma-se que esta pesquisa segue o questionamento a seguir: de que forma uma UEPS pode contribuir para o ensino de DNA a partir de um cenário da ciência forense por meio de recursos tecnológicos digitais?

Com a intenção de atender a esses questionamentos, o início do capítulo tem a caracterização da pesquisa e seu aporte, e seguida os instrumentos que serão utilizados para a coletas dos dados, bem como a descrição do lócus e sujeitos da pesquisa.

3.1 Caracterização da pesquisa

A pesquisa que será desenvolvida nesse estudo, caracteriza-se como de natureza qualitativa, pois buscará analisar a proposta didática em relação de sua viabilidade de ser aplicada no ambiente escolar. De acordo com Magalhães Júnior e Batista (2021, p. 23), falam sobre uma das particularidades dessa natureza de pesquisa que permite aos pesquisadores apresentarem além das visões e percepções de mundo a partir dos sujeitos pesquisados, como também, as teorias que esses sujeitos têm sobre o mundo.

Ainda, a pesquisa será caracterizada pela a pesquisa-ação, levando em conta que terá a participação da professora-pesquisadora no ambiente de estudo, coletando e analisando dados sobre a proposta didática, nesse sentido, Thiollent e Colette citam:

Na abordagem de pesquisa-ação, o docente desempenha um papel de pesquisador sobre: o conteúdo do ensino; o grupo; a didática; a comunicação; a melhoria da aprendizagem dos estudantes; os valores da educação; e o ambiente em que esta ocorre. O professor-pesquisador tem autonomia. Seu ensino está embasado em pesquisa e não em conhecimentos prontos, codificados em material de instrução (2014, p. 213).

E de acordo com Tripp (2005, p. 447), pesquisa-ação é uma forma de investigação ação na qual utiliza técnicas de pesquisa aprovadas para informar a ação que se decide tomar para melhorar a prática.

3.2 Os instrumentos para a coleta de dados

A realização do presente estudo recorrerá ao uso de instrumentos de coleta de dados como questionário de sondagem prévio, questionários em forma de jogos, diário de bordo da professora pesquisadora e os materiais que os alunos irão produzir como, por exemplo, as atividades práticas, podcast e vídeos, com a intenção de verificar os indícios de aprendizagem significativa.

O questionário de sondagem prévio oportunizará ao aluno externalizar o que já sabe sobre o conteúdo, e assim a professora fazer a mediação e interação para ensinar os novos conhecimentos.

O diário de bordo segundo Oliveira, Gerevini e Strohschoen (2017, p. 123), é um instrumento de estudo que, ao ser construído no decorrer das atividades de aprendizagem dos estudantes, pode ser utilizado com a finalidade de seguir a proposta de alfabetizar cientificamente e servindo para o professor acompanhar e desenrolar em sala de aula. Todas as atividades, reflexões e questionamentos podem ser anotados pelo pesquisador para sistematizar as atividades da sua prática.

Já os materiais que serão elaborados pelos alunos, no caso atividades experimentais com uso de balas de gomas, palitos, materiais do laboratório, podcasts, vídeos e resolução dos jogos, servirá para a professora pesquisadora analisar o processo de criatividade de cada aluno bem como a compreensão do conteúdo pelos alunos demonstrados de forma significativa.

3.3 Os sujeitos e o espaço da pesquisa

Os estudantes envolvidos nesta pesquisa são de uma turma formada por vinte e dois estudantes matriculados no terceiro ano do ensino médio, da EEEMTI 7 de Setembro, localizada na cidade de Espigão do Oeste, RO. Vale ressaltar que os estudantes do terceiro ano que são envolvidos nessa pesquisa estudaram o primeiro ano de forma remota no período da pandemia e o segundo ano em forma presencial. Por esse motivo, com a intenção de revisar e recuperar a defasagem desse conteúdo, o Produto Educacional foi aplicado no terceiro ano, antes de iniciar o conteúdo de Genética Mendeliana.

Esta escola foi fundada no dia sete, do mês de março, do ano de 1973, sendo que neste ano de 2023, ela completa 50 anos, e em comemoração a essa data acontecerá no decorrer do ano atividades voltadas para um projeto chamado “Jubileu de Ouro: Nossa escola, Nossa

Gente”. A partir do ano de 2017, EEEMTI 7 de Setembro apresentada na Figura 5, passou a atender com a modalidade de Ensino em Tempo Integral, do Ensino Médio regular.

Figura 5 - Imagem da fachada da escola



Fonte: Autora, 2023.

Na matriz curricular do terceiro ano do ensino médio nesse modelo de escola, o componente curricular de Biologia ocorre em três aulas semanais. Além disso, esse modelo de escola possui o Itinerário Formativo de Práticas Experimentais a qual é destinada para a realização das atividades práticas da área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias. Essa disciplina de Práticas Experimentais ocorre em duas aulas semanais para o terceiro ano. Sendo assim, foram utilizadas as três aulas de Biologia e as duas aulas de Práticas Experimentais, totalizando cinco aulas semanais para a aplicação deste Produto Educacional.

Vale ressaltar, que a professora pesquisadora dessa dissertação, é a própria professora de Biologia e de Práticas Experimentais dessa turma de terceiro ano.

4 APLICAÇÃO E ANÁLISE DE DADOS

Neste capítulo, serão apresentados os itens referentes à elaboração e implementação do produto educacional. Inicialmente serão apresentados o referencial da sequência didática, em seguida o cronograma da aplicação e a descrição e análise dos encontros. E por fim, será apresentado o produto educacional.

4.1 Cronograma da aplicação

A aplicação dessa pesquisa ocorreu no decorrer do mês de maio e início do mês de junho do ano de 2023 e foi organizada por encontros de acordo com os passos da UEPS que estão detalhados no Quadro 1 abaixo.

Quadro 1 - Cronograma de aplicação da UEPS

Passos da UEPS	Encontros	Data
2° - Conhecimentos prévios	1°	08/05/2023
3° - Situação-problema introdutório	2°	11/05/2023
	3°	15/05/2023
4° - Diferenciação progressiva	4°	17/05/2023
	5°	18/05/2023
	6°	22/05/2023
5° - Situação-problema em nível crescente de complexidade	7°	24/05/2023
	8°	25/05/2023
	9°	29/05/2023
6° - Reconciliação integradora	10°	31/06/2023
	11°	31/05/2023
7° - Avaliação da aprendizagem	12°	01/06/2023
	13°	02/06/2023
	14°	05/06/2023

Fonte: Autora, 2023.

Foram necessários quatorze encontros para a aplicação do produto educacional, organizado na forma de uma sequência didática, que está vinculada a essa dissertação, sendo que cada encontro teve a duração de 48 minutos.

4.2 Produto Educacional

O produto educacional, vinculado a presente dissertação, foi desenvolvido na forma de uma cartilha para professores do ensino médio, intitulado “Aprendendo DNA por meio da Ciência Forense”. Nas seções a seguir serão apresentados detalhes deste produto educacional.

4.2.1 Referencial da sequência didática

Esse produto foi estruturado na forma de uma UEPS, sendo que seus passos foram elencados por Moreira (2011), baseado na TAS. Este produto educacional utilizou, como estratégia, a contextualização do conteúdo de DNA (Genética Molecular) por meio da ciência forense e mediado pelas diversas tecnologias digitais. A seguir, estão os 8 passos mencionados de acordo com Moreira (2011):

- Definir tópico específico a ser abordado;
- Criar/propor situações sobre o tópico em pauta;
- Propor situações- problema, levando em conta o conhecimento prévio do aluno;
- Apresentar o conhecimento a ser ensinado/ aprendido, dando importância a diferenciação progressiva;
- Retornar os aspectos mais gerais do conteúdo, o que realmente pretende ensinar, mas em nível mais alto de complexidade;
- Retomar as características mais relevantes do conteúdo, mas de uma perspectiva integradora;
- Avaliação da aprendizagem;
- Evidências de aprendizagem significativa.

Seguindo esses passos, nas próximas seções serão apresentados os detalhes da UEPS desenvolvida nesta pesquisa, visando o ensino de DNA apoiado por tecnologias digitais e contextualizado com a ciência forense.

4.2.2 Primeiro Passo: Tópico específico a ser abordado

Este primeiro passo consiste na definição do tópico a ser ensinado, ou seja, é o momento de todo o planejamento da UEPS de forma sistematizada. Para isso, na construção da UEPS, seguiu-se os passos elencados por Moreira (2009) no qual, utilizando como estratégia a

contextualização do conteúdo de DNA por meio da ciência forense. Esse conteúdo, geralmente costuma ser abordado no primeiro ano do ensino médio, porém também é realizado algumas revisões de termos nos anos posteriores, principalmente no terceiro ano antes de se iniciar o conteúdo de Genética Mendeliana.

Com base nisso, abordamos o conteúdo de DNA contextualizado com a Genética Forense, bem como a estrutura e função do DNA, a utilização de simulador de cenário de crime para dar ênfase na importância do DNA, leitura de textos, jogos eletrônicos, vídeos, trabalhos em grupos e atividades experimentais. Em relação a Genética forense, atualmente muitos seriados, filmes, jogos, entre outros, apresentam a utilização do DNA nas elucidações e identificações de pessoas e testes de paternidade, a partir daí muitos jovens começam achar atrativo esse tema, pois é o meio para desvendar os diversos casos.

A seguir, no Quadro 2 apresenta-se o esboço da sistematização da UEPS de forma resumida, apresentando os passos, descrevendo as atividades para cada passo e o número de aulas que será necessário para cada aula.

Quadro 2 - Sistematização do desenvolvimento da UEPS

Passos da UEPS	Descrição breve	Número de aulas
1º - Definir tópico específico	Composição, estrutura e função do DNA.	***
2º - Conhecimentos prévios	<i>Quiz</i> interativo de Realidade Aumentada simulando uma cena de um crime. Aplicação do questionário dos conhecimentos prévios.	1
3º - Situação-problema introdutório	Texto 1- intitulado “ <i>A composição, estrutura, função do DNA e a relação com a Biologia Forense</i> ”. Jogo no <i>Wordwall</i> .	2
4º - Diferenciação progressiva	Abordagem do conteúdo de DNA, estrutura, função e replicação, com aula expositiva utilizando slide, vídeos e atividades.	3
5º - Situação-problema em nível crescente de complexidade	Texto 2- leitura de uma matéria da revista <i>Perícia Federal</i> , intitulado <i>Aspectos éticos e legais dos Bancos de Dados de Perfis Genéticos</i> . Atividade Experimental 1 -Extração de DNA. Resolução de um teste sobre o conteúdo estudado.	3
6º - Reconciliação integradora	Atividade Experimental 2 sobre a montagem da dupla-hélice do DNA. <i>Quiz</i> sobre as atividades práticas realizadas.	2
7º - Avaliação da aprendizagem	Atividade de pesquisa em grupo utilizando mídias digitais na gravação de podcast ou vídeo (utilizando <i>software</i> e aplicativo).	3
8º - Avaliação do êxito da EPS	Avaliação progressiva ao longo de todo o processo.	***

Fonte: Autora, 2023.

Para a aplicação desta UEPS foram necessários 14 períodos de uma aula cada como demonstrado na descrição resumida dos encontros que foram realizados a partir do passo dois até o passo sete da avaliação da aprendizagem da UEPS. A seguir, a Figura 6 é apresentada a capa do produto educacional vinculado a essa dissertação.

Figura 6 - Capa do produto educacional

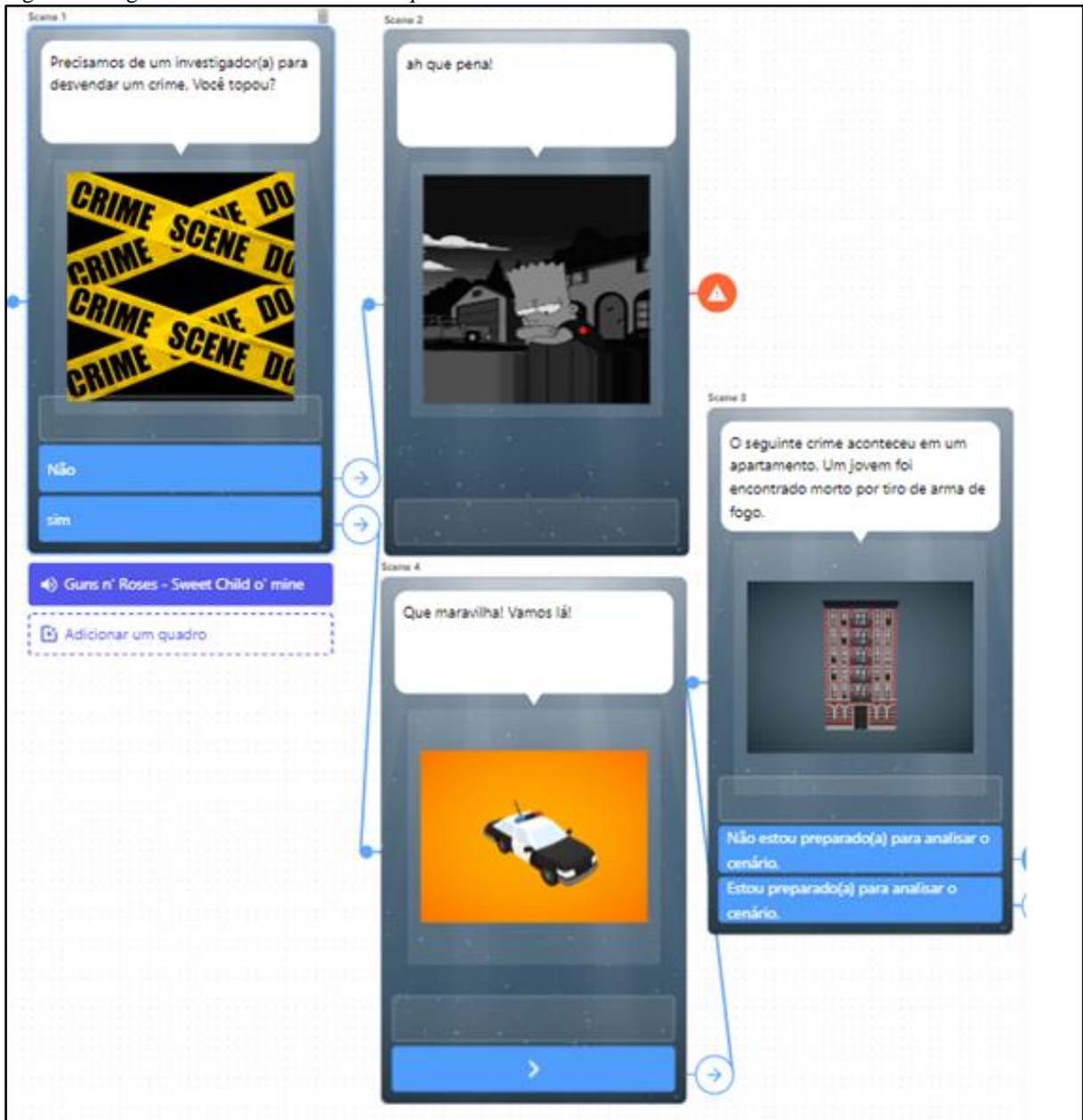


Fonte: Autora, 2023.

4.2.3 Segundo passo: sondagem dos conhecimentos prévios

No primeiro encontro com os alunos, com a intenção de realizar a sondagem dos conhecimentos prévios e lembrados ou adquiridos, os alunos devem fazer o *download* do aplicativo do *Metaverse* no celular para realizar o *quiz* em forma de simulação de Realidade Aumentada de uma cena de crime, na qual os alunos terão que elucidar um crime com base em evidências obtidas a partir do DNA. Essa simulação inicia-se com uma pergunta na qual os alunos irão responder se querem ajudar a desvendar o crime. Cada passo a seguir do simulador tem uma resposta correta e/ou uma errada. Caso o aluno erre, ele pode retornar para a pergunta e prosseguir. Na Figura 7 é possível verificar algumas capturas de tela do *quiz* interativo feito no *Metaverse*. No caso de algum aluno não ter celular, ele será orientado a realizar a simulação com outro colega.

Figura 7 - Algumas telas do simulador do *quiz* interativo no *Metaverse*



Fonte: Autora, 2023.

Para a montagem da cena de crime, foi utilizado o aplicativo *Canva*, que é uma ferramenta gratuita de design gráfico. Posteriormente, fazendo uso de imagens criadas no *Canva*, o simulador foi montado no *Metaverse*, que é um aplicativo que permite criar aplicações de Realidade Aumentada e também utilizar modelos pré-estabelecidos.

Após os alunos participarem do *quiz* no simulador, eles responderão um *quiz* como questionário prévio, elaborado no *software Kahoot*, no qual é composto por dez questões, como pode ser observado no Quadro 3, em que tais conhecimentos se referem ao DNA, estrutura, importância e suas contribuições em diversas áreas.

Quadro 3 - Questionário de sondagem dos conhecimentos

O DNA é definido como um(a)?
 Em organismos eucariontes, o DNA enrola-se em histonas, organizando o material genético na forma de?
 O DNA é composto por nucleotídeos, os quais possuem três partes distintas, exceto?
 O conceito, sequência completa de DNA de um organismo, refere-se ao:
 A maior parte do material genético dos Eucariontes está localizado em qual organela celular?
 O que faz parte do DNA?
 O que é um gene?
 No DNA existem quatro bases nitrogenadas, exceto?
 Na obtenção de provas de um possível criminoso, em qual organela celular procura-se o DNA?
 Qual dessas opções podem ser coletadas para identificação por DNA?

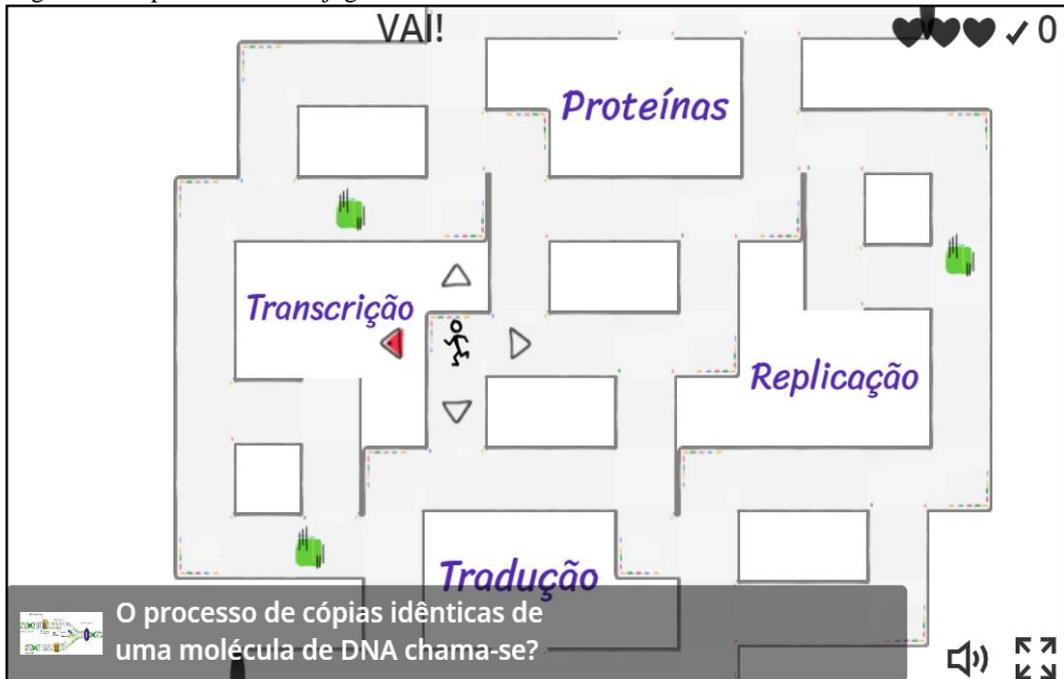
Fonte: Autora, 2023.

4.2.4 Terceiro passo: Situação-problema I

No segundo encontro, os alunos fizeram a leitura de um texto (APÊNDICE A) intitulado, “A composição, estrutura, função do DNA e a relação com a Biologia Forense”, que foi elaborado de acordo com artigos e materiais de cunho científico, e em seguida de um capítulo de uma revista da Associação Nacional dos Peritos Criminais Federais.

No terceiro encontro, realizada uma breve reflexão sobre a leitura do texto 1, e em seguida os alunos participarão de um jogo no *Wordwall*, como pode ser visto na Figura 8 que é uma plataforma online para criar jogos, questionários e atividades em formato personalizado.

Figura 8 - Captura da tela do jogo *Wordwall*



Fonte: Autora, 2023.

O jogo é composto por dez questões que podem ser observadas no Quadro 4 sobre os conhecimentos de DNA citados no texto 1.

Quadro 4 - Questionário sobre os conhecimentos de DNA presentes no texto 1

<p>Açúcar encontrado no DNA?</p> <p>A base nitrogenada G liga-se com?</p> <p>A estrutura do DNA?</p> <p>A base nitrogenada A liga-se com?</p> <p>O DNA é formado por três partes chamadas?</p> <p>As ligações entre as bases nitrogenadas chamam-se?</p> <p>O processo de cópias idênticas de DNA chama-se?</p> <p>Processo no qual o DNA é usado para a formação de uma molécula de RNA?</p> <p>As bases nitrogenadas encontradas no DNA são?</p> <p>No processo em que novo DNA formado apresenta uma fita nova e uma fita do DNA original chama-se?</p>
--

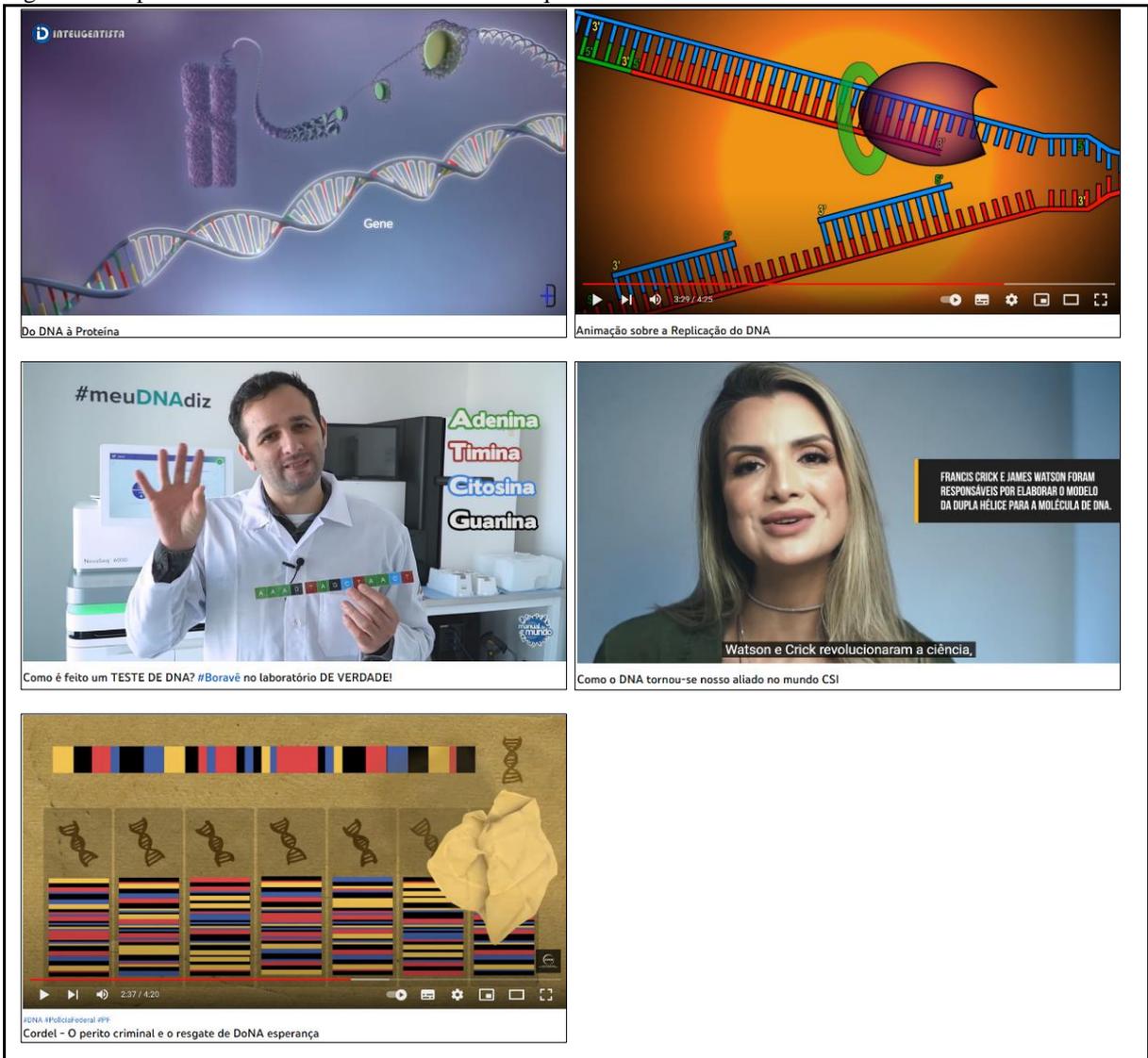
Fonte: Autora, 2023.

4.2.5 Quarto passo: Diferenciação progressiva

Neste encontro, a professora fez uma exposição dialogada com o uso de slides sobre o conteúdo de DNA, sua estrutura e função.

No quinto encontro, a professora realizou um breve comentário sobre a exposição dialogada do conteúdo do encontro anterior. Em seguida, os alunos assistiram cinco vídeos, como podem ser observados algumas capturas de tela na Figura 9, sendo o primeiro uma animação sobre a replicação do DNA (4 min), o segundo outra animação em que mostra o DNA até a formação da proteína (3 min), o terceiro que explica como é o procedimento em um laboratório de Genética (13 min), o quarto vídeo da Perita Criminal Amanda, no qual cita como o DNA tornou-se aliado nas investigações criminais (18 min), e o último vídeo um cordel sobre a importância do DNA na identificação de pessoas (4 min).

Figura 9 - Captura das telas dos vídeos utilizados no quinto encontro



Fonte: Autora, 2023.

Para o sexto encontro, com a intenção de verificar o entendimento pelos alunos do conteúdo explicado, os mesmos foram convidados a responderem um questionário (APÊNDICE B) no formulário online do *Google*, contendo quinze questões sobre DNA, sua estrutura e função.

4.2.6 Quinto passo: Situação-problema II em nível crescente de complexidade

Para o sétimo encontro, foi proposto a leitura de outro texto (texto 2) intitulado “Aspectos éticos e legais dos Bancos de Dados de Perfis Genéticos”, de um capítulo da revista *Perícia Federal*, como pode ser observada na Figura 10 a capa do capítulo.

Figura 10 - Capa do capítulo da revista Perícia Federal

DNA FORENSE: PCFs GUILHERME SILVEIRA JACQUES (BACHAREL EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E MESTRE EM CIÊNCIAS GENÔMICAS E BIOTECNOLOGIA) E ALINE COSTA MINERVINO (BACHAREL EM ODONTOLOGIA E ESPECIALISTA EM GENÉTICA HUMANA)

Aspectos éticos e legais dos Bancos de Dados de Perfis Genéticos

Desde meados de 1980, o uso de análise forense de DNA tem uma contribuição importante para a investigação do crime e a reprodução dos fatos. Não obstante, algumas questões éticas devem ser avaliadas, os mitos que rondam o tema devem ser desfeitos e as questões legais precisam ser regulamentadas. Visando atingir os benefícios sociais de um banco de dados de perfis genéticos precisamos avaliar eventuais riscos e resguardar, técnica e legalmente, as garantias para que os direitos individuais sejam preservados

ASPECTOS ÉTICOS

Preocupações e temores

Não restam dúvidas que o DNA de uma pessoa possui muito mais informações que as linhas e pontos de sua impressão digital. Ao longo das bilhões de letras que compõem o DNA de uma célula humana estão codificadas informações sobre as características físicas da pessoa, sobre sua saúde, origem e constituição étnica (figura 01).

O uso de toda a base de dados envolve um contrapeso entre os direitos do indivíduo e os interesses coletivos. Ao discutir as vantagens e as desvantagens do uso de bancos de perfis genéticos deve-se considerar: quais indivíduos devem ser incluídos no banco de dados, o uso de consentimento do indivíduo para fazer exame e uso das amostras e como gerir a informação que uma análise deste tipo envolve.

A evolução da identificação genética passa por uma fase, ainda em desenvolvimento, na qual ocorre o amadurecimento de todo o processo, com padronização dos dados estatísticos e a introdução dos bancos de perfis genéticos.

Os bancos de dados de DNA são casos particulares em que as informações genéticas são armazenadas para um determinado fim, usualmente a identificação de um indivíduo por comparação com o padrão armazenado. Estes bancos geralmente têm caráter forense.

Vários países apresentam discussões políticas e administrativas sobre o uso de perfis genéticos. As diferenças de normas legais e jurisdição dificultam a formação de banco de dados e a troca de informações entre os países. Embora os grandes bancos de dados possuam critérios rigorosos quanto à utilização de perfis genéticos, questões éticas podem ser levantadas.

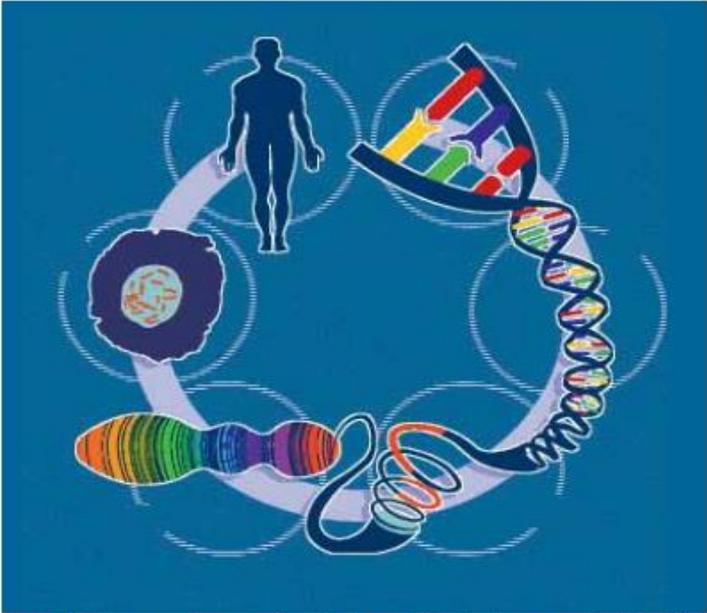


Figura 01 - Todo o genoma humano está codificado em combinações de apenas quatro letras. Estas letras representam compostos orgânicos: o A é a adenina, o T é a timina, o C é a citosina e o G é a guanina. Estes compostos estão sempre agrupados em pares: a adenina sempre se agrupa com a timina e a citosina com a guanina. O material genético humano tem cerca de 3 bilhões de pares desse tipo.

Perícia Federal 17

Fonte: Perícia Federal, 2007.

Para o oitavo encontro, é proposta uma atividade experimental (APÊNDICE C) no laboratório de secos e molhados da escola, em que os alunos fazem a extração do DNA vegetal (banana e tomate) e também do DNA humano a partir da saliva. No caso de a escola não ter o laboratório, que é o espaço adequado para as atividades práticas, não é recomendado que seja feita a atividade da extração do DNA da saliva humana por motivos de contaminação e

esterilização, e por motivos éticos e legais recomenda-se que seja realizada a coleta da saliva da professora e demonstrada os procedimentos de extração de DNA humano. Os alunos foram organizados em grupos para a realização da atividade e para ocorrer socialização.

No nono encontro, é proposta uma atividade avaliativa escrita (APÊNDICE D), com questões em forma de múltipla escolha sobre o conteúdo estudado nos textos, atividades práticas, jogos e explicação dos slides.

4.2.7 Sexto passo: Reconciliação integradora

Nesse décimo encontro, os alunos foram organizados em grupos com no máximo quatro integrantes para fazerem uma atividade experimental (APÊNDICE E), no laboratório de secos e molhados da escola, com o objetivo de realizarem a montagem da dupla-hélice do DNA com balas de gomas.

No décimo primeiro encontro, foi aplicado um *quiz* pelo *Kahoot*, com dez questões, como pode ser visto no Quadro 5, sobre as atividades experimentais da extração do DNA vegetal e humano e também a atividades experimental da montagem da dupla-hélice do DNA.

Quadro 5 - Perguntas do *quiz* sobre as atividades experimentais realizadas com os alunos

Qual o papel do detergente usado no experimento? Por que maceramos o material biológico (banana)? Qual técnica usamos para isolar o DNA? Qual a função do álcool etílico no experimento? Adenina, Guanina, Citosina e Timina são: As bases nitrogenadas são ligadas por: A base A refere-se: A base T refere-se: Quantas pontes de hidrogênio na ligação A-T? Quantas pontes de hidrogênio na ligação G-C?

Fonte: Autora, 2023.

4.2.8 Sétimo passo: Avaliação da Aprendizagem

Para esse décimo segundo encontro, foi feito um convite para os alunos se organizarem em grupos de no máximo quatro integrantes, e após isso eles fazerem uma pesquisa em noticiários na internet que contenham informações sobre alguma aplicação do DNA como resolução de alguma situação nas diversas áreas como, perícia, saúde, entre outros.

Já no décimo terceiro encontro, os alunos em seus grupos escolheram a reportagem sobre DNA e trabalharam com mídias para produção de áudio (*podcast*) ou vídeo. Nesses áudios ou

vídeos eles relataram qual reportagem escolheram, qual técnica de DNA foi aplicada e ao final relataram o que é o DNA. O tempo máximo de gravação foi de até 2 minutos.

Para o décimo quarto encontro, após concluírem as gravações propostas, os alunos socializam com os colegas e a professora em sala de aula e também divulgaram nas mídias digitais da escola.

4.2.9 Oitavo passo: Avaliação da UEPS

Esse passo é destinado para a avaliação do êxito da UEPS. Ela será considerada exitosa, caso o professor averigue que são evidentes os indícios de aprendizagem significativa no decorrer do desenvolvimento da UEPS.

A professora pesquisadora avaliou de forma qualitativa da intervenção didática por meio de anotações em um diário de bordo que serviu como um livro de registros, com todas as informações no decorrer dos encontros.

4.3 Descrição e análise dos encontros

Nesta seção serão apresentados e discutidos os resultados obtidos a partir da aplicação do produto educacional – Sequência didática organizada em uma UEPS. Conforme já mencionado, esses resultados foram obtidos por meio da análise dos questionários aplicados aos alunos, às atividades práticas e materiais produzidos por eles, além do diário de bordo da professora pesquisadora.

4.3.1 Primeiro passo - A definição do tópico específico a ser abordado

Nesse tópico específico, primeiramente identificou-se quais eram as principais características com relação ao conteúdo a ser abordado, assim como quais seriam as atividades a serem desenvolvidas de acordo com os objetivos de cada um dos passos, ou seja, a sistematização da sua estruturação.

Sendo assim, definiu-se que o tópico seria direcionado ao conteúdo de DNA aplicado a uma turma de vinte e dois alunos do terceiro ano do ensino médio. Mais especificamente antes de iniciar o conteúdo de Genética Mendeliana.

Outrossim, ficou definido que a UEPS seria contextualizada por meio da ciência forense com atividades que envolvessem essa temática, afim de despertar o interesse dos estudantes em aprender os conceitos de DNA.

A contextualização dos conteúdos escolares possibilita que a escola cumpra seu papel de ser uma ponte entre o conhecimento dominado por alguns grupos culturais (como exemplo professores e pesquisadores de ciências) e a maioria da população, considerando a realidade por ela vivenciada e assim criando condições de mobilizar conhecimentos voltados para a resolução de seus problemas (OLIVEIRA NETO, 2013).

Por fim, buscou-se estruturar a UEPS por meio da utilização de tecnologias digitais diversificadas, como forma de tornar o ensino mais atrativo, diferenciando-o quando possível do ensino tradicional da sala de aula, bem como empregar atividades experimentais no laboratório. Além disso, buscamos um material com uma linguagem clara e adequada para essa turma de terceiro ano de ensino médio.

4.3.2 Segundo passo - A sondagem dos conhecimentos prévios

Nesse segundo passo desenvolveu-se uma situação que conduzisse o estudante a externalização dos seus conhecimentos prévios. Para isso, foram utilizados alguns organizadores prévios. Os organizadores prévios podem ser definidos como materiais introdutórios apresentados antes do material de aprendizagem em si, em nível mais alto de abstração, ou seja, em aspecto geral, podem ser, por exemplo, uma pergunta, uma simulação, entre outros (MOREIRA, 2008).

No caso dessa pesquisa, a ideia inicial era de utilizar o *software* simulador de realidade aumentada *Metaverse*. Porém, no intercurso desta pesquisa, o *software* sofreu uma atualização e não ficou mais funcional para a atividade em que seria utilizado. Por isso se optou por utilizar uma imagem da cena de crime e algumas perguntas que estavam presentes no simulador de realidade aumentada.

Inicialmente, foi entregue aos estudantes uma imagem, como pode ser visto na Figura 11, contendo uma cena de crime, onde os estudantes deveriam analisar o cenário e dizer qual seria o melhor método a ser utilizado para identificar o criminoso. Ao entregar a imagem, alguns estudantes já fizeram alguns comentários, como por exemplo os estudantes K¹ e C, que

¹ A fim de manter o anonimato dos estudantes optou-se por denomina-los por estudantes A, B, C...

comentaram: “Pela característica da disposição dos vestígios é evidente que foi homicídio” (Estudante K). “O assassino tentou simular um suicídio” (Estudante C).

Em seguida, a professora pesquisadora fez um questionamento sobre qual seria a melhor forma de identificar o criminoso(a), sendo que a maioria respondeu: “Pelo DNA” (Estudantes B, E, F, G, I, J, K, M, N, O, R, R). “Pela impressão digital que estava na porta” (Estudantes I, J, K, L, O, P, Q, R, S, U).

Por fim, a professora perguntou quais seriam os melhores vestígios para serem coletados para analisar o DNA do possível criminoso(a). Os estudantes fizeram as seguintes observações: “A saliva que está nas bitucas de cigarro e podem conter o DNA do assassino” (Estudantes D, E, P, R, V). “As taças de vinho que também podem ter a saliva do assassino” (Estudantes K, M, O).

Figura 11 - Cenário de crime para análise de qual material coletar contendo DNA



Fonte: Autora, 2023.

Observou-se que nesse primeiro momento os estudantes mostraram-se interessados, participaram e responderam as perguntas iniciais feitas pela professora pesquisadora, sendo que nestas respostas já foi possível inferir que alguns deles já trazem consigo alguns conhecimentos prévios, mesmo que incompletos ou provisórios.

Após observarem a imagem da cena de crime, os estudantes foram convidados a participarem de um *quiz* online na plataforma *Kahoot*, como pode ser visto na Figura 12 os estudantes respondendo o jogo contendo dez questões (Quadro 3). A intenção da aplicação

desse questionário foi para verificar os conhecimentos prévios da turma acerca do conteúdo de DNA.

Para as questões, O DNA é definido como um(a)? Em organismos eucariontes, o DNA enrola-se em histonas, organizando o material genético na forma de? No DNA existem quatro bases nitrogenadas, exceto? e A maior parte do material genético dos Eucariontes está localizado em qual organela celular? Cerca de apenas 9% dos estudantes conseguiram responder de forma correta.

Já para as questões, O DNA é composto por nucleotídeos, os quais possuem três partes distintas, exceto? O conceito, sequência completa de DNA de um organismo, refere-se ao: O que faz parte do DNA? Na obtenção de provas de um possível criminoso, em qual organela celular procura-se o DNA? e O que é um gene? Aproximadamente 20% dos estudantes responderam de forma correta.

Outrossim, apenas para a questão, Qual dessas opções podem ser coletadas para identificação por DNA? A maioria dos estudantes acertou a resposta.

Figura 12 - Estudantes respondendo o *quiz* na plataforma *Kahoot*



Fonte: Autora, 2023.

Diante do resultado desse questionário prévio com essa turma de 22 estudantes que cursaram o seu primeiro ano do ensino médio, no período da pandemia. Acredita-se que pelo motivo de estar em um período pandêmico e com aulas remotas a maioria desses estudantes não chegaram a estudar esse conteúdo de DNA, que geralmente é explicado no primeiro ano. Outro possível motivo é que talvez podem ter visto esse conteúdo, mas não se recordam das definições dos termos acerca do DNA. Esse resultado já era esperado pela professora pesquisadora que escolheu essa turma para desenvolver essa UEPS.

Percebeu-se ainda que, os estudantes ao observarem a cena de crime e serem questionados sobre a técnica de identificação a ser utilizada, a maioria dos estudantes souberam dizer que seria com o DNA, mas ao serem questionados no *quiz* pelo *Kahoot* sobre o conteúdo de DNA grande parte dos estudantes confundiu ou não souberam responder de forma correta.

Embora os estudantes não saibam exatamente a definição científica acerca do conteúdo de DNA, a maioria deles acertou a questão em que se perguntava sobre qual o material a ser coletado para identificação por DNA na cena de crime. Diante disso, a professora pesquisadora fez um questionamento se os estudantes assistem filmes ou participam de jogos que envolvem técnicas de Biologia forense, a maioria respondeu que sim.

Com isso, evidencia-se que a temática da Biologia Forense é um assunto familiar para a maioria desses estudantes, ou seja, existem alguns conceitos na estrutura cognitiva deles, porém em nível alto de abstração. Para isso, Moreira (2016) cita que, no entendimento de Ausubel o processo de formação de conceito inicial de algum símbolo, é chamado subsunção, e ele ocorre de maneira gradual em cada indivíduo, criando condições para a aquisição de novos conceitos, por meio da assimilação a qual envolve interação com conceitos preexistentes na estrutura cognitiva.

Em relação à utilização de jogos no ensino, Moran (2018) entende que os jogos e as aulas roteirizadas com a linguagem de jogos, a gamificação, são estratégias importantes de encantamento e motivação para uma aprendizagem mais rápida e próxima da vida real. E Murr e Ferrari (2020) comentam que a gamificação não precisa consistir na alteração completa da estrutura de uma disciplina, pode-se gamificar uma aula ou usar a gamificação paralela ao processo de desenvolvimento das aulas, pelo professor. Ainda, cita que o site *Kahoot* é um exemplo de potencialidade de uso da gamificação para uma atividade ou aula, sendo visto de forma positiva por muitos autores.

4.3.3 Terceiro passo - Situação-problema I

Dando continuidade na aplicação da sequência didática, nesse passo, segundo Moreira (2001), ocorre a apresentação de uma situação problema que envolve o tópico em pauta, mas ainda não deve começar a ensiná-lo. São situações que dão sentido aos novos conhecimentos, porém o aluno deve perceber como problemas e assim ser capaz de moldá-las mentalmente. Outrossim, essas situações devem ser de modo acessível e problemático como, por exemplo, problemas do cotidiano, simulações computacionais, representações veiculadas pela mídia, entre outros.

Nesse contexto, os alunos foram convidados a realizarem a leitura de um capítulo² de uma revista da Associação Nacional dos Peritos Criminais Federais, intitulado “DNA X Criminalidade”.

Pereira (2015) cita que é fundamental que a escola tenha compromisso de formar leitores críticos e ativos para que o estudante construa o seu próprio conhecimento, e ainda entende que: “As constantes práticas de leitura e discussões sobre os avanços científicos e tecnológicos promovem a leitura de mundo, o olhar crítico diante da sociedade e a construção do conhecimento científico dos estudantes” (PEREIRA, 2015, p. 14).

A professora pesquisadora explicou para os estudantes que o texto era de cunho científico e, em seguida, entregou os textos para cada estudante para que fizessem a leitura. Logo após, ao terminarem a leitura, a professora pesquisadora solicitou aos estudantes para que realizassem a leitura de alguns trechos do texto em voz alta. Ao terminar a leitura, os estudantes foram questionados pela professora se já tinham visto a utilização das técnicas com DNA. Os estudantes D, E, K, M e R comentaram: “Já assisti em filmes e seriados tais como, CSI, Criminal Minds, NCIS, entre outros” (Estudantes K e R). “Não sabiam que existia Banco de perfis genéticos no Brasil” (Estudantes E e K). “Não sabiam o que era um Banco de perfis genéticos” (Estudantes M e D).

Dando continuidade nas atividades, após a leitura do capítulo da revista e uma breve conversa sobre o conteúdo do texto, foi realizada a entrega de outro texto, intitulado “A composição, estrutura, função do DNA e a relação com a Biologia Forense” (APÊNDICE A), elaborado pela professora a partir de materiais de cunho científico. A professora solicitou que alguns estudantes fizessem a leitura em voz alta para os demais escutarem.

Ao observar e registrar no diário de bordo os comentários dos estudantes desde o encontro anterior e no decorrer da leitura dos textos, percebe-se que eles escutam ou veem com frequência assuntos relacionados que envolvam o DNA, principalmente em seriados, mas ao serem questionados sobre a definição, as estruturas e as funções do DNA, a maioria dos estudantes comentam que “sabem que ele se localiza na célula, e que serve para identificar pessoas, mas que não sabem ou lembram quais são as suas funções e composição”.

É evidente a necessidade de a abordagem dos conteúdos partirem de temas de interesse dos estudantes. E isso reporta a importância dada por Moreira (2011) para os conhecimentos já existentes na estrutura cognitiva dos estudantes. Inclusive, a BNCC também ressalta que os conteúdos se iniciem a partir de temas rotineiros e são interessantes para os estudantes. Além

² [Capítulo da Revista da Associação Nacional dos Peritos Criminais Federais, texto intitulado “DNA X Criminalidade”.](#)

disso, Moreira (2012) cita que os organizadores prévios podem ser materiais introdutórios apresentados antes do material de aprendizagem em si servindo de ponte entre o que o aprendiz já sabe e o que ele deveria saber para que o novo material a ser aprendido possa ser de forma significativa.

Na aula seguinte, a turma foi convidada a participar de um jogo no aplicativo *Wordwall*, contendo dez questões (Quadro 4) sobre os conhecimentos sobre DNA citados nos textos do encontro anterior. A professora pesquisadora disponibilizou o *QR Code* (Quick Response Code) do aplicativo para cada estudante conectar em seu aparelho celular. Então, ela explicou que o jogo tem o formato de perseguição no labirinto, e que cada estudante precisava marcar a resposta correta e, além disso, não poderia encostar nos “perseguidores” que atrapalhavam o caminho para a resposta correta. Após as orientações, cada estudante se inscreveu com um apelido para acessar e iniciaram o jogo como pode ser observado na Figura 13 os estudantes jogando o *Wordwall*.

Para as questões, Açúcar encontrado no DNA? O DNA é formado por três partes chamadas? e As ligações entre as bases nitrogenadas chamam-se? cerca de metade dos estudantes conseguiram responder de forma correta. Por outro lado, nas questões A base nitrogenada G liga-se com? A estrutura do DNA? A base nitrogenada A se liga com? O processo de cópias idênticas de DNA chama-se? e As bases nitrogenadas encontradas no DNA são? Cerca de 36% conseguiu responder de forma correta, sendo que para a questão Processo no qual o DNA é usado para a formação de uma molécula de RNA? A maioria dos estudantes não conseguiu responder de forma correta.

Figura 13 - Estudantes jogando o *Wordwall*



Fonte: Autora, 2023.

A partir desse jogo, a professora pesquisadora conseguiu observar algumas dificuldades em relação ao conteúdo e também ao jogo, a partir de alguns comentários feitos pelos estudantes

durante o encontro, tais como: “Eu não lembrei do nome da base nitrogenada e com quem ela se parecia” (Estudantes B, C, F, G, k e V). “Eu não lembrava o nome das três partes que formam o DNA” (Estudantes E, F e H).

Analisando os comentários e o resultado do jogo, percebe-se que mesmo sendo realizada a leitura dos textos nos encontros anteriores, a maioria dos estudantes não consegue distinguir o que são bases nitrogenadas, replicação, transcrição e definição sobre o que é DNA. Aqui, como ainda não foi iniciada a explicação do conteúdo, era esperado que os estudantes teriam dificuldades para responder as perguntas, mesmo que já tendo lido um texto inicial sobre o DNA.

Apesar do baixo índice de acertos das respostas, um ponto que chamou atenção foi em relação ao entusiasmo e empolgação de alguns estudantes quando passavam para a fase seguinte do jogo, sendo evidenciado por alguns comentários: “Eu consegui responder quase todas as perguntas, faz mais um jogo assim professora” (Estudante N). “Esse jogo é muito legal, gostei” (Estudantes C, D, G, M, N, O e R).

Para Fadel et al. (2014, p. 33), o foco da gamificação é estimular a ação de se pensar sistematicamente como em jogo, com a intenção de se resolver problemas, melhorar produtos, processos, objetos e ambientes com foco na motivação e no engajamento de um público determinado. Além disso, Murr e Ferrari (2020) citam que a gamificação não é exclusiva do mundo digital, é possível usar elementos de jogos de forma manual, desde que mantenham a estrutura e o pensamento envolvidos em games.

4.3.4 Quarto passo - A diferenciação progressiva

Após ser apresentada a situação problema introdutória, mas sem começar a ensinar tal conhecimento, aqui inicia-se a apresentação do conteúdo a ser ensinado. A apresentação desse conteúdo parte dos aspectos mais gerais, dando uma visão inicial do todo e, em seguida, abordando aspectos específicos. Para esse passo, pode-se fazer uma breve exposição oral seguida de atividade colaborativa em pequenos grupos, sendo seguida de atividade de discussão em grande grupo (MOREIRA, 2011).

Assim, Novak e Gowin (1984, p. 114) citam que:

O princípio de Ausubel da diferenciação progressiva estabelece que a aprendizagem significativa é um processo contínuo, no qual novos conceitos adquirem maior significado à medida que são alcançadas novas relações (ligações preposicionais). Assim, os conceitos nunca são “finalmente aprendidos”, mas sim permanentemente

enriquecidos, modificados e tornados mais explícitos e inclusivos à medida que se forem progressivamente diferenciando.

Seguindo essas orientações de Moreira (2011), nesse quarto encontro, foi realizada uma exposição dialogada com o uso de slides sobre o conteúdo de DNA. De maneira introdutória, a professora pesquisadora contou brevemente sobre a história da descoberta do DNA, sendo que durante a explanação, os estudantes demonstraram interesse em conhecer a parte histórica.

Logo em seguida, foram abordados os temas de estrutura, composição e função do DNA, sendo observado pela professora que a maioria dos estudantes não sabia a diferença entre DNA e RNA. Além disso, a maioria dos estudantes relatou que confundiam quais eram as bases nitrogenadas.

No encontro seguinte, alguns temas como a composição do DNA, as bases nitrogenadas e quantas ligações de hidrogênio entre as bases nitrogenadas foram questionados pela professora pesquisadora. De acordo com o que os estudantes iam respondendo, a professora foi anotando no quadro em forma de mapa mental, com a finalidade de fazer a abordagem com aspectos mais específicos. Para Santos (2018) o papel do professor como mediador é fundamental na sala de aula, sendo que ele seleciona cuidadosamente situações-problema de acordo com o que o aluno já sabe, direcionando-o ao que ele precisa saber.

Após essa conversa junto aos alunos, foram reproduzidos os seguintes vídeos: replicação do DNA; formação da proteína; procedimento em um laboratório de Genética; como o DNA tornou-se aliado nas investigações criminais; e por fim, o cordel sobre a importância do DNA na identificação de pessoas. Pode-se observar que, entre os vídeos apresentados, os estudantes demonstraram bastante interesse na apresentação do procedimento em um laboratório de Genética.

A intenção da utilização de vídeos e imagens foi a de possibilitar aos alunos a retomada dos conhecimentos já existentes em suas estruturas cognitivas e necessários para a discussão do conteúdo, e ainda se revela um elemento motivador para a aprendizagem Santos (2018).

No sexto encontro, a professora aplicou um questionário de múltipla escolha, contendo quinze questões (APÊNDICE B) sobre os conhecimentos de DNA. Observou-se que a questão em que citava a transcrição e perguntava com qual base nitrogenada a uracila iria se parear e a questão em que perguntava a quantidade de ligações de hidrogênio entre as bases nitrogenadas adenina e timina, foram as questões que a maioria dos estudantes erraram.

A quantidade de ligações de hidrogênio que une as bases nitrogenadas é necessária para manter a união das duas fitas de DNA, e no momento em que vai ocorrer a duplicação ou transcrição ocorre o despareamento das bases. Diante disso, é importante os estudantes

entenderem essa função, sendo assim, um ponto de atenção para a professora pesquisadora explicar e reforçar esse entendimento com os estudantes.

4.3.5 Quinto passo - Situação-problema II em nível crescente de complexidade

Dando continuidade aos passos, aqui, retoma-se os aspectos mais gerais, ou seja, aquilo que realmente se pretende ensinar em uma nova apresentação oral ou em forma de texto, porém em nível mais alto de complexidade em relação à primeira apresentação (MOREIRA, 2011). Seguindo os encontros, nessa aula a professora pesquisadora entregou um texto impresso sobre o capítulo³ da revista *Perícia Federal* denominado, “Aspectos éticos e legais dos bancos de Dados de Perfis Genéticos”. Como pode ser observado, na Figura 14 uma estudante fazendo a leitura do texto.

Figura 14 - Estudante fazendo a leitura do texto



Fonte: Autora, 2023.

Então, foi realizada a leitura compartilhada do texto proposto, em seguida os estudantes fizeram alguns apontamentos, tais como:

- Pensei que coletava apenas sangue para o banco de perfil genético (Estudante K).
- Eu pensava que técnica de coletar a mucosa bucal era muito simples para a obtenção do perfil genético (Estudante O).
- Não sabia que o perfil genético era representado dessa forma (Estudantes C, J e V).
- Pensei que a pessoa era obrigada e deixar coletar o sangue (Estudante N).

³ [Capítulo da revista *Perícia Federal* denominado, “Aspectos éticos e legais dos bancos de Dados de Perfis Genéticos”.](#)

Deveriam fazer perfil genético de toda a população para facilitar a identificação de pessoas (Estudantes K e R).

Essa ação, com aplicação desse texto, fez com que os estudantes conseguissem debater, conhecer e se questionar sobre como é o funcionamento do nosso ordenamento jurídico brasileiro e ainda como é fundamental a ciência para os avanços na sociedade, tais como melhorias nas biotecnologias, saúde, entre outros.

No encontro seguinte, com a finalidade de realizar uma atividade experimental, cada grupo recebeu o roteiro da prática e os estudantes se organizaram aleatoriamente em cinco grupos de aproximadamente quatro estudantes cada. Posteriormente, encaminhados até o laboratório de secos e molhados da escola para realizarem a prática da extração do DNA da célula vegetal como pode ser visto na Figura 15.

Figura 15 - Passo a passo da execução da atividade experimental da extração do DNA vegetal

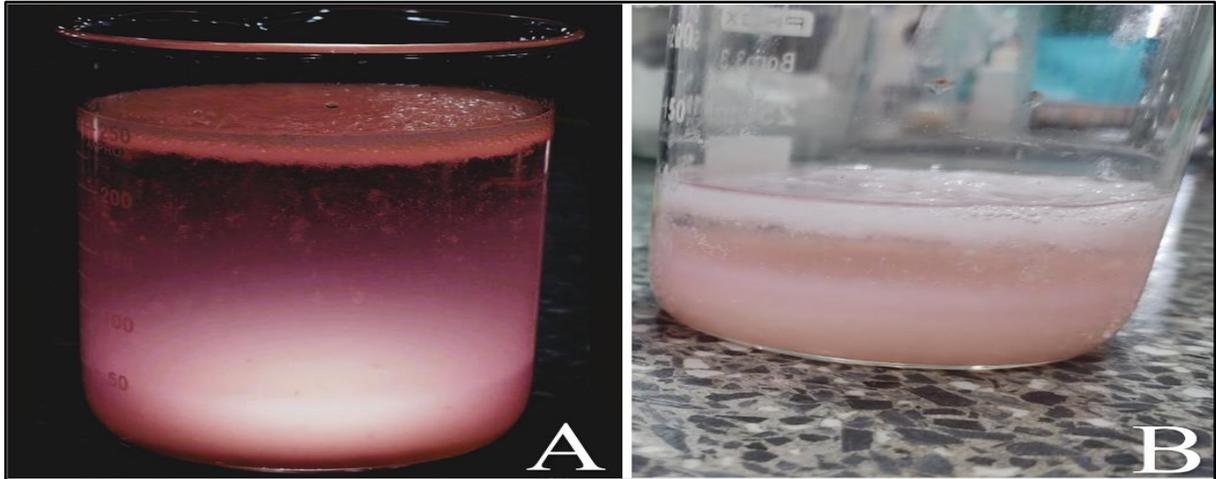


Fonte: Autora, 2023.

Após a realização da prática da extração do DNA vegetal de uma banana, a professora fez a demonstração do procedimento de coleta de material genético com suabe da sua mucosa bucal e realizou a atividade prática descrita no roteiro. Em seguida, a professora pesquisadora pediu para os estudantes analisarem o resultado da prática da extração do DNA vegetal da banana macerada e misturada na solução de água, sal e detergente e por fim, acrescentado álcool

para visualizar a precipitação do DNA como pode ser observado na Figura 16 b. E também os estudantes analisaram o resultado da prática da extração do DNA humano que foi coletado da mucosa bucal da professora e posteriormente acrescentado álcool e observado a precipitação do DNA como pode ser visto na Figura 16 a.

Figura 16 - Resultado da atividade experimental da extração do DNA humano (a) e DNA vegetal (b)



Fonte: Autora, 2023.

Ao finalizarem as observações do resultado da atividade prática, alguns estudantes pediram para observar o material no microscópio óptico como pode ser visto na Figura 17. A professora entregou as lâminas e lamínulas para os estudantes e deixou que realizassem a observação do material no microscópio.

Figura 17 - Estudantes observando no microscópio óptico a amostra do material da atividade prática



Fonte: Autora, 2023.

Essa iniciativa do estudante pedir para observar o material no microscópio óptico demonstra a importância de o professor atuar como mediador e instigar para que os estudantes

sejam proativos e autônomos em suas escolhas, principalmente em relação ao seu ensino e aprendizagem. E Moreira (2011) cita como aspectos transversais como tarefa de aprendizagem nas atividades desenvolvidas ao longo da UEPS, pode-se pedir aos estudantes que proponham situações problema referente ao tópico em questão.

Por fim, os grupos de estudantes receberam um questionário sobre as atividades práticas realizadas, sendo que essa é a primeira questão que eles responderam de forma correta (a solução de lise serve para realizar ou facilitar o rompimento das membranas). Já para a segunda questão, os grupos 1,3,4 e 5 responderam de forma parecida e também correta (O detergente serve para separar os fosfolipídios da membrana e do núcleo, e o sal ajuda a precipitar o DNA). O grupo 2 respondeu um pouco diferente, mas também correto (O detergente quebra as membranas da célula, e o sal faz com que o DNA fique evidente).

Para a questão três, os grupos 2,3,4 e 5 responderam (que serve para fazer a quebra mecânica da parede celular e da membrana plasmática), e o grupo 1 respondeu de forma um pouco diferente, mas também correto (Para facilitar a ação da lise e para ficar mais fácil extrair o DNA). E na última questão todos os grupos responderam de forma parecida e correta (o álcool desidrata o DNA e diminui a solubilidade fazendo com que o DNA precipite).

Observou-se que todos os grupos responderam de forma correta e dentro do esperado para esse passo da UEPS com a apresentação do conteúdo com um nível mais alto de complexidade em relação à primeira apresentação.

Dessa forma, evidencia-se que os grupos entenderam o procedimento das atividades práticas de tal forma que realizaram a atividade, sendo que na intervenção da professora pesquisadora demonstravam que estavam conseguindo realizar o passo a passo do experimento. E também, a partir das respostas do questionário permite-se concluir que os apontamentos feitos pelos grupos podem se caracterizar como indícios de que eles conseguiram compreender a importância de cada substância para o rompimento das membranas celulares com a finalidade de extrair o DNA vegetal da banana e humano, possibilitando assim um processo de aprendizagem significativa.

Essa atividade aconteceu exatamente como Moreira (2011) cita, que após a segunda apresentação do que se pretende ensinar, sugere-se propor alguma atividade colaborativa que leve os alunos interagirem socialmente, negociando significados e tendo o professor como mediador. Essa atividade pode ser um mapa conceitual, resolução de problemas, um experimento de laboratório, desde que envolva negociação de significados e mediação do professor.

No encontro seguinte, os estudantes responderam a uma avaliação individual impressa, com supervisão da professora pesquisadora, que solicitou que deveriam responder a atividade sem consulta da internet ou dos textos que foram entregues nos encontros anteriores, com a finalidade de ser possível identificar os conhecimentos adquiridos pelos alunos durante o processo de desenvolvimento da UEPS.

Foram aplicadas questões relacionadas ao conteúdo de DNA abordado nos slides, no texto 1 e 2, atividade prática e jogos. Nessa ocasião a atividade foi realizada por 21 estudantes e no geral observou-se que a maioria deles obtiveram êxito ao responderem as questões, mostrando capacidade de correlação com os termos e identificação das estruturas que compõem o DNA. Vale ressaltar que alguns estudantes confundiram os termos “gene” e “cromatina”, o que precisou ser revisado e debatido em grupo após a aplicação da avaliação individual impressa.

4.3.6 Sexto passo - A reconciliação integradora

Com uma perspectiva integradora, ou seja, buscando a reconciliação integrativa, é realizada uma nova apresentação dos significados, sendo que aqui o importante não é a estratégia em si, mas a forma de trabalhar o conteúdo da unidade (MOREIRA, 2011).

Partindo do pressuposto de reconciliação integradora do conteúdo de DNA, a professora pesquisadora aliou a atividade prática da montagem da dupla-hélice do DNA que retoma grande parte do conteúdo já estudado. Os estudantes se organizaram novamente de forma aleatória em cinco grupos para realizarem a atividade prática que foi realizada no refeitório da escola.

Foram entregues os roteiros da atividade prática (montagem da dupla hélice de DNA com balas de goma, palitos de dente e fio de arame) para os grupos e posteriormente iniciaram a execução da prática como pode ser visto na Figura 18. A partir das conversas em grupo, percebeu-se que os estudantes não apresentaram dificuldades após escolherem as cores de gomas para representar as bases nitrogenadas e principalmente ao unirem as gomas com o palito de dente representando as ligações de hidrogênio, demonstrando que sabiam a quantidade de palito em cada ligação entre adenina e timina, guanina e citosina demonstrado na Figura 19.

É importante ressaltar novamente a proatividade e interesse de um grupo que, ao terminar a montagem da dupla hélice do DNA, perguntou para a professora se podia montar uma fita complementar demonstrando como seria a transcrição a partir de uma das fitas de DNA elaborada por eles. “Professora, podemos montar uma fita de RNA? Já montamos o DNA” (Estudantes N e O).

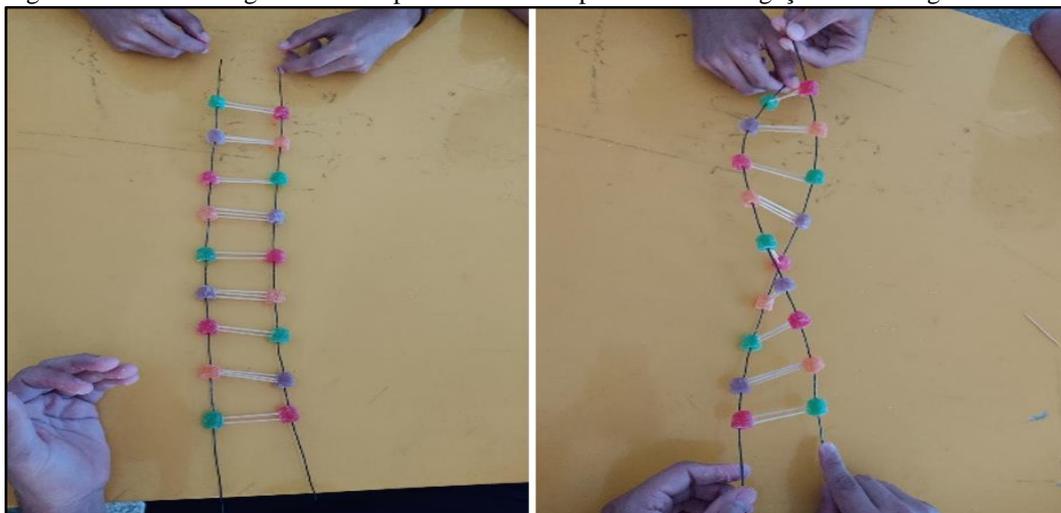
Moreira (2011), cita que após a terceira apresentação as novas situações devem ser propostas e trabalhadas em níveis mais altos de complexidade em relação às anteriores, sendo sempre resolvidas em atividades colaborativas e discutidas no grande grupo e sempre com a mediação do professor.

Figura 18 - Estudantes realizando a atividade experimental da dupla hélice do DNA



Fonte: Autora, 2023.

Figura 19 - União das gomas com o palito de dente representando as ligações de hidrogênio



Fonte: Autora, 2023.

No encontro seguinte, os estudantes responderam um *quiz* pelo *Kahoot* contendo dez questões (Quadro 5), pelo celular e em sala de aula, sobre as atividades experimentais

desenvolvidas no laboratório sobre a extração do DNA vegetal e humano. Os estudantes demonstraram muito entusiasmo e empolgação em estarem respondendo as questões pelo *Kahoot*, como pode ser visto na Figura 20. Ao acertarem cada resposta eles comemoravam e se mostravam bem atentos para lerem a próxima questão.

No total participaram 21 estudantes sendo que, mais de 80%, ou seja, a maioria conseguiu responder de forma correta as perguntas. Na questão “Qual a função do álcool etílico no experimento?” apenas dez estudantes responderam corretamente, sendo necessário a intervenção da professora pesquisadora para explicar e relembrar a função do álcool no experimento.

Figura 20 - Estudantes respondendo o jogo do *Kahoot*



Fonte: Autora, 2023.

Outrossim, observando os comentários dos estudantes em sua maioria comentaram que gostam de questionários feitos em forma de jogos, que os mesmos tornam a aula diferente e são atrativos, como por exemplo:

Ah dessa vez eu consegui responder certo (Estudante H).
Eu vou ganhar o jogo (Estudante C).
Toda revisão de conteúdo poderia ter um *Kahoot* (Estudante R e X).

Eu respondi certo, mas fulano está com a pontuação maior (Estudante K).

Por fim, percebe-se também que é importante explicar para os estudantes a real intenção do jogo, no caso *Kahoot*, para que não entendam que vale apenas a resposta enviada primeiro, mas sim o maior número de respostas corretas de cada estudante. Murr e Ferrari (2020) ressaltam como uma desvantagem que deve-se evitar dar ênfase em recompensa e competitividade ao se utilizar a gamificação, pois pode gerar efeito nocivo para a aprendizagem, e que se deve focar apenas no aspecto social e na cooperação de forma positiva de modo a potencializar o aprendizado e motivar os estudantes.

4.3.7 Sétimo passo - A avaliação da aprendizagem

Seguindo as orientações de Moreira (2011), a avaliação da aprendizagem da UEPS deve ser feita ao longo de sua implementação, sendo registrado tudo que se possa ser considerado uma evidência de aprendizagem significativa em relação ao conteúdo.

Com intuito de avaliar a aprendizagem dos estudantes, a professora pediu para que os estudantes se organizassem em seis grupos de no máximo quatro estudantes e após isso explicou que eles realizariam uma pesquisa contendo um fato ocorrido e solucionado utilizando técnicas de DNA de alguma identificação criminal ou reconhecimento de pessoa.

Na aula seguinte os grupos finalizaram as pesquisas e foram desafiados a fazerem gravações (áudio ou vídeo) com aplicativos que eles achassem mais fácil ou já tivessem mais facilidade de operacionalizar. Nessa gravação deveria ter primeiramente a explicação do que é DNA e posteriormente relatando as informações coletadas na pesquisa. Por fim, no último encontro foram socializados em sala de aula os áudios e vídeo produzidos pelos estudantes a partir da pesquisa realizada nas aulas anteriores.

O grupo 1 gravou um vídeo fazendo a simulação de um assassinato de uma jovem estudante acontecido aqui no país e contou de forma empolgada que escolheu esse caso porque foi solucionado recentemente já utilizando o banco de perfiz genéticos. Percebe-se o envolvimento dos estudantes na atividade e na compreensão do conteúdo a partir da fala dos integrantes do grupo: “Professora, acredita que nesse caso já foi utilizado o banco de perfil genético” (Estudante K).

Os demais grupos gravaram podcasts nos quais relataram perfeitamente a definição de DNA e logo após contaram os casos de identificação criminal também utilizando as técnicas de coleta de DNA.

Ao analisar detalhadamente o material produzido pelos estudantes, observou-se além deles abordarem o conteúdo em si, eles se aproximaram também da questão social principalmente na resolução dos casos envolvendo violência sexual.

Moreira (2011) cita que no processo de avaliação da aprendizagem significativa que após o sexto passo devem ser propostas para o estudante questões que impliquem compreensão, captação de significados e capacidade de transferência do conhecimento.

4.3.8 Oitavo passo - Avaliação do êxito da UEPS

Aqui, nessa etapa, é o momento em que a professora pesquisadora faz a análise de quais foram os êxitos e também aponta quais foram suas observações durante o processo de aplicação da UEPS. Além disso, é analisado o desempenho do estudante em todo o processo de desenvolvimento da UEPS, evitando assim uma análise de resultados isolados.

Diante disso, a professora pesquisadora analisou cada encontro detalhadamente principalmente o desempenho dos alunos de forma progressiva, com a finalidade de ter evidências de aprendizagem significativa seguindo o entendimento de Moreira (2011), que explica:

a UEPS somente será considerada exitosa se a avaliação do desempenho dos alunos fornecer evidências de aprendizagem significativa (captação de significados, compreensão, capacidade de explicar, de aplicar o conhecimento para resolver situações problema). A aprendizagem significativa é progressiva, o domínio de um campo conceitual é progressivo; por isso, a ênfase em evidências, não em comportamentos finais.

A produção e o processo de implementação da UEPS envolvem uma diversificação de atividades com a finalidade de contribuir para a aprendizagem do estudante. Durante a implementação da UEPS foi utilizado como método de registro de evidências de aprendizagem significativa, o diário de bordo da professora pesquisadora, no qual foram anotadas todas as atividades, situações e comentários dos estudantes de acordo com a atividade que estavam desenvolvendo. Para Zabalza (2004), o diário de bordo é destinado para anotações, registros e reflexões individuais sobre um determinado processo de aprendizagem e ainda, possibilita o registro do olhar do pesquisador sobre a sala de aula e os estudantes.

Outrossim, como forma de fazer uma sondagem do que mais chamou atenção ou o que os estudantes gostaram durante a aplicação do Produto Educacional, a professora e pesquisadora conversou com a turma e perguntou para os estudantes que responderam: em

primeiro lugar gostaram dos jogos (*Kahoot* e *Wordwall*) porque eles gostam desse tipo de atividade que envolve celular ou computador. Em segundo lugar, os estudantes disseram que gostaram das atividades práticas porque é algo que eles conseguem manusear e ver as experiências. Por último, alguns estudantes citaram os vídeos, principalmente o que mostrou a rotina do laboratório de Genética.

Em relação às atividades práticas, Matta et al. (2020) também cita em seu trabalho que é perceptível que estudantes se empolgam com aulas experimentais, sendo que, durante a atividade eles declararam preferir tais aulas às tradicionais, no ambiente da sala de aula, e ainda concorda que, demonstrações de satisfação nos estimula a realização destas de maneira ainda mais constante nas escolas participantes do projeto.

Outrossim, analisando os encontros da aplicação da UEPS, sugere-se que no terceiro passo em que é realizada a leitura do texto “A composição, estrutura, função do DNA e a relação com a Biologia Forense”, seja entregue aos estudantes um glossário dos termos que são apresentados no texto sobre o DNA de forma a tornar a leitura menos cansativa.

Ainda, sugere-se que para o quarto passo (Diferenciação Progressiva) seja acrescentado mais um encontro para reforçar a abordagem da estrutura e composição do DNA. Além disso, para a atividade experimental da extração do DNA vegetal e humano, no quinto passo (Situação-problema II em nível crescente de complexidade) também se sugere que seja acrescentado mais um encontro, sendo que, um encontro seja destinado apenas para que os estudantes respondam o questionário após a atividade prática. No caso dessa pesquisa os estudantes conseguiram fazer as atividades propostas dentro dos encontros sugeridos, porém observa-se que acrescentando encontros o desenvolvimento da atividade pode ser de forma mais detalhada possibilitando o professor fazer mais intervenções.

Embora ter sido necessário fazer adaptações como por exemplo, a atividade com o Simulador de Realidade Aumentada, durante a implementação da UEPS, o resultado foi satisfatório. Os estudantes participaram e se envolveram com as atividades propostas assim como fizeram todas as devolutivas. Além disso, eles demonstraram bastante comprometimento, interesse e motivação no decorrer dos encontros. Diante disso, foi possível observar em alguns momentos indícios de aprendizagem significativa, principalmente em momentos distintos relacionaram a importância e utilização do DNA no dia a dia.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Diante das necessidades de mudanças no processo de ensino e aprendizagem, principalmente em se tratando do ensino de DNA, este estudo visou responder à pergunta desta pesquisa, que é: de que forma uma UEPS pode contribuir para o ensino de DNA a partir de um cenário da ciência forense por meio de recursos tecnológicos digitais? Para tal questionamento se fez necessário a elaboração de uma sequência didática seguindo os passos de uma UEPS, contextualizada com um cenário da ciência forense e utilizando recursos tecnológicos digitais, para alunos do terceiro ano do ensino médio de uma escola pública estadual em tempo integral do interior de Rondônia.

A criação desse trabalho foi baseada principalmente na dificuldade apresentada pelos alunos ao estudarem conteúdo do componente curricular Biologia que apresentam muitos termos tais como, DNA. Os estudantes envolvidos nessa pesquisa são de uma turma que cursou o primeiro ano do ensino médio no período da pandemia, e possivelmente não viram esse conteúdo de DNA ou se viram não se recordavam desse assunto. Isso foi observado a partir dos resultados do questionário prévio aplicado. Observou-se ainda que, como conhecimentos prévios a maioria dos estudantes conheciam a utilização do DNA na biologia forense, por meio de filmes entre outros. Isso favoreceu o início da aplicação do produto educacional servindo para construir conceitos por meio da ancoragem cognitiva de seus subsunçores.

Além disso, o produto educacional foi elaborado pensando também em colegas professores de Biologia para que possam ter mais uma opção de recurso de ensino voltado para esse conteúdo, já que envolve recursos digitais e atividades práticas que podem auxiliar de forma dinâmica e atrativa na explicação e entendimento do conteúdo a ser estudado.

Todos os questionários, simulador, slides e *quiz*, foram elaborados pela autora dessa dissertação, e alguns recursos como os vídeos foram retirados da internet, tendo como finalidade a utilização de ferramentas facilitadoras e atrativas como forma de sair do ensino tradicional e além disso, com a intenção de proporcionar no estudante uma aprendizagem mais significativa.

No decorrer do processo de implementação da UEPS, foi possível verificar, junto aos alunos, a redução de algumas dificuldades em relação ao entendimento de termos presentes no conteúdo de DNA. Nesse sentido, acredita-se que a forma que as atividades foram organizadas (na forma de uma UEPS) e a presença de tecnologias digitais ao longo dela contribuiu no andamento do processo de ensino e aprendizagem desse conteúdo, auxiliando na execução, aplicação e na avaliação das atividades propostas.

A partir dos dados obtidos na pesquisa, evidencia-se que foi possível estabelecer um ensino de DNA mais significativo por meio da contextualização da ciência forense. Outrossim, os dados obtidos do diário de bordo da professora pesquisadora, além das atividades que foram desenvolvidas pelos alunos, apresentam que a UEPS permitiu abordar o conteúdo de maneira contextualizada, sendo que, em vários momentos foi possível perceber indícios de aprendizagem significativa. Esses indícios de aprendizagem significativa puderam ser observados em especial na fala dos alunos após a leitura do texto impresso do capítulo da revista *Perícia Federal*, na atividade prática de montagem da dupla hélice do DNA e no *quiz* do *Kahoot*, onde os mesmos citavam termos que estavam presentes nos materiais disponibilizados a eles.

Por fim, pode-se concluir que a forma de sistematização da UEPS, mediada por tecnologias digitais, apresentou resultados satisfatórios conforme as atividades realizadas, trabalhos apresentados, atividades práticas feitas e a devolutiva dos alunos apresentaram evidências de aprendizagem significativa, sendo que no decorrer da implementação da UEPS eles passaram a questionar, entender e identificar as estruturas do DNA bem como associar com sua importância e utilização em diversas instâncias, como exemplo na ciência forense.

Outrossim, observou-se em diversos momentos o entusiasmo e a participação dos estudantes. Isso também influencia em seu aprendizado, e no entendimento de Ausubel, para ocorrer a aprendizagem significativa é necessário também que o estudante tenha predisposição em aprender (MOREIRA, 2012).

Com isso, evidencia-se a importância de se desenvolver aulas diversificadas para que não fique apenas no método tradicional da rotina de sala de aula, e que principalmente propiciem aos estudantes serem protagonistas das suas escolhas e do seu próprio aprendizado. E assim, sugere-se para trabalhos futuros mais sequências didáticas no formato de UEPS para abordagem de outras temáticas da Biologia, principalmente no conteúdo de genética. Além disso, fica como sugestão para professores de outras disciplinas que também elaborem sequências didáticas em forma de UEPS com a finalidade dos estudantes terem uma aprendizagem significativa.

REFERÊNCIAS

- AUSUBEL, David Paul. *Aquisição e retenção de conhecimentos: uma perspectiva cognitiva*. Lisboa (PT): Plátano Edições Técnicas, 2000.
- BORGES, Flávia Regina. *Plataforma digital ON: espaço de formação para os professores da educação básica*. 2022. 140 f. Dissertação (Mestrado em Tecnologias, Comunicação e Educação) - Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2022. Disponível em: <<http://doi.org/10.14393/ufu.di.2022.177.7>>. Acesso em: 6 ago. 2022.
- BRASIL. Ministério da Educação. *Base Nacional Comum Curricular: Ensino médio*. Brasília: MEC, 2017. Disponível em: <<http://basenacionalcomum.mec.gov.br/>>. Acesso em: 26 fev. 2022.
- BRASIL. Ministério da Justiça e Segurança Pública. *Relatório da Rede Integrada de Bancos de Perfis Genéticos*. 2013. Disponível em: <<https://www.gov.br/mj/pt-br/assuntos/sua-seguranca/seguranca-publica/ribpg>>. Acesso em: 24 jul 2022.
- BRASIL. Presidência da República. *Lei nº 12.654, de 28 de Maio de 2012*. 2012. Disponível em: <https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/l12654.htm>. Acesso em: 25 jun. 2022.
- CARVALHO, Ana Amélia. Podcasts na Educação: diálogos e Experiências. In: MOMESSO, Maria Regina; YOSHIMOTO, Eduardo; CARVALHO, Ana Amélia; DIEGUES, Vitor; MEIRELLES, Mauro. *Educar com podcasts e audiobooks*. Porto Alegre: CirKula, 2016.
- CAVALCANTE, Francivaldo Nascimento. *DNA - O jogo da vida: Software educacional como ferramenta para o processo ensino aprendizagem da biologia molecular*. 2019. 97 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Biologia) - Universidade do Estado do Rio Grande do Norte, Mossoró, 2019. Disponível em: <<https://www.profbio.ufmg.br/wp-content/uploads/2021/01/FRANCIVALDO-TCM.pdf>>. Acesso em: 18 fev. 2023.
- DARROZ, Luiz Marcelo; ROSA, Cleci Teresinha Werner da; GHIGGI, Caroline Maria. Método tradicional x Aprendizagem Significativa: uma investigação na ação dos professores de Física. *Aprendizagem Significativa em Revista*, v. 5, n. 1, p. 10-85, 2015. Disponível em: <https://www.if.ufrgs.br/asr/artigos/Artigo_ID74/v5_n1_a2015.pdf>. Acesso em: 26 fev. 2023.
- DIEGUES, Vitor; YOSHIMOTO, Eduardo. Educomunicação: Educadores e Comunicadores. In: MOMESSO, Maria Regina; YOSHIMOTO, Eduardo; CARVALHO, Ana Amélia; DIEGUES, Vitor; MEIRELLES, Mauro. *Educar com podcasts e audiobooks*. Porto Alegre: CirKula, 2016.
- FADEL, Luciane Maria; ULBRICHT, Vania Ribas; BATISTA, Claudia Regina; VANZIN, Tarcísio. *Gamificação na educação*. São Paulo: Pimenta Cultural, 2014.
- FERREIRA, João Paulo Gomes. *Animações em stop motion: uma ferramenta midiática no ensino de Genética*. 2020. 83 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Biologia) - Universidade Federal de Pernambuco, Vitória de Santo Antão, 2020.

- FIGUEIREDO, Taynara. É oficial: Brasil possui banco de dados de perfis genéticos. *Revista Perícia Federal*, Brasília, a. 11, n. 27, p. 32-33, abr. 2008 a jul. 2010. Disponível em: <<https://apcf.org.br/revistas/edicao-no-27-microscopio-eletronico-de-varredura/#fb0=33>>. Acesso em: 27 jul. 2022.
- FRANCISCO, José Alexandre da Rocha. *DNA em ação: desenvolvimento e implementação de sequências didáticas investigativas digitais voltadas para o ensino de genética*. 2019. 84 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Biologia) - Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2019.
- GAMBIN, Kely Cristina; SCHEID, Neusa Maria John; LEITE, Fabiane de Andrade. Estado do conhecimento sobre ensino de genética em pesquisa stricto sensu. *Ensino de Ciências e Tecnologia em Revista*, v. 11, n. 3, p. 62-77, 2021. Disponível em: <<https://san.uri.br/revistas/index.php/encitec/article/view/292>>. Acesso em: 28 jul. 2022.
- GELLER, Regina. O ensino de química orgânica por meio de uma UEPS mediada por tecnologias digitais e contextualizada com ciência forense. 2021. 102 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática) - Universidade de Passo Fundo, Passo Fundo, 2021.
- GOMES, Lincoln César Fernandes. *As Tecnologias Digitais e a Prática Docente no Ensino Médio de Biologia: um estudo de caso*. 2018. 100 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática) - Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2018. Disponível em: <<http://www.repositorio.ufc.br/handle/riufc/34591>>. Acesso em: 18 fev. 2023.
- LEANDRO, Edmaylson Jóia. *O uso de tecnologia da informação e comunicação (TIC) no ensino de Biologia*. 2020. 193 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Educação Matemática) - Universidade Estadual da Paraíba, Campina Grande, 2021.
- LEWONTIN, Richard Charles; CARROLL, Sean B.; GRIFFITHS, Anthony J. F.; WESSLER, Susan Randi. *Introdução à Genética*. Rio de Janeiro: Editora Guanabara, 2016.
- LUCENA, Marisa. *Um modelo de Escola Aberta na internet Kidlink no Brasil*. Rio de Janeiro: Brasport, 1997.
- MADDOX, Brenda. A dupla hélice e a ‘heroína injustiçada’. *Nature*, v. 421, p. 407-408, 2003. Disponível em: <<https://doi.org/10.1038/nature01399>>. Acesso em: 6 jun. 2023.
- MAGALHÃES JÚNIOR, Carlos Alberto de Oliveira; BATISTA, Michel Corci. *Metodologia da pesquisa em educação e ensino de Ciências*. Maringá: Gráfica e Editora Massoni, 2021.
- MATTA, Luciana Duarte Martins da; SANTOS, Isabelle Revoredo dos; MENDONÇA, Stephanny Clarissy da Silva; CARVALHO, Diego Vinícius Medeiros de; SILVEIRA, Ana Paula Melo da; SILVA, Roseane Pereira da. Ensino e aprendizagem de biomoléculas no ensino médio: extração de DNA e estímulo à experimentação. *Revista de Ensino de Biologia da SBEnBio*, v. 13, n. 1, p. 59-73, 2020. Disponível em: <<https://renbio.org.br/index.php/sbenbio/article/view/315>>. Acesso em: 3 out. 2022.
- MOMESSO, Maria Regina; YOSHIMOTO, Eduardo. Criação e desenvolvimento de Podcast Educativo: uma experiência brasileira. In: MOMESSO, Maria Regina; YOSHIMOTO,

Eduardo; CARVALHO, Ana Amélia; DIEGUES, Vitor; MEIRELLES, Mauro. *Educar com podcasts e audiobooks*. Porto Alegre: CirKula, 2016.

MONTANDON, Michel. Vídeo artesanal na educação: Processos, produção e (bri)colagem. In: RIBEIRO, Ana Elisa; VECCHIO, Pollyanna de Mattos. *Tecnologias digitais e escola: reflexões no projeto aula aberta durante a pandemia*. São Paulo: Parábola. 2020. p. 119. Disponível em: <<https://anadigital.pro.br/2020/10/30/tecnologias-digitais-e-escola/>>. Acesso em: 4 fev. 2023.

MORAN, José Manuel; MASETTO, Marcos Tarciso; BEHRENS, Marilda Aparecida. *Novas tecnologias e mediação pedagógica*. 13. ed. Campinas, SP: Papirus, 2007.

MOREIRA, Marco Antonio. *A teoria da aprendizagem significativa e sua implementação em sala de aula*. Brasília: Editora Universidade de Brasília, 2006.

MOREIRA, Marco Antonio. *Aprendizagem significativa crítica*. 2010. Disponível em: <<https://www.if.ufrgs.br/~moreira/apsigcritport.pdf>>. Acesso em: 28 fev. 2023.

MOREIRA, Marco Antonio. Grandes Desafios para o Ensino da Física na Educação Contemporânea. *Revista do Professor de Física*, v. 1, n. 1, p. 1-13, 2017. Disponível em: <<https://periodicos.unb.br/index.php/rpf/article/view/7074>>. Acesso em: 22 fev. 2023.

MOREIRA, Marco Antonio. *O que é afinal Aprendizagem significativa?* Aula Inaugural do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências Naturais, Instituto de Física, Universidade Federal do Mato Grosso, Cuiabá, MT, 23 de abril de 2020. Aceito para publicação, *Qurriculum*, La Laguna, Espanha, 2012. Disponível em: <<http://moreira.if.ufrgs.br/oqueefinal.pdf>>. Acesso em: 21 fev. 2023.

MOREIRA, Marco Antonio. Organizadores Prévios e Aprendizagem Significativa. *Revista Chilena de Educación Científica*, v. 7, n. 2, p. 23-30, 2008.

MOREIRA, Marco Antonio. *Subsídios teóricos para o professor pesquisador em ensino de Ciências: a Teoria da Aprendizagem Significativa*. 2. ed. Porto Alegre: UFRGS, 2016.

MOREIRA, Marco Antonio. Unidades de Enseñanza Potencialmente Significativas – UEPS. *Aprendizagem Significativa em Revista*, v. 1, n. 2, p. 43-63, 2011.

MOREIRA, Marco Antonio; MASINI, Elcie Aparecida Fortes Salzano. *Aprendizagem significativa: a teoria de David Ausubel*. São Paulo: Moraes, 1982.

MURR, Caroline Elisa; FERRARI, Gabriel. *Entendendo e aplicando a gamificação: o que é, para que serve, potencialidades e desafios*. Florianópolis: UFSC: UAB, 2020. Disponível em: <<https://sead.paginas.ufsc.br/files/2020/04/eBOOK-Gamificacao.pdf>>. Acesso em: 20 jul. 2023.

NOVAK, Joseph Donald; GOWIN, Dixie Bob. *Aprender a Aprender*. Lisboa: Plátano Edições Técnicas, 1994.

OLIVEIRA NETO, José Praxedes de. *Contextualização no ensino de Ciências e Matemática: uma proposta de análise de produtos educacionais*. 2013. 80 f. Dissertação (Mestrado em

Ensino de Ciências e Matemática) - Universidade Estadual da Paraíba, Campina Grande, 2013.

OLIVEIRA, Aldeni Melo de; GEREVINI, Alessandra Mocellin; STROHSCHOEN, Andreia Aparecida Guimarães. Diário de bordo: uma ferramenta metodológica para o desenvolvimento da alfabetização científica. *Revista Tempos e Espaços em Educação*, São Cristóvão, Sergipe, v. 10, n. 22, p. 119-132, maio/ago. 2017.

PAES, Kelly Cristina. *Da Molécula de DNA às Proteínas: dinamizando o ensino por meio de materiais didáticos e ludicidade*. 2019. 96 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Biologia) - Universidade Federal do Espírito Santo, São Mateus, 2019.

PEREIRA, Francine Baranoski. *Estratégias de leitura para os gêneros textuais mapa, tabela e artigo de divulgação científica: contribuições para o ensino de ciências*. 2015. 131 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciência e Tecnologia) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Ponta Grossa, 2015.

POZO, Juan Ignacio; CRESPO, Miguel Ángel Gómez. *A aprendizagem e o ensino de Ciências: do conhecimento cotidiano ao conhecimento científico*. Tradução Naila Freitas. 5. ed. Porto Alegre: Artmed, 2009.

RICHTER, Vitor Simonis. *Identificação Genética e Crime: a introdução dos bancos de DNA no Brasil*. 2016. 302 f. Tese (Doutorado em Antropologia Social) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2016. Disponível em: <<https://lume.ufrgs.br/handle/10183/178189>>. Acesso em: 26 jul. 2022.

SANTOS, Scheila Montelli dos. *Unidade de Ensino Potencialmente Significativa para estudo de Estatística no Ensino Fundamental II*. 2018. 179 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática) - Universidade de Passo Fundo, Passo Fundo, 2018.

SILVA FILHO, Olavo, Leopoldino da; FERREIRA, Marcello. Teorias da Aprendizagem e da Educação como Referenciais em Práticas de Ensino: Ausubel e Lipman. *Revista do Professor de Física*, v. 2, n. 2, p. 104-125, 2018. Disponível em: <<https://periodicos.unb.br/index.php/rpf/article/view/12315>>. Acesso em: 17 out. 2022.

SILVA, Taís Renata Schaeffer da. *Leis de Newton: uma sequência didática para o Ensino Médio fundamentada na teoria da aprendizagem significativa*. 2018. 94 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática) - Universidade de Passo Fundo, Passo Fundo, 2018.

SILVA, Vanessa Melato da. *Desenvolvimento de jogo digital como ferramenta ao ensino de Genética Transmissional no Ensino Médio*. 2019. 39 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Biologia) - Universidade do Estado de Mato Grosso, Tangará da Serra, 2019. Disponível em: <<https://www.profbio.ufmg.br/wp-content/uploads/2021/10/TCM-Vanessa-Melato-da-Silva.pdf>>. Acesso em: 18 fev. 2023.

THIOLLENT, Michel Jean Marie; COLETTE, Maria Madalena. Pesquisa-ação, formação de professores e diversidade. *Acta Scientiarum. Human and Social Sciences*, Maringá, v. 36, n. 2, p. 207-216, jul./dez. 2014.

TIKTOK. *Make Your Day*. 2020. Disponível em: <https://www.tiktok.com/pt_BR/>. Acesso em: 8 fev. 2023.

TRIPP, David. Pesquisa-ação: uma introdução metodológica. *Educação e Pesquisa*, São Paulo, v. 31, n. 3, p. 443-466, set./dez. 2005.

TURATO, Luzia de Fátima. *Tik...Tok... Seu despertar pedagógico na denaturalização de estereótipos de gênero*. 2022. 127 f. Dissertação (Mestrado em Mídia e Tecnologia) - Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Bauru, 2022. Disponível em: <<https://repositorio.unesp.br/handle/11449/236715>>. Acesso em: 8 fev. 2023.

ZABALZA, Miguel Angel. *Diários de aula: um instrumento de pesquisa e desenvolvimento profissional*. Porto Alegre: Artmed, 2004.

APÊNDICE A - Texto 1

Texto 1: A composição, estrutura e função do DNA e a relação com a Biologia Forense

A descoberta biológica mais importante do século 20 foi a estrutura tridimensional do Ácido Desoxirribonucleico - DNA, pelos pesquisadores Watson e Crick. Essa estrutura é composta por duas cadeias de nucleotídeos, uma do lado da outra e torcidas apresentando o formato de dupla-hélice (LEWONTIN et al., 2016, p. 235).

O DNA é composto por três partes que formam os nucleotídeos, sendo eles: **um carboidrato de cinco carbonos** (pentose) onde se verifica a presença de uma desoxirribose que se diferencia da ribose por possuir uma hidroxila a menos; **uma base nitrogenada** que possui um ou dois anéis que apresentam átomos de nitrogênio, sendo classificadas em dois grupos, as pirimidinas – que têm um anel de seis átomos, em sua composição de carbono e nitrogênio, sendo elas, timina(T), Citosina(C) e Uracila(U) que não é observada no DNA, e as purinas – que possuem dois anéis, um de seis átomos fusionados a um anel com cinco átomos, sendo a adenina(A) e a guanina(G); **um ou mais grupos fosfato**. [Brasil Escola](#).

Na dupla-hélice, os filamentos de nucleotídeos são unidos por ligações de hidrogênio onde cada par de bases é composto por uma base purina e uma pirimidina. Elas são pareadas de acordo com a regra: Adenina(A) pareia com Timina(T) com duas ligações de hidrogênio e Guanina(G) pareia com Citosina(C) com três ligações de hidrogênio, Lewontin et al., 2016, p. 237.

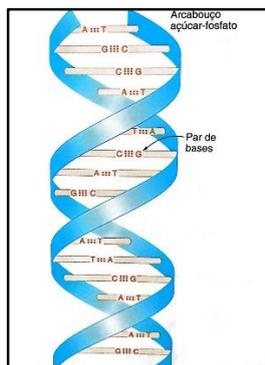


Figura 1 - Estrutura helicoidal do DNA apresentando as ligações de hidrogênio (LEWONTIN et al., 2016, p. 236).

No DNA encontramos regiões específicas chamadas de genes, esses genes são herdados de nossos pais. Além disso os genes são responsáveis pela produção da molécula de RNA, na qual serve para orientar a síntese de proteínas de acordo com as informações fornecidas pelo DNA. [Biologia Net](#).

O processo no qual uma molécula de DNA dará origem a outra molécula idêntica é chamado de replicação. Ocorre quando a célula se separa por divisão celular, e como o DNA é uma fita dupla e cada lado da fita dará origem a uma fita nova, dizemos que ela é semiconservativa. [Planeta Biologia](#).

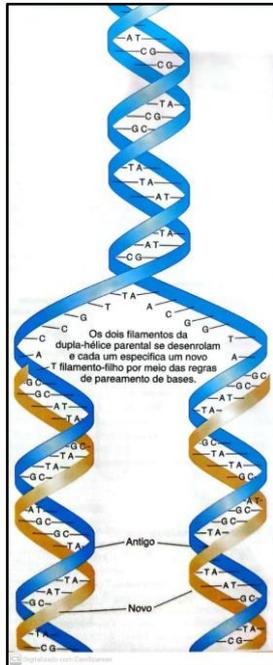


Figura 2 - Modelo semiconservativo da replicação do DNA (LEWONTIN et al., 2016, p. 239).

O processo em que as duas fitas de DNA são separadas localmente e uma das fitas atua como molde para a síntese de RNA, ou seja, uma cópia da sequência de nucleotídeos do DNA, é chamado de transcrição (LEWONTIN et al., 2016, p. 261).

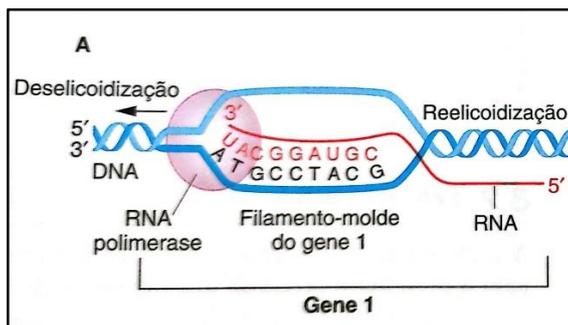


Figura 3 - Visão geral da transcrição (LEWONTIN et al., 2016, p. 239).

Já o processo em que as informações contidas na molécula de RNA mensageiro e união de aminoácidos na sequência de códon (3 bases nitrogenadas) são convertidas em proteínas, chamamos de tradução ou síntese proteica. [Mundo educação](#).

APÊNDICE B - Questionário

01. O RNA e o DNA são ácidos nucleicos e, portanto, são constituídos por subunidades denominadas nucleotídeos. Esses dois ácidos nucleicos, no entanto, apresentam algumas diferenças, como é o caso de suas bases nitrogenadas. Analise as alternativas e marque a que apresenta a única base nitrogenada ausente no DNA.
a) Citosina b) Guanina c) **Uracila** d) Timina e) Adenina
02. Marque a alternativa que indica corretamente o nome dado ao processo pelo qual cópias idênticas de uma molécula de DNA são formadas.
a) Transcrição b) Tradução c) Transformação d) **Replicação** e) Enovelamento
03. A estrutura do DNA atualmente aceita, conhecida como modelo de dupla hélice, foi proposta por quais pesquisadores ganharam o prêmio Nobel?
a) Darwin e Wallace b) **Watson e Crick** c) Pierre e Marie Curie d) Mendel e Wallace e) Newton e Einstein
04. Marque a alternativa que indica corretamente o nome do processo no qual o DNA é utilizado na formação de uma molécula de RNA.
a) **Transcrição** b) Tradução c) Transformação d) Replicação e) Enovelamento
05. Comumente, ouvimos dizer que o DNA se assemelha a uma escada em espiral. Levando em conta essa analogia, podemos dizer que os degraus seriam formados:
a) pelos grupos fosfatos b) pelas riboses c) pelas pentoses d) **pelas bases nitrogenadas** e) pelas guaninas
06. A figura abaixo representa, esquematicamente, um _____. Esta molécula é de extrema importância para todos os seres vivos em razão dos diferentes papéis que desempenha no interior das células. Um dos papéis está relacionado à sua capacidade de formar diferentes polímeros no interior das células.
a) Fosfato b) Base nitrogenada c) **Nucleotídeo** d) Desoxirribose e) Nucleosídeo
07. O DNA apresenta uma estrutura de dupla hélice em que as bases nitrogenadas, Adenina (A), Timina (T), Citosina (C) e Guanina (G), se projetam para fora da cadeia e se ligam por pontes de hidrogênio. Sabendo que um trecho de uma cadeia de DNA apresenta a sequência de bases GTAGCCA, qual o trecho da fita complementar?
a) TCGAAC b) ACGATTG c) **CATCGGT** d) TACGTTA e) GUTCAGU
08. Em uma molécula de DNA, a guanina (G) pareia com a citosina (C) com quantas ligações de hidrogênio?
a) 1 b) 2 c) **3** d) 4 e) 5
09. As moléculas de DNA são polinucleotídeos formados por duas cadeias dispostas em forma de hélice. As duas cadeias estão unidas entre si pelas bases nitrogenadas, que se ligam por meio de:
a) ligações metálicas b) **ligações de hidrogênio** c) ligações iônicas d) ligações polipeptídicas e) ligação nucleica
10. Na duplicação do DNA, uma das fitas de DNA serve como molde e, ao final, a nova fita será formada por uma fita parental e uma recém-sintetizada. Por esse motivo, dizemos que a duplicação é:
a) conservativa b) desigual c) dependente d) complementar e) **semiconservativa**
11. Qual das opções abaixo é o tipo de açúcar encontrado na molécula de DNA?
a) Ribose b) Desoxipentose c) **Desoxirribose** d) Desoximaltose e) Desoxinucleico
12. Em uma molécula de DNA, a adenina (A) pareia com a timina (T) com quantas ligações de hidrogênio?
a) 1 b) **2** c) 3 d) 4 e) 5.
13. Em uma molécula de DNA, a guanina pareia com:
a) uracila b) timina c) guanina d) **citosina** e) adenina
14. No momento da transcrição, a uracila se pareia com:
a) uracila b) timina c) guanina d) citosina e) **adenina**
15. Em uma molécula de DNA, a adenina se pareia com:
a) uracila b) **timina** c) guanina d) citosina e) adenina

APÊNDICE C - Atividade Experimental 1

ROTEIRO DE AULA PRÁTICA – EXTRAÇÃO DE DNA VEGETAL

OBJETIVOS

- Facilitar o entendimento de termos do conteúdo de DNA;
- Entender como é realizada a extração do DNA vegetal.

MATERIAL NECESSÁRIO

- > Material biológico - no caso utilizaremos banana;
- > Faca;
- > Garfo;
- > Água mineral;
- > Prato para macerar o material biológico;
- > 2 Becker 100 ml;
- > Álcool etílico gelado (92%);
- > Detergente incolor;
- > Sal de cozinha;
- > Colher;
- > Peneira.

PROCEDIMENTOS

Coloque 50 mL de água no béquer/copo. Acrescente duas colheres de detergente líquido incolor e uma colher de chá de sal de cozinha e misture bem com o auxílio de uma colher. Essa é a solução de lise que vamos utilizar para extrair o DNA do material vegetal.

Pique e macere em um prato o material vegetal em pequenos pedaços – quanto menor eles forem, melhor – e coloque tudo dentro do recipiente com a solução de lise. Misture tudo vagarosamente para evitar a formação de bolhas devido a presença de detergente na solução

Filtre o material utilizando um funil com papel filtro ou uma peneira.

Coloque no béquer com o material filtrado álcool gelado - com cuidado e pela parede do recipiente. O volume de álcool adicionado deve ser aproximadamente equivalente ao do material filtrado.

Observe o DNA precipitado como uma nuvem esbranquiçada no fundo da fase alcoólica. No topo da fase alcoólica irá se formar o acúmulo de uma outra substância que não deve ser confundida com DNA.

Passo a passo da execução da atividade experimental.



ROTEIRO DE AULA PRÁTICA – EXTRAÇÃO DE DNA HUMANO

OBJETIVOS

- Facilitar o entendimento de termos do conteúdo de DNA;
- Entender como é realizada a extração do DNA humano.

MATERIAL NECESSÁRIO

- > Material biológico - no caso utilizaremos a saliva
- > Água mineral;
- > 1 Becker 50 ml;
- > Álcool etílico gelado (92%);
- > Detergente incolor;
- > Sal de cozinha;
- > Espátula de madeira;
- > Colher;

PROCEDIMENTOS

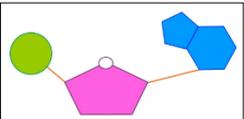
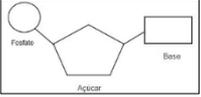
Com a espátula, colete a saliva da lateral da bochecha na parte interna da boca de um voluntário. Em seguida, prepare uma solução com 50 mL de água no béquer. Acrescente uma colher de detergente líquido incolor e uma colher de chá de sal de cozinha e misture bem com o auxílio de uma colher. Essa é a solução de lise que vamos utilizar para extrair o DNA do material humano.

Coloque a espátula com a saliva que foi coletada dentro da solução que foi preparada.

Coloque aproximadamente 50ml de álcool etílico gelado dentro da solução.

Observe o DNA precipitado como uma nuvem esbranquiçada no fundo da fase alcoólica. No topo da fase alcoólica irá se formar o acúmulo de uma outra substância que não deve ser confundida com DNA.

APÊNDICE D - Atividade Avaliativa

AVALIAÇÃO DE BIOLOGIA – 3º ANO	
Nome:	Data: Nº acertos
<p>1. Uma fita de DNA apresenta a seguinte sequência: TCAAGT Marque a alternativa que indica corretamente a sequência encontrada na fita complementar:</p> <p>a) AGTTCA b) AGUUCA c) ATAAUA d) UCTTGU e) AGUUGA</p> <p>02. O DNA é composto por nucleotídeos, os quais são compostos por três partes distintas. Marque a alternativa que indica corretamente as porções que compõem um nucleotídeo.</p> <div style="text-align: center;">  </div> <p>a) Pentose, base nitrogenada e grupo fosfato b) Hexose, base nitrogenada e grupo fosfato c) Pentose, base nitrogenada e ésteres d) Hexose, base nitrogenada e ésteres e) Pentose, base nitrogenada e hidróxido</p> <p>03. É sabido que os genes presentes nas moléculas de DNA regulam o funcionamento da célula. O RNA, por sua vez, participa da síntese de proteínas. Nesse processo são formadas novas moléculas. Nesse sentido, afirma-se que os processos de formação de novas moléculas de DNA, RNA e proteínas são denominados respectivamente:</p> <p>a) transcrição, duplicação e tradução b) tradução, transcrição e duplicação c) duplicação, transcrição e tradução d) transcrição, tradução e duplicação e) tradução, duplicação e transcrição</p> <p>04. O DNA e o RNA diferenciam-se, entre outras características, pela base nitrogenada que possuem. Entre as bases citadas a seguir, marque a única que não ocorre em uma molécula de DNA.</p> <p>a) adenina b) citosina c) guanina d) timina e) uracila</p> <p>05. A duplicação do DNA é essencial para que as células-filhas tenham a quantidade adequada de material genético após a divisão celular. Na duplicação do DNA, uma das fitas de DNA serve como molde e, ao final, a nova fita será formada por uma fita parental e uma recém-sintetizada. Por esse motivo, dizemos que a duplicação é:</p> <p>a) conservativa b) desigual c) dependente d) complementar e) semiconservativa</p> <div style="text-align: center;">  </div>	<p>06. Marque a alternativa que indica corretamente o nome dado ao processo pelo qual cópias idênticas de uma molécula de DNA são formadas.</p> <p>a) Transcrição b) Tradução c) Transformação d) Replicação e) Enovelamento</p> <p>07. A figura abaixo representa, esquematicamente, um _____. Esta molécula é de extrema importância para todos os seres vivos em razão dos diferentes papéis que desempenha no interior das células. Um dos papéis está relacionado à sua capacidade de formar diferentes polímeros no interior das células.</p> <p>a) Glicídio b) Proteína c) Nucleotídeo d) Núcleo e) Aminoácido</p> <div style="text-align: center;">  </div> <p>08. (Unicentro) Segundo o modelo de DNA proposto por James Watson e Francis Crick, a molécula é formada por duas longas cadeias dispostas em forma de dupla hélice. Dada cadeia apresenta uma sequência de nucleotídeos formadas por um grupo fosfato, uma desoxirribose e uma base nitrogenada que pode ser de quatro tipos:</p> <p>a) Adenina (A), uracila (U), citosina (C) e guanina (G) b) Adenina (A), uracila (U), fenilalanina (FA) e timina (T) c) Adenina (A), alanina (Al), citosina (C) e timina (T) d) Guanina (G), uracila (U), citosina (C) e timina (T) e) Adenina (A), timina (T), citosina (C) e guanina (G)</p> <p>09. Marque a alternativa que melhor define um gene.</p> <p>a) O gene é uma porção da molécula de RNA que determina uma característica. b) O gene é uma região do DNA que é responsável pela síntese de carboidratos, determinando nossas características. c) O gene é uma sequência de nucleotídeos em que está contida a informação que será usada para a síntese de proteínas. d) Trecho do RNA que contém sequências de nucleotídeos que são usados para a síntese de proteínas. e) Todas as alternativas estão corretas.</p> <p>10. Em organismos eucariontes, o DNA enrola-se em histonas, organizando o material genético na forma de?</p> <p>a) Gene b) Núcleo c) Cromatina d) Membrana e) Ribossomo</p>

APÊNDICE E - Atividade Experimental 2

ROTEIRO DE AULA PRÁTICA – montagem da dupla hélice do DNA

OBJETIVO

- Montar a estrutura do nucleotídeo que é composto pelas bases nitrogenadas, fosfato, desoxirribose e como ocorrem as ligações de hidrogênio.

MATERIAL NECESSÁRIO

- > Jujubas: representarão as bases nitrogenadas;
- > Palitos de dente: representarão as ligações de hidrogênio;
- > 2 Arames finos ou fios: representará açúcar e fosfato.

PROCEDIMENTOS

No primeiro arame serão colocadas as gomas de forma aleatória. Essas gomas irão representar as bases nitrogenadas, onde serão escolhidas 4 gomas de cores diferentes para ilustrar a Adenina, Timina, Guanina e Citosina. A escolha da cor da goma será feita por cada grupo, deixe anotado qual é a cor que representa cada base nitrogenada.

Após isso, será montada outra fita com gomas, porém ela será complementar a outra fita de acordo com as cores de gomas que representam as bases nitrogenadas.

Por fim, para ligar uma goma de uma fita na outra, serão utilizados palitos de dente, onde serão colocados 3 palitos para as ligações que forem entre as gomas representando a Guanina e a Citosina, e 2 palitos para as ligações que forem entre as gomas representadas pela Adenina e Timina. E após isso, os dois fios unidos com os palitos que estão presos nas gomas ficarão no formato de uma escada, sendo assim, um estudante gira a dupla hélice para a direita e o outro gira para a esquerda para ficar um formato helicoidal.

Passo a passo da atividade prática.



ANEXO A - Termo de Autorização da Escola


RONDÔNIA
 GOVERNO DO ESTADO DE RONDÔNIA
 SECRETARIA DE ESTADO DA EDUCAÇÃO
 COORDENADORA REGIONAL DE EDUCAÇÃO DE ESPÍGAO DO OESTE
EEEMTI 7 DE SETEMBRO
 DECRETO DE CRIAÇÃO Nº 699/1974
 DECRETO DE DENOMINAÇÃO Nº 22.234 DE 29/08/2017
 PORTARIA DE AUTORIZAÇÃO DE FUNCIONAMENTO Nº 2064/SEDUC/RO DE 01/05/2020
 RUA SURUÍ, 2845 – FONE (69) 3481-2652 CEP: 76974-000 – ESPÍGAO DO OESTE – RO.
 E-MAIL: 7decentembro@sefuc.ro.gov.br



CARTA DE AUTORIZAÇÃO DO ESTABELECIMENTO DE ENSINO

Eu, Simone Ponath Liebmann, solicito autorização da Escola Estadual de Ensino Médio em Tempo Integral, localizada no município de Espigão do Oeste- Rondônia, para a realização de atividades de pesquisa associadas a dissertação intitulada “O Ensino de DNA por meio de uma UEPS mediada por Tecnologias Digitais e Contextualizada com a Biologia Forense” que desenvolverei junto ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática da Universidade de Passo Fundo, RS. A pesquisa está vinculada a dados produzidos durante a aplicação de atividades didáticas junto a estudantes do 3º ano do Ensino Médio. O período de aplicação das atividades na escola será de 18/04/2023 a 31/05/2023 e contará com a visita do professor orientador do estudo.

Autorizo
 Não autorizo

Ivni Maria de Oliveira

Ivni Maria de Oliveira
Diretora

Ivni Maria de Oliveira

Diretora-Diretora da EEEMTI 7 de Setembro
Portaria n.º 1405/SEDUC/RO de 24/01/2023
Matrícula n.º 300027861

Eu, Simone Ponath Liebmann, me comprometo a cumprir as normativas da escola, mantendo conduta ética e responsável e a utilizar os dados produzidos pela pesquisa, exclusivamente para fins acadêmicos e a destruí-los após a conclusão do estudo.

Simone Ponath Liebmann
Mestranda
Simone Ponath Liebmann

ANEXO B - Termo de Consentimento Livre e Esclarecido



PPGECM

Programa de pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática
Instituto de Humanidades, Ciências, Educação e Criatividade - IHCEC

Termo de Consentimento Livre e Esclarecido - TCLE

Seu filho(a) está sendo convidado a participar da pesquisa: “O ensino de DNA por meio de uma UEPS mediada por tecnologias digitais e contextualizada com a biologia forense” de responsabilidade da pesquisadora Simone Ponath Liebmann e orientação do Dr. Marco Antônio Sandini Trentin. Esta pesquisa tem por objetivo aplicar e analisar uma sequência didática relacionada ao ensino de biologia, utilizando os seguintes recursos didáticos: leitura de textos científicos, práticas de laboratório e uso de tecnologias digitais com aplicativo de realidade aumentada, questionário em forma de *games*, produção de vídeos ou podcasts. As atividades ocorrerão nas dependências da própria escola e durante o desenvolvimento das aulas, a pesquisadora registrará os dados via diários de classe, questionários sobre o conteúdo e de opinião dos estudantes quanto às atividades realizadas.

Esclarecemos que a participação do seu filho(a) não é obrigatória e, portanto, poderá desistir a qualquer momento, retirando seu consentimento. Além disso, garantimos que receberá esclarecimentos sobre qualquer dúvida relacionada à pesquisa e poderá ter acesso aos seus dados em qualquer etapa do estudo. As informações serão transcritas e não envolvem a identificação do nome dos participantes. Tais dados serão utilizados apenas para fins acadêmicos, sendo garantido o sigilo das informações.

A participação do seu filho(a) nesta pesquisa não traz complicações legais, não envolve nenhum tipo de risco, físico, material, moral e/ou psicológico. Caso for identificado algum sinal de desconforto psicológico referente à sua participação na pesquisa, pedimos que nos avise. Além disso, lembramos que você não terá qualquer despesa para participar da presente pesquisa e não receberá pagamento pela participação no estudo. Contudo, esperamos que este estudo auxilie seu filho(a) no processo de construção do conhecimento.

Caso tenham dúvida sobre a pesquisa e seus procedimentos, você pode entrar em contato com o pesquisador orientador do trabalho Dr. Marco Antônio Sandini Trentin pelo telefone (54) 99963-0455, ou pelo e-mail trentin@upf.br ou no Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática da Universidade de Passo Fundo pelo e-mail ppgecm@upf.br.

Dessa forma, se concordam em participar da pesquisa, em conformidade com as explicações e orientações registradas neste Termo, pedimos que registre abaixo a sua autorização. Informamos que este Termo, também assinado pelos pesquisadores responsáveis, é emitido em duas vias, das quais uma ficará com você e outra com os pesquisadores.

Passo Fundo, de maio de 2023.

Nome do participante: _____

Data de nascimento: ____/____/____

Assinatura do responsável: _____

Assinaturas dos pesquisadores: _____

ANEXO C - Termo de Assentimento Livre e Esclarecido



PPGECM

Programa de pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática
Instituto de Humanidades, Ciências, Educação e Criatividade - IHCEC

Termo de Assentimento Livre e Esclarecido - TALE

Você está sendo convidado a participar da pesquisa “O ensino de DNA por meio de uma UEPS mediada por tecnologias digitais e contextualizada com a biologia forense” de responsabilidade da pesquisadora Simone Ponath Liebmman e orientação do Dr. Marco Antônio Sandini Trentin. Esta pesquisa apresenta como objetivo aplicar e analisar uma sequência didática relacionada ao ensino de biologia, utilizando os seguintes recursos didáticos: leitura de textos científicos, práticas de laboratório e uso de tecnologias digitais com aplicativo de realidade aumentada, questionário em forma de *game*, produção de vídeos ou *podcasts*. As atividades ocorrerão nas dependências da própria escola e durante o desenvolvimento das aulas a pesquisadora registrará os dados via diários de classe, questionários sobre o conteúdo e de opinião dos estudantes quanto às atividades realizadas.

Esclarecemos que sua participação não é obrigatória e, portanto, poderá desistir a qualquer momento, retirando seu assentimento. Além disso, garantimos que você receberá esclarecimentos sobre qualquer dúvida relacionada à pesquisa e poderá ter acesso aos seus dados em qualquer etapa do estudo. As informações serão transcritas e não envolverão a identificação do nome dos participantes. Tais dados serão utilizados apenas para fins acadêmicos, sendo garantido o sigilo das informações.

Sua participação nesta pesquisa não traz complicações legais, não envolve nenhum tipo de risco físico, material, moral e/ou psicológico. Caso for identificado algum sinal de desconforto psicológico referente à sua participação na pesquisa, pedimos que nos avise. Além disso, lembramos que você não terá qualquer despesa para participar da presente pesquisa e não receberá pagamento pela participação no estudo. Contudo, esperamos que este estudo auxilie você no processo de construção do conhecimento.

Caso tenha dúvida sobre a pesquisa e seus procedimentos, você pode entrar em contato com o pesquisador orientador do trabalho Dr. Marco Antônio Sandini Trentin pelo telefone (54) 99963-0455, ou pelo e-mail trentin@upf.br ou no Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática da Universidade de Passo Fundo pelo e-mail ppgecm@upf.br.

Dessa forma, se concorda em participar da pesquisa, em conformidade com as explicações e orientações registradas neste Termo, pedimos que registre abaixo a sua autorização. Informamos que este Termo também será assinado pelos pesquisadores responsáveis, é emitido em duas vias, das quais uma ficará com você e outra com os pesquisadores.

Passo Fundo, de maio de 2023.

Nome do participante: _____

Data de nascimento: ____/____/____

Pesquisador/a: _____

Aprendendo

DNA

por meio da

Ciência Forense



CIP - Dados Internacionais de Catalogação na Publicação

L 7 1 6 a Liebmann, Simone Ponath

Aprendendo DNA por meio da ciência forense [recurso eletrônico] / Simone Ponath Liebmann, Marco Antônio Sandini Trentin. – Passo Fundo: EDIUPF, 2023.

25 MB ; PDF. –(Produtos Educacionais do PPGECM).

Inclui bibliografia.

ISSN 2595-3672

Modo de acesso gratuito: <http://www.upf.br/ppgecm>. Este material integra os estudos desenvolvidos junto ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática (PPGECM), na Universidade de Passo Fundo (UPF), sob orientação do Prof. Dr. Marco Antônio Sandini Trentin.

1. DNA. 2. Biologia forense. Aprendizagem significativa.
4. Tecnologia educacional. 5. Didática. I. Trentin, Marco Antônio Sandini. II. Título. III. Série.

CDU: 372.857



SUMÁRIO

APRESENTAÇÃO.....	04
ASPECTOS TEÓRICOS.....	05
1º PASSO - DEFINIÇÃO DE TÓPICO ESPECÍFICO.....	06
2º PASSO - 1º ENCONTRO.....	07
3º PASSO - 2º ENCONTRO.....	10
3º PASSO - 3º ENCONTRO.....	11
4º PASSO - 4º ENCONTRO.....	13
4º PASSO - 5º ENCONTRO.....	14
4º PASSO - 6º ENCONTRO.....	15
5º PASSO - 7º ENCONTRO.....	16
5º PASSO - 8º ENCONTRO.....	17
5º PASSO - 9º ENCONTRO.....	18
6º PASSO - 10º ENCONTRO.....	19
6º PASSO - 11º ENCONTRO.....	20
7º PASSO - 12º ENCONTRO.....	21
7º PASSO - 13º ENCONTRO.....	22
7º PASSO - 14º ENCONTRO.....	22
8º PASSO - AVALIAÇÃO DA UEPS.....	23
CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	23
SOBRE OS AUTORES.....	23
REFERÊNCIAS.....	24

Caro professor(a),

Este material de apoio ao professor, na forma de Produto Educacional, é de livre acesso e está disponível na página do programa (www.upf.br/ppgecm), bem como na página dos produtos educacionais do programa e também no Portal EduCapes. Este trabalho é de fácil acesso aos usuários, e pode contribuir com a didática adotada do professor de Biologia. Os materiais aqui disponíveis aos alunos apresentam uma linguagem adequada, visando contribuir para uma aprendizagem de maneira lúdica e significativa.

O presente trabalho foi desenvolvido no Programa de Pós-graduação em Ensino de Ciências e Matemática - Minter da Universidade de Passo Fundo e a Faculdade Católica de Rondônia (PPGECM/UPF/FCR), em parceria com a Secretaria de Estado da Educação – SEDUC, do Estado de Rondônia, oferecido aos professores das áreas de Biologia, Química, Física e Matemática. Este Produto Educacional está vinculado à dissertação intitulada "O ensino de DNA por meio de uma UEPS mediada por tecnologias digitais e contextualizada com a Genética Forense", sob orientação do Prof. Dr. Marco Antônio Sandini Trentin.

Apresenta-se, neste estudo, uma proposta de ensino organizada na forma de uma Sequência Didática, organizada as luzes de uma Unidade de Ensino Potencialmente Significativa - UEPS, seguindo os passos elencados por Moreira (2009), para o ensino do conteúdo de DNA, contextualizado por meio da Genética Forense para estudantes do ensino médio. A Sequência Didática, organizada em quatorze encontros, foi aplicada em uma turma do terceiro ano do Ensino Médio de uma escola pública do Estado de Rondônia.

O motivo para a escolha da temática, para o desenvolvimento do presente trabalho, foi devido a frequente dificuldade dos alunos em associarem termos deste conteúdo com o seu dia a dia, e também por apresentarem grande interesse pelos seriados e jogos envolvendo investigações criminais em que se apresentam técnicas de Genética Forense.

Como proposta de atividades neste produto educacional, têm jogo Eletrônico de Realidade Aumentada dando ênfase no DNA, vídeos, quiz e atividades práticas no laboratório.

ASPECTOS TEÓRICOS

Aprendizagem Significativa

A Teoria da Aprendizagem Significativa é apresentada por David Paul Ausubel em 1978, e referenciada por Moreira e Masini (1982) em seu livro *Aprendizagem Significativa: a teoria de David Ausubel*, propondo que a aprendizagem é um processo em que uma nova informação ou conhecimento se une a um conhecimento prévio no cognitivo do aprendiz.

No entendimento de Moreira (2012), a aprendizagem significativa é quando ocorrem novos conceitos, ideias entre outros, que interagem com os outros conhecimentos relevantes e inclusivos disponíveis de forma clara na estrutura cognitiva, e assim sendo por eles assimilados, favorecendo para sua diferenciação, elaboração e estabilidade.

Essa interação entre ideias relevantes na estrutura cognitiva do aprendiz e novos significados potenciais dá origem a significados verdadeiros, e pelo fato de a estrutura cognitiva do aprendiz ser única, assim, todos os novos significados adquiridos obrigatoriamente também são únicos (AUSUBEL, 1999, p. 17).

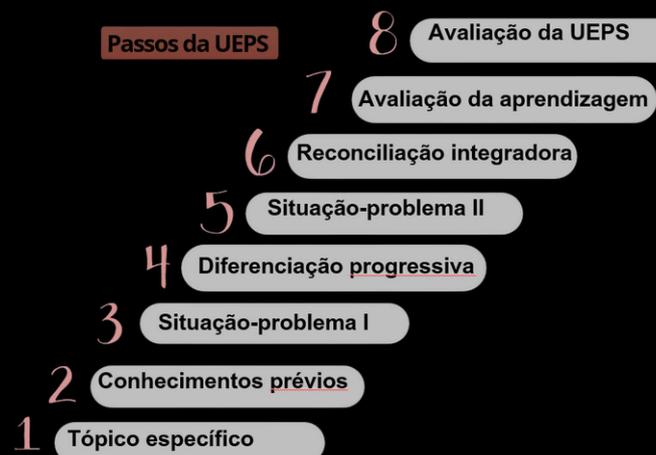
Assim, Ausubel considera aquilo que o indivíduo já sabe, ou seja, os conhecimentos prévios, servindo como uma "âncora" e incorporando novos conhecimentos da própria estrutura cognitiva para que o indivíduo realize conexões entre o novo conhecimento e o conhecimento pré-existente.

UEPS

UNIDADE DE ENSINO POTENCIALMENTE SIGNIFICATIVA

É uma sequência didática organizada em oito passos que são destinados a aprendizagem significativa, e que estimula a aplicação dos conteúdos para os alunos, fugindo assim do ensino tradicional que geralmente desmotiva os estudantes.

Essa sequência de ensino é utilizada pelo professor em sala de aula, envolve a realidade e o cotidiano do estudante, com a intenção de proporcionar aulas mais atrativas e interessantes, a fim de promover uma





DNA e a Genética Forense

A estrutura tridimensional do DNA é considerada a descoberta biológica mais importante do século 20, por Watson e Crick, ela é composta por duas cadeias de nucleotídeos sendo, uma de um lado da outra e torcidas no formato de dupla-hélice (LEWONTIN et al., 2016, p.235). Embora a descoberta da estrutura do DNA tenha proporcionado o prêmio Nobel a James Watson, Francis Crick e Maurice Wilkins, faz-se necessário falar do ausente pódio de Rosalind Franklin e ressaltar a sua contribuição diretamente para a descoberta da dupla hélice a partir de fotografias de raio-X do DNA (MADDOX, 2003).

Em se tratando dos conhecimentos sobre o conteúdo de DNA no ensino médio, a abordagem desse tema encontra alguns obstáculos didáticos por parte dos alunos, principalmente por causa dos termos referentes a esse conteúdo. Dessa forma, o ensino tradicional de forma isolada não consegue desenvolver as habilidades e competências necessárias à educação na atualidade, necessitando-se de práticas educativas que propiciem uma aprendizagem com maior significado e contextualizada (MATTA et al., 2020).

Assim, acredita-se que uma maneira interessante de engajar mais os alunos em tópicos envolvendo o estudo do DNA é por meio de desafios lançados em que envolvam, por exemplo, a genética forense. Em vista que, alguns estudantes demonstram um apreço por seriados e jogos envolvendo investigações em que se destacam as identificações de pessoas e elucidações de diversos casos por meio das

E então, criada a Rede Integrada de Bancos de Perfis Genéticos (RIBPG) pelo decreto 7950/2013, com a principal finalidade de manter, compartilhar e comparar perfis genéticos nas apurações criminais e instruções processuais, sendo uma ação conjunta entre Secretarias de Segurança Pública.

A principal utilização dos bancos de perfis genéticos é a identificação de pessoas desaparecidas, como restos mortais bem como de uma pessoa com identidade desconhecida na qual são confrontados com perfis de referência direta do desaparecido como exemplo roupas íntima, ou com perfis de familiares.

O uso das Tecnologias Digitais da Informação e Comunicação no ensino



A utilização de tecnologias pode servir como um recurso didático a mais para potencializar o processo de ensino e aprendizagem. Além de sair da rotina do ensino tradicional, elas tornam as aulas mais atrativas sendo uma motivação para a aprendizagem, e ainda, podem desenvolver diversas habilidades tais como atenção, raciocínio criatividade, entre outras.

A Base Nacional Curricular Comum cita em suas competências que é essencial que os estudantes possam experienciar diálogos com diversos públicos, nos contextos variados usando diversas mídias, TDICs e formando narrativas diversificadas sobre os processos e fenômenos analisados (BRASIL, 2017, p.558).

Diante disso, diversas potencialidades se

1º PASSO DEFINIR TÓPICO ESPECÍFICO

Professor, aqui neste primeiro passo é definido o tópico específico que será abordado, bem como o planejamento dos procedimentos em forma de UEPS seguindo os passos elencados por Moreira (2011). Para isso, utilizou-se como estratégia a contextualização do conteúdo DNA (Genética Molecular) do componente curricular Biologia por meio da Genética Forense.

Passos da UEPS	Descrição breve	Número de aulas
1º - Definir tópico específico	Composição, estrutura e função do DNA.	***
2º - Conhecimentos prévios	Quiz interativo de Realidade Aumentada simulando uma cena de um crime. Aplicação do questionário dos conhecimentos prévios.	1
3º - Situação-problema introdutório	Texto 1- intitulado "A composição, estrutura, função do DNA e a relação com a Biologia Forense". Jogo no <i>Wordwall</i> .	2
4º - Diferenciação progressiva	Abordagem do conteúdo de DNA, estrutura, função e replicação, com aula expositiva utilizando slide, vídeos e atividades.	3
5º - Situação-problema em nível crescente de complexidade	Texto 2- leitura de uma matéria da revista <i>Perícia Federal</i> , intitulado "Aspectos éticos e legais dos Bancos de Dados de Perfis Genéticos". Atividade Experimental 1-Extração de DNA. Resolução de um teste sobre o conteúdo estudado.	3
6º - Reconciliação integradora	Atividade Experimental 2 sobre a montagem da dupla-hélice do DNA. Quiz sobre as atividades práticas realizadas.	2
7º - Avaliação da	Atividade em grupo utilizando mídias digitais na gravação de podcast ou vídeo (utilizando software e aplicativo).	3

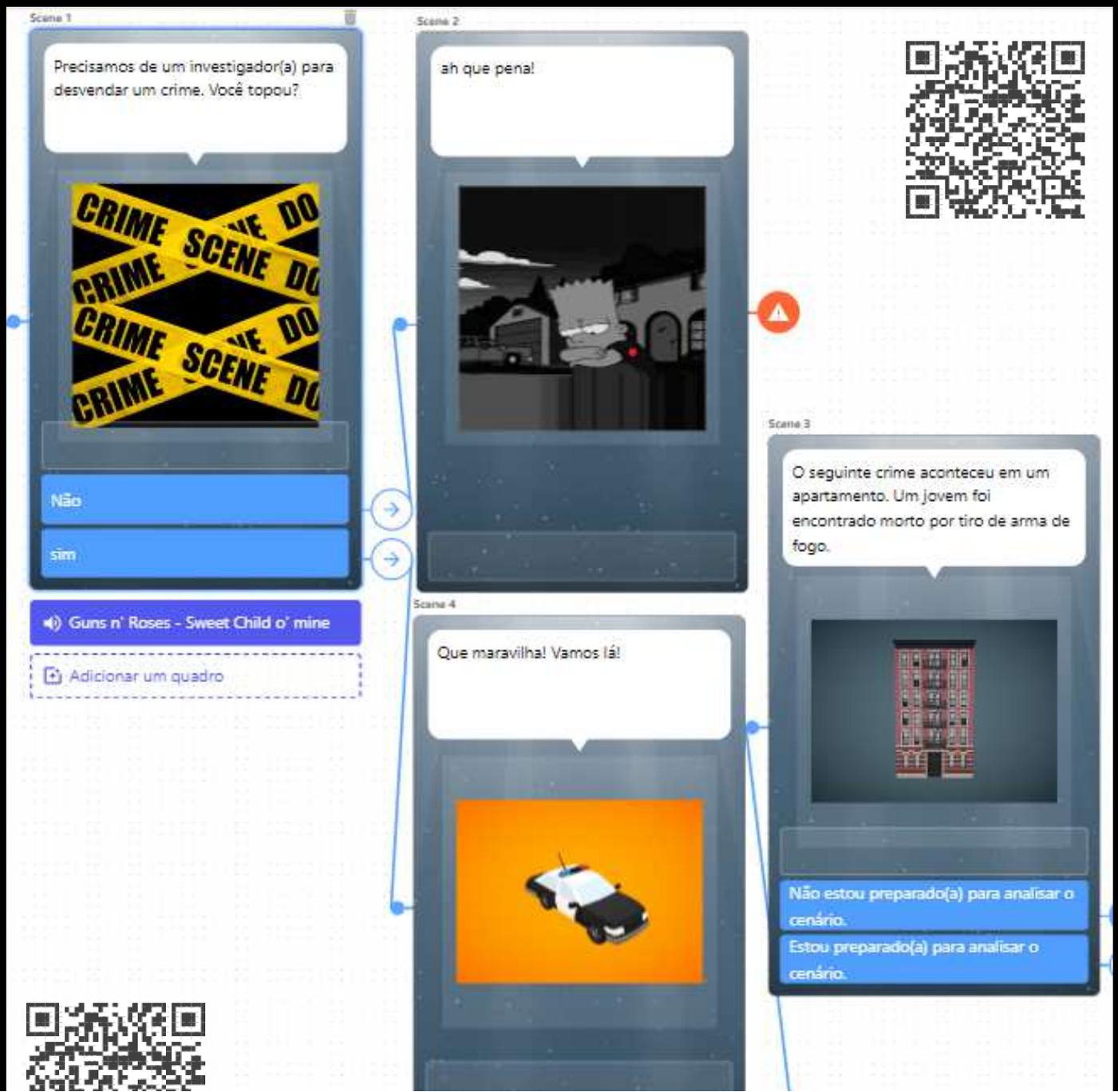
1º ENCONTRO

2º PASSO – CONHECIMENTOS PRÉVIOS

Para iniciar o primeiro encontro, fica como sugestão para a realização da sondagem dos conhecimentos prévios e relembrados ou adquiridos, uma atividade com o formato de *quiz* interativo de Realidade Aumentada (RA), do aplicativo Metaverse, que é um aplicativo que deverá ser baixado e executado no celular de cada aluno, no qual é simulado uma investigação de cena de crime com uso DNA, criada especificamente para este momento da aula.

Esse simulador possui imagens de RA e perguntas com respostas certas que fazem prosseguir para as outras etapas do simulador como pode ser visto na Figura 01, e respostas erradas que faz o estudante retornar à pergunta e responder novamente.

Professor, caso o estudante não possuir aparelho de celular ele poderá acompanhar as etapas do simulador com um colega que possua aparelho de celular.



1º ENCONTRO

2º PASSO – CONHECIMENTOS PRÉVIOS

No segundo momento da aula, após a observação e interação com a elucidação da cena de crime, sugere-se a aplicação de um questionário inicial online, em forma de [quiz](#) pelo Kahoot. Esse questionário é para verificar os conhecimentos prévios dos alunos sendo relacionado com o conteúdo de DNA e as diferentes contribuições deste para diversas áreas, como o exemplo da Genética Forense. Clique nesse [link](#) para ver as instruções de como usar o Metaverse e o Kahoot.

Veja abaixo as perguntas que estão em forma de quiz no Kahoot.



SUGESTÃO DE QUESTIONÁRIO INICIAL

01. O DNA É DEFINIDO COMO UM(A)?
02. EM ORGANISMOS EUCARIONTES, O DNA ENROLA-SE EM HISTONAS, ORGANIZANDO O MATERIAL GENÉTICO NA FORMA DE?
03. O DNA É COMPOSTO POR NUCLEOTÍDEOS, OS QUAIS POSSUEM TRÊS PARTES DISTINTAS, EXCETO?
04. O CONCEITO, SEQUÊNCIA COMPLETA DE DNA DE UM ORGANISMO, REFERE-SE AO:
05. A MAIOR PARTE DO MATERIAL GENÉTICO DOS EUCARIONTES ESTÁ LOCALIZADO EM QUAL ORGANELA CELULAR?
06. O QUE FAZ PARTE DO DNA?
07. O QUE É UM GENE?
08. NO DNA EXISTEM QUATRO BASES NITROGENADAS, EXCETO?
09. NA OBTENÇÃO DE PROVAS DE UM POSSÍVEL CRIMINOSO, EM QUAL ORGANELA CELULAR PROCURA-SE O DNA?
10. QUAL DESSAS ORGÃOS PODEM SER COLETADAS

2º ENCONTRO

3º PASSO - SITUAÇÃO-PROBLEMA I

Nesse encontro, é indicado que os alunos façam a leitura do texto 1, que foi elaborado pela professora com o apoio de materiais de cunho científico e artigos obtidos da internet. A finalidade dessa leitura é que dê sentido aos novos conhecimentos. Todas as referências utilizadas estão devidamente citadas ao longo do texto. Caso queira trabalhar esse texto com seus alunos, aqui, encontra-se o [link para download](#).

Texto 1: A composição, estrutura e função do DNA e a relação com a Biologia Forense



A descoberta biológica mais importante do século 20 foi a estrutura tridimensional do Ácido Desoxirribonucleico - DNA, pelos pesquisadores Watson e Crick. Essa estrutura é composta por duas cadeias de nucleotídeos, uma de cada lado da outra e torcidas apresentando o formato de dupla-hélice. (GRIFFITHS et al., 2016, p.235)

O DNA é composto por três partes que formam os nucleotídeos, sendo eles: um carboidrato de cinco carbonos (pentose) onde se verifica a presença de uma desoxirribose que se diferencia da ribose por possuir uma hidroxila em menos; uma base nitrogenada que possui um ou dois anéis que apresentam átomos de nitrogênio, sendo classificadas em dois grupos, as pirimidinas - que têm um anel de seis átomos, em sua composição de carbono e nitrogênio, sendo elas, timina(T), Citosina(C) e Uracila(U) que não é observada no DNA, e as purinas - que possuem dois anéis, um de seis átomos fusionados a um anel com cinco átomos, sendo a adenina(A) e a guanina(G); um grupo de fosfato. **Brasil Escola**

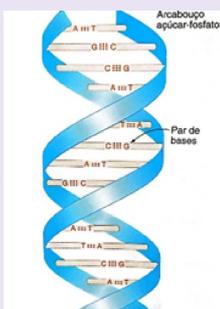


Figura 01 - Estrutura helicoidal do DNA apresentando as ligações de hidrogênio. (GRIFFITHS et al., 2016, p.236)

Na dupla-hélice, os filamentos de nucleotídeos são unidos por ligações de hidrogênio onde cada par de bases é composto por uma base purina e uma base pirimidina. Elas são pareadas de acordo com a regra: Adenina(A) pareia com Timina(T) com duas ligações de hidrogênio e Guanina(G) pareia com Citosina(C) com três ligações de hidrogênio, GRIFFITHS et al., 2016, p.237.

No DNA encontramos regiões específicas chamadas de genes, esses genes são herdados de nossos pais. A partir disso os genes são responsáveis pela produção da molécula de RNA, na qual serve para orientar a síntese de proteínas de acordo com as informações fornecidas pelo DNA. **Biologia Net**

O processo no qual uma molécula de DNA dará origem a outra molécula idêntica é chamado de replicação. Ocorre quando a célula se separa por divisão celular, e como o DNA é uma fita dupla e cada lado da fita dará origem a uma fita nova, dizemos que ela é semiconservativa. **Planeta Biologia**

O processo em que as duas fitas de DNA são separadas localmente e uma das fitas atua como molde para a síntese de RNA, ou seja, uma cópia da sequência de nucleotídeos do DNA, é chamado de transcrição, GRIFFITHS et al., 2016, p.261.



2º ENCONTRO

3º PASSO - SITUAÇÃO-PROBLEMA I

Após concluírem a leitura do texto 1, será disponibilizada a matéria **DNA e Criminalidade** (capítulo na íntegra para leitura) da revista Perícia Federal, que fala sobre a Técnica de identificação por DNA adotada por peritos criminais federais, para mostrar aos alunos a relação do uso do DNA na Genética Forense. O intuito dessa leitura é que o aluno consiga enxergar o problema e ser capaz de moldá-lo mentalmente como organizador prévio. A capa desse capítulo pode ser observada na Figura 02.



DNA FORENSE: PFC HELOÍSA BUCHMULLER LIMA (DOUTORA EM GENÉTICA E COADJUNTA EM BIOLOGIA CELULAR E MOLECULAR)

DNA Criminalidade

Técnica de identificação por DNA adotada por peritos criminais federais evita a exposição dos doadores de amostras, viabilizando definitivamente a implantação de um banco de dados de perfis genéticos no Brasil

Em 30 de julho de 1981 uma mulher foi estuprada e teve seu carro roubado no estado da Geórgia, EUA. Alguns dias após o crime, Robert Clark foi visto dirigindo o carro da vítima. Foi detido por roubo do veículo. Não foi considerado suspeito do estupro, a princípio, pois não coincidia com as características descritas pela vítima. Porém, esta situação logo mudou quando ele não foi convincente ao explicar como teria adquirido o carro. Robert Clark foi condenado por estupro em maio de 1982.

Em dezembro de 2003, uma entidade chamada Innocence Project pediu que fosse realizado teste de DNA no material coletado da vítima, 22 anos antes. O perfil obtido deveria ser comparado com o perfil de Robert Clark e com o banco de dados de perfis genéticos de centenas de milhares de criminosos em todos os Estados Unidos. Resultado da comparação: **Robert Clark era inocente.** Após 21 anos na cadeia ele, enfim, obteve a liberdade. O DNA do esperma coletado da vítima coincidia com outro criminoso já condenado por violência sexual em 1985, Tony Arnold, e que tinha seu perfil genético armazenado no banco de dados.

Esta história é uma das inúmeras que a todo momento surgem em países onde existem banco de dados de DNA. Já está na hora de contarmos as nossas histórias.



“Cold Cases”

A implementação de banco de dados de DNA fez aumentar o número de resoluções dos chamados “cold cases”, como são chamados, em inglês, os casos que passam muito tempo sem solução.



Vítima: Roy Tutill
[em http://www.bbc.co.uk/1/hi/uk/1198171.stm](http://www.bbc.co.uk/1/hi/uk/1198171.stm)



Assassino: Brian Lunn Field, hoje o há 30 anos
[em http://www.theaustralian.com.au/2003/07/26/news/1985/1985_03a](http://www.theaustralian.com.au/2003/07/26/news/1985/1985_03a)



3° ENCONTRO

3° PASSO – SITUAÇÃO-PROBLEMA I

Nesse encontro recomenda-se que você professor, faça a mediação de uma breve reflexão sobre a leitura do texto 1 e o capítulo da revista do encontro anterior, nesse caso, você professor pode instigar os alunos com uma pergunta inicial (como, por exemplo, as técnicas de DNA facilitam nas identificações de pessoas?) para os alunos falarem sobre o tema.

No segundo momento da aula, os alunos serão convidados a participarem de um jogo no *Wordwall* que contém [conhecimentos sobre DNA](#) sobre as leituras anteriores.

Para participar desse jogo, recomenda-se que utilize o laboratório de informática da escola.

Aqui, encontra-se o *link* com as instruções sobre o *Wordwall*.

As questões a seguir, estão no jogo do *Wordwall*.

CONHECENDO O DNA



01. AÇÚCAR ENCONTRADO NO DNA?
02. A BASE NITROGENADA G LIGA-SE COM?
03. A ESTRUTURA DO DNA?
04. A BASE NITROGENADA A LIGA-SE COM?
05. O DNA É FORMADO POR TRÊS PARTES CHAMADAS?
06. AS LIGAÇÕES ENTRE AS BASES NITROGENADAS CHAMAM-SE?
07. O PROCESSO DE CÓPIAS IDÊNTICAS DE DNA CHAMA-SE?
08. PROCESSO NO QUAL O DNA É USADO PARA A FORMAÇÃO DE UMA MOLÉCULA DE RNA?
09. AS BASES NITROGENADAS ENCONTRADAS NO DNA SÃO?
10. NO PROCESSO EM QUE NOVO DNA FORMADO APRESENTA UMA FITA NOVA E UMA FITA DO DNA

4º ENCONTRO

4º PASSO - DIFERENCIAÇÃO PROGRESSIVA

Aqui, nesse encontro, sugere-se que você professor faça a abordagem do conteúdo de DNA, estrutura e função por meio de uma aula expositiva dialogada, e de preferência com o uso de slides. **Sugestão de slides sobre o conteúdo.**

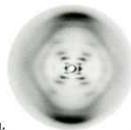
HISTÓRICO

Rosalind Elsie Franklin

- ▶ Empregando a técnica da difração dos raios-X, concluiu que o DNA tinha forma helicoidal (1949).
- ▶ Realizou em 6 de maio de 1952 a famosa "fotografia 51", na qual imprimiu em uma chapa a imagem da estrutura do DNA.



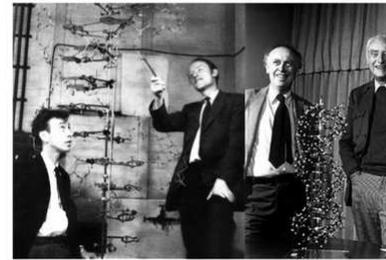
Fonte: [Brasil escola](#).



Fonte: [Bibliografia](#).

HISTÓRICO

Francis Crick e James Watson ganharam o prêmio Nobel da Medicina, em 1962, por determinar cientificamente que o DNA é uma dupla hélice.

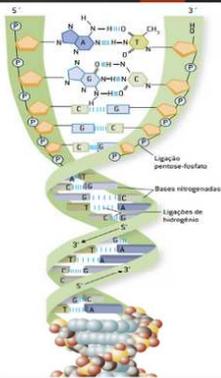
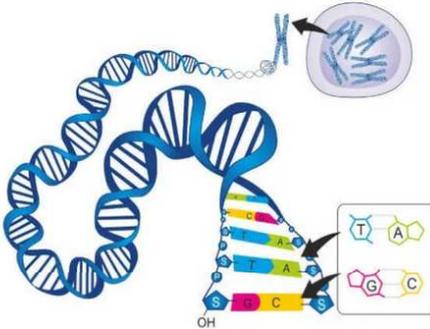


(01)

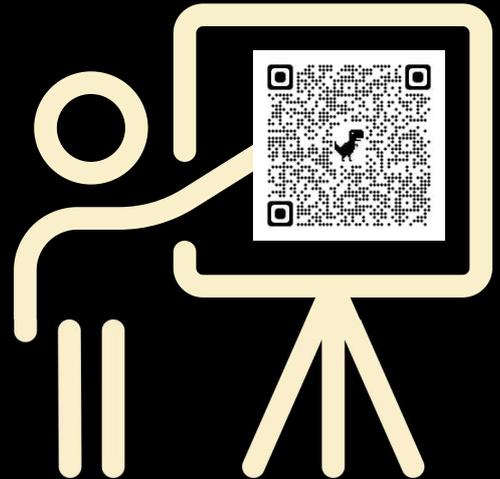
(02)

Fonte: [Genética virtual](#).

DNA



Fonte: [Brasil escola](#).



?

VOCÊ SABIA



Além de ter deixado um leado



5° ENCONTRO

4° PASSO - DIFERENCIAÇÃO PROGRESSIVA

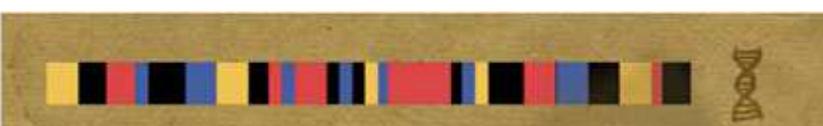
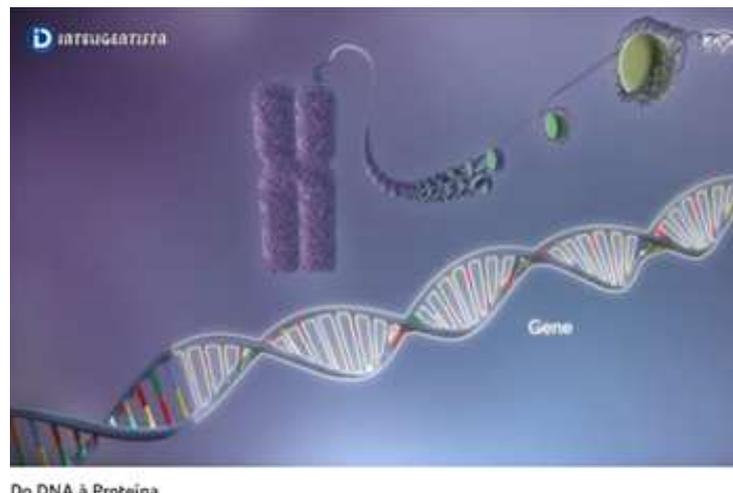
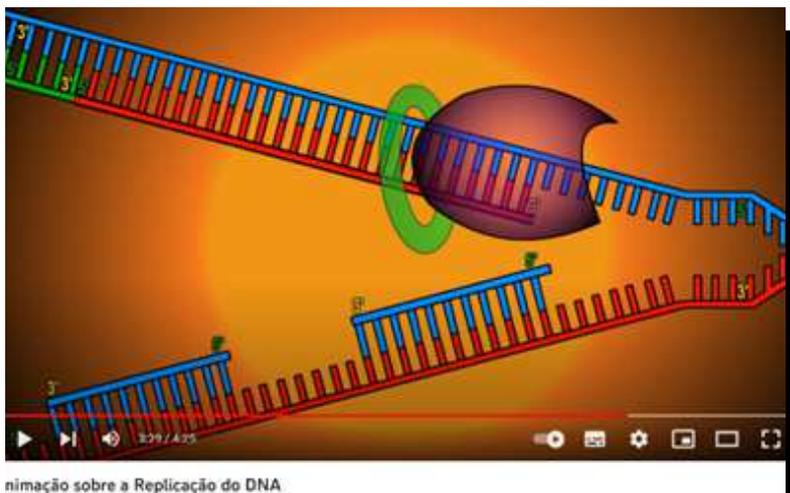
Nesse encontro, você professor, retomará a abordagem do conteúdo com os slides, lembrando alguns termos do conteúdo com os alunos, e logo após, complementando a explicação com vídeos do *YouTube* sobre o conteúdo estudado, como pode ser visto na Figura 3.

Sugere-se que o primeiro vídeo seja uma **animação sobre Replicação do DNA**, para demonstrar aos alunos a sequência em que ocorre a replicação.

Em seguida, o professor passa outra animação **do DNA à Proteína**, em que ao terminar pode instigar os alunos a falarem se conseguem relacionar algumas etapas dos vídeos. Posteriormente, para os alunos conhecerem como é manipulado esse material na prática, será explicado o procedimento no laboratório de **como é feito um teste de DNA?**

Para contextualizar com a Biologia Forense, a explicação da Perita Criminal Amanda fala **como o DNA tornou-se nosso aliado no mundo CSI** e por fim, um **cordel - O perito criminal resgate de DoNA esperança**. É importante que, você professor, faça com que os alunos reflitam que o DNA além de ser importante para nossas funções vitais, é também útil para diversas áreas tais como, perícia.

Figura 03 - Captura das telas dos vídeos utilizados no quinto encontro



6° ENCONTRO

4° PASSO - DIFERENCIAÇÃO PROGRESSIVA

Com a intenção de verificar o entendimento dos alunos em relação ao conteúdo explicado, sugere-se as seguintes atividades que podem ser resolvidas pelo formulário do Google, [questionário](#). Essas atividades se referem a explicação feita anteriormente nos slides e vídeos. Essa atividade é composta por quinze questões, disponibilizadas na Internet, sendo que aqui a resposta correta está marcada em vermelho.



ATIVIDADES DE REVISÃO

01. O RNA E O DNA SÃO ÁCIDOS NUCLEICOS E, PORTANTO, SÃO CONSTITUÍDOS POR SUBUNIDADES DENOMINADAS NUCLEOTÍDEOS. ESSES DOIS ÁCIDOS NUCLEICOS, NO ENTANTO, APRESENTAM ALGUMAS DIFERENÇAS, COMO É O CASO DE SUAS BASES NITROGENADAS. ANALISE AS ALTERNATIVAS E MARQUE A QUE APRESENTA A ÚNICA BASE NITROGENADA AUSENTE NO DNA.

- A) CITOSINA
- B) GUANINA
- C) URACILA**
- D) TIMINA
- E) ADENINA

03. A ESTRUTURA DO DNA ATUALMENTE ACEITA, CONHECIDA COMO MODELO DE DUPLA HÉLICE, FOI PROPOSTO POR QUAIS PESQUISADORES?

- A) DARWIN E WALLACE
- B) WATSON E CRICK**
- B) PIERRE E MARIE CURIE
- C) MENDEL E WALLACE
- E) NEWTON E EINSTEIN

05. COMUMENTE, OUVIMOS DIZER QUE O DNA SE ASSEMELHA A UMA ESCADA EM ESPIRAL. LEVANDO EM CONTA ESSA ANALOGIA, PODEMOS DIZER QUE OS DEGRAUS SERIAM FORMADOS:

- A) PELOS GRUPOS FOSFATOS
- B) PELAS RIBOSES
- C) PELAS PENTOSES
- D) PELAS BASES NITROGENADAS**
- E) PELAS GUANINAS

07. O DNA APRESENTA UMA ESTRUTURA DE DUPLA HÉLICE EM QUE AS BASES NITROGENADAS, ADENINA (A), TIMINA (T), CITOSINA (C) E GUANINA (G), SE PROJETAM PARA FORA DA CADEIA E SE LIGAM POR PONTES DE HIDROGÊNIO.

SABENDO QUE UM TRECHO DE UMA CADEIA DE DNA APRESENTA A SEQUÊNCIA DE BASES GTAGCCA, QUAL O TRECHO DA FITA COMPLEMENTAR?

- A) TCGAAC
- B) ACGATTG
- C) CATCGGT**
- D) TACGTTA
- E) GUTCGGU

09. AS MOLÉCULAS DE DNA SÃO POLINUCLEOTÍDIOS FORMADOS POR DUAS CADEIAS DISPOSTAS EM FORMA DE HÉLICE. AS DUAS CADEIAS ESTÃO UNIDAS ENTRE SI PELAS BASES NITROGENADAS, QUE SE LIGAM POR MEIO DE:

- A) LIGAÇÕES METÁLICAS
- B) LIGAÇÕES DE HIDROGÊNIO**
- C) LIGAÇÕES IÔNICAS
- D) LIGAÇÕES POLIPEPTÍDICAS
- E) LIGAÇÃO NUCLEICA

02. MARQUE A ALTERNATIVA QUE INDICA CORRETAMENTE O NOME DO PROCESSO PELO QUAL AS CÓPIAS IDÊNTICAS DE UMA MOLÉCULA DE DNA SÃO FORMADAS.

- A) TRANSCRIÇÃO
- B) TRADUÇÃO
- C) TRANSFORMAÇÃO
- D) REPLICAÇÃO**
- E) ENOVELAMENTO

04. MARQUE A ALTERNATIVA QUE INDICA CORRETAMENTE O NOME DO PROCESSO NO QUAL O DNA É UTILIZADO NA FORMAÇÃO DE UMA MOLÉCULA DE RNA.

- A) TRANSCRIÇÃO**
- B) TRADUÇÃO
- C) TRANSFORMAÇÃO
- D) REPLICAÇÃO
- E) ENOVELAMENTO

06. A FIGURA ABAIXO REPRESENTA ESQUEMATICAMENTE,

----- . ESTA MOLÉCULA É DE EXTREMA IMPORTÂNCIA PARA TODOS OS SERES VIVOS EM RAZÃO DOS DIFERENTES PAPÉIS QUE DESEMPENHAM NO INTERIOR DAS CÉLULAS. UM DOS PAPÉIS ESTÁ RELACIONADO À CAPACIDADE DE FORMAR DIFERENTES POLÍMEROS NO INTERIOR DAS CÉLULAS.

- A) FOSFATO
- B) BASE NITROGENADA
- C) NUCLEOTÍDEO**
- D) DESOXIRRIBOSE
- E) NUCLEOSÍDEO

08. EM UMA MOLÉCULA DE DNA, QUANTAS LIGAÇÕES DE HIDROGÊNIO HÁ ENTRE UMA GUANINA (G) E UMA CITOSINA (C)?

- A) 1
- B) 2
- C) 3**
- D) 4
- E) 5

10. NA DUPLICAÇÃO DO DNA, UMA DAS FITAS DE DNA SERVE COMO MOLDE. NO FINAL, A NOVA FITA SERÁ FORMADA POR UMA FITA PARENTAL E UMA REPLICADA. POR ESSE MOTIVO, DIZEMOS QUE A DUPLICAÇÃO É:

- A) CONSERVATIVA
- B) DESIGUAL
- C) SEMI-CONSERVATIVA

7° ENCONTRO

5° PASSO - SITUAÇÃO-PROBLEMA EM NÍVEL CRESCENTE DE COMPLEXIDADE

Nesse encontro, com a finalidade de promover a reconciliação integradora, e para o alunos conhecerem mais sobre a utilização do DNA nas identificações e investigação criminais, eles farão a leitura de um texto 2 "Aspectos éticos e legais dos Bancos de Dados de Perfis Genéticos", esse é o capítulo da revista Perícia Federal que pode ser visto na Figura 04.

DNA FORENSE: PCFs GUILHERME SILVEIRA JACQUES (BACHAREL EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E MESTRE EM CIÊNCIAS GENÔMICAS E BIOTECNOLOGIA) E ALINE COSTA MINERVINO (BACHAREL EM ODONTOLOGIA E ESPECIALISTA EM GENÉTICA HUMANA)



Aspectos éticos e legais dos Bancos de Dados de Perfis Genéticos

Desde meados de 1980, o uso de análise forense de DNA tem uma contribuição importante para a investigação do crime e a reprodução dos fatos. Não obstante, algumas questões éticas devem ser avaliadas, os mitos que rondam o tema devem ser desfeitos e as questões legais precisam ser regulamentadas. Visando atingir os benefícios sociais de um banco de dados de perfis genéticos precisamos avaliar eventuais riscos e resguardar, técnica e legalmente, as garantias para que os direitos individuais sejam preservados

A evolução da identificação genética passa por uma fase, ainda em desenvolvimento, na qual ocorre o amadurecimento de todo o processo, com padronização dos dados estatísticos e a introdução dos bancos de perfis genéticos.

Os bancos de dados de DNA são casos particulares em que as informações genéticas são armazenadas para um determinado fim, usualmente a identificação de um indivíduo por comparação com o padrão armazenado. Estes bancos geralmente têm caráter forense.

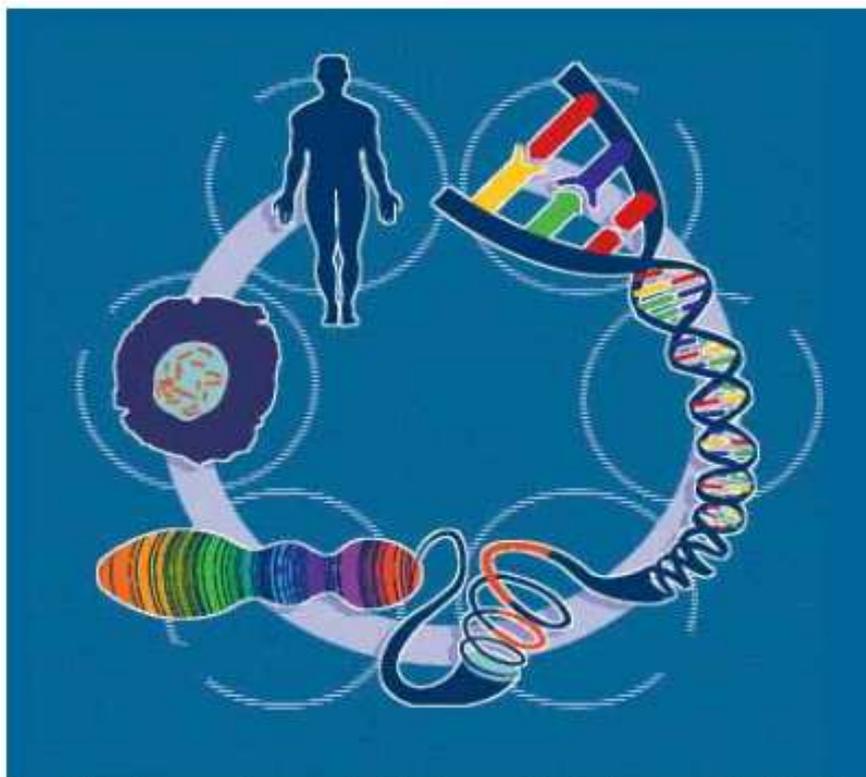
Vários países apresentam discussões políticas e administrativas sobre o uso de perfis genéticos. As diferenças de normas legais e jurisdição dificultam a formação de banco de dados e a troca de informações entre os países. Embora os grandes bancos

O uso de toda a base de dados envolve um contrapeso entre os direitos do indivíduo e os interesses coletivos. Ao discutir as vantagens e as desvantagens do uso de bancos de perfis genéticos deve-se considerar: quais indivíduos devem ser incluídos no banco de dados, o uso de consentimento do indivíduo para fazer exame e uso das amostras e como gerir a informação que uma análise deste tipo envolve.

ASPECTOS ÉTICOS

Preocupações e temores

Não restam dúvidas que o DNA de uma pessoa possui muito mais informações que as linhas e pontos de sua impressão digital. Ao longo das bilhões de letras que compõem o DNA de uma célula humana estão codificadas informações sobre as características físicas da pessoa, sobre sua saúde, origem e constituição étnica (figura 01).



8° ENCONTRO

5° PASSO – SITUAÇÃO-PROBLEMA EM NÍVEL CRESCENTE DE COMPLEXIDADE

Professor, nesse encontro sugere-se uma atividade experimental para os alunos realizarem negociando significados, além de interagirem socialmente, como é descrita a seguir.

Os alunos se organizarão em grupos e farão uma atividade prática no laboratório de secos e molhados da escola, com a intenção de entenderem de forma lúdica como é feita a extração do DNA. O professor deve acompanhar todas as etapas da atividade prática fazendo com que os alunos interajam com o grupo e apresentem os resultados.

A fim de auxiliar na realização da atividade prática, cada grupo recebe um **roteiro**. Esse roteiro explica quais são os materiais necessários, os procedimentos, e ainda, possui um questionário com quatro questões para os alunos responderem assim que concluírem a atividade prática.



ROTEIRO

ATIVIDADE EXPERIMENTAL 1 - EXTRAÇÃO DO DNA VEGETAL E HUMANO

PARA A ATIVIDADE PRÁTICA DA EXTRAÇÃO DO DNA VEGETAL, SERÁ UTILIZADA A BANANA (PODE SER UTILIZADO O MORANGO OU TOMATE). NO PRIMEIRO MOMENTO É FEITA UMA MISTURA PARA REALIZAR A EXTRAÇÃO DO DNA COMPOSTA POR: 1 COLHER DE SAL DE COZINHA, 50 ML DE ÁGUA MINERAL E 2 COLHERES DE DETERGENTE INCOLOR, APÓS ISSO A BANANA SERÁ MACERADA EM UM RECIPIENTE SEPARADO E POSTERIORMENTE, COLOCADA DENTRO DA SOLUÇÃO PREPARADA COM SAL, ÁGUA E DETERGENTE INCOLOR. LOGO APÓS, O MATERIAL SERÁ FILTRADO COM UMA PENEIRA EM UM OUTRO BECKER E ADICIONADO 50 ML DE ÁLCOOL ETÍLICO GELADO. POR FIM, DEIXAR O RECIPIENTE COM A SOLUÇÃO DESCANSAR, APÓS ALGUNS MINUTOS E NAS PRIMEIRAS HORAS OS ALUNOS IRÃO VISUALIZAR A OLHO NU A FORMAÇÃO DE UMA “NUVEM” DENTRO DA SOLUÇÃO QUE ESTÁ NO BECKER, SENDO QUE, ESSA FORMAÇÃO É O DNA QUE FOI EXTRAÍDO DA FRUTA.

PARA A ATIVIDADE PRÁTICA DA EXTRAÇÃO DO DNA HUMANO, SERÁ UTILIZADO UMA ESPÁTULA DE MADEIRA PRÓPRIA PARA COLETA DE MATERIAL E SERÁ PASSADA DE FORMA LEVE NA PARTE INTERNA E LATERAL DA BOCA DE UM VOLUNTÁRIO. COM A FINALIDADE DE

9º ENCONTRO

5º PASSO - SITUAÇÃO-PROBLEMA EM NÍVEL CRESCENTE DE COMPLEXIDADE

Nesse encontro, recomenda-se que os alunos façam uma atividade em forma de teste sobre o conteúdo estudado nos textos, atividades práticas, jogos e explicação dos slides. Segue abaixo a atividade, e as respostas certas estão marcadas em vermelho.



AVALIAÇÃO DE BIOLOGIA - 3º ANO

NOME:

DATA:

Nº ACER

01. UMA FITA DE DNA APRESENTA A SEGUINTE SEQUÊNCIA:

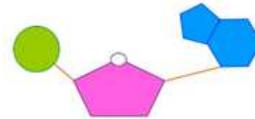
TCAAGT

MARQUE A ALTERNATIVA QUE INDICA CORRETAMENTE A SEQUÊNCIA ENCONTRADA NA FITA COMPLEMENTAR:

- A) AGTTCA.
- B) AGUUCA.
- C) ATAAUA.
- D) UCTTGU.
- E) AGUUGA.

02. O DNA É COMPOSTO POR NUCLEOTÍDEOS, OS QUAIS SÃO COMPOSTOS POR TRÊS PARTES DISTINTAS. MARQUE A ALTERNATIVA QUE INDICA CORRETAMENTE AS PORÇÕES QUE COMPÕEM UM NUCLEOTÍDEO.

- A) PENTOSE, BASE NITROGENADA E GRUPO FOSFATO.
- B) HEXOSE, BASE NITROGENADA E GRUPO FOSFATO.
- C) PENTOSE, BASE NITROGENADA E ÉSTERES.
- D) HEXOSE, BASE NITROGENADA E ÉSTERES.
- E) PENTOSE, BASE NITROGENADA E HIDRÓXIDO.



03. É SABIDO QUE OS GENES PRESENTES NAS MOLÉCULAS DE DNA REGULAM O FUNCIONAMENTO DA CÉLULA. O RNA, POR SUA VEZ, PARTICIPA DA SÍNTESE DE PROTEÍNAS. NESSE PROCESSO SÃO FORMADAS NOVAS MOLÉCULAS. NESSE SENTIDO, AFIRMA-SE QUE OS PROCESSOS DE FORMAÇÃO DE NOVAS MOLÉCULAS DE DNA, RNA E PROTEÍNAS SÃO DENOMINADOS RESPECTIVAMENTE:

- A) TRANSCRIÇÃO, DUPLICAÇÃO E TRADUÇÃO.
- B) TRADUÇÃO, TRANSCRIÇÃO E DUPLICAÇÃO.
- C) DUPLICAÇÃO, TRANSCRIÇÃO E TRADUÇÃO.
- D) TRANSCRIÇÃO, TRADUÇÃO E DUPLICAÇÃO.
- E) TRADUÇÃO, DUPLICAÇÃO E TRANSCRIÇÃO.

04. O DNA E O RNA DIFERENCIAM-SE, ENTRE OUTRAS CARACTERÍSTICAS, PELA BASE NITROGENADA QUE POSSUEM. ENTRE AS ALTERNATIVAS CITADAS A SEGUIR, MARQUE A ÚNICA QUE NÃO OCORRE EM UMA MOLÉCULA DE DNA.

- A) ADENINA.
- B) CITOSINA.
- C) GUANINA.
- D) TIMINA.
- E) URACILA.

05. A DUPLICAÇÃO DO DNA É ESSENCIAL PARA QUE AS CÉLULAS-FILHAS TENHAM A QUANTIDADE ADEQUADA DE MATERIAL GENÉTICO APÓS A DIVISÃO CELULAR. NA DUPLICAÇÃO DO DNA, UMA DAS FITAS DE DNA SERVE COMO MOLDE E, AO FINAL, A NOVA FITA É FORMADA POR UMA FITA PARENTAL E UMA RECÉM-SINTETIZADA. POR ESSE MOTIVO, DIZEMOS QUE A DUPLICAÇÃO É:

- A) CONSERVATIVA.
- B) DESIGUAL.
- C) DEPENDENTE.
- D) COMPLEMENTAR.
- E) SEMICONSERVATIVA.

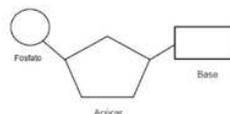


06. MARQUE A ALTERNATIVA QUE INDICA CORRETAMENTE O NOME DADO AO PROCESSO PELO QUAL CÓPIAS IDÊNTICAS DE UMA MOLÉCULA DE DNA SÃO FORMADAS.

- A) TRANSCRIÇÃO.
- B) TRADUÇÃO.
- C) TRANSFORMAÇÃO.
- D) REPLICAÇÃO.
- E) ENOVELAMENTO.

07. A FIGURA ABAIXO REPRESENTA, ESQUEMATICAMENTE, UM NUCLEOTÍDEO. ESTA MOLÉCULA É DE EXTREMA IMPORTÂNCIA PARA TODOS OS SERES VIVOS EM RAZÃO DOS DIFERENTES PAPÉIS QUE DESEMPENHA NO INTERIOR DAS CÉLULAS. UM DOS PAPÉIS É RELACIONADO À SUA CAPACIDADE DE FORMAR DIFERENTES POLÍMEROS NO INTERIOR DAS CÉLULAS.

- A) GLICÍDIO.
- B) PROTEÍNA.
- C) NUCLEOTÍDEO.
- D) NÚCLEO.
- E) AMINOÁCIDO.



08. (UNICENTRO) SEGUNDO O MODELO DE DNA PROPOSTO POR JAMES WATSON E FRANCIS CRICK, A MOLÉCULA É FORMADA POR DUAS LONGAS CADEIAS DISPOSTAS EM FORMA DE DUPLA HÉLICE. DADA CADEIA APRESENTA UMA SEQUÊNCIA DE NUCLEOTÍDEOS FORMADAS POR UM GRUPO FOSFATO, UMA DESOXIRRIBOSE E UMA BASE NITROGENADA QUE PODE SER DE QUATRO TIPOS:

- A) ADENINA (A), URACILA (U), CITOSINA (C) E GUANINA (G).
- B) ADENINA (A), URACILA (U), FENILALANINA (FA) E TIMINA (T).
- C) ADENINA (A), ALANINA (AL), CITOSINA (C) E TIMINA (T).
- D) GUANINA (G), URACILA (U), CITOSINA (C) E TIMINA (T).
- E) ADENINA (A), TIMINA (T), CITOSINA (C) E GUANINA (G).

10° ENCONTRO

6° PASSO - RECONCILIAÇÃO INTEGRADORA

Aqui, nesse encontro, você professor irá convidar os alunos a se organizarem novamente em grupos para realizarem uma atividade experimental sobre a montagem da dupla-hélice do DNA. Para essa atividade, cada grupo de alunos, terá um **roteiro** disponibilizado explicando como realizar a atividade experimental.

Após a atividade experimental, cada grupo irá mostrar e explicar a dupla-hélice construída para os colegas e professora.

ROTEIRO



ATIVIDADE EXPERIMENTAL 2 - MONTAGEM DA DUPLA HÉLICE DO DNA

O OBJETIVO DESSA ATIVIDADE EXPERIMENTAL É MONTAR A ESTRUTURA DO NUCLEOTÍDEO QUE É COMPOSTO PELAS BASES NITROGENADAS, FOSFATO, DESOXIRRIBOSE E COMO OCORRE AS LIGAÇÕES DE HIDROGÊNIO.

PARA REPRESENTAR A DESOXIRRIBOSE LIGADA AO FOSFATO SERÁ UTILIZADO UM FIO DE ARAME FINO HIGIENIZADO (PODE SER FIO ENCAPADO COM POUCA FLEXIBILIDADE). NESSE FIO SERÃO COLOCADAS AS GOMAS DE FORMA ALEATÓRIA. ESSAS GOMAS IRÃO REPRESENTAR AS BASES NITROGENADAS, ONDE SERÃO ESCOLHIDAS 4 GOMAS DE CORES DIFERENTES PARA ILUSTRAR A ADENINA, TIMINA, GUANINA E CITOSINA.

SERÁ MONTADA UMA FITA COM AS GOMAS REPRESENTANDO AS BASES NITROGENADAS DE FORMA ALEATÓRIA, E APÓS ISSO SERÁ MONTADA OUTRA FITA COM GOMAS, PORÉM ELA SERÁ COMPLEMENTAR A OUTRA FITA DE ACORDO COM AS CORES QUE OS GRUPOS ESCOLHERAM PARA REPRESENTAR AS BASES NITROGENADAS.

POR FIM, PARA LIGAR UMA GOMA DE UMA FITA NA OUTRA, SERÃO UTILIZADOS PALITOS DE DENTE, ONDE SERÃO COLOCADOS 3 PALITOS PARA AS LIGAÇÕES QUE FOREM ENTRE AS GOMAS REPRESENTANDO A GUANINA E A CITOSINA, E 2 PALITOS PARA AS LIGAÇÕES QUE FOREM ENTRE AS GOMAS REPRESENTADAS PELA ADENINA E TIMINA.



11° ENCONTRO

6° PASSO - RECONCILIAÇÃO INTEGRADORA

Nessa aula, os alunos participarão de um **quiz** pelo *Kahoot*, esses conhecimentos são relacionados com o conteúdo de DNA estudado nas atividades experimentais 1 e 2. **Aqui** encontra-se as instruções de como usar *Kahoot*.



PERGUNTAS DO QUIZ

- 1.QUAL O PAPEL DO DETERGENTE USADO NO EXPERIMENTO?
- 2.POR QUE MACERAMOS O MATERIAL BIOLÓGICO (BANANA)?
- 3.QUAL TÉCNICA USAMOS PARA ISOLAR O DNA?
- 4.QUAL A FUNÇÃO DO ÁLCOOL ETÍLICO NO EXPERIMENTO?
- 5.ADENINA, GUANINA, CITOSINA E TIMINA SÃO:
- 6.AS BASES NITROGENADAS SÃO LIGADAS POR:
- 7.A BASE A REFERE-SE:
- 8.A BASE T REFERE-SE:
- 9.QUANTAS PONTES DE HIDROGÊNIO NA LIGAÇÃO A-T?
- 10.QUANTAS PONTES DE HIDROGÊNIO NA LIGAÇÃO G-C?



12° ENCONTRO

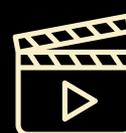
7° PASSO - AVALIAÇÃO DA APRENDIZAGEM

13° ENCONTRO

7° PASSO - AVALIAÇÃO DA APRENDIZAGEM

Após os grupos escolherem os temas das reportagens, eles irão trabalhar com mídias para a produção de áudio e vídeo, por meio de aplicativos escolhidos pelos estudantes. E ainda, ficará a critério de cada grupo a escolha de qual mídia utilizar.

Nesse trabalho com mídia eles irão relatar de maneira breve o que é DNA e qual função ou utilização dele que encontraram na reportagem escolhida, com o tempo máximo de 2 minutos.



14° ENCONTRO

7° PASSO - AVALIAÇÃO DA APRENDIZAGEM

Ao concluírem o trabalho proposto, os alunos poderão realizar a socialização e sala de aula com os colegas e professor, além disso, nas mídias digitais da escola se caso tiver, também rádio escola.



8° PASSO - AVALIAÇÃO DA UEPS



CONSIDERAÇÕES FINAIS

Decidiu-se criar esse material em virtude da dificuldade tanto do professor em ensinar como do aluno em aprender os termos sobre DNA de forma significativa. Esta Sequência Didática organizada em formato de UEPS é um produto educacional destinado aos professores da educação básica visando facilitar e melhorar e tornar mais atrativo aos alunos o ensino de Biologia, principalmente o conteúdo de DNA.

Caro professor, você tem uma função muito importante nesse processo de condução e na introdução de um ensino de Biologia significativo. E pensando nisso esse material foi elaborado e esperamos ter auxiliado com essas sugestões de atividades a serem incrementadas em suas aulas fazendo o uso de diferentes tecnologias de fácil acesso.

Este é um material gratuito e que está disponível para acesso no site do PPGECM da Universidade de Passo Fundo - UPF.



SOBRE OS AUTORES



SIMONE PONATH LIEBMANN - Mestranda em Ensino de Ciências e Matemática. Mestrado Profissional do Programa de Pós-Graduação em Ciências e Matemática – Minter da Universidade de Passo Fundo e a Faculdade Católica de Rondônia (PPGECM/UPF/FCR). Licenciada e Bacharelada em Ciências Biológicas pelo Centro Universitário UNIFACIME. Atualmente é discente de Biologia, no Ensino Médio, de uma escola Pública Estadual na cidade de Espigão do Oeste - RO.

Currículo Lattes: <https://lattes.cnpq.br/0898327092980377>

E-mail: symone.ponath@gmail.com



MARCO ANTÔNIO SANDINI TRENTIN - DOUTOR EM INFORMÁTICA NA EDUCAÇÃO PELA UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL. PROFESSOR DOS CURSOS DA ÁREA DE INFORMÁTICA NA UNIVERSIDADE DE PASSO FUNDO E DOCENTE DOS PROGRAMAS DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS E MATEMÁTICA EM COMPUTAÇÃO APLICADA, AMBOS DA UNIVERSIDADE DE PASSO FUNDO - RS. INVESTIGA TEMAS ASSOCIADOS A INFORMÁTICA EDUCATIVA E ROBÓTICA EDUCATIVA LIVRE.

Currículo Lattes: <http://lattes.cnpq.br/4746488333257798>

E-mail: trentin@upf.br

REFERÊNCIAS

AUSUBEL, David Paul. *Aquisição e retenção de conhecimentos: uma perspectiva cognitiva*. Lisboa (PT): Plátano Edições Técnicas, 2000.

BRASIL. Ministério da Educação. *Base Nacional Comum Curricular: Ensino médio*. Brasília: MEC, 2017. Disponível em <http://basenacionalcomum.mec.gov.br/>. Acesso em 26 fev de 2022.

BRASIL. Presidência da República. *Lei nº 12.654, de 28 de Maio de 2012*. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/l12654.htm. Acesso em: 25 jun. 2022.

FRANCISCO, José Alexandre da Rocha. *DNA em ação: desenvolvimento implementação de sequências didáticas investigativas digitais voltadas para o ensino de genética*. 2019. 84 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Biologia) - Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2019.

MADDOX, Brenda. A dupla hélice e a 'heroína injustiçada'. *Nature*, v. 421, p. 407-408, 2003. Disponível em: <https://doi.org/10.1038/nature01399>. Acesso em: 6 jun. 2023.

MATTA, Luciana Duarte Martins da; SANTOS, Isabelle Revoredo dos; MENDONÇA, Stephanny Clarissy da Silva; CARVALHO, Diego Vinícius Medeiros de; SILVEIRA, Ana Paula Melo da; SILVA, Roseane Pereira da. Ensino e aprendizagem de biomoléculas no ensino médio: extração de DNA e estímulo à experimentação. *Revista de Ensino de Biologia da SBEnBio*, v. 13, n. 1, p. 59-73, 2020. Disponível em: <https://renbio.org.br/index.php/sbenbio/article/view/315>. Acesso em: 3 out. 2022.

MOREIRA, Marco Antonio. Unidades de Enseñanza Potencialmente Significativas - UEPS. *Aprendizagem Significativa em Revista*, v.1, n. 2, p. 43-63, 2011.

MOREIRA, Marco Antonio. O que é afinal Aprendizagem significativa? Aula Inaugural do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências Naturais, Instituto de Física Universidade Federal do Mato Grosso, Cuiabá, MT, 23 de abril de 2020. Aceito para publicação, *Curriculum, La Laguna*, Espanha, 2012. Disponível em: <http://moreira.if.ufrgs.br/oqueeafinal.pdf>. Acesso em: 21 fev. 2023.

MOREIRA, Marco Antonio. Unidades de Enseñanza Potencialmente Significativas - UEPS. *Aprendizagem Significativa em Revista*, v.1, n. 2, p. 43-63, 2011.

MOREIRA, Marco Antonio; MASINI, Elcie Aparecida Fortes Salzano. *Aprendizagem significativa: a teoria de David Ausubel*. São Paulo: Moraes, 1982.