



**UnB**

**UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA - UnB**

Instituto de Ciências Biológicas - IB

Programa de Mestrado Profissional em Ensino de Biologia - PROFBIO

**O ENSINO DE CONCEITOS BÁSICOS DA GENÉTICA: UMA COMPARAÇÃO ENTRE A METODOLOGIA ATIVA, BASEADA NO ENSINO INVESTIGATIVO EMPREGANDO A REALIDADE AUMENTADA, E METODOLOGIA EXPOSITIVA TRADICIONAL**

**Orientadora: Prof.(a) Dr.(a). SILVIENE FABIANA OLIVEIRA**

**Coorientadora: Prof.(a) Dr.(a). ALICE MELO RIBEIRO**

**Mestrando: GILBERTO LIMA ARAUJO**

**BRASÍLIA – DF  
2022**

**GILBERTO LIMA ARAUJO**

**TRABALHO DE CONCLUSÃO DE MESTRADO**

**O ENSINO DE CONCEITOS BÁSICOS DE GENÉTICA: UMA COMPARAÇÃO ENTRE METODOLOGIA ATIVA, BASEADA EM ENSINO INVESTIGATIVO EMPREGANDO A REALIDADE AUMENTADA, E METODOLOGIA EXPOSITIVA TRADICIONAL**

Trabalho de Conclusão de Mestrado - TCM apresentado ao Mestrado Profissional em Ensino de Biologia em Rede Nacional - PROFBIO, do Instituto de Ciências Biológicas, da Universidade de Brasília, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Ensino de Biologia.

Área de concentração: Ensino de Biologia  
Macroprojeto: Novas práticas e estratégias pedagógicas para o ensino de Biologia  
Linha de pesquisa: Comunicação, ensino e aprendizagem de Biologia.

Orientadora: Profa. Dra. Silviene F. Oliveira  
Coorientadora: Profa. Dra. Alice M. Ribeiro

**Brasília - DF**

**2022**

Ficha catalográfica elaborada automaticamente,  
com os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

AA663e ARAUJO, GILBERTO LIMA  
O ENSINO DE CONCEITOS BÁSICOS DE GENÉTICA: UMA COMPARAÇÃO  
ENTRE METODOLOGIA ATIVA, BASEADA EM ENSINO INVESTIGATIVO  
EMPREGANDO A REALIDADE AUMENTADA, E METODOLOGIA EXPOSITIVA  
TRADICIONAL / GILBERTO LIMA ARAUJO; orientador SILVIENE  
FABIANA OLIVEIRA; co-orientador ALICE MELO RIBEIRO. --  
Brasília, 2022.  
94 p.

Dissertação(Mestrado Profissional em Ensino de Biologia)  
- Universidade de Brasília, 2022.

1. Metodologia ativa. 2. Metodologia expositiva. 3.  
Genética. 4. Sequências didáticas. 5. Realidade aumentada.  
I. OLIVEIRA, SILVIENE FABIANA, orient. II. RIBEIRO, ALICE  
MELO, co-orient. III. Título.

## AGRADECIMENTOS

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES). Grato pela possibilidade de aprimoramento profissional, me tornando uma pessoa mais aberta a novas formas de lecionar e aumentando a sede por conhecimento e conseqüentemente gerando expectativa na melhor preparação dos meus alunos como cidadãos críticos e conscientes, enfatizando em seu cuidado com o meio ambiente em que vivemos e com expectativas de impacto nas gerações futuras.

Agradeço a Deus por todas as bênçãos, dificuldades e situações que me levaram ao que sou hoje e me tornaram uma pessoa preocupada com o futuro do país, pelas crianças que me confiaram a preparação como cidadãos críticos e conscientes do seu papel na sociedade.

Aos professores do PROFBIO, que com maestria, apesar de todas as dificuldades impostas por uma pandemia mundial conseguiram uma desconstrução e reconstrução de conhecimentos gigantesca, pessoalmente falando.

Agradeço as professoras Maura Helena Manfrin, Ildinete Silva Pereira e Nilda Maria Diniz Rojas por aceitarem a participação na minha banca final e também por me acompanharem durante as etapas anteriores a finalização da pesquisa com suas sugestões e instruções sempre cheias de conhecimento, empatia, paciência e dedicação.

A minha orientadora, Profa. Dra. Silviene Fabiana Oliveira e Coorientadora Profa. Dra. Alice M. Ribeiro, que com enorme paciência, atenção e comprometimento durante esse enorme desafio de aprender me auxiliaram e guiaram sabiamente tornando esse projeto possível.

Aos meus colegas de curso que com enorme companheirismo nos auxiliamos a passar por cada dificuldade e com auxílio mútuo crescemos e amadurecemos nos obstáculos comuns e nas horas de dificuldade nos tornamos base sólida para chegarmos ao fim dessa jornada.

Aos meus familiares que sempre me incentivam nos meus propósitos de crescimento, destacando meu companheiro de vida Matheus S. Sousa e minha mãe Maria C. dos S. Lima que choraram de alegria ao conseguir a aprovação para participação deste projeto e que pacientemente me incentivaram nas horas que me sentia desmotivado, sendo meus motivos para continuar e dar o orgulho de ser em minha família o primeiro mestre por uma instituição pública de ensino com tal alto grau de excelência. E por fim, a Universidade de Brasília por possuir programas que afetam diretamente na qualidade de ensino brasileira, além de estar realizando o sonho de pessoas que sem isso, jamais cresceriam na academia sem esse auxílio.

A todos, meu muito obrigado e gratidão.

## RELATO DO MESTRANDO

Desde antes de iniciar a graduação meu objetivo sempre foi estudar na Universidade de Brasília, mesmo na época não possuindo ainda tanta maturidade cresci com os conselhos dos meus pais sobre a importância dos estudos e acima de tudo, um estudo de qualidade, portanto, essa federal seria uma meta. Infelizmente, mesmo com o PAS e o vestibular ainda não consegui cursá-la, portanto, para não perder mais tempo e buscando melhoria curricular para o mercado de trabalho ingressei na faculdade particular JK, com o curso de ciências biológicas, o mesmo que era almejado por mim na instituição pública, objetivando principalmente concursos públicos, entretanto, o próprio curso acabou me levando para a área educacional, onde me reconhecí na profissão de professor, dando aulas aos fins de semana para jovens e adultos que tentavam o vestibular e então, sendo aprovado como professor da Secretaria de educação do estado do Goiás, como professor de ciências nas etapas finais do ensino fundamental e biologia para o ensino médio e EJA, no município de Luziânia-GO.

Exatamente devido a isso, em uma das escolas onde comecei a lecionar conheci uma colega bióloga de profissão que me apresentou o programa de mestrado profissional em ensino de Biologia (ProfBio), já que a própria fazia parte da turma de 2018 e durante nossa convivência profissional, ela comentava sobre os novos conhecimentos, novas metodologias aprendidas por ela durante suas aulas, dicas de como melhorar minhas aulas com abordagens mais desafiadoras aos alunos e percebi que com essas novas percepções me apresentadas a construção do aprendizado acontecia de forma mais natural e espontânea, então nesse momento me desafiei e ao mesmo tempo observei a chance de finalmente realizar meu sonho de estudar na Universidade de Brasília – UnB e ainda com o auxílio dessa colega fiz minha inscrição e após 4 meses de estudos consegui minha vaga no programa ProfBio, na turma de 2020, no 1º semestre, ou seja, um sonho alcançado, um desafio que se iniciava, a felicidade dos meus pais, família e meu companheiro e então em abril do mesmo ano entramos em uma pandemia mundial, devido ao COVID-19. A preocupação inicial não era tanta já que tudo deveria passar em duas semanas, mas que logo viraram meses e a metodologia EaD começou a ser utilizada nas áreas da educação, hoje sabemos que toda essa situação totalmente atípica durou cerca de 2 anos e meio.

Foi um período muito difícil, complexo e com uma necessidade enorme de adaptação às várias adversidades impostas devido a pandemia, contudo, citando o desafio de fazer um

mestrado em uma das melhores instituições do país de forma EaD acredito que gerar o aprendizado levando também em consideração diversos outros pontos de dificuldades fizeram esse inicial desafio quase um repto homérico, que com certeza não teria sido alcançado sem o auxílio dos colegas de curso, dos maravilhosos professores da instituição, da minha orientadora e claro, de todo o apoio familiar. Porém, apesar de todos os detalhes citados, pude perceber que todas as informações, conhecimentos, novas metodologias, enfim, a nova perspectiva do que é ser professor em nosso cotidiano altamente tecnológico e globalizado me fazem perceber que me tornei um professor totalmente diferente de antes do programa ProfBio o que com certeza impacta na aprendizagem dos alunos aos quais lecionei durante esse período de intenso aprendizado, e creio que o mesmo ocorreu com meus colegas e com todos os outros discentes participantes deste programa.

Pude perceber durante o retorno presencial das aulas o distanciamento da visão de professor que eu possuía antes do mestrado para o que percebo atualmente como meu papel de discente e agora então, mediador em sala de aula, a necessidade do protagonismo do estudante na construção (ou desconstrução) de seu próprio aprendizado, a melhor utilização dos recursos pedagógicos a disposição ou até mesmo a criação desses recursos, valorização das diferentes formas de aprender dos alunos, entre inúmeros outros pontos que creio serem positivos e que cotidianamente tento disseminar para meus colegas de profissão durante rodas de conversas e/ou compartilhamento de boas práticas. Portanto, vale enfatizar o enorme valor do ProfBio para a educação básica brasileira, ainda mais em um período de mudanças globais causadas por situações já citadas, a escalada tecnológica humana, a necessidade de profissionais cada vez mais autônomos e bem-preparados, cidadãos conscientes e críticos, implantação da BNCC (Base Nacional Comum Curricular) na educação nacional, entre vários outros.

## RESUMO

O ensino de biologia é de suma importância para a construção de um sujeito crítico e com potencialidades para compreender a si, os outros e o meio ambiente em que vive. Durante toda a história da educação, problemas relacionados ao processo ensino-aprendizagem foram observados, no entanto, com o advento da tecnologia, principalmente no atual momento de descoberta e familiarização desses novos recursos, vislumbramos um novo desafio. Diante disso, a metodologia investigativa surge como alternativa que demonstra resultados concretos, já que o papel de protagonista da construção do conhecimento que sai da figura do professor e volta-se para o aluno, onde com o uso de suas próprias hipóteses e com a utilização de ferramentas pedagógicas propiciará seu próprio ensino e aprendizado. Neste trabalho, foi desenvolvida sequência didática investigativa (SDI) utilizando recursos multimídia, especificamente a Realidade Aumentada (RA) aliados a aulas práticas com o intuito de maximizar o interesse e a motivação dos alunos pelos conteúdos de genética e melhorar a compreensão dos conceitos abstratos intrínsecos à genética. Para avaliar se SDI apresentou resultado satisfatório no aumento do entusiasmo, compreensão e, com isso, o aprendizado científico, ela foi aplicada a um grupo de alunos de 3ª série do ensino médio do Colégio Estadual Delfino Oclécio Machado (CEDOM) Luziânia – GO e os resultados comparados com um grupo controle, que trabalhou o mesmo conteúdo utilizando metodologia tradicional. Além disso, buscou-se a possibilidade de mensurar e comparar o aprendizado com metodologias ativas e sua aplicação em avaliações externas seletivas e objetivas. Os resultados da avaliação de motivação e percepção de aprendizagem, realizado via questionários respondido pelos próprios alunos individualmente, demonstraram que os alunos se motivaram igualmente e positivamente durante a aplicação das duas metodologias, com certa tendência para a metodologia expositiva. Porém, os participantes da sequência com metodologia ativa apresentaram melhor desempenho com relação ao número de acertos das avaliações objetivas de conteúdo em comparação com os da metodologia expositiva. A análise do comportamento de acerto e erro com relação aos descritores e distratores mostraram certa tendência a maior compreensão dos conteúdos pelos alunos expostos à metodologia ativa. Em conclusão, a sequência didática ativa aqui desenvolvida mostrou-se motivadora e gerou um aprendizado superior à metodologia tradicional considerando a aplicação do conhecimento em concursos com questões objetivas.

**Palavras-chave:** ensino investigativo; metodologia ativa; genética; realidade aumentada (RA); percepção de aprendizagem; metodologia expositiva.

## **ABSTRACT**

The teaching of biology is important for the construction of a critical subject with the potential to understand one another, others, and the environment in which they live. Throughout the history of education, problems related to the teaching-learning process were observed, however, with the advent of technology, especially in the current moment of discovery and familiarization of these novel resources, we envision a new challenge. Therefore, the investigative methodology is proposed as an alternative that demonstrates concrete results, since the role of protagonist of the construction of knowledge comes out of the figure of the teacher and turns to the student, where through experimentation of his own hypotheses and theses, in addition to the use of pedagogical tools, the student provides his own teaching and learning. In this work, an investigative didactic sequence was developed using multimedia resources combined with practical classes to maximize students' interest and motivation for genetic content and improve the understanding of abstract concepts intrinsic to genetics. To evaluate whether this sequence presented a satisfactory result in increasing enthusiasm, understanding and, with this, scientific learning, it was applied to a group of Senior high school students (Delfino State College Oclécio Machado - CEDOM, Luziânia - GO) and the results compared with a control group, who worked the same content using traditional methodology. In addition, we sought the possibility of measuring and comparing learning with active methodologies and their application in selective and objective external evaluations. The results of the evaluation of motivation and perception of learning, conducted through questionnaires answered by the students themselves individually, showed that the students were motivated equally and positively during the application of the two methodologies. However, the participants of the sequence with active methodology presented better performance in relation to the number of correct answers of objective content evaluations compared to those of the expository methodology. The analysis of the behavior of correct and wrong in relation to the descriptors and distractors showed a certain tendency towards greater understanding of the contents by the students exposed to the active methodology. In conclusion, the active didactic sequence developed here proved motivating and generated a higher learning than the traditional methodology considering the application of knowledge in contests with objective questions.

**Keywords:** investigative teaching; active methodology; Genetics; augmented reality (AR); learning perception; expository methodology.



## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

- TCLE – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido
- TALE – Termo de Assentimento Livre e Esclarecido
- TIC – Tecnologia da Informação e Comunicação
- RA – Realidade Aumentada
- *QR codes* – Quick Response Codes
- TCAM – Teoria Cognitiva de Aprendizagem Multimídia
- ENEM – Exame Nacional do Ensino Médio
- SAEB – Sistema de Avaliação da Educação Básica
- SD – Sequência Didática
- SDI – Sequência Didática Investigativa
- SDT – Sequência didática com metodologia dita tradicional brasileira (turma controle)
- TRI – Teoria de Resposta ao Item
- DC GOEM – Documento Curricular para Goiás - Ensino Médio

## LISTA DE IMAGENS E FIGURAS

Figura 1: Tabela para teste de hipóteses acerca da presença ou ausência de DNA e confirmação por atividade com RA. (Autor).....	<b>Página 23</b>
Figura 2: Tela inicial do app <i>SlideAR</i> ® mostrando os alvos cadastrados (Autor).....	<b>Página 24</b>
Figura 3: Tabela de conceitos básicos da genética utilizada na SDT.....	<b>Página 28</b>
Figura 4: Aplicação dos questionários prévios e leitura das respostas dos alunos na SDI durante uso do <i>Picklers</i> ® (arquivo da pesquisa) .....	<b>Página 32</b>
Figura 5: Aplicação dos questionários prévios e leitura das respostas dos alunos na SDT durante uso do <i>Picklers</i> ® (arquivo da pesquisa) .....	<b>Página 33</b>
Figura 6: Imagens obtidas durante a extração de material genético animal (arquivo da pesquisa) .....	<b>Página 34</b>
Figura 7 – Alunos protagonizando a extração de material genético vegetal (arquivo da pesquisa) .....	<b>Página 35</b>
Figura 8 – Etapa utilizando a RA (arquivo da pesquisa) .....	<b>Página 36</b>
Figura 9: Participação dos alunos na SDT (arquivo da pesquisa) .....	<b>Página 37</b>
Figura 10: Comparação de resultados - questão 1.....	<b>Página 41</b>
Figura 11: Comparação de resultados - questão 2.....	<b>Página 42</b>
Figura 12: Comparação de resultados - questão 3.....	<b>Página 42</b>
Figura 13: Comparação de resultados - questão 4.....	<b>Página 43</b>
Figura 14: Comparação de resultados - questão 5.....	<b>Página 43</b>

## **LISTA DE TABELAS**

**TABELA 1** – Comparação, utilizando teste de Fisher, entre as questões (questões apresentadas no anexo 6) relacionadas as percepções dos alunos sobre as diferentes metodologias utilizadas nas SDI - Metodologia Ativa e SDT - Aula Expositiva Dialogada.....**Página 38**

**TABELA 2** – Comparação dos resultados assertivos conceituais do questionário de avaliação do conteúdo proposto utilizando SDI e SDT (questionário presente no apêndice 2).....**Página 40**

## SUMARIO

1. INTRODUÇÃO.....	Página 13
2. REFERENCIAL TEÓRICO.....	Página 16
3. OBJETIVOS.....	Página 19
4. METODOLOGIA.....	Página 20
4.1 - Desenvolvimento do material pedagógico.....	Página 20
4.1.1 – Questionário sobre conhecimentos prévios.....	Página 20
4.1.2 – Desenvolvimento da Sequência Didática Investigativa.....	Página 21
4.1.3 – Desenvolvimento da Sequência Didática Tradicional (SDT – sequência didática controle).....	Página 25
4.2 – Aplicação do material pedagógico.....	Página 25
4.2.1 – Sequência Didática Investigativa.....	Página 25
4.2.2 – Sequência Didática Tradicional.....	Página 28
4.3 – Avaliação da metodologia ativa.....	Página 28
4.4 – Avaliação objetiva.....	Página 29
4.5 – Análises estatísticas.....	Página 29
4.6 – Garantias éticas aos participantes da pesquisa.....	Página 30
5. RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	Página 31
5.1 – Questionário de conhecimentos prévios.....	Página 32
5.2 – Aplicação da SDI.....	Página 33
5.3 – Aplicação da SDT.....	Página 37
5.3.1 – Aula expositiva dos conceitos básicos de genética.....	Página 37
5.4 – Avaliação das metodologias empregadas.....	Página 37
5.5 – Comparação entre SDI e SDT de acordo com o questionário de avaliação objetiva.....	Página 39
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	Página 45
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	Página 47
ANEXO 1 – Documento de aprovação do projeto – CEP.....	Página 51
ANEXO 2 – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido – TCLE.....	Página 52
ANEXO 3 – Termo de Assentimento Livre e Esclarecido – TALE.....	Página 53
ANEXO 4 – Termo de Cessão de Uso de Imagem e/ou Voz.....	Página 55
ANEXO 5 – Cartão de leitura do aplicativo Picklers®.....	Página 57
ANEXO 6 – Questionário de Avaliação das Sequências Didáticas.....	Página 58
APÊNDICE 1 – Questionário de Avaliação de conhecimentos prévios.....	Página 59
APÊNDICE 2 – Questionário de Avaliação Objetiva dos conteúdos propostos.....	Página 60
APÊNDICE 3 – Sequência Didática Tradicional (SDT - Metodologia expositiva) .....	Página 61
APÊNDICE 4 – Roteiro de extração de material genético animal e vegetal.....	Página 64
APÊNDICE 5 – Slides apresentando potenciais utilizações da genética no cotidiano.....	Página 72
APÊNDICE 6 – Questões problematizadoras com conceitos básicos genéticos contextualizados.....	Página 73
APÊNDICE 7 – Resultados das turmas SDI e SDT no questionário de conhecimentos prévios adaptados ao aplicativo Picklers®.....	Página 74
PRODUTO – Sequência Didática Investigativa (SDI - Metodologia ativa) .....	Página 75

## 1. INTRODUÇÃO

A concepção de que os conhecimentos científicos e tecnológicos devem fazer parte da formação do cidadão acentua na medida em que a ciência perde seu caráter de neutralidade e passa a ser debatida pela sociedade (CASAGRANDE, 2006).

Considerando essa realidade, a sala de aula pode ser um local onde o estudante deve tornar-se crítico quanto a assuntos relacionados ou correlacionados à biologia, como, por exemplo, a genética humana, o foco desse trabalho, dentre outros. (CASAGRANDE, 2006)

Mesmo com as inovações tecnológicas e científicas sendo incluídas nos currículos das escolas públicas no ensino de biologia, como inserido no Documento Curricular de Goiás - Ensino Médio (DC GOEM) que implanta a BNCC, amplia a carga horária e flexibiliza o currículo (SECRETARIA DE EDUCAÇÃO DO GOIÁS, 2022) e quando o mesmo passa a trabalhar com habilidades multidisciplinares ao invés de conteúdos separados por áreas do conhecimento observamos uma maior facilidade de utilização de novas metodologias integradoras, os estudantes não conseguem relacionar os conteúdos com o cotidiano.

Entretanto, dentre os motivos dessa falha podemos citar: o despreparo e a desatualização dos professores, a falta de associação dos temas da disciplina com a realidade e a forma abstrata como determinados livros didáticos trabalham os conteúdos relacionados à genética (MOURA et al., 2013).

Ainda, de acordo com MOURA *et al.* (2013):

Segundo Borges, Lima (2007) e Durban *et al.* (2008), boa parcela dos alunos brasileiros sai do ensino médio entendendo, por exemplo, que as leis de Mendel são apenas “letras” que se combinam em um cruzamento, não conseguindo fazer a associação de que essas “letras” como AA ou Aa, que são apenas símbolos, são sequências nucleotídicas, que representam os genes, e estão localizadas nos cromossomos, se segregando durante a meiose para a formação dos gametas. (MOURA *et al.*, 2013;)

É de conhecimento que a principal metodologia de ensino utilizada em grande número de escolas brasileiras é a denominada tradicional (expositiva), onde, de acordo com LIBÂNEO (2001), pauta-se na autoridade do professor, aprendizado das regras sociais vigentes e do aprendizado conteudista.

Observa-se que no ensino de ciências e biologia esse processo diminui o interesse dos alunos sobre essas, dificultando o ensino e aprendizado (NICOLA e PANIZ, 2016). Uma das possibilidades de melhoria desse cenário é a inserção de novos recursos na metodologia de ensino em sala de aula e a possibilidade de utilização de outras metodologias, como a

investigativa, a fim de renovar o interesse do aluno e torná-lo principal responsável pela construção de seu aprendizado.

A tecnologia também traz um novo panorama de possibilidades para os humanos e suas relações, com um enorme conteúdo de informações em formato digital, passando por meios ou dispositivos digitais (SELWYN, 2017). Levando em consideração a falta de informações, metodologias ou sistematizações, deve-se tratar a relação tecnologia e educação como problemática, não que ela seja o problema, mas que o uso e como deve ser feito esse uso deve ser interrogado, estudado e mensurado (SELWYN, 2017).

De acordo com essa nova realidade, todo e qualquer profissional da educação atuando nas instituições de ensino possuem o desafio de adaptar-se quanto ao uso de tais tecnologias em sala de aula, buscando aproximar-se da nova realidade dos discentes em todos os níveis educacionais. Segundo PERRENOUD (1999), a evolução da aprendizagem dos estudantes e o processo de familiarização com a tecnologia ocorre após o desenvolvimento de competências e a aplicação de Tecnologias da Informação e Comunicação (TIC) em situações-problemas relacionadas às tarefas educacionais.

As TICs, são recursos tecnológicos que podem estar integrados entre si e, segundo JUNIOR (2016), “servem para ajuntar, distribuir e compartilhar informações sobre determinada área de conhecimento.” Diversos autores concordam que a principal dificuldade é a falta de conhecimento e aplicabilidade dessas tecnologias em sala de aula pelos docentes e a deficiência desse assunto na formação inicial dos professores (LEITE et al., 2012).

Apesar dos percalços, segundo LEITE et al. (2012):

Embora ainda haja um desafio para o avanço das tecnologias nas escolas públicas brasileiras, os professores já observam ganhos com o uso dessas ferramentas. O mais mencionado é a adoção de materiais mais diversificados e de melhor qualidade, relatada por 81% dos professores. Também para coordenadores pedagógicos e diretores, essa tem sido a principal contribuição das TIC's para a didática dos educadores. Em segundo lugar, destaca-se a adoção de novos métodos de ensino observados por 80% dos docentes. Em terceiro, aparece o reconhecimento dos professores de se tornarem educadores mais eficazes: 74% dos professores apontam esta afirmativa. (LEITE et al., 2012, p. 184)

Visto que a tecnologia está cada vez mais presente no cotidiano humano, a Realidade Aumentada (RA) é um conceito que visa mesclar elementos digitais na visão do mundo físico, trazendo maior imersão do usuário (MARTINS, 2018) e que será melhor detalhada contextualizada com as atividades propostas na pesquisa. Portanto, no meio educacional traz a possibilidade de incluir o estudante na modelização de temas antes apenas imagináveis, como a molécula de DNA, ou outros temas presentes não apenas no ensino da genética.

Dessa forma, a utilização da RA como material pedagógico visa inserir tangivelmente estruturas manipuláveis antes impossíveis no mundo real, tornando o processo de aprendizagem interativo e protagonizando pelo estudante no processo de construção de seu conhecimento (ROBERTO, 2012). Há exemplos dessa utilização em materiais didáticos presentes em sala de aula, como determinados livros didáticos que apresentam *QR codes* que funcionam como códigos de barras e ao serem captados por câmeras de *smartphones* geram imagens em 3D com as quais os estudantes podem interagir no mundo real. Trata-se de um dos vários exemplos de utilização dos QR codes aliados neste caso a RA, podemos citar também o Projeto Teláris da editora Ática que utiliza essas duas tecnologias.

Além da utilização da tecnologia como nova ferramenta no processo ensino-aprendizagem, a relação entre a teoria e a prática durante o processo de aprendizagem é necessária e comprovadamente eficaz, de acordo com inúmeros estudos, experiências, aplicações, teses, entre outros processos acadêmicos que estudaram o objeto de pesquisa. Um claro exemplo está em BECKER (2017), que buscou relacionar dois principais pesquisadores sobre a construção do conhecimento no ser humano, Piaget e Freire, que ressaltam sempre como parte de suas teorias a necessidade da prática pedagógica como meio gerador de significância para o aprendizado. Portanto, nessa experimentação, além da parte teórica e ferramentas tecnológicas, utilizaremos também metodologia prática-pedagógica com o intuito de conseguir maior interesse, participação e, conseqüentemente, significado na seqüência pedagógica aplicada com os estudantes em sala de aula.

De acordo com SOUTO et al. (2015) a utilização de aulas experimentais pode melhorar significativamente o aprendizado dos alunos nas disciplinas de ciências, portanto, aliadas aos outros instrumentos pedagógicos e educacionais desta pesquisa, espera-se resultados satisfatórios e que possam ser replicados.

A utilização de seqüência didática de cunho investigativo com recursos da RA e aulas práticas apresentam maiores possibilidades de motivação dos alunos, já que potencialmente pode trazer visibilidade e aplicabilidade dos conteúdos propostos e possuem apelo atual, diferente das metodologias tradicionais utilizadas habitualmente. Vale enfatizar também que o método mais utilizado em nosso país, instalado historicamente nos modelos de ensino não priorizam a participação dos alunos durante a construção do conhecimento, pelo contrário, focam no papel principal do professor como detentor e replicador dos saberes, como explana LIBANEO (2001).

## 2- REFERENCIAL TEÓRICO

As dificuldades existentes no ensino dos conteúdos abstratos, como genética e bioquímica, são do conhecimento e do cotidiano dos professores. Além de serem áreas de natureza interdisciplinar, ou seja, envolver tanto a química, biologia, matemática e outras disciplinas afins, os estudantes necessitam interconectar um conhecimento de conceitos e vocábulos das disciplinas já citadas, reações e estruturas químicas e biológicas.

De acordo com MATTA et al. (2016), a principal reclamação dos estudantes é a complexidade dos temas apresentados e a ausência quase completa desses em seus cotidianos. Ou seja, a não aplicabilidade desses conteúdos e, portanto, a falta da prática, dificulta a absorção e torna falho o processo de ensino-aprendizado. Além disso, evidencia a ausência de metodologias que relacionem os conhecimentos prévios com os novos, o que resultaria no aprendizado significativo.

A metodologia utilizada por grande parte dos professores nas escolas brasileiras dificulta ainda mais o estabelecimento do interesse dos alunos. De acordo com LIBANEO (2001), o papel do professor baseia-se na exposição de informações e o aluno é apenas receptor e replicador dessas, e nesse teórico processo de absorção de informações o interesse do aluno não é levado em consideração. A esse método denomina-se, de forma geral, tendência liberal tradicional, ou, mais popularmente no Brasil, metodologia tradicional.

De acordo com diversos autores, dentre eles NICOLA e PANIZ (2016), novos recursos didáticos devem ser utilizados pelos docentes objetivando maximizar a motivação e interesse dos jovens e, conseqüentemente, seu aprendizado. Nesse cenário, novos métodos de ensino são buscados nos diversos níveis de formação acadêmica.

De acordo com ALVES et al. (2019), as metodologias tradicionais, onde o estudante é receptor de conhecimentos, deveriam ser substituídas por uma dinâmica em que o sujeito é responsável pela construção de seu aprendizado por meio da investigação e reflexão. Portanto, a utilização de novas metodologias propõe resultados positivos na construção do aprendizado e, inclusive, metodologias não tão recentes como o ensino por experimentação, do mesmo modo, resultam em melhoria neste processo. Entretanto, metodologias como essas nem sempre são colocadas em prática nas salas de aula (LIMA, 2012).

A metodologia investigativa, que se baseia no aprendizado pela problematização ou situações-problema, transfere o protagonismo dessa construção principalmente para os alunos e leva em consideração sobretudo a discussão das hipóteses, suas testagens e, caso necessário, novas tentativas e socializações dos dados, ainda de acordo com SILVA (2012).



De acordo com OLIVEIRA (2019), a utilização da tecnologia no ensino-aprendizagem é uma das inovações impostas pelo seu advento no cotidiano, resultando no aumento da possibilidade de ferramentas multimídia que podem ser utilizadas. Porém, em contrapartida, a falta de aprimoramento dos profissionais pode acarretar a falta de manejo dessas novas ferramentas e possibilidades. Essas teorias foram utilizadas e testadas em pesquisas, como relatado por ROBERTO (2012), em seu estudo na Universidade Cristã de Albilene, nos EUA. Observou-se que os resultados gerados a partir de testes de utilização de TICs aumentaram significativamente o aprendizado e resultados dos estudantes após 2 anos de vivência da disciplina por meio digital. Outro dado citado foi a preferência por esses recursos por parte dos estudantes e professores envolvidos. A possibilidade de representatividade de uma realidade antes impossível em sala de aula por meio de softwares, como a RA, também é um importante destaque do uso da tecnologia em sala de aula, caso seja aliada a um bom planejamento de metodologia e de recurso multimídia por parte do professor (ROBERTO, 2012).

Dentre as novas metodologias que buscam interligar a tecnologia no cotidiano das salas de aulas e apontá-las como novas ferramentas de aprendizagem e caminho para alcance do interesse dos estudantes está a Teoria Cognitiva de Aprendizagem Multimídia (TCAM), de Mayer (2019). De acordo com SILVA (2017), a proposta principal da TCAM é a elaboração de recursos multimídias que auxiliem o aprimoramento dos conteúdos disciplinares, ou seja, a criação dos recursos multimídia deste projeto foram norteadas por essa ideia.

Segundo SILVA (2017),

"Para que resulte em aprendizagem multimídia, a interação com o recurso precisaria desencadear uma série de processos: seleção de palavras relevantes para processamento na memória de trabalho verbal; seleção de imagens relevantes para processamento na memória de trabalho visual; organização das palavras de forma coerente em um modelo mental verbal; organização das imagens de forma coerente em um modelo mental visual; integração das representações verbais e visuais entre si e com o conhecimento prévio."  
(SILVA, 2017)

Por esse motivo, conectar ferramentas/processos ou métodos educacionais com o objetivo comum de elevar e simplificar o processo de ensino-aprendizagem, além de entregar e corresponsabilizar o protagonismo do mesmo para os estudantes, aparenta ser uma ótima ideia na resolução dos problemas já citados neste trabalho no ensino de biologia/genética. Portanto, a utilização de sequências didáticas como forma de relacionar os diversos instrumentos educacionais já citados torna-se útil e provavelmente exitosa na tarefa proposta, já que de acordo com MOTOKANE (2015) as sequências didáticas tratam de conjuntos de atividades ordenas e estruturadas objetivando certos propósitos educacionais.

Além de todos os problemas já comentados e suas possibilidades hipotéticas de resoluções, os professores e alunos brasileiros se deparam com o sistema nacional de avaliação da educação básica e outras avaliações externas que utilizam primordialmente avaliações objetivas na coleta de dados. De acordo com VIGANOR (2021), a avaliação é um processo necessário e válido que busca mensurar os objetivos de aprendizado e as dificuldades encontradas nesse processo. Porém, questões objetivas geralmente mensuram apreensão de conteúdo e questionamos se o ensino por metodologia ativa poderia levar a uma melhor performance do aluno nesse tipo de avaliação. Observa-se ampla divulgação da conexão entre metodologia ativa e vestibulares em *sites* relacionados a ensino. Exemplo disso é o texto de Oliveira (2021), que discute e defende que metodologias dessa natureza colaboram no desempenho dos alunos na hora do vestibular, assim como na escolha de uma carreira.

Os dados coletados no questionário de avaliação objetiva dos conteúdos propostos (Apêndice 2) foram analisadas as vistas de MOTOKANE (2015), onde a capacidade de argumentação, no caso, nas resoluções das questões envolvendo os temas, fundamentados em conhecimento científico podem ser indicadores de aprendizagem; Utilizamos também nas análises estatísticas desses dados o teste T de *Student* e o desenvolvimento de descritores e distratores baseados na teoria de resposta ao item (TRI) para verificar informações implícitas inclusive nos erros dos participantes, de acordo com SOARES (2018), onde as respostas a cada item são independentes e certas variáveis, como a habilidade do respondente interfere no erro ou no acerto da questão.

Quanto a análise dos dados obtidos através do Questionário de Avaliação das Sequências Didáticas (Anexo 6) as taxas de respostas foram tabuladas no software Microsoft® Excel e comparadas utilizando o teste exato de Fisher (95% IC), considerando valores de  $p \leq 0,05$ .

### 3- OBJETIVOS

Esta pesquisa visou a avaliação de desempenho e motivação de um grupo de alunos do ensino médio após aulas utilizando sequência didática investigativa em contraste com um segundo grupo de alunos com conteúdo trabalhado utilizando uma sequência didática de cunho expositivo.

Como objetivos específicos tivemos:

- a) Construção de sequência didática visando realizar uma revisão sobre a estrutura da molécula de DNA e abordar conceitos básicos de genética presentes no DC GOEM utilizando metodologia ativa (SDI). Aplicar para um grupo de estudantes do 3º ano do ensino médio do Colégio Estadual Delfino Oclécio Machado – CEDOM.
- b) Construção de sequência didática visando realizar uma revisão sobre a estrutura da molécula de DNA e abordar conceitos básicos de genética presentes no DC GOEM utilizando metodologia expositiva e aplicar para um segundo grupo de estudantes da mesma série e instituição de ensino, que será considerado como grupo controle.
- c) Avaliação das sequências didáticas por parte dos estudantes do ensino médio dos dois grupos
- d) Comparação dos dados obtidos na aplicação das sequências nos dois grupos a fim de elucidar as questões principais da pesquisa: A metodologia ativa é mais incentivadora e interessante aos alunos? O conhecimento possivelmente gerado na SD com metodologia ativa auxilia de alguma forma na posterior vida acadêmica dos alunos?
- e) Comparação de desempenho dos alunos frente a uma simulação de avaliação de ingresso à universidade ou outras formas de seleção por questões objetivas a partir da construção do conhecimento por metodologia ativa.

## **4- METODOLOGIA**

### **4.1 Desenvolvimento do material pedagógico**

De acordo com a teoria do ensino investigativo, defendido por TRIVELATO et al. (2015), as estratégias educativas buscam aproximar os estudantes das metodologias científicas para que estes tenham a oportunidade de criarem, defenderem, argumentarem e, assim, reconstruírem ou reafirmarem os conhecimentos produzidos por eles mesmos durante as atividades propostas. Ainda, de acordo com TRIVELATO et al. (2015), esse método de ensino busca a construção do conhecimento utilizando dados para desenvolver teorias e hipóteses que foram defendidas por testes ou argumentações, práticas essas utilizadas pela comunidade acadêmica, ou seja, servindo inclusive como uma primeira experiência de iniciação científica.

As sequências didáticas utilizadas neste trabalho aliam além da metodologia ativa outros instrumentos pedagógicos, sendo a aula prática e a utilização de TIC articulados, com o intuito de maximizar a possibilidade de construção do conhecimento por parte dos alunos, assim como descreve GIORDAN et al. (2011) como a SD tratando-se de um minicurso pois a sequência das fases e atividades ocorrem em busca de um valor educacional planejado e conhecido pelo professor e os alunos, e segue modelo presente em MOTOKANE (2015) baseado em ciclos de Predição-Observação-Explicação relacionados com os temas previstos.

Tendo como parâmetro esse tipo de ensino, foi construída uma sequência didática com metodologia ativa de cunho investigativo, denominada SDI, incluindo teoria e prática pedagógica para o ensino da bioquímica e genética, mais especificamente, os conceitos básicos e suas possíveis utilizações práticas cotidianas, habilidades presentes no DC GOEM. Essa SD visava, como espera-se de um material de metodologia ativa, que ocorresse a construção de conhecimento aplicável em diferentes situações e que com sua utilização possa auxiliar os participantes durante seu futuro, seja sua vida acadêmica ou a aplicação dos conhecimentos em diversas situações cotidianas, pois, de acordo com MOTOKANE (2015) a habilidade de fundamentação em conhecimentos científicos pode ser sinal de aprendizado. Para o grupo controle foi construída sequência didática, denominada SDT, compreendendo os mesmos conteúdos, entretanto, utilizando a metodologia expositiva, dita tradicional brasileira.

#### **4.1.1 - Questionário sobre conhecimentos prévios**

Foi desenvolvido questionário sobre temas relacionados à genética presentes na 1ª série do ensino médio. O questionário foi aplicado aos dois grupos de participantes, a fim de avaliar

se os dois grupos apresentavam os mesmos conhecimentos prévios e, portanto, poderiam ser comparados.

Este questionário está apresentado no apêndice 1 e foi adaptado ao aplicativo Picklers®. Essa ferramenta apresentada em versão *web* e aplicativo para *smartphones* e é utilizada para a aplicação de testes rápidos por meio de leitura de um cartão, que está disponibilizado no *site* e apresentado no anexo 5. As respostas e as porcentagens individuais e gerais são apresentadas de forma instantânea. Após o cadastro, que é gratuito e simples, deve-se fazer o cadastramento da turma e dos alunos. As questões podem ser inseridas em formato de múltipla escolha ou verdadeiro/falso.

Para utilizar o Picklers® é suficiente que apenas o professor instale o *app*. Na aplicação, o professor disponibilizou os cartões para os alunos e com as duas plataformas sincronizadas (aplicativo e *site*) as perguntas foram projetadas. Enquanto os cartões eram lidos pelo programa instalado em um aparelho celular, os acertos ou erros eram mostrados no projetor para os alunos.

#### **4.1.2 – Desenvolvimento da Sequência Didática Investigativa**

A SDI, foi desenvolvida a partir do enfoque investigativo, planejadas e baseadas no conteúdo proposto, além da busca pela coleta de dados, usada nacional e internacionalmente por diversos autores, de acordo com MOTOKANE (2015) e é composta pelo material apresentado a seguir. A sequência completa está apresentada no produto.

#### **Aula prática de extração de DNA**

Com o objetivo de demonstrar que o DNA e o conhecimento sobre esta molécula nos é acessível, concreto e utilizável, foi produzido um roteiro de extração de DNA de células animal e vegetal. O objetivo do roteiro foi ser simples e fácil, de maneira a possibilitar a replicação pelos alunos e demonstrar que o DNA e o conhecimento sobre esta molécula nos é acessível, concreto e utilizável. Vale enfatizar que o objetivo de cada passo foi claramente comentado durante a aplicação da atividade proposta, lembrando o conteúdo de citologia básica abordado no questionário de conhecimentos prévios, objetivando a concretização e significância dos conhecimentos. O documento citado consta do apêndice 4 e contempla todas as etapas necessárias para o experimento, tanto do material genético vegetal quanto animal.

Os alunos foram divididos em dois grupos e receberam cópias do roteiro com os materiais necessários já disponibilizados em suas mesas. No grupo 1 a extração de DNA de

célula vegetal foi realizada, de acordo com RODRIGUES et al. (2008), com adaptações. Seguindo as seguintes etapas principais e detalhadas no Apêndice 4:

- i) Amostra biológica;
- ii) Materiais e soluções;
- iii) Procedimento experimental;
- iv) Observações dos resultados;
- v) Socialização;

Enfatizando que todos os passos foram explanados e seus objetivos explicados e relacionados com os conceitos de citologia básica.

Quanto ao grupo 2, a extração de DNA da célula animal foi realizada de acordo com THENORIO (2013), com adaptações. Seguindo as seguintes etapas principais e detalhadas também no Apêndice 4:

- i) Amostra biológica;
- ii) Materiais e soluções;
- iii) Procedimento experimental;
- iv) Observações dos resultados;
- v) Socialização;

Novamente, todos os passos foram explicados, com seus objetivos claros e relacionados aos conhecimentos citológicos.

Por fim, os alunos dos diferentes grupos debateram entre si e com o professor sobre as diferenças entre os experimentos, os resultados esperados e observados, as diferenças dos aglomerados de material genético animal e vegetal e o que compreenderam da atividade prática.

### **Observação da estrutura da molécula de DNA usando realidade aumentada**

A realidade aumentada foi utilizada em uma dinâmica que visa a melhor compreensão da estrutura da molécula de DNA. Para a visualização da estrutura da molécula de DNA usando RA, foi selecionado o aplicativo de visualização de RA SlideAR®. Tal aplicativo atende as necessidades da atividade proposta, em particular por seu funcionamento simples e de modo intuitivo. O mesmo encontra-se disponível em dispositivos iOS e para a aplicação apenas o professor manuseou o aparelho celular, considerando ainda o contexto da pandemia de COVID 19.

Uma figura da molécula de DNA foi adaptada para seu uso sendo dividida em camadas e então cadastrada no aplicativo móvel. Figuras geométricas, utilizadas como alvos para detecção da presença ou ausência de DNA, foram desenhados em folha branca, cadastradas e

posteriormente afixadas em objetos cotidianos de uma sala de aula. Na SD, lembrando que a tabela de hipóteses da utilização da RA com os objetos utilizados consta na SDI no produto da pesquisa.

Foi desenvolvida uma tabela com uma série de objetos que fazem parte do cotidiano escolar a serem disponibilizados aos alunos para avaliação da presença ou ausência de DNA. Utilizando essa tabela (Figura 1) os alunos podem levantar hipóteses sobre a presença ou não de DNA nos objetos e se esse material era advindo dos objetos ou fruto da presença de algum ser vivo. A realidade aumentada foi utilizada para checar as hipóteses dos alunos. Na Figura 2 estão apresentadas as figuras geométricas utilizadas como alvos que foram anexados aos objetos. A partir do uso dos alvos, o aplicativo SlideAR<sup>®</sup> permite a visualização da presença ou ausência da molécula em forma de realidade aumentada, buscando a percepção do aluno sobre a presença dessa molécula, seja por síntese quanto por contaminação, e diferenciá-las.

Objeto	DNA presente	DNA Ausente	Confirmação por RA	Origem do material biológico
Copo higienizado	( )	( )	<input type="checkbox"/> SIM ( ) NAO	<input type="checkbox"/> Contaminação <input type="checkbox"/> Fonte
Copo utilizado	( )	( )	<input type="checkbox"/> SIM ( ) NAO	<input type="checkbox"/> Contaminação <input type="checkbox"/> Fonte
Superfície de mesa	( )	( )	<input type="checkbox"/> SIM ( ) NAO	<input type="checkbox"/> Contaminação <input type="checkbox"/> Fonte
Caneta	( )	( )	<input type="checkbox"/> SIM ( ) NAO	<input type="checkbox"/> Contaminação <input type="checkbox"/> Fonte
Livro	( )	( )	<input type="checkbox"/> SIM ( ) NAO	<input type="checkbox"/> Contaminação <input type="checkbox"/> Fonte
Tela do celular	( )	( )	<input type="checkbox"/> SIM ( ) NAO	<input type="checkbox"/> Contaminação <input type="checkbox"/> Fonte
Canetão de quadro branco	( )	( )	<input type="checkbox"/> SIM ( ) NAO	<input type="checkbox"/> Contaminação <input type="checkbox"/> Fonte
Mochila	( )	( )	<input type="checkbox"/> SIM ( ) NAO	<input type="checkbox"/> Contaminação <input type="checkbox"/> Fonte

Figura 1: Tabela para teste de hipóteses acerca da presença ou ausência de DNA e confirmação por atividade com RA. (AUTOR)



Figura 2 – Tela inicial do app *SlideAR*® mostrando os alvos cadastrados (AUTOR)

### **Conceitos básicos de genética e sua utilização na sociedade**

Buscando a adaptação aos critérios presentes na metodologia ativa do ensino por investigação, slides introdutórios com imagens da utilização do conhecimento genético, incluindo questões de saúde, meio ambiente, produção de alimentos, vacinas e na resolução de crimes, foram produzidos e estão apresentados no apêndice 5. Além das imagens, foram escolhidas frases contextualizando os conceitos genéticos retirados de *sites* diversos, onde conceitos básicos de genética estão sendo evocados e que foram utilizadas como questões problematizadoras, os mesmos constam no apêndice 6.

Os slides com as imagens sobre a utilização da genética na sociedade foram projetados e foram utilizados como estratégia inicial para o debate gerado com os alunos sobre como esses conhecimentos ajudam o ser humano. Após esse momento de socialização, os alunos foram expostos as frases contextualizadas com os conceitos básicos genéticos retirados de *sites* diversos utilizados como questões problematizadoras. O professor então desafiou os alunos a decifrar as frases, gerando assim hipóteses sobre as terminologias. Uma tabela impressa contendo esses termos biológicos e fontes confiáveis de pesquisa foram disponibilizados, como livros didáticos disponíveis na escola, dicionários da língua portuguesa e *sites* de pesquisa como o [brasilecola.uol.com.br](http://brasilecola.uol.com.br), [mundoeducacao.uol.com.br](http://mundoeducacao.uol.com.br) e [todamateria.com.br](http://todamateria.com.br), por exemplo, foram disponibilizados, como livros didáticos disponíveis na escola, dicionários da língua portuguesa e *sites* de pesquisa como o [brasilecola.uol.com.br](http://brasilecola.uol.com.br), [mundoeducacao.uol.com.br](http://mundoeducacao.uol.com.br) e [todamateria.com.br](http://todamateria.com.br), por exemplo, foram oferecidas para que houvesse a testagem dessas



hipóteses e por fim, em posse desse conhecimento, os alunos leram novamente as frases utilizadas como questões problematizadoras buscando a compreensão dessas enquanto simultaneamente ocorriam debates sobre esses termos e as frases.

#### **4.1.3 Desenvolvimento da Sequência Didática Tradicional (SDT - sequência didática controle)**

Levando em consideração LIBANEO (2001) e sua conceitualização da metodologia expositiva, dita tradicional brasileira, foi gerada uma SD com os mesmos conteúdos abordados com a metodologia ativa, a SDT (apêndice 3). Os dados gerados a partir da aplicação dessa sequência foram considerados como controle, já que, assim como já debatido nesta pesquisa, é a metodologia mais utilizada pela grande maioria dos professores e instituições de ensino brasileiras.

A SDT foi basicamente composta pelo questionário de conhecimentos prévios e aula expositiva dialogada ministrada utilizando slides com os mesmos conteúdos abordados na SDI. Nessa sequência, uma tabela com os conceitos básicos de genética foi copiada pelos alunos em seus cadernos.

### **4.2 – Aplicação do material pedagógico**

#### **4.2.1 - Sequência Didática Investigativa**

A aplicação para os estudantes ocorreu de forma presencial, de acordo com a situação da instituição à época da realização da pesquisa, sendo que a dinâmica foi fotografada e/ou filmada depois da autorização dos alunos maiores e dos responsáveis dos alunos menores de 18 anos.

No primeiro momento da SDI, foi aplicado o questionário de conhecimentos prévios, utilizando o *app* Picklers®. Após, iniciamos a aula prática da extração do material genético vegetal (cebola) e humano (saliva do professor), dividindo os alunos em dois grupos. Visando voltar o foco para a compreensão da presença dessa biomolécula em nosso meio ambiente e no cotidiano dos estudantes, foi realizada a etapa de avaliação da presença ou não da molécula de DNA com a utilização da RA. De posse da tabela para teste de hipóteses acerca da presença ou ausência de DNA e confirmação por atividade com RA impressa, os alunos criaram hipóteses sobre a presença ou não de DNA nos objetos e se esse material era advindo dos objetos ou fruto

da presença de algum ser vivo. As hipóteses foram testadas com a utilização da RA, onde, caso a molécula estivesse presente, a tela projetada do smartphone mostraria a molécula de DNA, caso não, nada ocorreria. Vale ressaltar que durante as testagens parte dos objetos foram higienizados com álcool com a utilização de luvas pelo professor.

Na última etapa, foram apresentadas diversas formas de utilização do conhecimento sobre a molécula de DNA e dos conhecimentos básicos de genética no cotidiano humano que não são percebidos pela grande maioria das pessoas, como a transgenia, produção de imunizantes com tal tecnologia, como a do próprio COVID-19, entre outras. Foi comentado um caso forense de repercussão nacional, o chamado “Caso Pedrinho”, utilizando citações de notícias e jornais da época objetivando aproximar da realidade a utilização da molécula de DNA no cotidiano. Esse foi o caso de rapto de um bebê que foi encontrado anos depois, já na adolescência, sendo criado por sua raptora. A análise de paternidade e maternidade levou a desvendar o caso. Durante o uso desse caso foram abordados conhecimentos genéticos como forma de reconhecimento da ascendência biológica da criança e, assim, evocar novamente os conhecimentos prévios sobre o DNA e a partir daí, utilizar o contexto como forma de gerar significância nos conhecimentos gerados até então.

A fim de apresentar os principais conceitos acerca do DNA, uma breve aula foi realizada com apresentação dos principais termos presentes nos materiais didáticos, como cromossomos, alelos, genótipos, entre outros, presentes no DC GOEM, buscando que os alunos produzissem suas próprias teorias sobre os conceitos genéticos e para isso, as questões problematizadora foram apresentadas, onde frases contextualizadas com o conteúdo e retiradas de *sites* diversos, apresentadas no apêndice 6, contendo esses termos foram lidas e os alunos deveriam tentar “traduzi-las”, e essas teorias geradas constam em tabela para serem comparadas futuramente. Então, fontes confiáveis de pesquisa foram disponibilizadas, como livros didáticos disponíveis na escola, dicionários da língua portuguesa e *sites* de pesquisa como o [brasilecola.uol.com.br](http://brasilecola.uol.com.br), [mundoeducacao.uol.com.br](http://mundoeducacao.uol.com.br) e [todamateria.com.br](http://todamateria.com.br), por exemplo, para que os alunos realizassem buscas sobre os corretos conceitos enquanto comparavam e debatiam sobre eles, produzindo, portanto, seus próprios conhecimentos, e por fim, socializaram com o professor suas descobertas. Após essas práticas, foi realizado um momento de socialização com todos os participantes onde foram discutidos os resultados alcançados.

Por último, foi aplicado o questionário onde foi avaliado a participação individual na sequência didática, o ponto de vista do aluno sobre as atividades propostas e as metodologias utilizadas, e se houve modificação nos conceitos prévios, interesse e motivação. Após, os alunos foram convidados a também responderem questões retirados de provas externas como o ENEM,

vestibulares, SAEB, entre outros, com questões objetivas sobre o conteúdo, objetivando a geração de dados para posterior análise do pesquisador. Durante a última avaliação, cinco questões foram propostas com o intuito de avaliar os conhecimentos acerca do conteúdo trabalhado com questões retiradas de vestibulares e a média de acertos nas duas turmas de participantes foi utilizada como forma de avaliação (Questionário presente no apêndice 2)

Durante o mês de fevereiro e março de 2022, os aplicativos foram testados e as imagens utilizadas em realidade aumentada foram finalizadas utilizando o aplicativo SlideAR®. Os outros materiais que foram utilizados na aplicação da sequência investigativa como as tabelas que foram impressas para os dois momentos da aplicação, fontes confiáveis de pesquisa foram disponibilizados, como livros didáticos disponíveis na escola, dicionários da língua portuguesa e *sites* de pesquisa como o [brasilecola.uol.com.br](http://brasilecola.uol.com.br), [mundoeducacao.uol.com.br](http://mundoeducacao.uol.com.br) e [todamateria.com.br](http://todamateria.com.br), por exemplo, foram apresentadas durante as atividades propostas, “alvos” para o aplicativo iniciar a RA, materiais utilizados durante as diversas etapas da aplicação da metodologia ativa também foram finalizados durante este período. Essas etapas deveriam ter ocorrido em período anterior, porém, devido ao retorno tardio e altamente conturbado devido a diversos fatores da realidade escolar no estado de Goiás as aplicações ocorreram apenas nos meses de abril. Ênfase que as aplicações deveriam ocorrer em certo ponto do currículo dos alunos que estivessem relacionados a pesquisa, e levando em consideração o calendário da escola essa característica também dificultou a possibilidade das datas de aplicação, gerando maior atraso.

A metodologia dita tradicional, aplicada na turma da 3ª série, turma A, no dia 08/04/2022 gerou dados com a participação de apenas 15 alunos nas etapas referentes a sua sequência didática que serão tabuladas e confrontadas com os resultados obtidos na aplicação da sequência contando com metodologia ativa, ocorrida com a turma da 3ª série do ensino médio, turma B, no dia 25/04/2022, contando com 17 alunos participantes.

Porém, essas aplicações geraram poucos dados devido a pequena quantidade de participantes, o que preocupou os pesquisadores envolvidos, levando a realização de uma nova aplicação com turmas diferentes da primeira tentativa. Sendo necessária a adaptação para as necessidades do calendário escolar devido ao final do bimestre e do semestre, essas novas aplicações ocorreram nos dias: Metodologia denominada expositiva (tradicional) no dia 21/06/2022, enquanto a sequência didática contando com metodologia investigativas, aula prática e uso de RA ocorreu nos dias 22 e 23/06/2022 com um número superior de participantes, sendo 27 alunos presentes na segunda aplicação da primeira sequência didática e 28 alunos na segunda sequência didática.

Foi aplicado questionário desenvolvido no âmbito do projeto “Motivação e percepção da aprendizagem associadas ao uso da tecnologia, de atividades lúdicas e de metodologias ativas na abordagem de temas de natureza científica” (CAAE 04867318.0.0000.5558), sob coordenação do Prof. Dr. Jose Eduardo Baroneza, do qual a orientadora deste projeto fez parte. O questionário visa a avaliação da motivação e percepção de aprendizagem, associadas ao uso da sequência didática aqui apresentada.

#### 4.2.2 - Sequência Didática Tradicional

A SDT foi empregada para o grupo controle, utilizando-se da metodologia expositiva que consta do apêndice 3. Assim como na aplicação da SDI, o questionário de conhecimentos prévios adaptado ao aplicativo Picklers® foi utilizado com os participantes após introdução sobre a pesquisa e questionamento sobre a intenção de possível futuro acadêmico.

Após esta etapa iniciou-se a aula expositiva dialogada com os conteúdos propostos acerca dos conceitos básicos de genética com apresentação das terminologias, seus conceitos básicos e contextualização. Foi solicitado aos participantes cópia em seu caderno da tabela de conceitos apresentada na figura 3.

Tabela de conceitos genéticos

<b>Alelo:</b> Forma alternativa de um mesmo gene que ocupa o mesmo locus em cromossomos homólogos.
<b>Autossômico:</b> Dizemos que os cromossomos são autossômicos quando não são sexuais, ou seja, todos os cromossomos, exceto o X e o Y. No total, temos 22 pares de cromossomos autossômicos.
<b>Cromossomos:</b> sequências de DNA espiraladas que carregam os genes.
<b>Dominância:</b> Um gene exerce dominância quando ele se expressa mesmo que em dose simples, ou seja, em heterozigose.
<b>Fenótipo:</b> Características bioquímicas, fisiológicas e morfológicas observáveis em um indivíduo. O fenótipo é determinado pelo genótipo e pelo meio ambiente.
<b>Genes:</b> Sequência de DNA que codifica e determina as características dos organismos. É a unidade fundamental da hereditariedade.
<b>Genótipo:</b> Constituição genética de um organismo.
<b>Heterozigoto:</b> Indivíduo que apresenta dois alelos diferentes em um mesmo locus em cromossomos homólogos.
<b>Homozigoto:</b> Indivíduo que apresenta o mesmo alelo em um mesmo locus em cromossomos homólogos.

Fonte: <https://brasilecola.uol.com.br/biologia/conceitos-basicos-genetica.htm>

Figura 3: Tabela de conceitos básicos da genética utilizada na SDT.

#### 4.3. Avaliação da metodologia ativa

Para avaliação da metodologia ativa foi utilizado questionário especialmente desenvolvido para essa finalidade, dentro do projeto “Motivação e percepção da aprendizagem associadas ao uso da tecnologia, de atividades lúdicas e de metodologias ativas na abordagem de temas de natureza científica”, conforme apresentado no anexo 6.

#### **4.4 – Avaliação objetiva**

O questionário de avaliação objetiva de conteúdos propostos foi formulado no âmbito do projeto e está presente no apêndice 2. Esse foi elaborado a partir de questões utilizadas em avaliações externas para utilização para os dois grupos de participantes da pesquisa. Busca-se por meio deste a obtenção de dados dos participantes sobre os objetivos educacionais propostos nesta pesquisa e mensurar as falhas conceituais dos alunos após a aplicação da SDI, criando também por meio desse possibilidades de correções a fim de alcançar ou melhorar o caminho percorrido até as intenções propostas inicialmente.

Levando em consideração também os diversos processos seletivos acadêmicos ou não e almejando dados que demonstram os possíveis resultados da metodologia ativa empregada sobre o aprendizado, buscamos questões que contivessem os conceitos e terminologias presentes nesta pesquisa em contextos e interpretações diversos.

#### **4.5 – Análises estatísticas**

A checagem dos dados obtidos nos questionários de avaliação das pesquisas ocorreu após a tabulação e análise dos dados e os métodos selecionados visaram a melhor forma de certificar as considerações acerca das hipóteses levantadas nesta pesquisa. Portanto, norteando-se através da literatura utilizamos com o software Microsoft® Excel utilizando o teste exato de Fisher (95% IC), considerando valores de  $p \leq 0,05$ , pois, segundo OLIVEIRA (2008) o teste é estruturado para avaliar a variação de uma determinada fonte levando em consideração apenas as colunas e linhas, ou seja, com poucas variáveis, para analisar os dados obtidos através do questionário de avaliação das sequências didáticas em comparação a outros trabalhos já defendidos, inclusive, utilizando o mesmo questionário em questão.

Para analisar o questionário de avaliação objetiva do conteúdo proposto utilizamos o método T de *student*, pois ainda segundo OLIVEIRA (2008) este método compara médias de dois grupos independentes e com um número de elementos menores que 30, com o intuito de analisar as vistas da estatística as médias de acertos das duas amostras independentes.

Além disso, utilizamos descritores e distratores baseados na Teoria de Resposta ao Item (TRI) nos itens do teste, a fim de observar outras características implícitas, inclusive nos erros cometidos pelos participantes, levando em consideração variáveis particulares a aplicação das

avaliações, onde de acordo com SOARES (2018) as respostas as diferentes questões são independentes e relacionadas a habilidade de cada respondente do teste.

#### **4.6 – Garantias éticas aos participantes da pesquisa**

Esse projeto de pesquisa foi encaminhado para o Comitê de Ética em Pesquisa Universidade de Brasília (UnB) e aprovado, sob o código CAAE 45581921.4.0000.0030. Cada participante da pesquisa, seja discente ou responsável pelos discentes, receberam informações a respeito do projeto e foram solicitados a lerem e assinarem o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE), apresentado com uma linguagem acessível e atendendo à Resolução 466/12 do Conselho Nacional de Saúde/MS. No caso dos discentes menores de 18 anos, seus pais e/ou responsáveis foram solicitados a autorizar a participação do aluno. Neste caso, foi também aplicado o Termo de Assentimento Livre e Esclarecido (TALE). Os participantes foram também solicitados a autorizar a produção de registros fotográficos e em vídeo. Todos os formulários de aceitação e uso de imagem, vídeos ou voz, por parte de alunos maiores de idade e/ou de responsáveis constam no anexo 4 ao projeto para apreciação. Nos anexos 1, 2, 3 e 4 estão apresentados: documento de aprovação do projeto junto ao CEP, TCLE, TALE e autorização de uso de imagem, vídeo e som.

## 5 - RESULTADOS E DISCUSSÃO

Diversas pesquisas na área educacional apontam para a construção e uso de novas metodologias e ferramentas pedagógicas, as quais, em geral, têm se mostrado bem-sucedidas. Entretanto, a falta de conhecimento da existência dessas metodologias ou dificuldade de acesso por parte dos professores, ou até mesmo a indiferença desses profissionais às novas possibilidades para o processo ensino-aprendizagem, entre outros fatores, tem como consequência a falta de uso das mesmas (LIMA, 2012).

A fim de objetivar o aprendizado concreto, os professores, cuja principal função é auxiliar na preparação dos estudantes do ensino médio como cidadãos críticos e cientes do papel humano na natureza, necessitam de formação para chegar ao aumento da aprendizagem e do interesse por parte dos discentes (MATTA et al., 2016). No atual contexto tecnológico, essas novas técnicas de ensino necessitam de um novo posicionamento educacional, tanto de professores como de estudantes.

É senso comum que uma melhor qualidade da educação não apenas forma bons profissionais, o que também se destaca, mas também bons cidadãos, estando nessa afirmação o pressuposto para uma sociedade com características exitosas em diversos pontos de vista. Logo, a inovação na educação, como as metodologias ativas, que protagonizam os estudantes na construção do conhecimento gerando significância nesse aprendizado ou dos processos já existentes, podem ser consideradas não apenas opções, mas uma inevitável evolução devido às demandas dos seres humanos como sociedade.

Direcionando essas conclusões para o ensino de biologia, mais especificamente abrangendo a genética, cada dia mais presente nos avanços tecnológicos e conseqüentemente no cotidiano humano, os alunos necessitam desses saberes como futuros profissionais e indivíduos ativos, participativos e inseridos na sociedade.

Nesse trabalho propomos a utilização de uma sequência didática com metodologia ativa visando a melhor formação do cidadão para a vida em sociedade e vale ressaltar que de acordo com MOTOKANE (2015) a utilização dessa ferramenta pedagógica aproxima os estudantes de atividades próprias da comunidade científica, demonstrando aplicabilidade do método científico. Essa sequência foi aplicada e os resultados comparados com o ensino tradicional quanto à motivação e percepção de aprendizado, além da avaliação do potencial da metodologia ativa na formação dos estudantes para concursos, como o vestibular. Interessante frisar que parte dos alunos para os quais a metodologia foi aplicada tem interesse em ingressar em uma faculdade.

## 5.1 - Questionário de conhecimentos prévios

Com o questionário de conhecimentos prévios que foi aplicado aos participantes da pesquisa buscou-se causar um desequilíbrio cognitivo conceitual científico, com enfoque na percepção de que sua compreensão não esteja completamente desenvolvida ou que falte conceitos suficientes, gerando a desconstrução do saber para sua reconstrução durante as etapas de aplicação das sequências didáticas.

As questões presentes no questionário de conhecimentos prévios foram aplicadas aos dois grupos de participantes, metodologia ativa e grupo controle, por meio do aplicativo *Picklers*®. Essa atividade perceptivelmente animou os alunos dos dois grupos, já que se trata de uma maneira incomum de utilização de tecnologias (TIC) em sala de aula, diferente do que estão habituados. Durante a aplicação, os recursos do aplicativo intrigaram os alunos, que passaram a perceber a atividade proposta como um jogo entre eles e com o passar das questões buscavam o acerto para que seus números projetados no quadro branco brilhassem em verde, o que correspondia ao acerto. A Figura 4 apresenta momentos da aplicação em sala de aula da SDI e a Figura 5 apresenta a aplicação na SDT.



Figura 4: Aplicação dos questionários prévios e leitura das respostas dos alunos na SDI durante uso do *Picklers*® (arquivo da pesquisa)





Figura 5: Aplicação dos questionários prévios e leitura das respostas dos alunos na SDT durante uso do Picklers® (arquivo da pesquisa)

Os resultados da aplicação desta etapa estão apresentados no apêndice 7. O desempenho dos alunos nesta atividade foi baixo nos dois grupos de alunos, sendo o total de acertos em 29% e 33%, na SDI e SDT, respectivamente, de acordo com estimativas do próprio aplicativo. Esse baixo desempenho já era esperado, visto que o conteúdo trabalhado é pertencente a 1ª série do ensino médio, que foi trabalhado na metodologia Ead, inclusive em período de adaptação durante o período de distanciamento social recomendado em decorrência da pandemia. Esse resultado, apesar de não ser o desejado, cumpriu sua função ao demonstrar que as duas turmas iniciaram as sequências aproximadamente com o mesmo conhecimento prévio do assunto.

## 5.2 - Aplicação da SDI

### **Aula prática com extração de molécula de DNA de célula animal e vegetal**

Na aplicação dessa etapa sequencial, foi realizada a introdução dos objetivos pretendidos, a significância do aprendizado esperado e os passos que seriam seguidos. O experimento foi realizado pelos alunos em duas diferentes mesas com os materiais necessários. Foi perceptível a empolgação de grande parte dos alunos, sendo que eles solicitaram participação ainda mais efetiva e individualizadas e foram atendidos pelo professor, que ampliou o número de experimentos sendo realizados simultaneamente. Enquanto parte dos alunos manipulava e realizava o procedimento de extração, outros gravaram e fotografaram a realização do protocolo com posterior socialização da aprendizagem. Ênfase que a mesma situação ocorreu nas duas equipes e que todas as etapas foram realizadas com mediação do professor. Na figura 6 observa-se a participação dos alunos na extração de material genético animal, enquanto na figura 7 visualiza-se a mediação do professor na extração de material vegetal.

A metodologia de aulas práticas foi utilizada objetivando envolver os alunos na materialização das teorias envolvidas nesta pesquisa. Buscamos captar o interesse dos alunos e, possivelmente, conseguir resultados mais satisfatórios na aprendizagem e na iniciação científica. Essa ferramenta já foi bastante utilizada e sofreu diversas modificações e adaptações ao decorrer de estudos sobre educação. De acordo com DE LIMA et al. (2011), tanto aulas práticas com roteiros, que chegam a resultados já previstos, quanto aulas com cunho na metodologia científica, apresentam bons resultados, pois posicionam os alunos em papel de protagonismo no processo de construção do conhecimento.

A escolha da aula prática de extração de material genético vegetal e animal visou ilustrar e demonstrar a proximidade dessa biomolécula em nosso cotidiano e desmistificar sua presença apenas em sofisticados laboratórios criminais ou acadêmicos. De acordo com RODRIGUES et al. (2008), a aula prática de extração de DNA traz grande auxílio aos professores de biologia ou ciências. Essa aula prática se encaixa em inúmeras finalidades pedagógicas quanto a esse tema.



Figura 6: Imagens obtidas durante a extração de material genético animal (arquivo da pesquisa).



Figura 7 – Alunos protagonizando a extração de material genético vegetal (arquivo da pesquisa).

### **Utilização da RA na observação da molécula de DNA**

A utilização da realidade aumentada no ensino contribui para o trabalho com conceitos abstratos, como a estrutura da molécula de DNA, trazendo estruturas de difícil entendimento em duas dimensões para o concreto pela modelização. As inovações tecnológicas evoluíram de tal forma que se evidencia a necessidade de adaptação a essa nova realidade, tanto do processo educacional como dos seus participantes (alunos e professores) (ALVES, 2019). Observa-se que a inserção das TICs como ferramenta no auxílio do processo educacional, propiciaram aumento visível no interesse dos alunos. Como é do conhecimento geral, apesar do enorme avanço tecnológico, o acesso a esses recursos não está presente na realidade de uma grande parte da população brasileira, especialmente em regiões periféricas, como é o caso da instituição de ensino onde a presente pesquisa foi aplicada.

Neste trabalho foi utilizada a RA na visualização da molécula de DNA. Para tanto, os estudantes observaram objetos cotidianos ao ambiente escolar demonstrados pelo professor, que utilizou luvas, assim como higienizou determinados objetos utilizando álcool. O uso de luvas e o álcool foi um procedimento teatral, visto que os objetos utilizados na prática não apresentavam qualquer risco biológico. Enquanto os objetos foram apresentados, um a um, os alunos foram questionados quanto à presença ou não de moléculas de DNA e qual sua fonte, gerando suas hipóteses acerca do conteúdo. O uso da higienização com álcool visou sinalizar aos estudantes que superfícies limpas de organismos e do contato anterior com matéria biológica não apresentam DNA. O *smartphone* com o aplicativo instalado foi utilizado pelo professor e sua tela espelhada no projetor da sala de aula. À medida que os alvos anexados aos objetos eram lidos, a presença ou não da molécula podia ser observada na projeção na sala de

aula e os alunos podiam avaliar se que confirmava ou não as suas hipóteses quanto a presença de DNA. Esta etapa pode ser observada na figura 7.

Após a atividade proposta, os resultados positivos ou não, e as correções das hipóteses foram discutidas entre os alunos gerando a socialização dos conhecimentos produzidos. Durante a atividade os alunos se demonstraram interessados e participativos, já que de acordo com comentários se sentiam em uma disputa.

Vale destacar que a utilização das TICs, neste caso, a RA, em muito se relacionam com as características básicas das metodologias ativas, já que propiciam enorme interatividade entre os conteúdos propostos e o protagonismo dos alunos. A própria RA, por definição, oferece a possibilidade de interação com objetos virtuais no mundo real, trazendo a possibilidade de observação e interação, o que não é possível em diversos temas presentes no estudo da genética, como a própria molécula do DNA.



Figura 8 – Etapa utilizando a RA (arquivo da pesquisa)

### **Conceituação de termos básicos da genética**

Nesta atividade buscou-se aproximar os conhecimentos da área de genética ao cotidiano dos estudantes, assim como levar os alunos a construção do conhecimento conceitual. Foi realizado um breve debate sobre as possíveis utilizações dos conhecimentos da genética e como podem auxiliar no cotidiano da sociedade. Após exporem suas ideias, sendo que a maioria dos alunos fizeram referência ao reconhecimento de paternidade, slides foram apresentados contendo figuras com o emprego do tema abordado. Os slides apresentaram a transgenia, engenharia genética, melhoramento ambiental, produção de vacinas, como a da COVID, entre outros, e um novo debate ocorreu. Após essa breve socialização, e contando com a grande participação e interesse dos alunos, apresentamos o “caso Pedrinho”, demonstrando um caso local o desfecho de um crime com o emprego da genética.

A utilização das questões problematizadoras levaram à discussão de um conjunto de conceitos da área da genética. Foi observado durante a atividade que vários alunos sabiam os conceitos corretos e checavam com o professor se estavam corretos ou não, demonstrando a efetiva participação na atividade. Entretanto, com receio do erro, mesmo sendo uma etapa de criação de hipóteses, eles preferiam pesquisar e se animavam quando estavam corretos. Por fim, o professor comentou sobre cada um dos conceitos, os contextualizou nas frases da questão problematizadora já apresentadas e os alunos socializaram os resultados obtidos.

### **5.3 – Aplicação da SDT**

#### **5.3.1 – Aula expositiva dos conceitos básicos de genética**

Seguindo as etapas propostas da SDT houve aula expositiva dialogada com os principais conceitos genéticos e foi solicitado aos alunos que copiassem a tabela em seu caderno. Por meio de slides, as terminologias e seus conceitos foram demonstrados aos alunos. Durante esta atividade, a participação e empolgação dos alunos tornaram-se baixa, sendo que alguns começaram a mexer no celular, perderam o foco na aula e sua participação foi minimizada, como observado na figura 9.



Figura 9: Participação dos alunos na SDT (arquivo da pesquisa)

### **5.4 - Avaliação das metodologias empregadas**

Finalizando as aplicações das duas SDs, os alunos foram convidados a responder o questionário de avaliação da sequência didática. Um dos objetivos deste trabalho foi buscar avaliar o interesse dos alunos pelas metodologias utilizadas comparando-as. Na tabela 1, estão apresentados os dados tabulados das respostas dos participantes das duas SDs e a comparação dos resultados utilizando como teste estatístico o teste exato de Fisher.

**TABELA 1** – Comparação, utilizando teste de Fisher, entre as questões (questões apresentadas no anexo 6) relacionadas às percepções dos alunos sobre as diferentes metodologias utilizadas nas SDI - Metodologia Ativa e SDT- Aula Expositiva Dialogada.

<i>Questões</i>	<i>SDI (%)</i>	<i>SDT (%)</i>	<i>p</i>
<b>P1</b>			
r1	78	72	0,3
r2	11	24	
r3	11	4	
<b>P2</b>			
r1	52	84	0,3
r2	40	16	
r3	4	0	
r4	4	0	
r5	0	0	
<b>P3</b>			
r1	68	72	0,4
r2	0	8	
r3	32	20	
<b>P4</b>			
r1	33	48	0,8
r2	17	16	
r3	50	36	
<b>P5</b>			
r1	40	48	0,9
r2	8	8	
r3	52	44	
<b>P6</b>			
r1	0	8	0,5
r2	62	52	
r3	30	32	
r4	8	8	
r5	0	0	
<b>P7</b>			
r1	40	32	0,5
r2	40	52	
r3	20	16	
<b>P8</b>			
r1	11	24	0,9
r2	78	52	
r3	11	24	
<i>N</i>	27	25	

Notas: *N* representa o número absoluto de estudantes que responderam às questões e o *p* é a probabilidade calculada pelo teste Exato de Fisher (95% IC).  $p \leq 0,05$  = diferença significativa entre as variáveis aferidas. Fonte: Dados da pesquisa

Durante as aplicações das sequências didáticas, tanto a com metodologia ativa quanto a expositiva, foi perceptível o interesse da maioria dos alunos.

Dentro das diversas áreas de conhecimento acadêmico, pesquisas vêm sendo realizadas acerca deste tema, onde a utilização de diferentes metodologias tem alcançado resultados

interessantes quanto ao aprendizado, como já citado anteriormente. De acordo com MOTOKANE (2015), o ensino da Biologia, repleto de vocábulos, processos e estruturas, passa a ideia de tratar-se de um conteúdo que deve ser memorizado. Dessa forma, com uma nova abordagem pretendemos acrescentar significância aos temas, gerando, possivelmente, aprendizado significativo.

Nota-se a partir dos resultados do teste exato de *Fisher* que em grande parte das questões não ocorre divergência estatisticamente significativa entre os dois grupos de alunos. Entretanto, nas questões onde o aluno avalia a metodologia utilizada, a motivação em buscar mais sobre o conteúdo trabalhado e segurança em participar de uma avaliação sobre o tema abordado, respectivamente **P2**, **P3** e **P6**, demonstram tendência nas percepções de vantagem e/ou preferência à metodologia expositiva pelos alunos, onde **r1** nas três questões referem-se a resposta mais positiva, corroborando com resultados obtidos por GODINHO et. al. (2017), sendo que a realidade dos alunos em sua vida acadêmica sempre foi por meio da metodologia expositiva dita tradicional brasileira, levando-os a aceitação ou hábito.

Embasando o estudo sobre as percepções dos alunos quanto aos métodos utilizados em sala, utilizar seu ponto de vista como um dos norteadores das atividades pode gerar maior significância ao aprendizado, já que de acordo com FREIRE (1996), o aprendizado ocorre de forma diferente para cada indivíduo de acordo com sua história, que condiciona seu olhar sobre o mundo, abandonando a visão de que o aluno se trata apenas de um memorizador de dados e informações oferecidas pelo professor.

### **5.5 – Comparação entre SDI e SDT de acordo com o questionário de avaliação objetiva**

Finalizando as aplicações das duas SDs, os alunos foram convidados a responder um questionário de avaliação da sequência didática. Foi enfatizado que não julgassem a atividade como uma forma de avaliação, mas apenas como uma revisão sobre os conteúdos trabalhados até então, o que perceptivelmente diminuiu o receio de parte dos participantes que demoraram um pouco mais do tempo previsto, imagina-se que buscando os conhecimentos construídos na resolução do questionário.

Quanto aos dados obtidos através das questões objetivas retiradas de vestibulares e do ENEM, buscamos, comparar o nível de acertos dos alunos nas diferentes metodologias aplicadas, as vistas dos métodos estatísticos e baseado na TRI, como já citado anteriormente, pois o ingresso em faculdades, certames públicos, entre diversas outras formas de avaliação de grande e médio porte são baseadas nesta forma de acessar o conhecimento do indivíduo. Além disso, vale ressaltar que certa parcela dos alunos pretende continuar suas vidas acadêmicas e

uma das perguntas levantadas foi se a metodologia ativa pode ou não auxiliá-los de forma mais efetiva no processo de ensino-aprendizagem e na realização de provas objetivas.

Durante as aplicações das SDs, os alunos foram indagados quanto a esse desejo de permanência na vida acadêmica e na turma participante da SDI, de um total de 25 alunos, 10 (40%) manifestaram esse desejo; na turma que participou da SDT, de 27 alunos, 12 (44,4%) pretendiam continuar seus estudos após o ensino médio. Os demais, entre outras opções, a maioria manifestou o desejo em abrir seu próprio negócio e em segundo lugar, seguir carreira militar. Entretanto, o professor comentou que por qualquer opção a qual eles seguissem, a formação e o estudo não deixariam de ser necessários para seus objetivos.

Os dados comparativos constam da tabela 2. De acordo com o teste T de *student*, que analisou a variância de dados das amostras, houve diferença significativa entre as médias de acertos dos dois grupos, sendo que a maior média de acertos foi observada para os alunos que participaram da SDI (metodologia ativa). Logo, infere-se que após a utilização da sequência aqui apresentada houve maior número de acertos dos conceitos básicos genéticos, suas terminologias e aplicação em contextos de questões objetivas utilizadas em seleções.

**TABELA 2** – Comparação dos resultados assertivos conceituais do questionário de avaliação do conteúdo proposto utilizando SDI e SDT (questionário presente no apêndice 2).

<i>Questões</i>	<i>SDI (%)</i>	<i>SDT (%)</i>	<i>p</i>
<b>P1</b>	48,1	12,0	0,006
<b>P2</b>	44,4	44,0	
<b>P3</b>	51,8	40,0	
<b>P4</b>	85,1	60,0	
<b>P5</b>	77,7	56,0	
<i>N</i>	27,0	25,0	

Notas: *N* representa o número absoluto de estudantes que responderam às questões e o *p* se deve à probabilidade calculada pelo teste T de *student*. Resultados em que  $p \leq 0,05$  significa que as médias dos dois grupos foram significativamente diferentes; foram levados em consideração os acertos dos alunos. Fonte: Dados da pesquisa.

Porém, além desse dado, analisando as questões que abrangiam os conceitos trabalhados e seus descritores e distratores, percebemos outras informações relevantes. Na figura 10 observamos a questão 1 do questionário de avaliação dos conteúdos propostos. Buscou-se nessa



questão testar o conhecimento sobre os conceitos de recessividade e dominância e a resposta correta consta em vermelho. A mesma e sua fonte estão presentes no apêndice 2.

QUESTAO 1		
1. A deficiência de lipase ácida lisossômica é uma doença hereditária associada a um gene do cromossomo 10. Os pais dos pacientes podem não saber que são portadores dos genes da doença até o nascimento do primeiro filho afetado. Quando ambos os progenitores são portadores, existe uma chance, em quatro, de que seu bebê possa nascer com essa doença. Essa é uma doença hereditária de caráter:	S D 1	S D 2
<b>Recessivo</b>	<b>13</b>	<b>3</b>
Dominante	11	16
Codominante	2	3
Poligênico	1	3
Polialélico	0	0

Figura 10: Comparação de resultados - questão 1.

É perceptível o maior número de acertos por parte dos participantes da SDI, porém, os alunos da SDT em sua grande maioria selecionaram o distrator “Dominante”, enquanto a minoria selecionou alternativas, contendo conceitos que não foram mencionados nas atividades propostas. Dessa forma, observa-se uma menor compreensão das diferenças entre os conceitos abordados nessa questão durante a SDT, sinalizando que os alunos não compreenderam os conceitos e sim já que os alunos apenas absorveram a informação, uma das características da metodologia expositiva tradicional (LIBANEO, 2001).

A Figura 11 mostra o desempenho dos alunos com relação a questão 2, onde trabalha-se os conhecimentos acerca do material genético e suas terminologias. Para esta questão o coeficiente de acerto dos alunos dos dois grupos não demonstrou diferença significativa. Logo, podemos compreender que as duas metodologias, no âmbito da pesquisa, resultaram em nível de acerto similar no assunto em específico. Devemos, entretanto, levar em consideração que esses conceitos são mais difundidos, com exceção do genótipo e que foram utilizados na etapa do questionário de conhecimentos prévios, presentes nas duas sequências didáticas.

QUESTAO 2		
2. Assinale a alternativa que preenche corretamente as lacunas nas definições a seguir: (i) _____ é o conjunto de toda a informação genética de um organismo. (ii) _____ é um trecho do material genético que fornece instruções para a fabricação de um produto gênico. (iii) _____ é a constituição de alelos que um indivíduo possui em um determinado loco gênico. (iv) _____ é a correspondência que existe entre códons e aminoácidos, relativa a uma sequência codificadora no DNA.	<b>S</b> <b>D</b> <b>1</b>	<b>S</b> <b>D</b> <b>2</b>
(i) Código genético; (ii) Alelo; (iii) Homozigótico; (iv) Gene;	<b>5</b>	<b>5</b>
(i) Genoma; (ii) Código genético; (iii) Homozigótico; (iv) tRNA;	<b>5</b>	<b>3</b>
(i) Genoma; (ii) Gene; (iii) Genótipo; (iv) Código genético;	<b>12</b>	<b>11</b>
(i) Código genético; (ii) DNA; (iii) Genótipo; (iv) tRNA;	<b>4</b>	<b>5</b>

Figura 11: Comparação de resultados - questão 2

A questão 3, apresentada na Figura 12, apresenta como conteúdo os conceitos básicos de manifestação dos genes e suas interações. Novamente os participantes da SDI obtiveram maior número de acertos, porém, a segunda resposta mais selecionada por esse grupo é um distrator que não é similar a resposta correta. Também podemos observar que as respostas do grupo participante da SDT são mais dispersas, podendo-se inferir que houve mais “chutes”, ou seja, grande parte do grupo não dominava os conceitos envolvidos na questão.

QUESTAO 3		
Relacione os conceitos dos verbetes, utilizados na genética, da primeira coluna com o significado da segunda coluna. (1) Genótipo (2) Fenótipo (3) Alelo dominante (4) Alelo recessivo	<b>S</b> <b>D</b> <b>1</b>	<b>S</b> <b>D</b> <b>2</b>
( ) Expressa-se mesmo em heterozigose. ( ) Conjunto de características morfológicas ou funcionais do indivíduo. ( ) Constituição genética dos indivíduos. ( ) Expressa-se apenas em homozigose.		
<b>3 - 2 - 1 - 4</b>	<b>14</b>	<b>10</b>
<b>2 - 1 - 3 - 4</b>	<b>10</b>	<b>5</b>
<b>3 - 1 - 2 - 4</b>	<b>2</b>	<b>9</b>
<b>1 - 4 - 3 - 2</b>	<b>1</b>	<b>1</b>

Figura 12: Comparação de resultados - questão 3

Na questão 4 e as respostas nas duas SDs, presente na figura 13, percebemos a mesma situação ocorrida na anterior. As respostas do grupo SDT sugerem que os alunos arriscaram as respostas provavelmente devido a falta de conhecimento sobre os conceitos apresentados nas possíveis opções. E novamente o número de acertos do grupo SDI foi maior. Vale ressaltar que

o termo suscitado na questão foi trabalhado durante as diversas etapas das duas sequências didáticas.

QUESTAO 4		
4. O fenômeno genético que explica as semelhanças observadas entre pais e filhos, ao longo das gerações, é chamado de:	S D 1	S D 2
Camuflagem	0	3
Hereditariedade	23	15
Pangênese	2	5
Mutação	2	2
Probabilidade	0	0

Figura 13: Comparação de resultados - questão 4

Por fim, na última questão do questionário e sua comparação de resultados, Figura 14, a presença dos conceitos básicos genéticos está contextualizada com a primeira lei de Mendel. De acordo com o currículo, os participantes já haviam trabalhado o conteúdo. Dessa forma, além do questionário prévio buscando a mesma base de conhecimentos inicial no projeto, os conteúdos sobre Mendel também são similares.

QUESTAO 5		
5. Em um experimento, preparou-se um conjunto de plantas por técnica de clonagem a partir de uma planta original que apresentava folhas verdes. Esse conjunto foi dividido em dois grupos, que foram tratados de maneira idêntica, com exceção das condições de iluminação, sendo um grupo exposto a ciclos de iluminação solar natural e outro mantido no escuro. Após alguns dias, observou-se que o grupo exposto à luz apresentava folhas verdes como a planta original e o grupo cultivado no escuro apresentava folhas amareladas. Ao final do experimento, os dois grupos de plantas apresentaram:	S D 1	S D 2
os genótipos e os fenótipos idênticos.	3	4
os genótipos idênticos e os fenótipos diferentes.	21	14
diferenças nos genótipos e fenótipos.	3	2
o mesmo fenótipo e apenas dois genótipos diferentes.	0	3
o mesmo fenótipo e grande variedade de genótipos.	0	2

Figura 14: Comparação de resultados - questão 5

Quanto ao conjunto de respostas corretas, novamente o grupo SDI obteve maior número de acertos, dessa vez, com grande vantagem de diferença do grupo SDT. As respostas do grupo SDT apresentam-se, geralmente, dispersas por todos os distratores, enquanto do grupo SDT focam nos distratores mais similares a respostas corretas, podendo demonstrar alguns equívocos

de compreensão, da interpretação do problema ou dos conceitos, mas ainda assim podem significar maior domínio do conteúdo.

## 6- CONSIDERAÇÕES FINAIS

Conforme os resultados obtidos através da aplicação do questionário de conhecimentos prévios adaptado ao aplicativo Picklers® demonstrando baixo desempenho nas duas turmas de participantes da pesquisa, podemos inferir um dado que não era objetivo deste trabalho. O mau desempenho pode ser reflexo do período sem as aulas presenciais, o que deve ter acarretado diversos impactos na aprendizagem, corroborando com FONSECA (2020) e MENEZES (2020). Portanto, o uso desta etapa no trabalho mostrou-se de grande valia para a pesquisa com a tentativa de nivelar os conhecimentos dos participantes.

A avaliação da metodologia ativa em contraste com a tradicional apresentou um viés que não nos permitiu tirar conclusões acerca da motivação e percepção de aprendizagem. Isso porque a estratégia seguida no presente projeto foi o trabalho com turmas de alunos diferentes em cada sequência. O grupo que trabalhou com a metodologia tradicional não teve contato com a metodologia ativa, isto é, foram submetidos à mesma metodologia presente em sua vida acadêmica, logo, avaliaram a metodologia como satisfatória.

Talvez uma correção que possa ser aplicada em um próximo estudo sobre o tema seja ao invés de utilizar um grupo controle, expor os mesmos alunos as duas metodologias. Essa situação potencialmente facilitaria a análise da percepção e/ou motivação dos participantes já que experimentar as duas metodologias, gerando parâmetros individuais comparativos que hipoteticamente produziriam dados mensuráveis. Portanto, considerando a metodologia aqui empregada, conclui-se que as duas metodologias utilizadas contribuíram positivamente com o aprendizado levando em consideração essa análise. Ao longo da formação da educação brasileira, devido ao seu contexto histórico, os estudantes e professores se acostumaram com a metodologia expositiva, entretanto, novos métodos ou a inclusão de ferramentas pedagógicas diferenciadas com certeza enriquecem e solidificam o processo ensino-aprendizagem.

Os dados coletados através do questionário de avaliação objetiva dos conteúdos propostos demonstram que o maior número de acertos, em todas as questões, foi dos alunos participantes da SDI, a sequência com metodologia ativa e utilização de diferentes ferramentas pedagógicas. Vale enfatizar que do ponto de vista do pesquisador, a maior interação e participação dos alunos nas atividades propostas ocorreu durante a SDI. Já na aplicação da SDT os participantes demonstraram grande interesse, participação e entusiasmo durante a utilização do aplicativo Picklers®. Entretanto, quando a aula se tornou menos participativa, os alunos passaram a utilizar os celulares, baixaram as cabeças, perderam o foco e a atenção, entre outros.

A observação dos descritores e distratores das questões objetivas baseada na TRI, revela que, de forma geral, os alunos da SDI focaram suas escolhas de respostas nas opções corretas ou que se referenciam nas escolhas assertivas, demonstrando a capacidade de embasamento das escolhas através do conteúdo trabalhado, o que de acordo com MOTOKANE (2015) podem ser indicadores de aprendizagem. Já os alunos da SDT não demonstraram consenso quanto aos conceitos corretos, ou seja, suas escolhas se mostraram distribuídas entre as opções de respostas em quase todas as questões, principalmente dos distratores mais distantes do correto conceito solicitado.

Finalmente, a realização do presente trabalho teve contribuição direta na percepção da docência por parte do autor. Foi um aprendizado construído não apenas com a preparação do material e as aplicações aos alunos, mas também pela troca de hipóteses, teorias e resultados com colegas de mestrado, professores e a orientadora. Com isso, pude perceber que a forma de observar a docência foi totalmente modificada, principalmente durante a aplicação da metodologia tradicional (expositiva) em sala de aula: comportamentos e rotinas que antes eram vistas como roteiros de aplicação dos conteúdos propostos, atualmente percebo que são pouco ou nada efetivas na construção do conhecimento.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVES, Alan Ferreira; FELIPE, Cícero Francisco Bezerra; MACHADO, Liliane S.. Investigação de Novas Estratégias para o Ensino de Bioquímica Estrutural por meio de Realidade Aumentada. In: CONGRESSO SOBRE TECNOLOGIAS NA EDUCAÇÃO, 2019, Recife. **Anais do IV Congresso sobre Tecnologias na Educação. Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Computação**, dec. 2019 . p. 11-19. Disponível em: <<https://doi.org/10.5753/ctrle.2019.8871>>

ALVES, Renato. O caso Pedrinho: A emocionante história dos pais em busca do filho desaparecido por dezesseis anos e os bastidores da investigação policial e da cobertura jornalística. **Geração Editorial**; ed. 1, 2015.

AVILES, Ivana Elena Camejo; GALEMBECK, Eduardo. Que é aprendizagem? Como ela acontece? Como facilitá-la? Um olhar das teorias de aprendizagem significativa de David Ausubel e aprendizagem multimídia de Richard Mayer. **Aprendizagem Significativa em Revista**, v. 7, n. 3, p. 01-19, 2017.

BARBOSA, J. R. A. A avaliação da aprendizagem como processo interativo: um desafio para o educador. **Democratizar**. Faetec, Rio de Janeiro, v. 2, n. 1, jan.-abr. 2008. Disponível em: <http://www.facterj-petropolis.edu.br/democratizar/index.php/dmc/issue/archive>. Acesso em: 06 set. 2022.

BARBOSA, Raphael Urias.; **Proposta de ensino de genética a partir da demanda dos estudantes da educação de jovens e adultos (EJA)**. Dissertação (Mestrado profissional em educação) - Universidade de Brasília, Brasília, 2020.

BECKER, Fernando.; PAULO FREIRE E JEAN PIAGET: TEORIA E PRÁTICA. **Revista eletrônica de psicologia e epistemologia genéticas**. Volume 9 Número Especial/2017. Disponível em: <<https://revistas-3211.marilia.unesp.br/index.php/scheme/article/view/7140>>

BITTENCOURT, Priscilla Aparecida Santana.; ALBINO, João Pedro. O uso das tecnologias digitais na educação do século XXI. **Revista Ibero-Americana de Estudos em Educação**, Araraquara, v.12, n.1, p. 205-214, 2017. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.21723/riace.v12.n1.9433>>.

CASAGRANDE, G. L. *A genética humana no livro didático de biologia*. 2006. 103 f. **Dissertação (Mestrado em Educação Científica e Tecnológica) - Universidade Federal de Santa Catarina**, Florianópolis, 2006.  
*de Investigación en Educación*, 2012; 5(10):173-187 Disponível em: <<https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=281024896010>>

DE LIMA, Daniela Bonzanini; GARCIA, Rosane Nunes. Uma investigação sobre a importância das aulas práticas de Biologia no Ensino Médio. **Cadernos do Aplicação**, v. 24, n. 1, 2011.

FERRAZ, Daniela Frigo.; TERRAZZAN, Eduardo Adolfo. O uso de analogias como recurso didático por professores de biologia no ensino médio. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, [S. l.], v. 1, n. 3, 2011. Disponível em: <<https://periodicos.ufmg.br/index.php/rbpec/article/view/4164>>

FONSECA, Rochele Paz; SGANZERLA, Giovana Coghetto; ENÉAS, Larissa Valency. Fechamento das escolas na pandemia de COVID-19: Impacto socioemocional, cognitivo e de aprendizagem. **Revista Debates em Psiquiatria**, 2020.

FREIRE, Paulo. *Pedagogia da autonomia: Saberes necessários à prática educativa*. São Paulo: Paz e Terra, 1996

GALEMBECK, Eduardo. Desenvolvimento de softwares para o ensino de bioquímica. 1999. 135 p. **Tese (doutorado)** - Universidade Estadual de Campinas, Instituto de Biologia, Campinas, SP. Disponível em: <<http://www.repositorio.unicamp.br/handle/REPOSIP/313976>>

GIORDAN, Marcelo; GUIMARÃES, Yara AF; MASSI, Luciana. Uma análise das abordagens investigativas de trabalhos sobre sequências didáticas: tendências no ensino de ciências. **Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 8, p. 1-12, 2011.

JUNIOR, Amaro Casado da silva. *Educação e Tecnologia: análise de casos e experiências de uso das Tecnologias da Informação e Comunicação (TIC's) em contextos educacionais*. 2016. 20 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Pedagogia), **Departamento de Fundamentos e Políticas da Educação, Universidade Federal do Rio Grande do Norte**, Natal, 2016.

LEITE, Werlayne Stuart Soares. RIBEIRO, Carlos Augusto do Nascimento (2012). A inclusão das TICs na educação brasileira: problemas e desafios. *magis, Revista Internacional*

LIBÂNEO, José Carlos. **Democratização da escola pública**. Edições Loyola, 2001.

LIMA, Daniela Bonzanini de. O ensino investigativo e suas contribuições para a aprendizagem de Genética no ensino médio. 2012.

MARTINO, Luís Mauro Sá. **Teoria das Mídias Digitais: Linguagens, ambientes, redes**. Petrópolis, RJ: Vozes, 2014.

MARTINS, Bruno Dias. **Aplicações de Realidade Aumentada e Virtual para Auxiliar a Educação**. Rio de Janeiro, 2018. Disponível em: <<http://www.monografias.poli.ufrj.br/monografias/monopoli10026065.pdf>>

MATTA, Luciana Duarte Martins da; NETO, Luiz Sodré; Ensino de bioquímica e formação docente. **Química Nova Escola**, 2016, São Paulo - SP, Agosto, 2016. v. 38, n.3, p. 224-229. Disponível em: <[http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc38\\_3/06-EA-82-14.pdf](http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc38_3/06-EA-82-14.pdf)>

MENEZES, Suzy Kamylla de Oliveira; FRANCISCO, Deise Juliana. Educação em tempos de pandemia: aspectos afetivos e sociais no processo de ensino e aprendizagem. **Revista Brasileira de Informática na Educação**, v. 28, p. 985-1012, 2020.

MOTOKANE, M. T. Sequências didáticas investigativas e argumentação no ensino de ecologia. **Revista Ensaio**, v.17, n. especial, p.115–137, nov 2015.

MOURA, Joseane. DEUS, Maria do Socorro Meireles de. GONÇALVES, Nilda Masciel Neiva PERON, Ana Paula. *Biologia/Genética: O ensino de biologia, com enfoque na genética, das*



escolas públicas no Brasil – breve relato e reflexão. **Semina: Ciências Biológicas e da Saúde**, Londrina, v. 34, n. 2, p. 167-174, jul./dez. 2013

NICOLA, Jéssica Anese; PANIZ, Catiane Mazocco. A importância da utilização de diferentes recursos didáticos no Ensino de Ciências e Biologia. **InFor**, v. 2, n. 1, p. 355-381, 2016. ISSN 2525-3476

OLIVEIRA, Andréia Fróes Galuci. Testes estatísticos para comparação de médias. **Revista Eletrônica Nutritime**, v. 5, n. 6, p. 777-788, 2008.

OLIVEIRA, Geraldo Magella Barbosa de. Objeto de aprendizagem multimídia aplicado a dispositivos móveis: uma proposta para o Ensino de Ciências na Educação de Jovens e Adultos. 2019. 99 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências) – **Instituto de Ciências Exatas e Biológicas, Universidade Federal de Ouro Preto**, Ouro Preto, 2019.

OLIVEIRA, Vinicius de. Como metodologias ativas apoiam estudantes na hora do vestibular. **www.porvir.org**. 2021. Disponível em: <https://porvir.org/como-metodologias-ativas-apoiam-estudantes-na-hora-do-vestibular/>

PERRENOUD, P. Construir as competências desde a escola. Porto Alegre: **Artmed**, 1999.

ROBERTO, Rafael Alves. Desenvolvimento de sistema de realidade aumentada projetiva com aplicação em educação. Recife, 2012. 53 f. Dissertação (mestrado) - UFPE, **Centro de Informática, Programa de Pós-graduação em Ciência da Computação**, 2012. Disponível em: < <https://repositorio.ufpe.br/handle/123456789/10944>>

RODRIGUES, Cristiane Del Nero.; ALMEIDA, Ana Carolina de.; FURLAN, Cláudia Maria.; TANIGUSHI, Daniel Gouveia.; SANTOS, Débora Yara A. C.; CHOW, Fungyi.; MOTTA, Lucimar Barbosa.; DNA vegetal na sala de aula.; **São Paulo: Departamento de Botânica – IBUSP**. São Paulo, 2008. 8 p.: il. – (Ensino de Botânica)

SECRETARIA DE ESTADO DA EDUCAÇÃO - GOIÁS. 2022. Página inicial. Disponível em:<[SELWYN, Neil. Educação E Tecnologia: Questões Críticas. \*\*SocArXiv\*\*, abril, 2017. < Disponível em: <https://osf.io/preprints/socarxiv/6hr5b/>>](https://site.educacao.go.gov.br/novo-ensino-medio#:~:text=Regulamentado%20pela%20Lei%20n%C2%BA%2013.415,e%20pela%20flexibiliza%C3%A7%C3%A3o%20do%20curr%C3%ADulo.></a>. Acesso em: 19 de agosto de 2022</p></div><div data-bbox=)

SILVA, André Coelho da.; RESENHA DO LIVRO: Aprendizagem Multimídia. **Ens. Pesqui. Educ. Ciênc. (Belo Horizonte)**, Belo Horizonte , v. 19, e2757, 2017 . Disponível em: [http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1983-21172017000100401&lng=en&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1983-21172017000100401&lng=en&nrm=iso)

SOARES, Denilson Junio Marques. Teoria clássica dos testes e teoria de resposta ao item aplicadas em uma avaliação de Matemática básica. 2018.

SOBRAL, Ana Carolina Moura Bezerra. TEIXEIRA, Francimar Martins. **Conhecimentos prévios: Investigando como são utilizados pelos professores de ciências das séries iniciais**

**do ensino fundamental.** Dissertação em mestrado em educação - Universidade Federal de Pernambuco. 2018. Disponível em: <[axpfep1.if.usp.br/~profis/arquivos/vienpec/CR2/p654.pdf](http://axpfep1.if.usp.br/~profis/arquivos/vienpec/CR2/p654.pdf)>

SOUTO, E. K. S. C. et al. A utilização de aulas experimentais investigativas no ensino de ciências para abordagem de conteúdos de microbiologia. **Experiências em Ensino de Ciências**, v. 10, n. 2, p. 59-69, 2015.

THENORIO, Iberê Francisco. Como extrair DNA humano (experiência). **Youtube**, 11 de Junho de 2013. Disponível em: <<https://youtu.be/vO50-ZRQtuY>>.

TRIVELATO, Sílvia L. Frateschi; TONIDANDEL, Sandra M. Rudella. ENSINO POR INVESTIGAÇÃO: EIXOS ORGANIZADORES PARA SEQUÊNCIAS DE ENSINO DE BIOLOGIA. **Ens. Pesqui. Educ. Ciênc. (Belo Horizonte)**, Belo Horizonte, v. 17, n. spe, p. 97-114, Nov. 2015. Disponível em: [http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1983-21172015000400097&lng=en&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1983-21172015000400097&lng=en&nrm=iso)

VIGANOR, Maryana Rocha. SILVA, Raphaela Ladeira da. TEIXEIRA, Cinthia Cristina Lima. **Avaliação: um elemento de importância no processo de ensino aprendizagem.** Anais do VIII ENALIC... Campina Grande: Realize Editora, 2021. Disponível em: <<https://editorarealize.com.br/artigo/visualizar/84644>>. Acesso em: 02/06/2022

## ANEXO 1 – Documento de aprovação do projeto - CEP

UNB - FACULDADE DE  
CIÊNCIAS DA SAÚDE DA  
UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA



### PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

#### DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

**Título da Pesquisa:** ELABORAÇÃO DE SEQUÊNCIA DIDÁTICA PARA O ENSINO DA MOLÉCULA DE DNA E SUAS ESTRUTURAS POR MEIO DA TCAM E PRÁTICA PEDAGÓGICA

**Pesquisador:** Silviene Fabiana de Oliveira

**Área Temática:**

**Versão:** 1

**CAAE:** 45581921.4.0000.0030

**Instituição Proponente:** Faculdade de Ciências da Saúde da Universidade de Brasília

**Patrocinador Principal:** Financiamento Próprio

#### DADOS DO PARECER

**Número do Parecer:** 4.724.898

#### Apresentação do Projeto:

Conforme documento "PB\_INFORMAÇÕES\_BÁSICAS\_DO\_PROJETO\_1693089.pdf", postado em 13/04/2021:

"Resumo:

O ensino de biologia é de suma importância para a construção de um sujeito crítico e com potencialidades para compreender a si, os outros e o meio ambiente em que vive. Durante toda a história da educação, problemas relacionados ao processo ensino-aprendizagem podem ser citados, no entanto, com o advento da tecnologia, principalmente no atual momento de descoberta e familiarização desses novos recursos, vislumbramos um novo desafio. Diante disso, o presente projeto busca analisar as possibilidades da Realidade Aumentada (RA) juntamente com aulas envolvendo a teoria e a prática pedagógica como método de modelização para o ensino de biologia e a utilização desses conhecimentos, com enfoque na genética humana, mais precisamente a molécula de DNA, contextualizando e tornando-a "palpável" por meio da tecnologia e utilizável aplicando em situações, levando também em consideração a receptividade dos estudantes na introdução de novos TICs e exemplificação de uso do conhecimento em sala de aula. Busca-se também criar possivelmente um método sistemático para a utilização desse TIC (RA) relacionado ao método prático com inicial aplicação nas turmas da 3ª série do Ensino médio do Colégio estadual Delfino Oclécio Machado, situado no município de Luziânia - GO e com os discentes participantes do programa de mestrado profissional ProfBio - Turma 2020."

**Endereço:** Faculdade de Ciências da Saúde, Universidade de Brasília - Campus Darcy Ribeiro

**Bairro:** Asa Norte

**CEP:** 70.910-900

**UF:** DF

**Município:** BRASÍLIA

**Telefone:** (61)3107-1947

**E-mail:** cepfsunb@gmail.com

## ANEXO 2 – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido - TCLE



### *Termo de Consentimento Livre e Esclarecido - TCLE*

Convidamos o(a) Senhor(a) a participar voluntariamente do projeto de pesquisa “Elaboração de sequência didática para o ensino da molécula de DNA e suas estruturas por meio da Teoria Cognitiva de Aprendizagem Multimídia e prática pedagógica”, sob a responsabilidade do pesquisadora Profa. Dra. Silviene Fabiana de Oliveira. Esse projeto visa propor e testar sequência didática investigativa que incluirá a utilização da Realidade Aumentada, estudo de caso e aula prática para o tema Molécula de DNA, como ferramenta no processo de ensino-aprendizagem na área de bioquímica e genética.

O(a) senhor(a) receberá todos os esclarecimentos necessários antes e no decorrer da pesquisa e lhe asseguramos que seu nome não aparecerá, sendo mantido o mais rigoroso sigilo pela omissão total de quaisquer informações que permitam identificá-lo(a).

A sua participação se dará por meio da utilização de aplicativo de Realidade aumentada e interação em uma aula prática em um momento inicial e, posteriormente, respondendo um questionário que visa a avaliação, coleta de dados e aperfeiçoamento da sequência didática. Sua participação ocorrerá na própria escola do aluno, ou em ambiente EaD (Ensino à distância), em um período de tempo de aproximadamente três aulas.

Caso o(a) senhor(a), aluno da instituição de ensino Colégio Estadual Delfino Orlécio Machado, não possua o desejo de participar da pesquisa ou a qualquer momento decida desistir de sua participação, será entregue um estudo dirigido sobre o tema trabalhado que deverá ser respondido durante o período de tempo da aplicação da sequência didática utilizando o livro didático da disciplina, vale ressaltar que nenhum tipo de prejuízo ocorrerá caso sua escolha seja a não participação ou desistência da pesquisa.

Os riscos decorrentes de sua participação na pesquisa são de desconforto em decorrência de alguma questão do questionário, sendo que nesse caso o senhor(a) pode não responder a questão em específico. O(a) Senhor(a) pode se recusar a responder (ou participar de qualquer procedimento), qualquer questão que lhe traga constrangimento, podendo desistir de participar da pesquisa em qualquer momento sem nenhum prejuízo para o(a) senhor(a). Se o(a) senhor(a) aceitar participar, estará contribuindo para a melhoria da metodologia de ensino de forma geral e local. Sua participação é voluntária, isto é, não há pagamento por sua colaboração.

Caso solicitado, todas as despesas que forem diretamente relacionadas ao projeto de pesquisa serão ressarcidas pelo pesquisador responsável.

Caso haja algum dano direto ou indireto decorrente de sua participação na pesquisa, o(a) senhor(a) deverá buscar ser indenizado, obedecendo-se as disposições legais vigentes no Brasil.

Os resultados da pesquisa serão divulgados na instituição Universidade de Brasília - UNB, podendo ser publicados posteriormente. Os dados e materiais serão utilizados somente para esta pesquisa e ficarão sob a guarda do pesquisador responsável por um período de cinco anos, após isso serão destruídos.

Se tiver qualquer dúvida em relação à pesquisa, por favor telefone para: Dra. Silviene Fabiana de Oliveira, na Universidade de Brasília, telefone: (61) 3107-3079, ou Gilberto Lima Araujo, telefone: (61) 99928-9492, havendo possibilidade de ligar a cobrar, ou pelos e-mails [silviene@unb.br](mailto:silviene@unb.br) ou [gbaraujo247@gmail.com](mailto:gbaraujo247@gmail.com).

Este projeto foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Faculdade de Ciências da Saúde (CEP/FS) da Universidade de Brasília. O CEP é composto por profissionais de diferentes áreas cuja função é defender os interesses dos participantes da pesquisa em sua integridade e dignidade e contribuir no desenvolvimento da pesquisa dentro de padrões éticos. As dúvidas com relação à assinatura do TCLE ou os direitos do participante da pesquisa podem ser esclarecidos pelo telefone (61) 3107-1947 ou do e-mail [cepfa@unb.br](mailto:cepfa@unb.br) ou [cepfsunb@gmail.com](mailto:cepfsunb@gmail.com), horário de atendimento de 10:00hs às 12:00hs e de 13:30hs às 15:30hs, de segunda a sexta-feira. O CEP/FS se localiza na Faculdade de Ciências da Saúde, Campus Universitário Darcy Ribeiro, Universidade de Brasília, Asa Norte.

Caso concorde em participar, pedimos que assine este documento que foi elaborado em duas vias, uma ficará com o pesquisador responsável e a outra com o(a) Senhor(a).

\_\_\_\_\_  
Nome e assinatura do Participante de Pesquisa ou responsável

\_\_\_\_\_  
Profa. Dra. Silviene F. Oliveira

Brasília, \_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de 202\_\_

## ANEXO 3 – Termo de Assentimento Livre e Esclarecido – TALE



### TERMO DE ASSENTIMENTO (ALUNO MENOR)

Convidamos você a participar voluntariamente do projeto de pesquisa de mestrado intitulado, “Elaboração de sequência didática para o ensino da molécula de DNA e suas estruturas por meio da Teoria Cognitiva de Aprendizado Multimídia e prática pedagógica” sob a responsabilidade da pesquisadora responsável Profa. Dra. Silviene F. Oliveira e do professor pesquisador Gilberto Lima Araujo. O projeto visa gerar e disponibilizar sequência didática investigativa para o ensino da bioquímica, especificamente a molécula de DNA.

Além disso, de forma livre e esclarecida, cede o direito de uso das fotografias, vídeos e/ou voz adquiridos durante a realização do projeto e autoriza a pesquisadora responsável, Profa. Dra. Silviene F. Oliveira, 06256884817, e o professor pesquisador Gilberto Lima Araujo, 02114809161, responsáveis pelo pesquisa, a utilizar este material que poderão ser obtidas a qualquer momento, durante a aplicação da sequência didática empregada aos alunos e professores e de acordo também com o documento “Termo de Cessão de uso de imagem e/ou voz para fins científicos e acadêmicos”.

O(a) senhor(a) receberá todos os esclarecimentos necessários antes e no decorrer da pesquisa, de forma presencial ou em EaD (Ensino à distância) e lhe asseguramos que seu nome não aparecerá, sendo mantido o mais rigoroso sigilo pela omissão total de quaisquer informações que permitam identificá-lo(a).

Caso o(a) senhor(a) não possua o desejo de participar da pesquisa ou a qualquer momento decida desistir de sua participação, será entregue um estudo dirigido sobre o tema trabalhado que deverá ser respondido durante o período de tempo da aplicação da sequência didática utilizando o livro didático da disciplina, vale ressaltar que nenhum tipo de prejuízo ocorrerá caso sua escolha seja a não participação ou desistência da pesquisa.

Sua participação se dará por meio de utilização de aplicativo de Realidade Aumentada, aula prática e na resposta de questionário sobre suas opiniões sobre o processo, o tema e seu aprendizado.

Os riscos decorrentes da sua participação na pesquisa, estão relacionados a possibilidade de que sintase desconfortável ou constrangido na resposta a alguma questão. As medidas que serão adotadas para minimizar esses problemas serão a possibilidade de não resposta a uma ou mais questões em específico ou desistência da participação, em qualquer uma das fases.

Se você aceitar participar, estará possivelmente contribuindo para tornar o processo de ensino-aprendizagem de Biologia mais significativo e motivador para os alunos do ensino médio. Caso haja algum dano direto ou indireto decorrente da sua participação na pesquisa, você deverá buscar ser indenizado, obedecendo-se as disposições legais vigentes no Brasil.



Nome e assinatura do Participante de Pesquisa ou responsável

Pesquisadora Responsável Profa. Dra. Silviene F. Oliveira

Todas as despesas que você tiver relacionadas diretamente ao projeto de pesquisa serão cobertas pela pesquisadora responsável.

Os resultados da pesquisa serão divulgados na Universidade de Brasília podendo ser publicados posteriormente. Os dados e materiais serão utilizados somente para esta pesquisa e ficarão sob a guarda da pesquisadora por um período de cinco anos, após isso serão destruídos.

Se tiver qualquer dúvida em relação à pesquisa, por favor telefone para: Dra. Silviene Fabiana de Oliveira, na Universidade de Brasília, telefone: (61) 3107-3079, ou Gilberto Lima Araujo, telefone: (61) 9 9928-9492, havendo possibilidade de ligar a cobrar, ou pelo e-mail [silviene@unb.br](mailto:silviene@unb.br) ou [gbaraujo247@gmail.com](mailto:gbaraujo247@gmail.com).

Este projeto foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Faculdade de Ciências da Saúde (CEP/FS) da Universidade de Brasília. O CEP é composto por profissionais de diferentes áreas cuja função é defender os interesses dos participantes da pesquisa em sua integridade e dignidade e contribuir no desenvolvimento da pesquisa dentro de padrões éticos. As dúvidas com relação à assinatura do TCLE ou os direitos do participante da pesquisa podem ser esclarecidos pelo telefone (61) 3107-1947 ou do e-mail [cepfs@unb.br](mailto:cepfs@unb.br) ou [cepfsunb@gmail.com](mailto:cepfsunb@gmail.com), horário de atendimento de 10:00hs às 12:00hs e de 13:30hs às 15:30hs, de segunda a sexta-feira. O CEP/FS se localiza na Faculdade de Ciências da Saúde, Campus Universitário Darcy Ribeiro, Universidade de Brasília, Asa Norte.

Caso concorde em participar, pedimos que assine este documento que foi elaborado em duas vias, uma ficará com a pesquisadora responsável e a outra com o Senhor(a).

Nome e assinatura do Participante de Pesquisa ou responsável

Profa. Dra. Silviene F. Oliveira

Brasília, 21 de Junho de 2022.

Página 2 de 2

## ANEXO 4 – Termo de Cessão de Uso de Imagem e/ou Voz



### TERMO DE CESSÃO DE USO DE IMAGEM E/OU VOZ PARA FINS CIENTÍFICOS E ACADÊMICOS

**Protocolo de Pesquisa, CAAE 45581921.4.0000.0030, CEP/FS-UnB, aprovado em 07/09/2021.**

Por meio deste termo, \_\_\_\_\_ (CPF: \_\_\_\_\_), participante do estudo “Elaboração de sequência didática para o ensino da molécula de DNA e suas estruturas por meio da Teoria Cognitiva de Aprendizado Multimídia e prática pedagógica”, de forma livre e esclarecida, cede o direito de uso das fotografias, vídeos e/ou voz adquiridos durante a realização do projeto e autoriza a pesquisadora responsável, Profa. Dra. Silviene F. Oliveira, 06256884817, responsável(is) pelo trabalho a:

(a) utilizar e veicular as fotografias, vídeos e/ou voz obtidas durante a realização do projeto sem qualquer limitação de número de inserções e reproduções, desde que essenciais para os objetivos do estudo, garantida a ocultação de identidade (mantendo-se a confidencialidade e a privacidade das informações), inclusive, mas não restrito a ocultação da face e/ou dos olhos, quando possível;

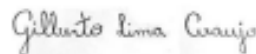
(b) veicular as fotografias, vídeos e/ou voz acima referidas na versão final do trabalho acadêmico, que será obrigatoriamente disponibilizado na página web da biblioteca (repositório) da Universidade de Brasília – UnB, ou seja, na internet, assim tornando-as públicas;

(c) utilizar as fotografias, vídeos e/ou voz na produção de quaisquer materiais acadêmicos, inclusive aulas e apresentações em congressos e eventos científicos, por meio oral (conferências) ou impresso (pôsteres ou painéis);

(d) utilizar as fotografias, vídeos e/ou voz para a publicação de artigos científicos em meio impresso e/ou eletrônico para fins de divulgação, sem limitação de número de inserções e reproduções;

(e) no caso de imagens, executar livremente a montagem das fotografias, realizando cortes e correções de brilho e/ou contraste necessários, sem alterar a sua veracidade, utilizando-as exclusivamente para os fins previstos neste termo e responsabilizando-se pela guarda e pela utilização da obra final produzida;

  
Prof (a) Dr.(a) Silviene Fabiana de Oliveira  
CPF: 06256884817

  
Gilberto Lima Araujo  
CPF: 02114809161

\_\_\_\_\_  
PARTICIPANTE DO ESTUDO CPF:

(f) no caso da voz, executar livremente a edição e montagem do trecho, realizando cortes e correções necessárias, assim como de gravações, sem alterar a sua veracidade,



utilizando-as exclusivamente para os fins previstos neste termo e responsabilizando-se pela guarda e pela utilização da obra final produzida.

As fotos e gravações poderão ser obtidas a qualquer momento, durante a aplicação da sequência didática aplicada aos alunos e professores.

O participante declara que está ciente que não haverá pagamento financeiro de qualquer natureza neste ou em qualquer momento pela cessão das fotografias, dos vídeos e/ou da voz, e que está ciente que pode retirar seu consentimento, em qualquer fase da pesquisa, sem penalização alguma, salvo os materiais científicos já publicados.

É vedado ao(s) pesquisador(es) utilizar as fotografias, os vídeos e/ou a voz para fins comerciais ou com objetivos diversos da pesquisa proposta, sob pena de responsabilização nos termos da legislação brasileira. O(s) pesquisador(es) declaram que o presente estudo/pesquisa será norteado pelos normativos éticos vigentes no Brasil.

Concordando com o termo, o participante de pesquisa e o(s) pesquisador(es) assinam o presente termo em 2 (duas) vias iguais, devendo permanecer uma em posse do pesquisador responsável e outra com o participante.

**Luziânia-GO, 21 de junho de 2022**

**Local e data**

**Prof (a) Dr.(a) Silviene Fabiana de Oliveira**

**CPF: 06256884817**

**Prof. Gilberto Lima Araujo**

**CPF: 02114809161**

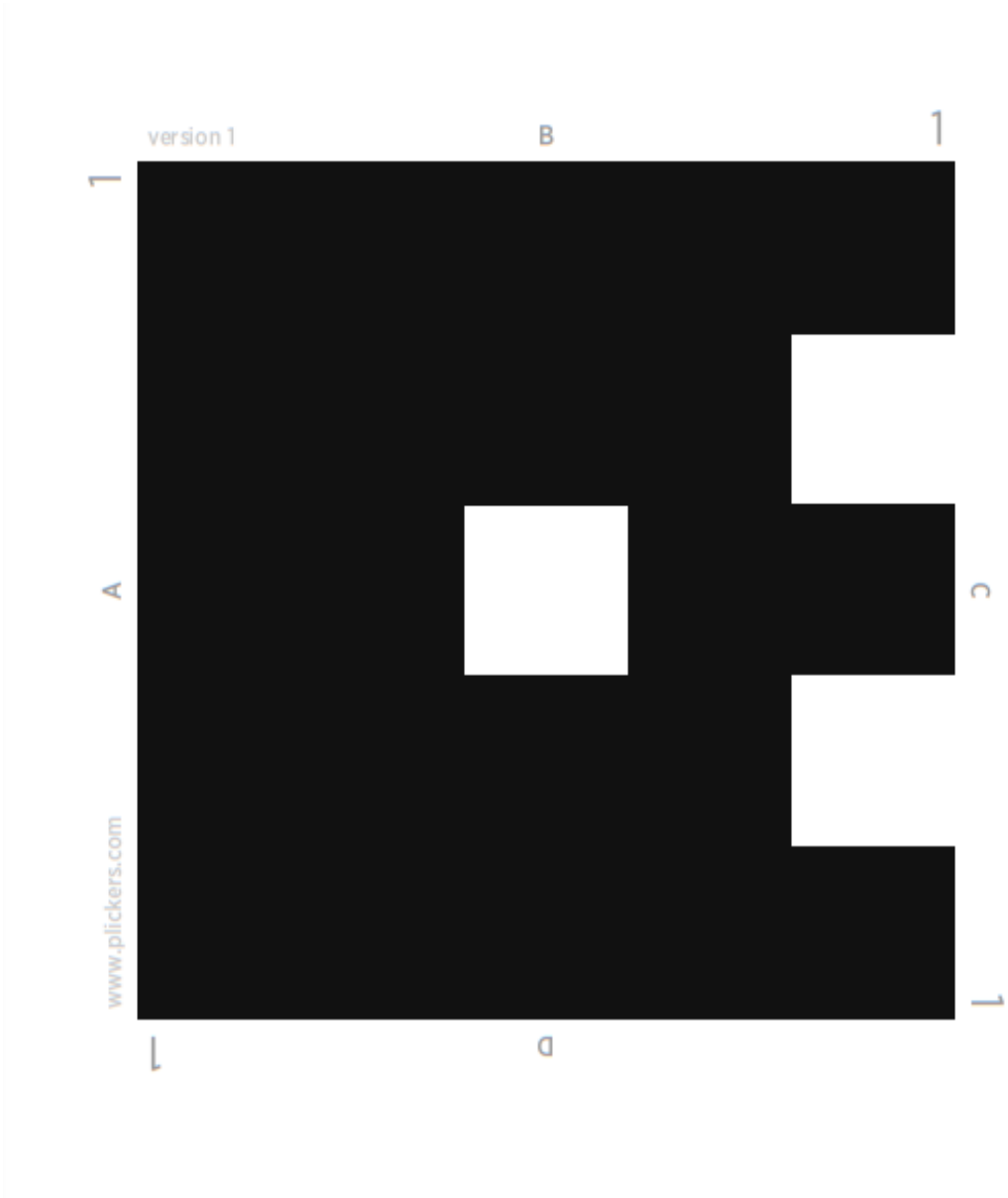
---

**PARTICIPANTE DO ESTUDO**

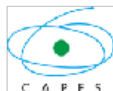
**CPF:**



**ANEXO 5 – Cartão de leitura do aplicativo Picklers®**



## ANEXO 6 – Questionário de Avaliação das Sequências Didáticas



UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA  
PROFBIO - MESTRADO PROFISSIONAL EM ENSINO DE BIOLOGIA

### QUESTIONÁRIO DE AVALIAÇÃO DAS SEQUÊNCIAS DIDÁTICAS - (CAAE 04867318.0.0000.5558)

1. Qual o seu ponto de vista a respeito de aulas onde você seja estimulado (a) a participar dialogando com seus colegas sobre temas do cotidiano?

- Gosto muito, consigo ensinar e aprender melhor quando dialogo com meus colegas.  
 Não gosto, prefiro ouvir o professor.  
 Sou indiferente.

2. Como você avalia a metodologia de ensino recém utilizada pelo(a) professor(a)?

- Muito boa  Não gosto  
 Boa  Péssima  
 Sou indiferente

3. Em relação ao assunto recentemente abordado, você se sente motivado a saber mais sobre ele mesmo após o término das aulas?

- Sim  Não  Talvez

4. Ainda em relação ao assunto recentemente abordado, você se sente motivado a conversar sobre ele com seus colegas fora da sala de aulas?

- Sim  Não  Talvez

5. Você se considera capaz de repassar a informação à respeito dos assuntos trabalhados em sala?

- Sim  Não  Talvez

6. Se você tivesse que participar de uma avaliação sobre o assunto recentemente abordado nesta disciplina, quantas questões você acredita que acertaria?

- Todas  Poucas  
 A maioria  Nenhuma  
 Nem muitas nem poucas

7. Ao fazer e discutir trabalhos em equipe você sente mais, menos ou igualmente motivado do que se tivesse trabalhado sozinho?

- Mais  Igualmente  Menos

8. No seu ponto de vista, você acredita que aprende melhor quando estuda em casa do que na escola?

- Sim  Não  Indiferente

9. Fique à vontade para fazer críticas, elogios e dar sugestões.

## APÊNDICE 1 – Questionário de Avaliação de conhecimentos prévios



PROFBIO  
Associação Profissional  
em Ensino de Biologia



CAFES



UnB

UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA  
PROFBIO - MESTRADO PROFISSIONAL EM ENSINO DE BIOLOGIA

### QUESTIONÁRIO DE AVALIAÇÃO DE CONHECIMENTOS PRÉVIOS – (CAAE 45581921.4.0000.0030)

1. Citologia é o ramo das Ciências da Natureza que estuda as células. Qual organela celular contém o material genético? (Fonte: Autor)

- Mitocôndria                       Plasmídio  
 Vacúolos                          Núcleo

2. Quanto as formas de divisão celular: mitose e meiose, qual a principal função da mitose em organismos multicelulares? (Fonte: Autor)

- Crescimento celular                       Produção de gametas  
 Reprodução                                 Manutenção e regeneração

3. Ainda sobre reprodução celular, o resultado da meiose teoricamente é: (Fonte: Autor)

- 2 células haplóides                       3 células diplóides  
 4 células haplóides                       2 células diplóides

4. A variação genética dos seres com reprodução sexuada ocorre devido a um processo presente na meiose, chamado de permutação ou crossing-over. Em qual fase da meiose isso acontece: (Fonte: Autor)

- Prófase I                                   Anáfase  
 Metáfase                                  Telófase I

5. Na situação apresentada a seguir, marque a opção que mais descreve o assunto genético envolvido no problema, de acordo com seus conhecimentos prévios sobre genética: *“Processo de divisão que nos leva de uma célula diploide - com dois conjuntos de cromossomos - a células haploides - com apenas um conjunto de cromossomos. Em humanos, as células haploides feitas a partir da meiose são os espermatozoides e os óvulos. Quando um espermatozoide e um óvulo se unem na fertilização, os dois conjuntos haploides de cromossomos formam um conjunto diploide completo: um novo genoma.”*

(Texto retirado do link disponível em: <https://pt.khanacademy.org/science/biology/cellular-molecular-biology/meiosis/a/phases-of-meiosis>. Visitado em 15/01/2021).

- Mitose     Crossing-over     Meiose     Metáfase

6. No interior do núcleo celular encontramos a cromatina, que pode ser dividida em heterocromatina e eucromatina, a partir dos seus conhecimentos sobre esse tema julgue as afirmações a seguir em verdadeiro ou falso: (Fonte: Autor)

- A heterocromatina é assim denominada pois é a parte do código genético que não é utilizado de forma alguma pela célula.  
 A eucromatina é menos condensada pois não está enrolada nas histonas (proteínas) pois está sendo transcrita e traduzida.  
 A heterocromatina está altamente condensada, ou seja, enrolada nas histonas (proteínas) pois não esta sendo traduzida ou transcrita.

## APÊNDICE 2 – Questionário de Avaliação Objetiva dos conteúdos propostos



UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA  
PROFBIO - MESTRADO PROFISSIONAL EM ENSINO DE BIOLOGIA

### QUESTIONÁRIO DE AVALIAÇÃO OBJETIVO DO CONTEÚDO PROPOSTO - (CAAE 45581921.4.0000.0030)

1. A deficiência de lipase ácida lisossômica é uma doença hereditária associada a um gene do cromossomo 10. Os pais dos pacientes podem não saber que são portadores dos genes da doença até o nascimento do primeiro filho afetado. Quando ambos os progenitores são portadores, existe uma chance, em quatro, de que seu bebê possa nascer com essa doença. (ANDERSON, R. A. et al. In Situ Localization of the Genetic Locus Encoding the Lysosomal Acid Lipase/Cholesteryl Esterase (LIPA) Deficient in Wolman Disease to Chromosome 10q23.2-q23.3. *Genomics*, n. 1, jan. 1993 (adaptado).)

- Recessivo
- Dominante
- Codominante
- Poligênico
- Polialélico

2. Assinale a alternativa que preenche corretamente as lacunas nas definições a seguir.

- (i) \_\_\_\_\_ é o conjunto de toda a informação genética de um organismo.
- (ii) \_\_\_\_\_ é um trecho do material genético que fornece instruções para a fabricação de um produto gênico.
- (iii) \_\_\_\_\_ é a constituição de alelos que um indivíduo possui em um determinado loco gênico.
- (iv) \_\_\_\_\_ é a correspondência que existe entre códons e aminoácidos, relativa a uma sequência codificadora no DNA. (UNICAMP SP/2018)

- (i) Código genético; (ii) Alelo; (iii) Homozigótico; (iv) Gene;
- (i) Genoma; (ii) Código genético; (iii) Homozigótico; (iv) tRNA;
- (i) Genoma; (ii) Gene; (iii) Genótipo; (iv) Código genético;
- (i) Código genético; (ii) DNA; (iii) Genótipo; (iv) tRNA;

3. Relacione os conceitos dos verbetes, utilizados na genética, da primeira coluna com o significado da segunda coluna. (UEDESC SC/2012, com adaptações)

- (1) Genótipo
- (2) Fenótipo
- (3) Alelo dominante

(4) Alelo recessivo

- Expressa-se mesmo em heterozigose.
- Conjunto de características morfológicas ou funcionais do indivíduo.
- Constituição genética dos indivíduos.
- Expressa-se apenas em homozigose.

- 3 – 2 – 1 – 4
- 2 – 1 – 3 – 4
- 3 – 1 – 2 – 4
- 1 – 4 – 3 – 2

4. O fenômeno genético que explica as semelhanças observadas entre pais e filhos, ao longo das gerações, é chamado de: (UNCISAL AL/2010)

- Camuflagem
- Hereditariedade
- Pangênese
- Mutação
- Probabilidade

5. Em um experimento, preparou-se um conjunto de plantas por técnica de clonagem a partir de uma planta original que apresentava folhas verdes. Esse conjunto foi dividido em dois grupos, que foram tratados de maneira idêntica, com exceção das condições de iluminação, sendo um grupo exposto a ciclos de iluminação solar natural e outro mantido no escuro. Após alguns dias, observou-se que o grupo exposto à luz apresentava folhas verdes como a planta original e o grupo cultivado no escuro apresentava folhas amareladas. (ENEM – 2019)

Ao final do experimento, os dois grupos de plantas apresentaram:

- a) os genótipos e os fenótipos idênticos.
- b) os genótipos idênticos e os fenótipos diferentes.
- c) diferenças nos genótipos e fenótipos.
- d) o mesmo fenótipo e apenas dois genótipos diferentes.
- e) o mesmo fenótipo e grande variedade de genótipos.

## **APÊNDICE 3 – Sequência Didática Tradicional (SDT - Metodologia expositiva)**

Sequência Didática Tradicional (SDT) - Ensino de conceitos básicos genéticos utilizando conhecimentos prévios por meio da metodologia tradicional

### **Introdução**

O ensino no Brasil ainda hoje é basicamente formado por metodologias tradicionais, de acordo com NICOLA e PANIZ (2016), portanto, durante o período escolar a atenção dos alunos diminui com esse modelo de ensino e portanto, reduzindo o sucesso da relação ensino-aprendizado. A turma controle selecionada para participar dessa sequência didática servirá como modelo para análise de dados e confronto das respostas presentes no questionário de avaliação qualitativa apresentado também ao outro grupo de alunos que participarão da sequência didática contendo as aulas práticas e TCAM.

### **Objetivos**

Objetivos gerais

O objetivo geral dessa sequência didática é complementar a sequência anterior e servirá como turma controle, já que se deve utilizar da metodologia tradicional, encontrada em grande maioria das escolas brasileiras. O conteúdo a ser desenvolvido são os conhecimentos básicos da presença da molécula de DNA em organismos e no meio ambiente; Elementos básicos da estrutura do DNA; Conceitos básicos de genética.

Objetivos Específicos

- a) Relembrar conhecimentos prévios advindos da 1ª série do ensino médio: citologia básica e divisões celulares;
- b) Reconhecer a presença de moléculas de DNA em organismos vivos e objetos;
- c) Reconhecer conceitos básicos de genética;
- d) Avaliação da sequência didática por parte dos estudantes do ensino médio;
- e) Identificação dos conceitos básicos de genética em situações de identificação de indivíduos;

☐ **1ª Aula – Aula dialogada relembrando conhecimentos prévios**

**Primeira etapa:**

Houve breve apresentação da pesquisa aos alunos e informe geral sobre os conteúdos que serão trabalhados. Logo, utilizando o app Plickers® questões que objetivam lembrar e mensurar conhecimentos prévios sobre a estrutura da molécula de DNA, que deveriam ter sido apresentados aos alunos na 1ª série do Ensino Médio serão trabalhadas objetivando lembrá-los, e com esse norteador pretende-se construir os novos conhecimentos desejados no 3º ano do Ensino Médio.

Vale ressaltar que durante este momento, durante a leitura das respostas dos alunos pelo aplicativo, a correção foi feita imediatamente, gerando momento similar a uma aula dialogada explicativa.

### **Segunda etapa:**

Após breve pesquisa do professor sobre o quantitativo de alunos que possuem o projeto de continuar na academia, será ministrada aula explicativa com auxílio do quadro branco, pincel e equipamento multimídia sobre o conteúdo trabalhado onde deve-se lembrar as informações básicas sobre citologia relacionada a genética e divisões celulares utilizando-se de breve texto presente em material didático utilizado pela instituição que deve ser copiado pelos alunos, seguindo elementos presentes da metodologia tradicional de ensino, logo, ele será comentado pelo professor.

- ❑ **2ª Aula – Contextualizando conceitos básicos de genética por meio de metodologia tradicional e elucidação sobre a presença dessa molécula no meio ambiente e nos seres vivos**

### **Primeira etapa:**

O professor deve iniciar a aula explicativa dialogada com auxílio do quadro branco, pincel e equipamento multimídia onde os alunos deverão copiar os conceitos básicos em genética separados por tópicos, como no exemplo abaixo:

Figura 3: Tabela de conceitos genéticos

<b>Alelo:</b> Forma alternativa de um mesmo gene que ocupa o mesmo locus em cromossomos homólogos.
<b>Autossômico:</b> Dizemos que os cromossomos são autossômicos quando não são sexuais, ou seja, todos os cromossomos, exceto o X e o Y. No total, temos 22 pares de cromossomos autossômicos.
<b>Cromossomos:</b> sequências de DNA espiraladas que carregam os genes.
<b>Dominância:</b> Um gene exerce dominância quando ele se expressa mesmo que em dose simples, ou seja, em heterozigose.
<b>Fenótipo:</b> Características bioquímicas, fisiológicas e morfológicas observáveis em um indivíduo. O fenótipo é determinado pelo genótipo e pelo meio ambiente.
<b>Genes:</b> Sequência de DNA que codifica e determina as características dos organismos. É a unidade fundamental da hereditariedade.
<b>Genótipo:</b> Constituição genética de um organismo.
<b>Heterozigoto:</b> Indivíduo que apresenta dois alelos diferentes em um mesmo locus em cromossomos homólogos.
<b>Homozigoto:</b> Indivíduo que apresenta o mesmo alelo em um mesmo locus em cromossomos homólogos.

Fonte: <https://brasilecola.uol.com.br/biologia/conceitos-basicos-genetica.htm>

### Segunda etapa:

Utilizando-se dos tópicos e termos copiados nos cadernos dos alunos o professor deve esclarecer sobre cada um deles com exemplos práticos por meio de aula dialogada e sempre que possível os alunos foram questionados se podiam comentar e exemplificar os termos trabalhados.

### Terceira etapa:

Será aplicado aos alunos o questionário de avaliação da sequência didática presente em anexo neste documento e o questionário elaborado com questões objetivas de avaliações externas, visando a coleta de dados qualitativos sobre a proposta e possibilitando por meio de análise e tabulação dos dados e da comparação com a outra turma compreender se o objetivo principal dessa sequência e o interesse dos alunos sobre o conteúdo proposto foi atingido.

## **APÊNDICE 4 – Roteiro de extração de material genético animal e vegetal**



**UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA - UnB**

Instituto de Ciências Biológicas - IB

Programa de Mestrado Profissional em Ensino de Biologia - PROFBIO

### **ROTEIRO DE APLICAÇÃO DA ATIVIDADE PRÁTICA DE EXTRAÇÃO DE DNA DA CÉLULA VEGETAL E ANIMAL**

**BRASÍLIA - DF 2022**



**GILBERTO LIMA ARAUJO**

**SEQUÊNCIA DIDÁTICA: ROTEIRO DE APLICAÇÃO DA ATIVIDADE PRÁTICA  
DE EXTRAÇÃO DO DNA DE CÉLULA VEGETAL E ANIMAL**

Proposta de roteiro de atividade prática presente na dissertação **“O ensino de conceitos básicos de genética: uma comparação entre metodologia ativa, baseada em ensino investigativo empregando a realidade aumentada, e metodologia expositiva tradicional”** realizada sob orientação da Professora Dra. Silviene Fabiana Oliveira e apresentada à banca examinadora como requisito parcial para a obtenção do Título de Mestre em Ensino de Biologia, Mestrado Profissional em Ensino de Biologia em Rede Nacional da Universidade de Brasília.

**BRASILIA – DF 2022**

<b>1. INTRODUÇÃO .....</b>	<b>67</b>
<i>Extração da molécula de DNA de célula vegetal.....</i>	<i>67</i>
<b>PROCEDIMENTOS .....</b>	<b>67</b>
<b>ETAPA 1 – PRODUÇÃO DA SOLUÇÃO DE LISE .....</b>	<b>67</b>
<b>ETAPA 2 – OBTENÇÃO DE MATERIAL BIOLÓGICO .....</b>	<b>68</b>
<b>ETAPA 3 – MISTURA DO MATERIAL BIOLÓGICO NA SOLUÇÃO DE LISE .....</b>	<b>68</b>
<b>ETAPA 4 – FILTRAGEM E VISUALIZAÇÃO .....</b>	<b>68</b>
<i>Extração da molécula de DNA de célula animal.....</i>	<i>69</i>
<b>ETAPA 1 – PRODUÇÃO DA SOLUÇÃO DE LISE .....</b>	<b>69</b>
<b>ETAPA 2 – OBTENÇÃO DE MATERIAL BIOLÓGICO .....</b>	<b>69</b>
<b>ETAPA 3 – VISUALIZAÇÃO DO AGLOMERADO DE MOLÉCULAS DE DNA .....</b>	<b>69</b>
<b>2. CONCLUSÃO .....</b>	<b>70</b>
<b>3. REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA .....</b>	<b>71</b>

## INTRODUÇÃO

Uma vez que a utilização de aulas práticas enriquece a abordagem dos conteúdos programáticos e pode consideravelmente atrair a atenção dos alunos e conseqüentemente auxiliar na construção do conhecimento, de acordo com DE LIMA (2011), ainda que essa atividade possua um roteiro e chegue a um resultado esperado, ou seja de cunho investigativo, sua utilização nessa pesquisa utilizará um passo a passo que pode ser adaptado as diferentes realidades dos professores que demonstrem interesse na sequencia didática parcialmente ou em sua totalidade.

Esse roteiro foi elaborado no âmbito da pesquisa objetivando a observação de aglomerado das moléculas de DNA vegetal e da célula animal, utilizando saliva do professor preparada anteriormente à aplicação da metodologia ativa e a fim de enfatizar detalhes em cada etapa do processo e sua importância no resultado.

Para a extração vegetal utilizaremos a cebola, já que de acordo com RODRIGUES et al. (2008) é o vegetal com melhor visualização do DNA, já que possui menor quantidade de pectina, entretanto, vale ressaltar que qualquer outro material biológico pode ser utilizado.

### **Extração da molécula de DNA de célula vegetal**

#### MATERIAL NECESSÁRIO

- Material biológico (neste caso, cebola triturada)
- Detergente
- Cloreto de sódio (sal de cozinha)
- Álcool etílico 70° (gelado, de preferência)
- Copos de vidro (se possível, 2 béqueres)
- Colheres
- Filtro de papel
- Papel filme ou papel toalha

#### PROCEDIMENTOS

##### ETAPA 1 – PRODUÇÃO DA SOLUÇÃO DE LISE

Em um copo (ou béquer) preencha 3/4 do volume do recipiente com água e misture com uma colher de sopa de sal até sua total dissolução, então, adicione cerca de 3 gotas de detergente

na solução salina e mexa vagarosamente para não criar espuma até obter a completa mistura do detergente (solução homogênea).

**Obs:** Deve-se enfatizar que a solução de lise possui a função de quebra das membranas plasmáticas celulares e das organelas, liberando as moléculas citoplasmática, onde, o detergente serve como solvente da bicamada lipídica das membranas e o sal com função neutralizante das cargas negativas do grupo fosfato da molécula de DNA.

## ETAPA 2 – OBTENÇÃO DE MATERIAL BIOLÓGICO

Triture o material biológico vegetal (cebola), podendo utilizar liquidificador.

**Obs:** O intuito da etapa é aumentar a superfície de contato e conseqüentemente o contato das células com a solução de lise.

## ETAPA 3 – MISTURA DO MATERIAL BIOLÓGICO NA SOLUÇÃO DE LISE

Misture o material biológico na solução de lise em uma proporcionalidade de 50/50, cubra o recipiente com papel filme ou papel toalha e deixe em repouso por cerca de 2 minutos.

**Obs:** A etapa visa a quebra das membranas plasmáticas celulares e das organelas vegetais, liberando o conteúdo da célula, incluindo o DNA que estava no núcleo. Deve-se cobrir a solução para evitar possível contaminação.

## ETAPA 4 – FILTRAGEM E VISUALIZAÇÃO

Retire a cobertura do recipiente e utilizando o filtro de papel, filtre a solução, separando o líquido do sólido. Agora com a solução filtrada em novo recipiente, adicione o álcool etílico gelado vagarosamente utilizando as paredes do recipiente, reserve por cerca de 1 minuto, e então, poderemos observar um aglomerado que é constituído pelo DNA precipitado que flutua na solução (na fase alcoólica).

**Obs:** O objetivo desta etapa é separar as moléculas advindas das células vegetais com a filtração; A utilização do álcool gelado diminui a solubilidade das moléculas de DNA que

juntamente com o sal presente na solução de lise e auxilia na precipitação e separação dos ácidos nucleicos da célula.

### **Extração da molécula de DNA de célula animal**

#### **MATERIAL NECESSÁRIO**

- Material biológico (neste caso, saliva humana)
- Detergente
- Cloreto de sódio (sal de cozinha)
- Álcool etílico 70° (gelado, de preferência)
- Copos de vidro (se possível, 2 béqueres)
- Colheres

#### **ETAPA 1 – PRODUÇÃO DA SOLUÇÃO DE LISE**

Em um copo (ou béquer) preencha 3/4 do volume do recipiente com água e misture com uma colher de sopa de sal até sua total dissolução.

**Obs:** Deve-se enfatizar que a solução de lise possui a função de quebra das membranas plasmáticas celulares e das organelas, liberando as moléculas citoplasmática, onde, o sal possui função neutralizante das cargas negativas do grupo fosfato da molécula de DNA.

#### **ETAPA 2 – OBTENÇÃO DE MATERIAL BIOLÓGICO**

Em um recipiente utilize cerca de três (3) colheres de sopa da solução salina de lise e a utilize para bochechar por cerca de 1 minuto, então, retorne o líquido novamente para o recipiente e com a utilização de uma colher limpa adicione aproximadamente uma (1) gota de detergente e mexa vagorosamente para não criar espuma e dissolver o detergente.

**Obs:** O intuito da etapa é de coletar células presentes na boca do indivíduo e ao adicionar o detergente, ele funcionará como solvente da bicamada lipídica das membranas plasmáticas celulares e das organelas citoplasmáticas.

#### **ETAPA 3 – VISUALIZAÇÃO DO AGLOMERADO DE MOLÉCULAS DE DNA**

Adicione ao recipiente com o material biológico resultante do bochecho o álcool etílico gelado vagarosamente utilizando as paredes do recipiente, reserve por cerca de 1 minuto, e então, poderemos observar o aglomerado de moléculas de DNA precipitado no fundo da fase alcoólica.

**Obs:** O objetivo da utilização do álcool gelado diminui a solubilidade das moléculas de DNA juntamente com o sal presente na solução de lise e auxilia na precipitação e separação desse material para posterior análise.

## CONCLUSÃO

Demonstrar aos alunos o precipitado de moléculas de DNA e enfatizar para os participantes da aula prática que o DNA, por tratar-se de moléculas, não podem ser visualizadas separadamente e da mesma forma que em figuras utilizadas didaticamente, entretanto, estão presentes em todos os seres vivos e possuem papel vital na manutenção dos organismos.

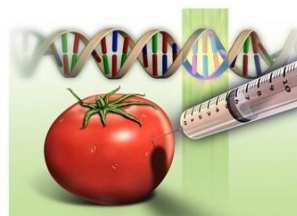
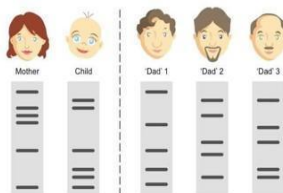
## REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

RODRIGUES, Cristiane Del Nero.; ALMEIDA, Ana Carolina de.; FURLAN, Cláudia Maria.; TANIGUSHI, Daniel Gouveia.; SANTOS, Débora Yara A. C.; CHOW, Fungyi.; MOTTA, Lucimar  
Barbosa.; DNA vegetal na sala de aula.; **São Paulo: Departamento de Botânica – IBUSP**. São Paulo, 2008. 8 p.: il. – (Ensino de Botânica)

THENORIO, Iberê Francisco. Como extrair DNA humano (experiência). **Youtube**, 11 de Junho de 2013. Disponível em: < <https://youtu.be/vO50-ZRQtuY>>.

APÊNDICE 5 – Slides apresentando potenciais utilizações da genética no cotidiano.

# APLICAÇÕES DAS TECNOLOGIAS DE DNA





## APÊNDICE 6 – Questões problematizadoras com conceitos básicos genéticos contextualizados

### CONCEITOS BÁSICOS

---

- Questões problematizadoras:

“Em algumas situações, é possível perceber que um alelo de um determinado locus gênico inibe a ação de outro alelo em outro locus. Essa situação em que um gene mascara a expressão de outro é chamada de epistasia.”Fonte: [https://exercicios.brasilecola.uol.com.br/exercicios-biologia/exercicios-sobre-conceitos-basicos-genetica.htm#:~:text=Em%20algumas%20situa%C3%A7%C3%B5es%2C%20%C3%A9%20poss%C3%ADvel,a\)%20Codomin%C3%A2ncia](https://exercicios.brasilecola.uol.com.br/exercicios-biologia/exercicios-sobre-conceitos-basicos-genetica.htm#:~:text=Em%20algumas%20situa%C3%A7%C3%B5es%2C%20%C3%A9%20poss%C3%ADvel,a)%20Codomin%C3%A2ncia)

https://exercicios.brasilecola.uol.com.br/exercicios-biologia/exercicios-sobre-conceitos-basicos-genetica.htm#:~:text=Em%20algumas%20situa%C3%A7%C3%B5es%2C%20%C3%A9%20poss%C3%ADvel,a)%20Codomin%C3%A2ncia

“**Homozigoto e Heterozigoto**, na genética, são indivíduos que apresentam pares de genes alelos idênticos ou distintos. Isso quer dizer que enquanto o **homozigoto** possui dois genes alelos idênticos, com os seres heterozigotos acontece o oposto, uma vez que eles possuem dois genes alelos diferentes.”Fonte: <https://www.educamaisbrasil.com.br/enem/biologia/homozigoto-e-heterozigoto>

“O **genótipo** diz respeito à informação presente no genoma de um indivíduo. O **fenótipo**, por sua vez, depende de uma combinação entre nosso **genótipo** e o meio ambiente.” Fonte: <https://mundoeducacao.uol.com.br/biologia/genotipo-fenotipo.htm#:~:text=O%20gen%C3%B3tipo%20diz%20respeito%20%C3%A0,caracter%C3%ADsticas%20observ%C3%A1veis%20de%20um%20indiv%C3%ADduo>

“Os genes são segmentos de ácido desoxirribonucleico (DNA) que contêm o código para uma proteína específica que funciona em um ou mais tipos de células no organismo. **Cromossomos** são estruturas dentro das células que contêm os **genes** de uma pessoa.” Fonte: <http://www.oncoguia.org.br/conteudo/o-que-sao-genes/8159/73/#:~:text=O%20gene%20%C3%A9%20um%20segmento,uma%20fun%C3%A7%C3%A3o%20espec%C3%ADfica%20no%20corpo>

# APÊNDICE 7 – Resultados das turmas SDI e SDT no questionário de conhecimentos prévios adaptados ao aplicativo Picklers®



**PRODUTO – Sequência Didática Investigativa (SDI - Metodologia ativa)**



**UnB**

**UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA - UnB  
Instituto de Ciências Biológicas  
Programa de Mestrado Profissional em Ensino de Biologia - PROFBIO**

**Sequência didática para o ensino de conceitos básicos genéticos a partir de metodologia ativa com uso de prática pedagógica e realidade aumentada**

**GILBERTO LIMA ARAUJO**

**Brasília (DF)**

**2022**

**GILBERTO LIMA ARAUJO**

**Sequência didática para o ensino de conceitos básicos  
genéticos a partir de metodologia ativa com uso de prática  
pedagógica e realidade aumentada**

**Orientadora: Profa. Dra. Silviene F. Oliveira  
Coorientadora: Profa. Dra. Alice M. Ribeiro**

**Brasília (DF)  
2022**

## **Agradecimentos**

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) – Código de financiamento 001. Grato pela possibilidade de aprimoramento profissional, me tornando uma pessoa mais aberta a novas formas de lecionar e aumentando a sede por conhecimento e conseqüentemente gerando expectativa na melhor preparação dos meus alunos como cidadãos críticos e conscientes, enfatizando em seu cuidado com o meio ambiente em que vivemos e com expectativas de impacto nas gerações futuras.

Aos professores do PROFBIO, que com maestria, apesar de todas as dificuldades impostas por uma pandemia mundial conseguiram uma desconstrução e reconstrução de conhecimentos gigantesca, pessoalmente falando.

Agradeço as professoras Maura Helena Manfrin, Ildinete Silva Pereira e Nilda Maria Diniz Rojas por aceitarem a participação na minha banca final e também por me acompanharem durante as etapas anteriores a finalização da pesquisa com suas sugestões e instruções sempre cheias de conhecimento, empatia, paciência e dedicação.

A minha orientadora, Profa. Dra. Silviene Fabiana de Oliveira, e coorientadora, Prof. Dra. Alice M. Ribeiro, que com enorme paciência, atenção e comprometimento durante esse enorme desafio de aprender me auxiliaram e guiaram sabiamente tornando esse projeto possível.

Aos meus familiares que sempre me incentivam nos meus propósitos de crescimento, destacando meu companheiro de vida Matheus Santo Sousa e minha mãe Maria C. dos Santos Lima que choraram de alegria ao conseguir a aprovação para participação deste projeto e que pacientemente me incentivaram nas horas que me sentia desmotivado, sendo meus motivos para continuar e dar o orgulho de ser em minha família o primeiro mestre por uma instituição pública de ensino com tal alto grau de excelência. E por fim, a Universidade de Brasília por possuir programas que afetam diretamente na qualidade de ensino brasileira, além de estar realizando o sonho de pessoas que sem isso, jamais cresceriam na academia sem esse auxílio.

A todos, meu muito obrigado e gratidão.

## **Introdução**

Professores de Biologia do Ensino Médio relatam que os alunos apresentam maior dificuldade de compreensão de conteúdos de genética e bioquímica em comparação com outros temas. Um dos motivos dessa dificuldade é a distância entre o conteúdo proposto e o cotidiano dos discentes. Portanto, há a necessidade de aproximação desses conteúdos com a realidade diária ou enfatizar a presença desses no dia a dia.

Exemplo dessa dificuldade de compreensão diz respeito a estrutura da molécula de DNA, que é apresentada sempre em forma de figuras ou desenhos em quadro. Espera-se que a utilização de metodologias ativas investigativas associadas a novas tecnologias se mostrem uma boa ferramenta na tentativa de concretizar a relação ensino-aprendizagem. Por esse motivo, os passos que serão adotados nessa sequência procuram gerar a aproximação dos alunos com os temas trabalhados e tornar o estudo das moléculas mais concreto, em especial a molécula de DNA.

- **Conteúdo básico abordado**

- a. Retomada do conhecimento sobre divisão celular e citologia básica;
- b. Elementos básicos da estrutura do DNA;
- c. Conceitos básicos de genética;

- **Conteúdos específicos**

- a. Presença ou ausência de DNA em seres e objetos;
- b. Formação estrutural da molécula de DNA;
- c. Definição de termos da genética básica, como genes, DNA, cromossomos, cromossomos homólogos, entre outros;
- d. Identificação de organismos por meio de comparação gênica (Exemplificação de utilização da genética).

- **Público-alvo:** 3º ano do Ensino Médio

- **Objetivos de aprendizagem**

- a. Compreender a presença de DNA em organismos vivos;
- b. Identificar a presença da molécula de DNA por meio da realidade aumentada (RA) em ambientes e objetos devido à presença ou passagem de seres vivos;
- c. Visualizar a molécula de DNA obtida a partir de diferentes formas de vida;
- d. Compreender conceitos básicos de genética;
- e. Identificar organismos vivos por comparação gênica aplicado à pesquisa forense;

- **Número estimado de aulas:** 3 aulas de 50 minutos.

- **Recursos:**

- a. Questionários sobre conhecimentos prévios (Apêndice 1);
- b. Material para extração de DNA de baixo custo e fácil acesso, de acordo com Apêndice 2 – Roteiro de extração da molécula de DNA de célula vegetal e animal;
- c. Quadro branco, Datashow, pincel atômico, objetos pessoais cotidianos;
- d. Luvas descartáveis, álcool etílico líquido a 70% ou água sanitária.
- e. Smartphones;
- f. “Alvos” impressos previamente (Apêndice 3 – Captura de imagem e alvos no aplicativo SLIDE AR®).

- **Estratégia:**

- abordagem investigativa utilizando estudo de caso com questão problematizadora, aula prática e TCAM (Teoria Cognitiva de Aprendizagem Multimídia);

- **Metodologia:**

1. Exposição para os alunos do objetivo geral da atividade e específico de cada etapa da sequência, de forma a demonstrar significância na construção do conhecimento proposto;
2. Metodologia investigativa composta de:
  - a. Estudo de caso com questão problematizadora.

- b. Debates em grupo.
- c. Utilização de realidade aumentada (RA).
- d. Aula prática.

- **Etapas da sequência didática**

- **1ª Aula – Contextualização, atividade prática de extração de DNA e levantamento de hipóteses.**

**Primeira etapa:**

Nessa etapa o objetivo é resgatar os conhecimentos prévios dos alunos. Para tanto, sugerimos a utilização do aplicativo Plickers®, para o qual é necessário um cadastro simples e gratuito, download do aplicativo em um smartphone e inserção das questões e suas respostas. As perguntas inseridas objetivam lembrar e mensurar conhecimentos prévios sobre a estrutura da molécula de DNA, que potencialmente foram apresentados aos alunos na 1ª série do ensino médio. Com esse norteador pretende-se construir os novos conhecimentos desejados no 3º ano do Ensino Médio. Vale ressaltar que durante o uso do aplicativo e leitura das respostas dos alunos a correção será feita imediatamente, gerando momento similar a uma aula dialogada explicativa. Todo o material necessário para esta etapa encontra-se no anexo 1 e apêndice 1.

**Segunda etapa:**

Os alunos devem ser divididos em ao menos dois grupos, sendo que um receberá o roteiro de extração de DNA vegetal e o outro o de extração de DNA humano (roteiros no Apêndice 2).

Os materiais devem ser preparados pelo professor e disponibilizados na sala de aula, segundo roteiro. Durante a realização da aula prática, cada etapa deve ser desenvolvida com questões problematizadoras, ou seja, os participantes devem ser indagados, fazer anotações e esclarecidos sobre a necessidade e função de cada etapa do experimento.

Por fim, o professor deve levantar debates sobre a presença das moléculas de DNA em seres vivos utilizando o emaranhado de DNA vegetal (Grupo 1) e DNA humano (Grupo 2) resultantes do experimento objetivando comprovar a presença desta molécula nos organismos vivos.



❓ **2ª Aula – Atividade prática sobre a presença do DNA no meio com utilização de TIC, levantamento de hipóteses e debate sobre o tema.**

**Primeira etapa:**

Para essa etapa a sala de aula deverá ser previamente preparada. Na preparação sugere-se utilizar objetos de uso cotidiano, nos quais são afixados “alvos” para a leitura por aplicativo de realidade aumentada (por exemplo, SLIDE AR®), de acordo com a figura 1 (Apêndice 3). Após a entrada dos alunos, serão distribuídas tabelas contendo os nomes dos objetos, sendo que eles serão questionados quanto a presença ou não de moléculas de DNA e a origem desse material, se próprio ou de toque, caso sua suposição indique que há. O Quadro 1 apresenta sugestões de objetos a serem utilizados. Vale enfatizar que objetos denominados como higienizados serão limpos pelo professor com álcool etílico líquido a 70% ou água sanitária utilizando luvas na presença dos alunos para sinalizar que possível material biológico tenha sido retirado do objeto.

O aplicativo sugerido para esta etapa é o SLIDE AR® (<https://slidear.app>) devido à sua utilização simples e intuitiva. Para o uso desse aplicativo, o professor deverá cadastrar a figura que surgirá em realidade aumentada e os alvos, que podem ser figuras desenhadas e capturadas pela câmera do aparelho contendo o aplicativo. O Apêndice 3 apresenta uma imagem do aplicativo com alvos cadastrados.

Quadro 1: Tabela a ser preenchida pelo aluno quanto a presença ou ausência da molécula de DNA em objetos de uso cotidiano.

Objeto	DNA		Confirmação por RA	Origem do DNA
	presente	ausente		
Copo higienizado	( )	( )	( ) SIM ( ) NAO	( ) Contaminação ( ) Fonte
Copo utilizado	( )	( )	( ) SIM ( ) NAO	( ) Contaminação ( ) Fonte
Superfície de mesa	( )	( )	( ) SIM ( ) NAO	( ) Contaminação ( ) Fonte
Caneta	( )	( )	( ) SIM ( ) NAO	( ) Contaminação ( ) Fonte
Livro	( )	( )	( ) SIM ( ) NAO	( ) Contaminação ( ) Fonte
Tela do celular	( )	( )	( ) SIM ( ) NAO	( ) Contaminação ( ) Fonte
Caneta de quadro branco	( )	( )	( ) SIM ( ) NAO	( ) Contaminação ( ) Fonte
Mochila	( )	( )	( ) SIM ( ) NAO	( ) Contaminação ( ) Fonte

### Segunda etapa:

Após a observação dos objetos e as hipóteses criadas pelos alunos sobre a presença ou não de DNA, os resultados serão checados com a utilização da realidade aumentada. Para tanto, os “alvos” fixados nos objetos serão lidos pelo aplicativo SLIDE AR®, sendo que nos casos em que há presença de DNA irá aparecer uma imagem e no caso de ausência, nenhuma imagem aparecerá. Essa fase pode ser realizada em grupos de alunos ou, como forma de simplificar esta etapa, pode-se utilizar apenas um *smartphone* com o programa de leitura dos “alvos” e a tela do dispositivo ser espelhada no Datashow.

Por fim, um debate deve ser realizado com os alunos salientando que a presença de moléculas de DNA presentes em objetos ou no meio ambiente provém da passagem ou presença de seres vivos, elucidando que essas moléculas são primordialmente presentes em seres vivos.

### ❓ 3ª Aula – Apresentação e contextualização de conceitos básicos genéticos, levantamento de hipóteses e socialização.

#### **Primeiro momento:**

Para esse momento propõe-se a utilização de material visual, como slides, preparados com imagens de possíveis utilizações da genética como, por exemplo, transgenia, desenvolvimento de vacinas, melhoramento genético, análise de ancestralidade, entre outros, para a exemplificação desses possíveis usos. Na sequência sugere-se a utilização de casos jornalísticos para fomentar debate. Um exemplo é a utilização de um caso real de rapto de recém-nascido, o “caso Pedrinho”, que pode ser realizado a partir de texto jornalístico-investigativo presente em ALVES (2015). Após a apresentação do material, os alunos devem ser questionados sobre se conheciam essas utilizações da genética e se saberiam citar outras, presentes no cotidiano humano. De acordo com o surgimento de possíveis dúvidas, essas serão discutidas e, caso necessário o professor auxiliará em sua resolução.

No slide posterior, textos contendo os conceitos biológicos contextualizados (possível exemplo presente no Apêndice 4) podem ser apresentados e os alunos novamente questionados se os compreendiam, apresentando então desta forma a questão problematizadora, ou seja, os alunos serão convidados a criarem seus próprios conhecimentos acerca do conteúdo proposto por meio de fontes de pesquisa confiáveis digitais e físicas disponibilizadas pelo professor. As hipóteses construídas pelos alunos são então anotadas em uma tabela como demonstrada na figura 2.

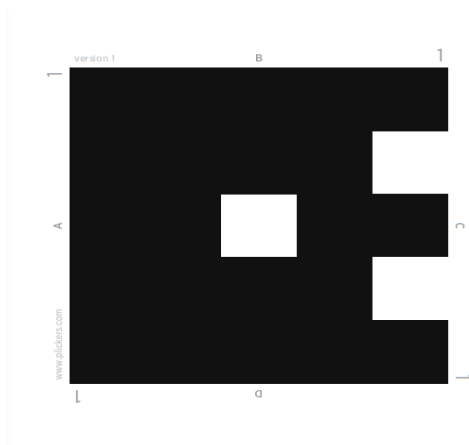
Figura 2: Tabela de conceitos genéticos

Termo biológico	Conceito
Alelo	
Cromossomo	
Gene	
Fita de DNA	
Dominante	
Recessivo	
Autossômico	
Homozigoto	
Heterozigoto	
Genótipo	
Fenótipo	

**Segundo momento:**

Por fim, o professor mediador das atividades pode criar uma socialização contextualizando novamente os conceitos básicos trabalhados na atividade proposta e/ou sugerir que os alunos apliquem as terminologias em frases breves.

## ANEXO 1 – Cartão de leitura do aplicativo Picklers®



FONTE: <https://get.picklers.com>

## APÊNDICE 1 – Questionário de conhecimentos prévios



UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA  
PROFBIO - MESTRADO PROFISSIONAL EM ENSINO DE BIOLOGIA

### QUESTIONÁRIO DE AVALIAÇÃO DE CONHECIMENTOS PRÉVIOS – (CAAE 45581921.4.0000.0030)

1. Citologia é o ramo das Ciências da Natureza que estuda as células. Qual organela celular contém o material genético? (Fonte: Autor)

- Mitocôndria                       Plasmídio  
 Vacúolos                          Núcleo

2. Quanto as formas de divisão celular: mitose e meiose, qual a principal função da mitose em organismos multicelulares? (Fonte: Autor)

- Crescimento celular                       Produção de gametas  
 Reprodução                                  Manutenção e regeneração

3. Ainda sobre reprodução celular, o resultado da meiose teoricamente é: (Fonte: Autor)

- 2 células haplóides                       3 células diplóides  
 4 células haplóides                       2 células diplóides

4. A variação genética dos seres com reprodução sexuada ocorre devido a um processo presente na meiose, chamado de permutação ou crossing-over. Em qual fase da meiose isso acontece: (Fonte: Autor)

- Prófase I                                       Anáfase  
 Metáfase                                       Telófase I

5. Na situação apresentada a seguir, marque a opção que mais descreve o assunto genético envolvido no problema, de acordo com seus conhecimentos prévios sobre genética: *"Processo de divisão que nos leva de uma célula diploide - com dois conjuntos de cromossomos - a células haploides - com apenas um conjunto de cromossomos. Em humanos, as células haploides feitas a partir da meiose são os espermatozoides e os óvulos. Quando um espermatozoide e um óvulo se unem na fertilização, os dois conjuntos haploides de cromossomos formam um conjunto diploide completo: um novo genoma."*

(Texto retirado do link disponível em: <https://pt.khanacademy.org/science/biology/cellular-molecular-biology/meiosis/a/phases-of-meiosis>. Visitado em 15/01/2021).

- Mitose     Crossing-over     Meiose     Metáfase

6. No interior do núcleo celular encontramos a cromatina, que pode ser dividida em heterocromatina e eucromatina, a partir dos seus conhecimentos sobre esse tema julgue as afirmações a seguir em verdadeiro ou falso: (Fonte: Autor)

A heterocromatina é assim denominada pois é a parte do código genético que não é utilizado de forma alguma pela célula.

A eucromatina é menos condensada pois não está enrolada nas histonas (proteínas) pois está sendo transcrita e traduzida.

A heterocromatina está altamente condensada, ou seja, enrolada nas histonas (proteínas) pois não esta sendo traduzida ou transcrita.

## **APÊNDICE 2 – Roteiro de extração da molécula de DNA de célula vegetal e animal**



**UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA - UnB**

Instituto de Ciências Biológicas - IB

Programa de Mestrado Profissional em Ensino de Biologia - PROFBIO

### **ROTEIRO DE APLICAÇÃO DA ATIVIDADE PRÁTICA DE EXTRAÇÃO DE DNA DA CÉLULA VEGETAL E ANIMAL**

**BRASÍLIA - DF 2022**

## **INTRODUÇÃO**

Uma vez que a utilização de aulas práticas enriquece a abordagem dos conteúdos programáticos e pode consideravelmente atrair a atenção dos alunos e conseqüentemente auxiliar na construção do conhecimento, de acordo com DE LIMA (2011), ainda que essa atividade possua um roteiro e chegue a um resultado esperado, ou seja de cunho investigativo, sua utilização nessa pesquisa utilizará um passo a passo que pode ser adaptado as diferentes realidades dos professores que demonstrem interesse na sequencia didática parcialmente ou em sua totalidade.

Esse roteiro foi elaborado objetivando a observação de aglomerado das moléculas de DNA de células vegetais e animais, a fim de enfatizar detalhes em cada etapa do processo e sua importância no resultado.

Para a extração vegetal sugere-se utilizar a cebola, já que de acordo com RODRIGUES et al. (2008) é o vegetal com melhor visualização do DNA, já que possui menor quantidade de pectina, entretanto, vale ressaltar que outros vegetais também produzem bom material, como banana e morango.

### **Extração da molécula de DNA de célula vegetal**

#### **MATERIAL NECESSÁRIO**

- Material biológico (neste caso, cebola triturada)
- Detergente
- Cloreto de sódio (sal de cozinha)
- Álcool etílico 70° (gelado, de preferência)
- Copos de vidro (se possível, 2 béqueres)
- Colheres
- Filtro de papel
- Papel filme ou papel toalha

#### **PROCEDIMENTOS**

##### **ETAPA 1 – PRODUÇÃO DA SOLUÇÃO DE LISE**

Em um copo (ou béquer) preencha 3/4 do volume do recipiente com água e misture com uma colher de sopa de sal até sua total dissolução, então, adicione cerca de 3 gotas de detergente na solução salina e mexa vagarosamente para não criar espuma até obter a completa mistura do detergente (solução homogênea).



**Obs:** Deve-se enfatizar que a solução de lise possui a função de quebra das membranas plasmáticas celulares e das organelas, liberando as moléculas citoplasmática, onde, o detergente serve como solvente da bicamada lipídica das membranas e o sal com função neutralizante das cargas negativas do grupo fosfato da molécula de DNA.

## ETAPA 2 – OBTENÇÃO DE MATERIAL BIOLÓGICO

Triture o material biológico vegetal (cebola), podendo utilizar liquidificador.

**Obs:** O intuito da etapa é aumentar a superfície de contato e conseqüentemente o contato das células com a solução de lise.

## ETAPA 3 – MISTURA DO MATERIAL BIOLÓGICO NA SOLUÇÃO DE LISE

Misture o material biológico na solução de lise em uma proporcionalidade de 50/50, cubra o recipiente com papel filme ou papel toalha e deixe em repouso por cerca de 2 minutos.

**Obs:** A etapa visa a quebra das membranas plasmáticas celulares e das organelas vegetais, liberando o conteúdo da célula, incluindo o DNA que estava no núcleo. Deve-se cobrir a solução para evitar possível contaminação.

## ETAPA 4 – FILTRAGEM E VISUALIZAÇÃO

Retire a cobertura do recipiente e utilizando o filtro de papel, filtre a solução, separando o líquido do sólido. Agora com a solução filtrada em novo recipiente, adicione o álcool etílico gelado vagarosamente utilizando as paredes do recipiente, reserve por cerca de 1 minuto, e então, poderemos observar um aglomerado que é constituído pelo DNA precipitado que flutua na solução (na fase alcoólica).

**Obs:** O objetivo desta etapa é separar as moléculas advindas das células vegetais com a filtração; A utilização do álcool gelado diminui a solubilidade das moléculas de DNA que

juntamente com o sal presente na solução de lise e auxilia na precipitação e separação dos ácidos nucleicos da célula.

### **Extração da molécula de DNA de célula animal**

#### **MATERIAL NECESSÁRIO**

- Material biológico (neste caso, saliva humana)
- Detergente
- Cloreto de sódio (sal de cozinha)
- Álcool etílico 70° (gelado, de preferência)
- Copos de vidro (se possível, 2 béqueres)
- Colheres

#### **ETAPA 1 – PRODUÇÃO DA SOLUÇÃO DE LISE**

Em um copo (ou béquer) preencha 3/4 do volume do recipiente com água e misture com uma colher de sopa de sal até sua total dissolução.

**Obs:** Deve-se enfatizar que a solução de lise possui a função de quebra das membranas plasmáticas celulares e das organelas, liberando as moléculas citoplasmática, onde, o sal possui função neutralizante das cargas negativas do grupo fosfato da molécula de DNA.

#### **ETAPA 2 – OBTENÇÃO DE MATERIAL BIOLÓGICO**

Em um recipiente utilize cerca de três (3) colheres de sopa da solução salina de lise e a utilize para bochechar por cerca de 1 minuto, então, retorne o líquido novamente para o recipiente e com a utilização de uma colher limpa adicione aproximadamente uma (1) gota de detergente e mexa vagarosamente para não criar espuma enquanto dissolvesse o detergente.

**Obs:** O intuito da etapa é de coletar células presentes na boca do indivíduo e ao adicionar o detergente, ele funcionará como solvente da bicamada lipídica das membranas plasmáticas celulares e das organelas citoplasmáticas.

### ETAPA 3 – VISUALIZAÇÃO DO AGLOMERADO DE MOLÉCULAS DE DNA

Adicione ao recipiente com o material biológico resultante do bochecho o álcool etílico gelado vagarosamente utilizando as paredes do recipiente, reserve por cerca de 1 minuto, e então, poderemos observar o aglomerado de moléculas de DNA precipitado no fundo da fase alcoólica.

**Obs:** O objetivo da utilização do álcool gelado diminui a solubilidade das moléculas de DNA juntamente com o sal presente na solução de lise e auxilia na precipitação e separação desse material para posterior análise.

### CONCLUSÃO

Demonstrar aos alunos o precipitado de moléculas de DNA e enfatizar para os participantes da aula prática que o DNA, por tratar-se de moléculas, não podem ser visualizadas separadamente e da mesma forma que em figuras utilizadas didaticamente, entretanto, estão presentes em todos os seres vivos e possuem papel vital na manutenção dos organismos.

## REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

RODRIGUES, Cristiane Del Nero.; ALMEIDA, Ana Carolina de.; FURLAN, Cláudia Maria.; TANIGUSHI, Daniel Gouveia.; SANTOS, Débora Yara A. C.; CHOW, Fungyi.; MOTTA, Lucimar Barbosa.; DNA vegetal na sala de aula.; **São Paulo: Departamento de Botânica – IBUSP**. São Paulo, 2008. 8 p.: il. – (Ensino de Botânica)

THENORIO, Iberê Francisco. Como extrair DNA humano (experiência). **Youtube**, 11 de Junho de 2013. Disponível em: < <https://youtu.be/vO50-ZRQtuY> >.

### Apêndice 3 – Captura de imagem e alvos no aplicativo SLIDE AR®



**Figura 1.** Alvos utilizados para a identificação de objetos de uso cotidiano para leitura pelo aplicativo SLIDE AR®

## Apêndice 4 – Conceitos biológicos contextualizados

# CONCEITOS BÁSICOS

---

- Questões problematizadoras:

“Em algumas situações, é possível perceber que um **alelo** de um determinado locus gênico inibe a ação de outro alelo em outro **locus**. Essa situação em que um gene mascara a expressão de outro é chamada de epistasia.”

(Fonte: <https://exercicios.brasilecola.uol.com.br/exercicios-biologia/exercicios-sobre-conceitos-basicos-genetica.htm#resp-1>)

“**Homozigoto e Heterozigoto**, na genética, são indivíduos que apresentam pares de alelos idênticos ou distintos. Isso quer dizer que enquanto o homozigoto possui dois alelos idênticos, com os seres heterozigotos acontece o oposto, uma vez que eles possuem dois alelos diferentes.” (Fonte: <https://www.educamaisbrasil.com.br/enem/biologia/homozigoto-e-heterozigoto>)

“O **genótipo** diz respeito à informação presente no genoma de um indivíduo. O **fenótipo**, por sua vez, depende de uma combinação entre nosso genótipo e o meio ambiente.” (Fonte: <https://mundoeducacao.uol.com.br/biologia/genotipo-fenotipo.htm>)

“Os **genes** são segmentos de ácido desoxirribonucleico (**DNA**) que contêm o código para uma proteína específica que funciona em um ou mais tipos de células no organismo. **Cromossomos** são estruturas dentro das células que contêm os **genes** de uma pessoa.” (Fonte: <http://www.oncoguia.org.br/conteudo/o-que-sao-genes/8159/73/>)