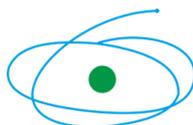




**UnB**



C A P E S



**PROFBIO**  
Mestrado Profissional  
em Ensino de Biologia



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

**ABORDAGEM INVESTIGATIVA NO ENSINO DE BIOLOGIA: UM  
MODELO DIDÁTICO PARA O ESTUDO DO DNA**

**ARLINDO MARTINS CUSTODIO NETO**

**BRASÍLIA**

**2020**

**ARLINDO MARTINS CUSTODIO NETO**

**ABORDAGEM INVESTIGATIVA NO ENSINO DE BIOLOGIA: UM  
MODELO DIDÁTICO PARA O ESTUDO DO DNA**

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

Área de concentração: Ensino de Biologia

Orientadora: Dra. Maria Julia Martins Silva

**BRASÍLIA**

**2020**

## FOLHA DE APROVAÇÃO

ARLINDO MARTINS CUSTODIO NETO

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

### COMISSÃO EXAMINADORA



---

Prof. Dra. Maria Julia Martins Silva  
(Membro Titular Presidente)



---

Prof. Dr. Paulo Cesar Motta  
(Membro Titular)



---

Prof. Dra. Maria Fernanda Nince Ferreira  
(Membro Titular)



---

Prof. Dr. Marcos Antonio dos Santos Silva Ferraz  
(Membro Suplente)

Brasília, outubro de 2020.

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

## **RELATO DE MESTRADO**

A possibilidade de fazer um mestrado na área de Biologia foi algo que sempre almejei. No entanto, as dificuldades em conciliar o estudo com o trabalho, a falta de opções na região onde moro, a dificuldade de pagar por um curso, muitas vezes caro, foram dificultando o alcance desse objetivo de vida acadêmica.

O Mestrado Profissional em Ensino de Biologia (PROFBIO) surgiu como uma grande oportunidade de estudos. Mesmo pensando na distância a percorrer a cada semana, não pensei duas vezes antes de abraçar esse ensejo. Fiz minha inscrição, prestei a prova e, com muito orgulho, recebi o resultado de minha aprovação.

A experiência de cursar o PROFBIO foi única. Desde o primeiro momento até as últimas avaliações, foi tudo sempre recheado de oportunidade a aprender algo novo. Relembrar conteúdos do tempo de academia, aprender conteúdos novos que por algum motivo deixei de aprender. Mas para mim, o mais importante foi a chance de atualizar os conteúdos a partir das novas descobertas da ciência conseguidas pelo afincado de pesquisadores que tive a oportunidade de conviver.

Atualmente, trabalho como professor de Biologia do Ensino Médio na rede pública de ensino do Estado de Goiás. Sou concursado e estou lotado no Colégio Estadual Domingos Alves Pereira na cidade de Acreúna. Muitas foram as vezes que cheguei da aula do mestrado ansioso para aplicar algo que tinha aprendido nas minhas aulas. Sempre que era possível, aproveitava os conhecimentos novos para aprimorar meu trabalho e contribuir para o crescimento dos meus alunos.

O método investigativo passou a ser meu grande aliado na maior parte das minhas aulas. As aulas de aplicação, parte obrigatória do curso a cada semestre, foram uma grande oportunidade de mostrar como eu aplicava o conhecimento aprendido no curso em minhas aulas, tanto aos meus alunos, à minha comunidade escolar, como também aos meus professores e colegas de mestrado.

Além do aprimoramento no meu conteúdo, tive a oportunidade ímpar de conviver com colegas de curso que, através de nossa interação, contribuíram de maneira singular com minha formação. Foram inúmeras as oportunidades de trocas de

experiências; a cada troca, um aprendizado. Um filme compartilhado, uma técnica trocada, uma sugestão de atividade, um aplicativo, um site, e tantas outras formas de transferência de conhecimentos. Foi um grupo muito bom para se trabalhar em equipe.

Após esses dois anos de estudos, posso afirmar que o Mestrado Profissional em Ensino de Biologia (PROFBIO) trouxe um amadurecimento de tantos outros dois anos na minha vida profissional de professor de Biologia. Transformou-me como professor, melhorando a minha prática pedagógica e contribuindo na melhoria da relação com meus alunos; tornou minhas aulas mais interessantes, dinâmicas e significativas para os estudantes de minhas turmas.

## **LISTA DE FIGURAS**

Figura 01 - Turma dos alunos.....	20
Figura 02 - Grupo 1 Construção do modelo .....	24
Figura 03 - Modelo de DNA criado pelo grupo 1 .....	24
Figura 04 - Grupo 2 Construção do modelo .....	25
Figura 05 - Modelo de DNA e Transcrição criado pelo grupo 3.....	26
Figura 06 - Alunos do Grupo 4 Construção do Modelo .....	27
Figura 07 - Modelo identificando etapa de junção do RNA mensageiro ao ribossomo.	28
Figura 08 - Estrutura do modelo de tradução do grupo 4.....	29
Figura 09 - Construção do modelo do grupo 4.....	29

## **LISTA DE GRÁFICOS**

Gráfico 1 - Resultado das respostas da pergunta 01 conforme chave de correção.....	34
Gráfico 2 - Resultado obtido das respostas dos alunos a pergunta nº 02 .....	35
Gráfico 3 - Resultado obtido das respostas dos alunos a pergunta nº 03 .....	36
Gráfico 4 - Resultado obtido das respostas dos alunos a pergunta nº 04 .....	37
Gráfico 5 - Resultado obtido das respostas dos alunos a pergunta nº 05 .....	39

## **LISTA DE TABELA**

Tabela 1 – Tempo necessário para realizar as atividades .....	18
---	----

## **LISTA DE ILUSTRAÇÕES**

Ilustração 01 - Esquema da estrutura formada pelo conjunto de tampinhas, ligadas ao arame e canudo. ....	49
Ilustração 02 – Esquema da estrutura formada pela união dos conjuntos de tampinhas, teclas unidos por arame e canudo. ....	49
Ilustração 03 – Esquema da estrutura formada pela ligação dos nucleotídeos.....	50
Ilustração 04 – Esquema do DNA formado pela união das estruturas, pelas bases nitrogenadas.....	50
Ilustração 05 - Esquema da caixa de papelão com suas colagens e recortes.....	52
Ilustração 06 – Esquema das trincas de bases (códon) do RNA-m .....	53
Ilustração 07 – Esquema da representação dos aminoácidos. ....	53

Ilustração 08 – Esquema do conjunto responsável pela tradução do DNA em funcionamento. .... 54

## **RESUMO**

Este estudo vem ao encontro do anseio do pesquisador em criar estratégias de ensino que tornem a aprendizagem sobre o DNA mais significativa, pois este conteúdo é de suma importância dentro da Biologia. Desta forma, é necessário um ensino mais significativo para o aluno e que os conteúdos abordados possam promover o crescimento do mesmo no sentido de enfrentar situações cotidianas com autonomia e conhecimento. A pesquisa de abordagem qualitativa foi desenvolvida com os alunos da 3ª série do Ensino Médio, do Colégio Estadual Domingos Alves Pereira, em Acreúna Goiás, turmas A, B e C, visando analisar como a construção de um modelo didático para o ensino do DNA pode colaborar com adolescentes e jovens do Ensino Médio na construção de conceitos e processos de Genética, sem distorções e erros comumente observados na forma tradicional de ensino desse conteúdo. Pelo método investigativo, embasado na pesquisa teórica, os alunos, juntamente com o professor pesquisador, construíram modelos que demonstrem o funcionamento do DNA nos processos da Genética. A construção dos modelos seguiu os moldes investigativos (pesquisa, levantamento de hipóteses, teste de hipóteses, comprovação das hipóteses e aplicação dos modelos), sendo os alunos os protagonistas desta construção e aplicação. Para avaliar os resultados da aplicação do projeto, foi realizada uma pesquisa junto aos alunos na forma de questionários. Com os resultados obtidos no trabalho, constatou-se a importância dos modelos didáticos no processo de ensino e aprendizagem, principalmente de temas complexos, como é o caso dos conteúdos relacionados à genética, especificamente sobre a estrutura do DNA.

**Palavras-chave: Aprendizagem, Modelos Didáticos, Ensino Investigativo.**

## **ABSTRACT**

This study fulfills the researcher's desire to create teaching strategies that make learning about DNA, because this content is extremely important in Biology. Therefore, a more significant way of teaching the students is necessary, which can promote the student's growth in order to face situations with autonomy and knowledge. The research, with a qualitative approach, was developed with the students in the last year of High School, from Colégio Estadual Domingos Alves Pereira, in Acreúna, Goiás, classes A, B and C, aiming to analyze how the construction of a didactic model for teaching DNA can collaborate with high school teenagers and young people in the construction of Genetic concepts and processes, without distortions and errors commonly observed in the traditional way of teaching this content. By the investigative method, based on theoretical research, the students, with the professor researcher, developed models which demonstrate the physiology of the DNA in genetic processes. The construction of patterns follow the investigative molds (research, hypothesis survey, hypothesis testing, the confirmation of hypotheses and application of models) with students being the protagonists of this construction and application. To evaluate the results of the application of the project, a survey was carried out with the students by using a questionnaire. With the results obtained in the work, we could verify the importance of didactic models in the teaching and learning processes, mainly of complex topics, as is the case of the contents related to genetics, specifically about the structure of DNA.

**Keyword: Learning, Didactic Models, Investigative Teaching.**

## SUMÁRIO

1 – INTRODUÇÃO .....	13
2 – REFERENCIAL TEÓRICO .....	15
3 – OBJETIVOS .....	17
3.1 – Objetivo Geral .....	17
3.2 – Objetivos Específicos .....	17
4 – METODOLOGIA.....	17
4.1 – MATERIAIS E MÉTODOS .....	18
Apresentação do trabalho para os participantes.....	18
Confecção de modelos tridimensionais de DNA utilizando material reciclável.....	20
Seminário para estudo do DNA e seu funcionamento, utilizando os modelos .....	21
Atividade, na forma de respostas às perguntas sobre o DNA, para avaliação do resultado da aplicação do trabalho e pesquisa .....	22
5 – RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	22
5.1 Construção dos modelos didáticos tridimensionais do DNA com uso de material reciclado .....	22
Grupo 1 – Estrutura do DNA .....	23
Grupo 2 – Duplicação do DNA.....	25
Grupo 03 – Transcrição do DNA.....	26
Grupo 4 – Tradução.....	27
5.2 Seminário para estudo do DNA e seu funcionamento, utilizando os modelos.....	30
Grupo 1 – Estrutura do DNA .....	30
Grupo 2 – Duplicação do DNA.....	31
Grupo 3 – Transcrição do DNA.....	32
Grupo 4 – Tradução do DNA .....	32
5.3 - Atividade, na forma de respostas às perguntas sobre o DNA, para avaliação do resultado da aplicação do trabalho e pesquisa.....	33
CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	39
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	41
Apêndice 01.....	46
Atividade, na forma de respostas às perguntas sobre o DNA, para avaliação do resultado da aplicação do trabalho e pesquisa.....	46
APÊNDICE 02 .....	48
Passo a passo para a construção do Modelo de Estrutura do DNA.....	48

APÊNDICE 03 .....	51
Passo a passo para a construção do Modelo de Tradução .....	51
Anexo 01.....	55
Termo De Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) .....	55
ANexo 02 .....	59
Parecer Consubstanciado do CEP.....	59

## 1 – INTRODUÇÃO

Ensinar para os estudantes algo tão abstrato como o DNA e sua estrutura requer do professor uma habilidade imensa em desenhos, esquemas, sorte em encontrar vídeos interessantes e usar uma língua e linguagem interessantes ao aluno de Ensino Médio. O professor pesquisador, diante de tamanha dificuldade em alcançar seus objetivos no ensino sobre o DNA, procura propor o estudo de uma técnica pedagógica que pudesse auxiliar e facilitar essa árdua tarefa.

Os estudantes do Ensino Médio sentem-se entediados com a forma de estudos desse nível de ensino. A aprendizagem para o Ensino Médio, majoritariamente, é teórica, com aulas expositivas e monótonas. O professor não utiliza atividades práticas e, na maioria das vezes, não possui recursos didáticos que modificam o método tradicional. O ensino de estruturas moleculares, como o DNA (ácido desoxirribonucleico), compreende conteúdo complexo da Genética e de difícil entendimento (PEREIRA et al., 2014).

Tornar o ensino de Biologia mais significativo e relevante para os adolescentes e jovens é um grande desafio para o professor. É necessário criar estratégias de ensino que motivem os alunos a selecionar assuntos mais relevantes e significativos e que possam ser incorporados ao seu cotidiano, a fim de auxiliá-los na tomada de decisões diante de situações-problemas que esses estudantes enfrentam na vida.

Nesse sentido, de acordo com Krasilchik (2004), a seleção dos conteúdos e a forma como serão ensinados para os alunos podem definir como o estudante se relacionará com a disciplina, cabendo ao professor desenvolver atividades que atraiam os alunos ao estudo e que estimulem seu interesse. A forma de abordagem escolhida pelo professor é tão importante quanto à escolha do próprio conteúdo a ser ensinado.

Diante do cenário atual da rotina em sala de aula, percebemos uma grande falta de interesse dos alunos em relação ao ensino de Biologia. Moreira (2009) afirma que a prática de alguns professores, voltada para o ensino tradicional, seguindo padrões pré-estabelecidos, em que os alunos apenas tornam-se ouvintes do conteúdo e são motivados a pensar da mesma forma, contribuem de maneira contundente para o aumento da desmotivação dos alunos.

A Base Nacional Comum Curricular – BNCC – documento que define os rumos da Educação Básica no Brasil, demonstra que na Área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias o estudante deve alcançar a competência de

Exercitar a curiosidade intelectual e recorrer à abordagem própria das ciências, incluindo a investigação, a reflexão, a análise crítica, a imaginação e a criatividade, para investigar causas, elaborar e testar hipóteses, formular e resolver problemas e criar soluções (inclusive tecnológicas) com base nos conhecimentos das diferentes áreas. (BRASIL, 2019).

Ao escolher estratégias diferentes na abordagem dos conteúdos na Área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias, pertinentes à intervenção pedagógica que leva ao processo investigativo, o professor estabelece autonomia para seu aluno, tornando-o protagonista do processo de aprendizagem.

Nessa conjuntura, o estudo de Genética, um dos maiores conteúdos da Biologia, tem se tornado fundamental para a formação cidadã dos alunos de escola pública, uma vez que os avanços da Genética trouxeram técnicas como o mapeamento genético, a produção de organismos transgênicos, clonagem e a terapia gênica, por exemplo. Temas relacionados à manipulação do DNA e que carregam uma inferência ética muito grande, são fatos que corroboram com a necessidade de um conhecimento amplo e consciente sobre o tema além de contribuir para a alfabetização científica dos estudantes (AULER; DELIZOICOV, 2001; CHASSOT, 2000).

Os conceitos abordados no ensino de Genética são, geralmente, de difícil assimilação, sendo necessárias práticas que auxiliem no seu entendimento. Segundo Krasilchick (2004), o professor, com formação apenas teórica, tem dificuldade em relacionar o conteúdo adquirido na escola e seu meio social. Assim, o educador não possibilita que os estudantes se aproximem mais das informações sobre Genética amplamente comentada pela mídia, tornando os alunos distantes dos acontecimentos que envolvam essa área.

A abordagem no ensino de estruturas microscópicas em conteúdo de Biologia se torna muitas vezes abstrata, dificultando o processo de aprendizagem, (ORLANDO et al. 2009).

Para aumentar o entusiasmo do aluno em relação ao estudo de Genética, atividades diferentes, como estudo de caso, análise de exames de paternidade, entre outras, são utilizadas pelo professor no ambiente de aprendizagem, desenvolvendo ideias a partir de atividades cognitivas para a construção do conhecimento (BEZERRA et al., 2010 apud CATARINACHO, 2011).

Cavalcante e Silva (2008) afirmam que os modelos didáticos auxiliam os alunos a estabelecer uma relação entre a teoria e a prática, permitem a experimentação facilitando o entendimento dos conceitos, desenvolvem habilidades, competências e

atitudes além de abrir caminho para reflexões sobre o meio a sua volta. Mendonça e Santos (2011), complementam que os modelos didáticos pedagógicos permitem, de forma estratégica, a mudança na forma de ensinar, saindo de um modo tradicional e caminhando para uma inovação. São modelos concretos para representar uma teoria abstrata e que desperta no aluno maior afinco no estudo do assunto abordado além de contribuir para uma aprendizagem mais contundente (ORLANDO, T.C. et al., 2009).

A apresentação de um modelo imitando uma dupla hélice, usada pelos cientistas Watson e Crick em 1953, foi essencial para compreensão da descoberta de como se estruturava a molécula do DNA. A demonstração dessa estrutura, na forma de um modelo construído pelos estudantes, com materiais de fácil acesso, pode ser uma ferramenta facilitadora para a compreensão de fenômenos relacionados ao funcionamento do DNA (JANN; LEITE, 2010; PEREIRA, 2014). Entretanto, a compreensão de todos os conceitos envolvidos no estudo do DNA, requer outras estratégias além do uso de modelos didáticos.

O modelo didático é uma estratégia de ensino importante e facilita o processo de aprendizagem de forma dinâmica. O uso de cores, formas, texturas, torna o ensino mais relevante e prazeroso para os estudantes (KARASAWA, GONÇALVES, 2011; BASTOS, FARIA, 2011; ALMEIDA, 2013; MATOS, 2014; CORPE; MOTA, 2014).

## **2 – REFERENCIAL TEÓRICO**

O motivo mais relevante que auxilia na aprendizagem consiste no saber prévio do aluno, pois a aprendizagem acontece quando uma nova informação se incorpora às concepções já existentes nas experiências de aprendizados anteriores. É a partir desse ponto de apoio que deve ser desenvolvida a aprendizagem das novas definições. Portanto, a aprendizagem significativa consiste num mecanismo em que novas informações passam a ter significado a partir da relação feita pelo aluno entre aspectos relevantes preexistentes na sua estrutura cognitiva (AUSUBEL 1976; MOREIRA 2006).

Nossa atualidade é marcada por mudanças que acontecem de forma rápida e enérgica, infelizmente não acompanhadas pelas escolas, gerando uma grande lacuna, uma vez que o que se ensina e a forma como se ensina são muito distantes da vivência social dos adolescentes e jovens do Ensino Médio (POSTMAN WEINGARTNER 1978; ARANHA 1996; FRONZA 2016).

Krasilchik (2004) infere que os modelos didáticos são um dos recursos mais utilizados em aulas de biologia, para visualizar objetos de três dimensões. Contudo, podendo ter limitações diversas, como, por exemplo, a dificuldade dos estudantes em compreendê-los como simplificações do objeto real. Nesse caso, é necessário envolvê-los na sua produção para que ocorra a aprendizagem. Acrescenta ainda que, os avanços científicos no campo da Biologia têm conduzido à necessidade de uma didatização dos conhecimentos nas salas de aula de ciências, isto é, à facilitação dos conhecimentos científicos biológicos em objetos de ensino.

De acordo com Giordan, Vecchi (1996), um modelo é uma construção, uma estrutura que pode ser utilizada como referência, uma imagem analógica que permite materializar uma ideia ou um conceito, tornados assim, diretamente assimiláveis.

Aprender os conteúdos de Biologia permite que adolescentes e jovens do Ensino Médio tenham condições de tornarem-se cidadãos críticos, ao assimilar e refletir seus conhecimentos já existentes aos processos biológicos, e compreender como a construção e evolução da tecnologia depende desses conhecimentos. Ensinar Biologia não é apenas abastecer o aluno de conteúdos, e sim, contribuir para o aprimoramento de habilidades e competências, que levem o aluno a reestruturação de fatos. Para alcançar esse objetivo, o professor deve planejar estratégias que provoquem o aluno a pensar e usar os conteúdos aprendidos em sala de aula na solução de problemas cotidianos (SILVA, CICILLINI 2008; CARABETTA 2010).

A Genética Aplicada é o alicerce para o desenvolvimento de biotecnologias além de constituir ferramentas para o desenvolvimento de métodos de Biologia Molecular. A necessidade de uma postura crítica frente à Biotecnologia e seu desenvolvimento requer uma maior importância do ensino de Genética nas escolas públicas brasileiras, permitindo significativas inferências nas questões éticas da sociedade (CASAGRANDE 2006; PAIVA, MARTINS 2005).

Os professores têm empregado alternativas lúdicas, tais como modelos didáticos, jogos, filmes, entre outros, para melhorarem seu trabalho no sentido de tornar os conteúdos mais claros para os alunos, permitindo sua aproximação com a realidade vivenciada por ele e tornar o processo mais prazeroso (VALADARES e RESENDE, 2009 apud CATARINACHO, 2011).

A utilização de modelos didáticos desperta grande interesse nos alunos pelo conteúdo abordado, motivando uma participação ativa além de grande interação entre os estudantes (ORLANDO, T.C. et al., 2009). Palhano e Costa (2014) corroboram ao dizer

que o uso de modelos didáticos é uma atividade muito relevante para o aluno, pois desperta nele grande criatividade e cooperação, além de aumentar o interesse do aluno pelo conteúdo abordado, promovendo um aprendizado significativo e contextualizado.

### **3 – OBJETIVOS**

#### **3.1 – Objetivo Geral**

Analisar como a construção de um modelo pedagógico para o ensino do DNA pode auxiliar os alunos a apreender os conceitos e processos genéticos e aplicá-los aos novos avanços do conhecimento biológico no campo da Genética.

#### **3.2 – Objetivos Específicos**

- a) Construir, junto com os estudantes, modelos didáticos tridimensionais de DNA, utilizando material reciclado.
- b) Aplicar os modelos didáticos construídos para uma atividade de ensino investigativo para construção do conhecimento sobre as funções do DNA.
- c) Avaliar como a utilização de modelos didáticos tridimensionais do DNA motivaram os alunos e auxiliaram na melhor compreensão do conteúdo.

### **4 – METODOLOGIA**

Baseado na forma como foi conduzido o trabalho e coletado os dados, trata-se de uma pesquisa com abordagem qualitativa. Segundo Creswell (2012), a pesquisa qualitativa transforma o mundo real vivenciado em dados representativos partindo de registros como fotos, relatos, lembretes e apresentações. Nessa metodologia, os dados são “ricos em fenômenos descritivos relativamente a pessoas, locais e conversas, e de complexo tratamento estatístico” (BOGDAN e BILKEN, 1994).

Para alcançar os objetivos dessa pesquisa, o autor propôs a construção de modelos didáticos sobre o DNA. Os alunos, através do método investigativo de ensino, construíram modelos didáticos para o DNA, utilizando oficinas e o seminário. O pesquisador serviu-se de um questionário na forma de atividade escolar para coletar dados para a discussão do problema levantado.

O professor pesquisador optou por observar o resultado do trabalho dos discentes na construção dos modelos didáticos. Aplicou um questionário com perguntas

baseadas em atividade pedagógica sobre o assunto investigado pelos alunos, bem como analisou os registros dos grupos, as imagens produzidas e a apresentação dos seminários.

As conclusões foram alcançadas a partir da análise descritiva dos dados levantados. “Quando o estudo é de caráter descritivo e o que se busca é o entendimento do fenômeno como um todo, na sua complexidade, é possível que uma análise qualitativa seja a mais indicada” (GODOY, 1995).

#### 4.1 – MATERIAIS E MÉTODOS

Este trabalho foi realizado com 32 alunos da 3ª série do Ensino Médio, do turno matutino, do Colégio Estadual Domingos Alves Pereira, na cidade de Acreúna Goiás.

Três atividades foram realizadas:

- Confecção de modelos tridimensionais de DNA utilizando material reciclável;
- Seminário para estudo do DNA e seu funcionamento, utilizando os modelos;
- Resposta a um questionário na forma de atividade sobre o DNA para avaliação do resultado da aplicação do trabalho e pesquisa.

A primeira e a segunda atividades foram realizadas em sala de aula de forma presencial, em cinco aulas de 50 minutos cada aula (Tabela 1). A terceira atividade, devido à Pandemia da Covid-19, foi realizada de forma não presencial, com respostas dos alunos através de formulário do *Google*.

Tabela 1 – Tempo necessário para realizar as atividades

<b>Atividade</b>	<b>Tempo em aulas</b>
Apresentação do trabalho para os participantes	1 aula
Confecção de modelos tridimensionais de DNA	3 aulas
Seminário para estudo do DNA utilizando os modelos	2 aulas
Resposta a um questionário na forma de atividade sobre o DNA	Não presencial
<b>Tempo da aula – 50 minutos</b>	

Fonte: Registro do professor pesquisador

#### **Apresentação do trabalho para os participantes.**

Para apresentar e explicar para os estudantes como seria desenvolvido o projeto, uma aula foi usada com esse objetivo. Nesse momento, o professor pesquisador valeu-se de

apresentações em *Power Point*, explicando para os alunos que se tratava de um projeto de pesquisa que o professor deveria apresentar junto à UnB para conclusão do seu mestrado.

Ficou claro que a participação de cada um era voluntária, que o projeto havia sido aprovado pelo Comitê de Ética da UnB e que os alunos que não quisessem participar não seriam prejudicados. O pesquisador incentivou todos a colaborarem.

Em seguida, foi explanado aos estudantes que eles deveriam construir um modelo tridimensional do DNA, utilizando materiais recicláveis tais como: tampinhas plásticas ou de metal, canudos, caixa de chicletes, palitos de churrasco ou picolé, papel machê, bolinhas de gude, esferas de metal, teclas do teclado de computador, entre outros materiais que eles poderiam utilizar.

Os materiais necessários para a construção dos modelos e que deveriam ser comprados seriam de responsabilidade do pesquisador, tais como arame, cola quente, cola branca, tinta guache, pincel, tesoura, cartolina, lixa, entre outros. Os participantes não tiveram custos financeiros com o projeto, apenas auxiliaram na coleta do material reciclável.

Ainda na apresentação do trabalho ficou definido que seriam três aulas de 50 minutos para a construção do modelo. Essa construção seria a partir de um estudo investigativo sobre o DNA, realizado em grupos.

Os estudantes foram divididos em quatro grupos e cada grupo construiu seu modelo e o utilizou para explicar aos colegas, na forma de um seminário, um dos processos fisiológicos do DNA. Foram utilizadas duas aulas de cinquenta minutos para a realização do seminário.

Ao final da construção dos modelos e do seminário para o estudo do DNA, os estudantes responderam uma atividade na forma de perguntas sobre o tema para que o professor pesquisador pudesse avaliar se o uso dos modelos contribuiu para o aprendizado do conteúdo.

Depois da apresentação do trabalho pelo professor pesquisador para os participantes, os grupos foram formados utilizando uma dinâmica de escolher quatro líderes na sala e cada líder foi formando seu grupo com os demais alunos. O líder chamava um estudante da sala, aquele escolhido chamava outro e assim foi sendo feito até todos estarem nos quatro grupos formados.

Assim, ficaram formados quatro grupos com oito alunos cada. O grupo 1 construiu um modelo para explicar a estrutura do DNA, o grupo 2 construiu um modelo

para explicar a duplicação do DNA, o grupo 3 a transcrição do DNA em RNA e o grupo 4 construiu um modelo para explicar a tradução do código genético em proteínas.

Seguindo o horário escolar, foram utilizadas três aulas de 50 minutos para toda a construção dos modelos e duas aulas, também de 50 minutos, para o seminário em que cada grupo explicaria seu conteúdo utilizando o modelo criado por eles.

### **Confecção de modelos tridimensionais de DNA utilizando material reciclável.**

Os grupos se reuniram para começar os estudos sobre o DNA e planejar como seria construído um modelo tridimensional para explicar seu tema no seminário. Durante o planejamento, decidiram o material a ser utilizado, a quantidade necessária de cada material, e quem se responsabilizaria a trazer esse material na aula seguinte para dar continuidade a atividade (Figura 01).

Para a pesquisa, os estudantes usaram o livro didático utilizado na escola, *Biologia Hoje* (LINHARES, GEWANDSZNAJDER E PACCA, 2018), além de utilizarem a internet do celular para pesquisas em textos, hipertextos, imagens e vídeos.

Figura 01 - Alunos reunidos em grupos na sala de aula planejando e iniciando a construção dos modelos de DNA.



Fonte: Acervo pessoal de fotos do Pesquisador

Para a construção dos modelos foram utilizadas três aulas. Durante todo o processo de pesquisa, escolha do material e, confecção dos modelos, houve a orientação do professor pesquisador dando sugestões, sanando dúvidas, levando os alunos a refletirem sobre sua aprendizagem naquele momento. Alguns grupos não conseguiram concluir todo o trabalho durante as aulas, tendo, então, que levar para concluir em casa.

Foram construídos quatro modelos de DNA, um por cada grupo. O pesquisador selecionou dois modelos para fazer a descrição de como construir tais modelos. A descrição está como apêndice dessa dissertação.

### **Seminário para estudo do DNA e seu funcionamento, utilizando os modelos**

Como cada grupo fez seu estudo inicial focado em um aspecto fisiológico do DNA, a junção de todos os conteúdos se deu na forma de um seminário, com duração de duas aulas de 50 minutos, nas quais cada grupo explicou para os colegas o tema estudado por eles.

Os participantes dos grupos ficaram divididos com os temas na seguinte forma:

- Grupo 1 – Estrutura do DNA
- Grupo 2 – Duplicação do DNA
- Grupo 3 – Transcrição do DNA
- Grupo 4 – Tradução do DNA

Para explicar o conteúdo, cada grupo utilizou o modelo construído por ele, para fazer a demonstração de como é organizado a estrutura do DNA e de como ocorre cada uma das etapas do funcionamento do DNA estudadas no Ensino Médio.

Durante a explanação, cada grupo escolheu dois discentes participantes para liderar a apresentação. Estes estudantes foram explicando o conteúdo e demonstrando, quando possível, como acontecia o processo no modelo do DNA. O professor pesquisador mediu todo o seminário, estimulando os alunos a questionarem quando tinham dúvidas e fazendo intervenções necessárias nas explicações dos grupos.

O seminário propiciou a todos os estudantes do grupo aprofundar o conhecimento sobre o tema trabalhado, tirar as dúvidas que tinham surgido durante a construção dos modelos, bem como observar de forma concreta as funções do DNA.

O grupo 4, além de demonstrar a tradução utilizando o modelo construído, falou também sobre as características do código genético, utilizando além do modelo, uma apresentação em slides para ilustrar o funcionamento do código genético.

## **Atividade, na forma de respostas às perguntas sobre o DNA, para avaliação do resultado da aplicação do trabalho e pesquisa**

Após a construção dos modelos didáticos e sua utilização no seminário para demonstrar a estrutura e o funcionamento do DNA, foi solicitado que os educandos respondessem a um questionário (Apêndice 01) composto de cinco questões de resposta aberta.

Devido à suspensão das aulas presenciais, para combater a disseminação da Covid-19, o questionário foi respondido pelo formulário criado no *Google Forms* e encaminhado para os alunos através do *Whatsapp*.

Esse questionário somente foi respondido após o consentimento dos pais/responsáveis através do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) (Apêndice 02), que aconteceu após a aprovação do projeto pelo Comitê de Ética da Faculdade de Ciências da Saúde da Universidade de Brasília, de acordo com o parecer substanciado do Conselho de Ética em Pesquisa – CEP de número 3.802.231 (Apêndice 03).

O questionário buscou verificar se a construção dos modelos didáticos tridimensionais do DNA e sua utilização no estudo da estrutura e funções do DNA colaboraram de forma positiva na compreensão do conteúdo por parte dos estudantes, extenuando de forma contundente as dúvidas comumente encontradas entre os discentes quando estudam o DNA.

## **5 – RESULTADOS E DISCUSSÃO**

### **5.1 Construção dos modelos didáticos tridimensionais do DNA com uso de material reciclado**

As aulas para construção dos modelos didáticos se tornaram verdadeiras oficinas de trabalho. Os estudantes, bem motivados, se mostraram muito criativos. O professor pesquisador esteve o tempo todo fazendo inferências nos grupos de trabalho, orientando quanto ao material mais adequado para os modelos, como obter esse material e estimulando os discentes à reflexão sobre o conteúdo, ajudando-os a relacioná-lo com o dia a dia.

Utilizar novas metodologias e recursos didáticos colabora com a compreensão do papel dos ácidos nucleicos na célula (LEWIS et al., 2000). A construção dos

modelos tridimensionais demonstrou uma estratégia relevante no estímulo aos alunos em pesquisar e compreender melhor o conteúdo.

A estrutura do DNA, muitas vezes, não é assimilada pelos estudantes quando se utilizam somente modelos bidimensionais como esquemas e desenhos em aulas regulares. A abstração do conteúdo dificulta sua compreensão pelos alunos, gerando conceitos errados sobre o tema.

Durante a construção dos modelos tridimensionais, os discentes tiveram a oportunidade de vislumbrar a estrutura do DNA de forma concreta, processo que facilita sua compreensão e auxilia nas reflexões necessárias para sua compreensão.

Os modelos didáticos consolidam e motivam a aprendizagem (Almeida, 1981). A construção dos modelos tridimensionais foi realizada para que os estudantes conseguissem ter uma ideia mais clara de todos os componentes da molécula e sua distribuição espacial.

A construção dos modelos didáticos tridimensionais do DNA se deu de acordo com o que foi relatado abaixo.

### **Grupo 1 – Estrutura do DNA**

Para construir seu modelo, o grupo 1 utilizou 15 palitos de churrasco, 30 tampinhas plástica de garrafa PET, 1 cano de PVC “6”, 1 base de chuveiro, 4 cartolinas, 1 cola para cano e 1 fita adesiva. Colaram o cano na base do chuveiro usando a cola para cano. Uniram duas tampinhas com as faces voltadas para fora e colaram nas faces das tampinhas um círculo de cartolina, em quatro cores diferentes com letras representando as bases, utilizando a fita adesiva. Fizeram furos que atravessaram o cano em toda sua extensão tendo o cuidado de direcionar os furos para um movimento helicoidal. Introduziram um palito de churrasco de forma a atravessar dois furos de um lado e outro do cano. Colaram um conjunto de duas tampinhas coladas e cobertas com o círculo de cartolina em cada extremidade do palito. Repetiram essa etapa do palito até completar os quinze palitos (Figuras 02 e 03).

Figura 02 - Alunos do grupo 1 reunidos para planejar e construir seu modelo tridimensional de DNA.



Fonte: Acervo pessoal de fotos do pesquisador

Figura 03 - Modelo de DNA criado pelo grupo 1



Fonte: Acervo pessoal de fotos do pesquisador

Construíram um modelo generalizado, sem representar as pequenas estruturas denominadas nucleotídeos. Os estudantes entenderam que os modelos são simplificações do objeto real (KRASILCHIK, 2004). Durante o estudo, os estudantes observaram que o DNA tem sua estrutura formada pela união de pequenas estruturas, os nucleotídeos (LINHARES, GEWANDSZNAJDER E PACCA, 2018). Os discentes não conseguiram, em seu modelo, demonstrar essa estrutura.

## Grupo 2 – Duplicação do DNA

O grupo 2, com os seguintes materiais: 32 tampinhas plásticas de garrafa PET, 32 teclas de teclado do computador, 32 pedaços de canudinho de quatro cores diferentes, Arame liso galvanizado, Cola quente, 1 tábua para base, construíram seu modelo didático. Inicialmente, construíram os nucleotídeos formados por um fosfato, uma pentose e uma base nitrogenada. Utilizaram a tampinha para representar o fosfato, a tecla a pentose e o pedado de canudinho representou a base. Os canudinhos eram de quatro cores diferentes, uma cor para cada base. Em seguida, colaram metade dos nucleotídeos em um pedaço de arame mais grosso utilizando a cola quente, e uniram a pentose de um nucleotídeo ao fosfato de outro utilizando um arame fino e cola quente. Repetiram o mesmo processo com a outra metade dos nucleotídeos. Uniram as bases utilizando cola quente. Retorceram os arames grossos e prenderam numa base de madeira, deixando o modelo com aspecto retorcido (Figura 04).

Figura 04 - Os alunos do grupo 2 reunidos para planejar e construir seu modelo tridimensional do DNA



Fonte: Acervo pessoal de fotos do pesquisador

O modelo construído pelo grupo 2 foi bem fiel à descrição do DNA estudado no livro didático. Eles conseguiram demonstrar que o DNA é um polímero formado pela união de pequenas moléculas, no caso os nucleotídeos (LEHNINGER, A. L.; NELSON, K. Y., 2006). Demonstraram bem a união dos dois filamentos do DNA pelas

bases nitrogenadas, obedecendo ao pareamento entre as bases A=T e C=G (LINHARES, GEWANDSZNAJDER E PACCA 2018). Através do modelo construído pelo grupo 2, foi possível observar a dupla hélice do DNA unidas pelas bases nitrogenadas.

### Grupo 03 – Transcrição do DNA

Utilizando como base da construção do modelo, o grupo 3 utilizou 48 pedaços de palitos de espetinhos, 64 esferas de aço retiradas de rolamentos velhos, 4 pedaços de papelão para base, tinta guache nas cores vermelho, laranja, amarelo, azul e branco, solda e cola quente. Os alunos desmontaram os rolamentos, retiraram as esferas e limparam, em seguida, utilizando um aparelho de solda, uniram as esferas simulando as sequências de nucleotídeo (fosfato e pentose) (Figura 05). Esse processo inicial foi realizado na oficina do pai de um dos estudantes do grupo. Na escola, os discentes pintaram as esferas de vermelho, as que simularam o DNA, e de laranja, as que simularam o RNA transcrito. Pintaram os pedaços de palito de espetinho em quatro cores diferentes, simulando as bases nitrogenadas. Utilizando cola quente, prenderam os pedaços de palito nas esferas para unir as duas sequências do DNA e fizeram o mesmo com a sequência do RNA (laranja). O arranjo foi fixado num suporte feito por pedaços de papelão.

Figura 05 - Detalhes do modelo de transcrição construído pelo grupo 3



Fonte: Acervo pessoal de fotos do pesquisador

A construção do modelo pelo grupo 3 foi muito inusitada quanto à utilização do material. O uso das esferas de aço demonstrou que os estudantes ao planejar a construção de seu modelo trouxeram seu dia a dia para o momento. Embora esse grupo também tenha tomado um viés de simplificação do objeto real (KRASILCHIK, 2004), conseguiram demonstrar no modelo a transcrição do DNA em RNA. Sem demonstrarem os detalhes da estrutura do DNA, que representam o modelo proposto por Crick e Watson em 1953, os estudantes do grupo conseguiram fazer uma representação do DNA e a transcrição em RNA. A compreensão da constituição química do material genético parece muito complexa e confusa para os estudantes do Ensino Médio (PEREIRA et al., 2014).

#### **Grupo 4 – Tradução**

O modelo do grupo 4 gastou o seguinte material: 1 caixa de papelão, fita crepe, 1 caneta marcadora, tinta guache nas cores amarelo e azul, pincel, 24 tampinhas plásticas de caixa de leite, 12 círculos de papel cor-de-rosa, 12 círculos de papel amarelo, 12 círculos de papel verde, 12 círculos de papel vermelho, (todos os círculos do tamanho da tampinha plástica), 16 ímãs pequenos de porta de geladeira, 3 tampas de pote de achocolatado em pó, 1 círculo de papel verde do tamanho da tampa do pote de achocolatado em pó, 1 círculo de papel azul e 1 círculo de papel laranja do tamanho da tampa do achocolatado em pó, 175 cm de arame, 1 folha de papel e cola quente (Figura 06).

Figura 06 - Alunos do grupo 4 reunidos para planejar e construir seu modelo tridimensional do DNA.



Fonte: Acervo pessoal de fotos do pesquisador

Dividiram, com fita crepe, a caixa de papelão em duas partes, pintaram cada parte de uma cor e recortaram três laterais da caixa como janelas, deixando bordas laterais e colaram no fundo da caixa uma folha de papel escrita ribossomo. Os círculos do tamanho da tampinha plástica da caixa de leite receberam letras A, U, C e G e os estudantes recobriram nos dois lados, 6 tampinhas com círculos A, 6 tampinhas com círculo U, 6 tampinhas com círculo C e 6 tampinhas com círculos G (figura 06). Quinze tampinhas recobertas foram coladas a um pedaço de arame utilizando cola quente, totalizando 5 grupos de três tampinhas. Sobre as tampinhas dos três conjuntos do meio, foram colados com cola quente, ímãs na primeira e na última tampinha da trinca (Figura 07).

Figura 07 - Modelo identificando etapa de junção do RNA mensageiro ao ribossomo.



Fonte: Acervo pessoal de fotos do autor

A palavra Metionina foi escrita nos círculos laranja, a palavra Leucina nos círculos verdes e Arginina nos círculos azuis. As tampas de achocolatado em pó foram recobertas em ambos os lados pelos círculos Metionina, Arginina e Leucina. Foram construídas três estruturas com aproximadamente 30 cm de arame de forma triangular com os vértices arredondados. Na base mais larga dessa estrutura, para fora, foram coladas três tampinhas plásticas, com as bases nitrogenadas e na parte interna foi colada uma tampa de achocolatado, cada estrutura de arame ficou com uma tampa maior com um nome e três tampinhas menores com as letas. Na trinca de tampinhas menores foi colado um ímã na primeira e na terceira tampinha e na tampa maior dois ímãs de cada lado (Figura 08).

Figura 08 - Estrutura do modelo de tradução do grupo 4



Fonte: Acervo pessoal do professor pesquisador.

Os estudantes do grupo 4 deixaram fluir a criatividade e usaram materiais diversos ilustrando bem a ideia que os discentes queriam mostrar (Figura 09). O modelo didático é uma estratégia de ensino importante e facilita o processo de aprendizagem de forma dinâmica. O uso de cores, formas, texturas, torna o ensino mais relevante e prazeroso para os estudantes (KARASAWA, GONÇALVES, 2011; BASTOS, FARIA, 2011; ALMEIDA, 2013; MATOS, 2014; CORPE; MOTA, 2014).

Figura 09 - Etapas do processo de construção do modelo tridimensional do grupo 4



Fonte: Acervo pessoal de fotos do pesquisador

O grupo 4 teve um resultado muito expressivo na construção do seu modelo didático. Tiveram uma dedicação no estudo do processo de tradução que resultou na construção de um modelo capaz de demonstrar como ocorre o processo de tradução dentro dos ribossomos no citoplasma da célula (MENDONÇA, 2016).

Outro aspecto importante na construção do modelo do grupo foi a possibilidade de observar no modelo apresentado o código genético, a forma como ele é lido pelos ribossomos, em trincas de base do RNA-m (códon), e as trincas do RNA-t (anticódon) (LINHARES, GEWANDSZNAJDER E PACCA, 2018). Criaram o modelo do RNA com os códons de início e fim da tradução.

A ideia de utilizar ímãs para promover a aderência dos códons aos anticódons, bem como aderência entre os aminoácidos da proteína formada, foi muito criativa e capaz de propiciar a visualização de como esse processo ocorre nas estruturas celulares. Utilizando apenas material de baixo custo, na maioria recicláveis do cotidiano, os alunos conseguiram criar um artifício para aulas, tornando-as mais atraentes e motivadoras, envolvendo mais os estudantes no processo de aprendizagem (Souza et al., 2008).

## **5.2 Seminário para estudo do DNA e seu funcionamento, utilizando os modelos.**

Cysneiros, et al. (2009) asseguram que o material produzido pelos estudantes, pode ser utilizado em outras atividades. Assim, os modelos construídos pelos discentes utilizados para a realização do seminário foi um momento de aprofundar o assunto entre todos os grupos.

Durante a realização do seminário, os estudantes puderam explicar para seus colegas a parte de suas pesquisas, fazendo a demonstração de como o processo fisiológico ocorre nas estruturas celulares. O uso dos modelos para a apresentação do seminário foi essencial.

A realização do seminário ocorreu na sala de aula e foram utilizadas duas aulas de 50 minutos, sendo que cada grupo teve 15 minutos para apresentar seu conteúdo e 10 minutos para responder questionamentos dos colegas e inferências do professor pesquisador.

### **Grupo 1 – Estrutura do DNA**

O primeiro grupo a se apresentar falou sobre a estrutura do DNA organizado em nucleotídeos, pequenas moléculas resultantes do encadeamento de um fosfato, uma

pentose e uma base nitrogenada (LEHNINGER; NELSON, 2006). O DNA apresenta dois filamentos de nucleotídeos que se unem pelas bases nitrogenadas por pontes de hidrogênio e que se mostram espiraladas, conforme modelo proposto de Crick e Watson, 1953, conforme estudado no livro didático. Enfatizou ainda que ocorre um pareamento entre as bases púricas e pirimídicas, ou seja, entre A e T e entre C e G (LINHARES, GEWANDSZNAJDER E PACCA 2018).

Ao falar sobre o conteúdo, o grupo conseguiu explicar bem sobre a estrutura do DNA, mas baseado apenas nos estudos que fizeram no livro e internet. Quando tentavam demonstrar essa estrutura no modelo criado pelo grupo, durante sua explanação, não foi possível mostrar essas pequenas moléculas que se juntam, uma vez que seu modelo levou a uma simplificação do real. Mas foi possível observar no modelo o formato espiralado do DNA e a união das bases obedecendo ao pareamento A/T; C/G.

## **Grupo 2 – Duplicação do DNA**

O segundo grupo iniciou suas explicações já utilizando o modelo que criaram para demonstrarem como o DNA se duplica. Enfatizou a duplicação semiconservativa e falou das enzimas envolvidas no processo de abrir os filamentos do DNA e promover a replicação do DNA (AMABIS, MARTHO, 2016). Houve uma dúvida dos alunos sobre a origem dos novos nucleotídeos utilizados para criação das novas sequências de nucleotídeo do DNA. Os discentes do grupo não conseguiram tirar essa dúvida, sendo necessária a inferência do professor pesquisador. Outro ponto importante da explanação do grupo 2 foi a de descrever em que momentos a duplicação do DNA ocorrem e quais processos fisiológicos estão ligados a essa duplicação, como divisão celular, regeneração de tecidos, formação de gametas (AMABIS, MARTHO, 2016).

O modelo didático criado pelo grupo 2 foi muito eficiente na demonstração de como o DNA se duplica. Eles conseguiram driblar a dificuldade de entendimento de um conteúdo abstrato mostrando no concreto, através de seu modelo, como ocorre esse processo fisiológico do DNA de replicação. Embora a estrutura estivesse presa a uma base de madeira, os estudantes tiraram da base e demonstraram a abertura do DNA e a união de novos nucleotídeos, dando uma ideia muito rica de todo o processo. Houve alguns pontos obscuros de como, por exemplo, agem as enzimas que separam as bases nitrogenadas.

### **Grupo 3 – Transcrição do DNA**

O terceiro grupo explicou aos colegas como os filamentos do DNA se abrem na região do código para a formação de um RNA (transcrição), falou das enzimas que atuam no processo e da união das bases nitrogenadas para formação do RNA-m, seguindo o pareamento A=U/C=G, nesse caso alertaram para a substituição de Adenina por Uracila no RNA (LINHARES, GEWANDSZNAJDER E PACCA 2018).

A pouca mobilidade do modelo construído pelo grupo 3 dificultou sua utilização durante a explicação do grupo, uma vez que o modelo foi feito com esferas de aço soldadas entre si. Percebeu-se que toda a explicação do conteúdo ficou mais presa ao estudo teórico que o grupo fez no livro didático, com poucas demonstrações no modelo. Mesmo assim o modelo permitiu que demonstrassem a abertura do DNA na região do código para a formação do RNA-m, e o pareamento das bases, substituindo adenina por uracila. A criatividade e o material inusitado utilizado pelo grupo chamou a atenção de todos, o que contribuiu para um ambiente agradável e de aceitação da aprendizagem.

### **Grupo 4 – Tradução do DNA**

O quarto grupo falou sobre a tradução do DNA, explicou sobre o código genético e suas propriedades, universal e degenerativo (MENDONÇA, 2016). Explanou para os colegas que a leitura do RNA-m é feita pelo conjunto de três bases nitrogenadas (códon) e que o RNA-t que carrega o aminoácido da proteína reconhece os códons, também por um conjunto de três bases (anticódon) (AMABIS & MARTHO 2016). Todo o processo ocorre nos ribossomos, no citoplasma da célula, que faz a leitura do código genético contido no RNA-m e promove a construção da proteína. O grupo ainda enfatizou que o RNA-m possui sempre dois códons que não codificam aminoácidos, mas são códons de início e fim do processo (MENDONÇA, 2016).

O modelo construído pelo grupo 4 se mostrou muito eficiente para demonstrar o processo fisiológico da tradução do DNA. Os integrantes do grupo conseguiram transformar toda a abstração do conteúdo ensinado somente na exposição de aula para uma concretização do processo percebido na manipulação do modelo didático (PIETROCOLA, 2001).

Para os estudantes espectadores, o envolvimento na aprendizagem do conteúdo explanado foi natural, motivado pela possibilidade de visualizar um processo tão

complexo do DNA numa estrutura cheia de detalhes, recursos, cores e texturas diferentes.

### **5.3 - Atividade, na forma de respostas às perguntas sobre o DNA, para avaliação do resultado da aplicação do trabalho e pesquisa.**

Foram elaboradas cinco perguntas de respostas abertas (Apêndice 01) para avaliar como a construção e o uso dos modelos didáticos tridimensionais do DNA contribuem para a melhoria do processo de ensino-aprendizagem dos alunos do Ensino Médio sobre o DNA e suas funções.

Devido à suspensão das aulas presenciais, em função das medidas preventivas ao combate da disseminação da Covid-19, no início do mês de março de 2020, pelo governo do Estado de Goiás, as perguntas elaboradas foram encaminhadas aos estudantes via *Whatsapp*, através de um link de um formulário construído na Plataforma *Google*.

O professor pesquisador encaminhou para 68 alunos o link do *Google Forms* para serem respondidos. Foram retornadas 32 respostas ao pesquisador.

#### **5.3.1 – Análise das perguntas da atividade escolar.**

Para análise das respostas dadas aos alunos, serão consideradas quatro possibilidades de avaliar a resposta:

1. Respondeu como esperado;
2. Respondeu parcialmente como esperado;
3. Não respondeu como esperado;
4. Não houve resposta.

#### **Pergunta 01:**

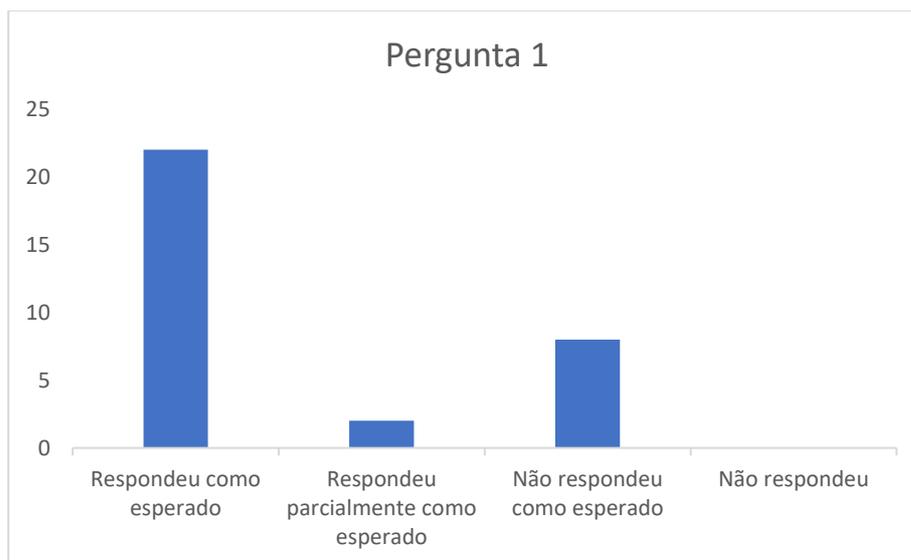
O DNA é um ácido nucléico formado pelo encadeamento de estruturas chamadas nucleotídeos. Quais são os componentes que formam cada nucleotídeo do DNA?

A resposta esperada é que cada nucleotídeo é formado por três estruturas: um fosfato, uma pentose e uma base nitrogenada. Há quatro tipos diferentes de nucleotídeos

no DNA: cada um tem um açúcar desoxirribose, um grupo fosfato e uma base nitrogenada (GRIFFITHS et al., 2013).

Do total de respostas, 22 alunos responderam como esperado, 2 alunos responderam parcialmente como esperado, 08 alunos não responderam como esperado, não houve alunos que não responderam (Gráfico 1).

Gráfico 1 - Resultado das respostas da pergunta 1 conforme a chave de correção.



Entre os estudantes que responderam parcialmente como esperado, houve uma generalização da pentose, em que os discentes 4 e 14 responderam açúcar, em vez de pentose que é um açúcar específico do DNA.

Nas respostas como não esperado, os 08 discentes que obtiveram essa classificação responderam os nomes das bases nitrogenadas. Os alunos 5, 6, 12, 24, 28, 29, 31 e 32 responderam Adenina, Citosina, Guanina e Uracila. Nesse caso, observa-se que fazem uma referência ao RNA, que está no enunciado da pergunta. Os demais alunos que não responderam como esperado, não falaram de Uracila, fazendo uma referência às bases do DNA.

### **Pergunta 02:**

Utilizando técnicas avançadas de laboratório, os cientistas conseguem sequenciar o código genético de uma célula, processo importante para a manipulação genética. Veja, abaixo, um pequeno fragmento de uma sequência Genética de DNA:

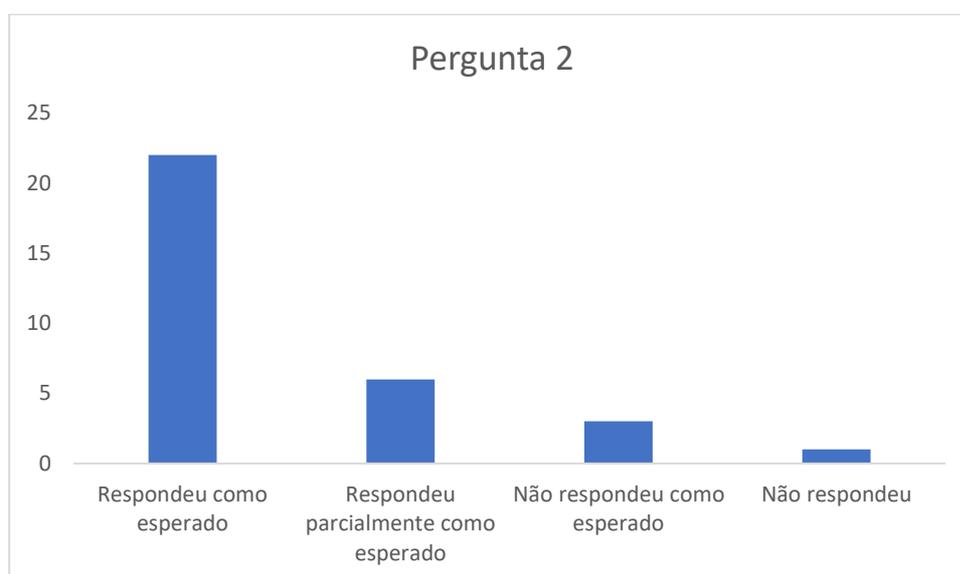
5'AAA TGG GAT TTA ACT GCT TTT GGC TT3'

Qual a sequência complementar do DNA mostrado?

A resposta esperada para a pergunta dois é que a sequência complementar do DNA é TTTACCCTAAATTGACGAAAACCGAA. Segundo Alberts et al. 2013, o DNA contém duas fitas uma complementar à outra, obedecendo o pareamento A=T/C=G.

Das respostas recebidas, 22 estudantes responderam como esperado, 6 responderam parcialmente como esperado, 3 discentes não responderam como esperado e 1 não respondeu à pergunta (Gráfico 2).

Gráfico 2 - Resultado obtido das respostas dos alunos a pergunta nº 2



Entre os discentes que responderam parcialmente como esperado o erro mais comum foi a troca de algumas bases, como os discentes 7 e 19. O estudante 7 respondeu TTT AGG GTA AAT TGA CGA AAA CCG AA, trocando as bases Citosina por Guanina, na segunda e terceira trincas de bases. O erro de trocar as bases C e G é comum entre os alunos ao responderem atividades de pareamento das bases, pois essas bases obedecem ao pareamento C=G. Já o estudante 19 respondeu TTT ACC CTA AAT TGA CAA AAC CGA AA, nesse caso observa-se um descuido do aluno, pois não há relação entre as bases trocadas.

Os alunos que não responderam como esperado, cometeram erros totalmente discrepantes quanto à resposta esperada, por exemplo, o estudante 2 que respondeu ACC ATC AGT C, resposta totalmente aleatória, sem pareamento correto das bases da

fita molde, e em quantidade menor de bases. Já os discentes 24 e 31 responderam os nomes das quatro bases: Adenina, Timina, Citosina e Guanina, demonstrando total desconhecimento do pareamento de bases entre as fitas do DNA.

### Pergunta 03

Considerando ainda o sequenciamento das bases nitrogenadas do DNA citado na questão anterior:

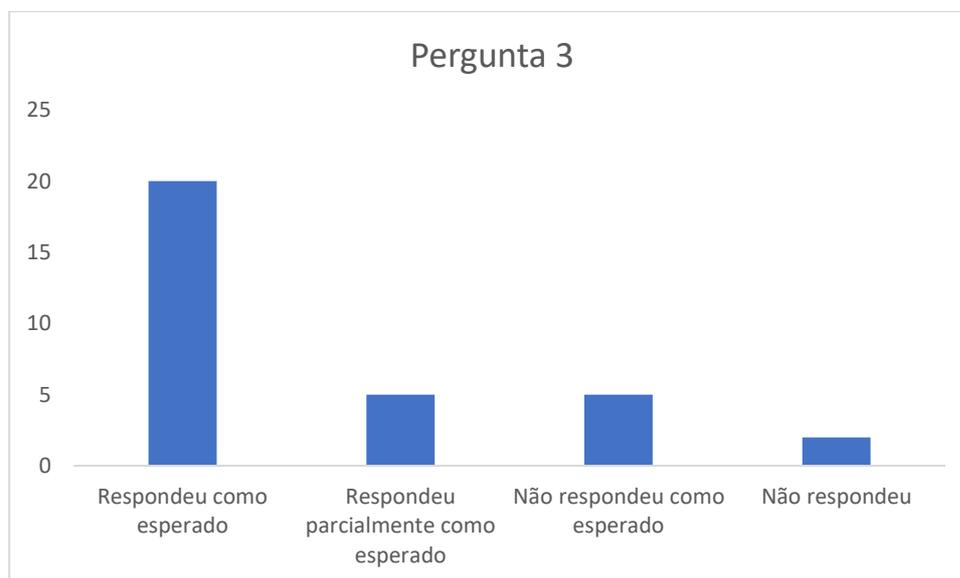
5'AAA TGG GAT TTA ACT GCT TTT GGC TT3'

A partir dessa sequência de DNA, qual seria o RNA transcrito?

A resposta esperada para a pergunta 3 é que a sequência do RNA transcrito é AAA UGG GAU UUA ACU GCT UUU GGC UU. Segundo Alberts et. al 2013, a transcrição do DNA para o RNA deve observar a troca das bases T por U.

Das respostas recebidas, 20 discentes responderam como esperado, 5 responderam parcialmente como esperado, 5 alunos não responderam como esperado e 2 não responderam.

Gráfico 3 - Resultado obtido das respostas dos alunos a pergunta nº 03



Entre os alunos que responderam a pergunta, três responderam parcialmente como esperado, o professor pesquisador observou que o erro comum entre todos foi a troca de bases, como os discentes 7 e 8. Estes estudantes responderam AAA UCC CAU UUA ACU GCU UUU GGU U, observa-se que houve a troca das bases C (citosina) e

G (guanina), onde deveria entrar C, entrou G e vice e versa. Observa-se ainda que houve a supressão da terceira base da penúltima trinca.

Já os estudantes que não responderam como esperado tiveram respostas totalmente desconexas da resposta esperada, como o estudante 2 que respondeu UGG UAG U. Os estudantes 24 e 31 que responderam DNA-polimerase, referência à enzima responsável por orientar o processo de transcrição e o estudante 32, que respondeu Timina, Citosina, Guanina e Adenina, as quatro bases presentes nos nucleotídeos.

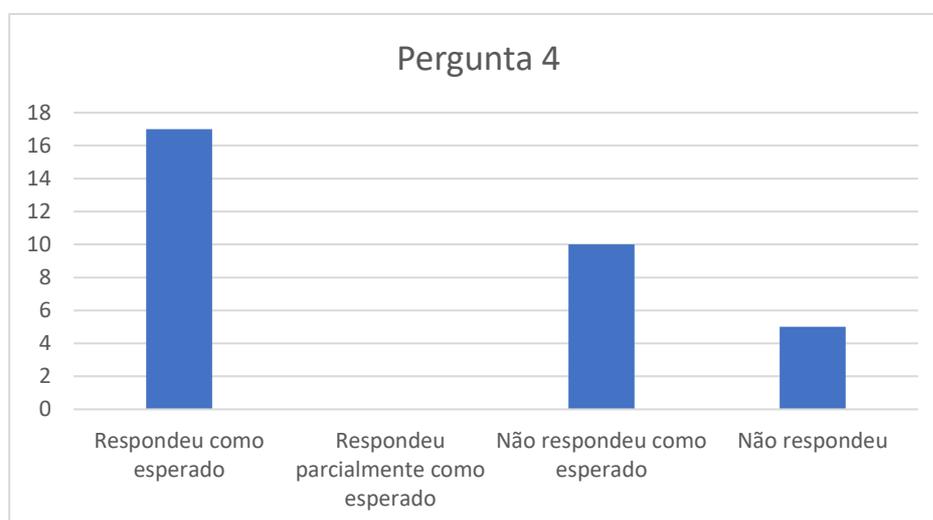
#### Pergunta 04

A técnica do PCR utiliza enzimas específicas que transcreve o RNA viral em uma molécula simples de DNA. Utilizando *primers*, essa técnica, então, gera moléculas de DNA dupla. Se na análise de um DNA de fita dupla, revelar que o total de bases Guanina é de 23% do DNA total, qual a porcentagem das outras bases?

A resposta esperada para a pergunta 04 é 23% de citosina, 27% de adenina e 27% de timina. Em 1950, o austríaco Erwin Chargaff, (apud SILVA, 2010, p. 73), analisando amostras de DNA provenientes de diferentes células pertencentes a variadas espécies, mostrou que em todos os DNAs as quantidades de adenina igualam as de timina, enquanto as de citosina igualam as de guanina. Daí a famosa Relação de Chargaff:  $A = T$  e  $C = G$  ou  $A/T = 1$  e  $C/G = 1$ .

Dentre as respostas recebidas, 17 discentes responderam como esperado, nenhum estudante respondeu parcialmente como esperado, 10 respostas não foram como esperado e 5 não responderam.

Gráfico 4 - Resultado obtido das respostas dos alunos a pergunta nº 04



Dentre os estudantes que não responderam como esperado a pergunta 04, os discentes 13, 17 e 18 cometeram erros que demonstram total desconhecimento do assunto, pois responderam 0,76. Já os discentes 21, 28 e 29 responderam os percentuais de cada base erroneamente, não demonstrando que é necessário que os percentuais entre C e G sejam iguais assim como os percentuais de A e T.

### Pergunta 5

05) Analise a tabela de códons.

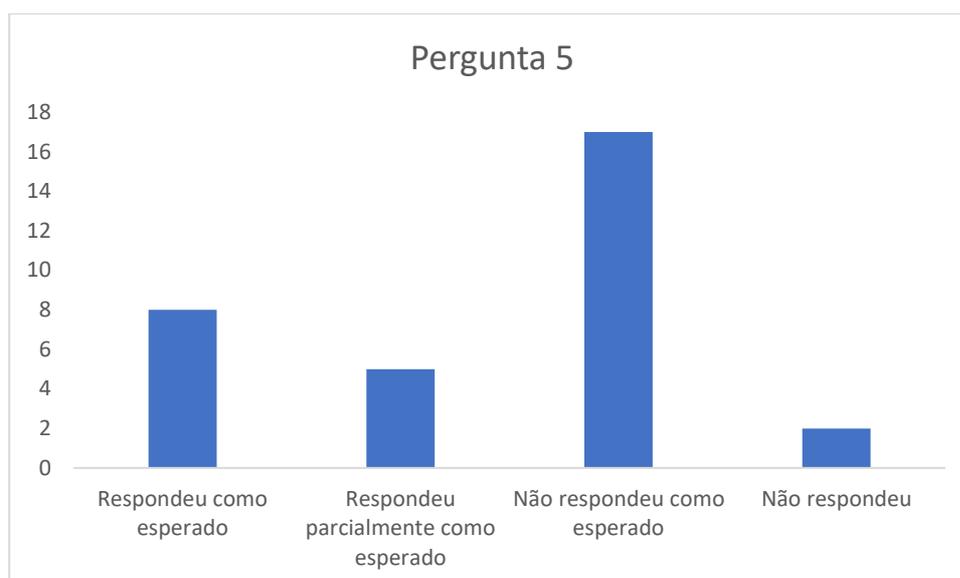
Códon	Aminoácido
CUC	Leucina
UGU	Cisteína
CAU	Histidina
AAA	Lisina
GUU	Valina
AUG	Metionina
UAG	Fim

Qual a sequência do ácido nucleico, que servirá de modelo para a transcrição responsável pela informação do peptídeo formado pela sequência metionina – valina – lisina – leucina – histidina – cisteína?

A resposta esperada para a pergunta 05 é TAC CAA TTT GAG GTA ACA ATC, uma vez que a transcrição é a formação de RNA a partir de um DNA, portanto o que se espera na resposta é uma sequência de DNA que transcreve o RNA com os códons da tabela (LINHARES, GEWANDSZNAJDER E PACCA 2018).

Dentre as respostas recebidas, 8 estudantes responderam como esperado, 5 estudantes responderam parcialmente como esperado, 17 não responderam como esperado e 2 não responderam.

Gráfico 5 - Resultado obtido das respostas dos alunos a pergunta nº 05



Entre os alunos que responderam parcialmente como esperado, os discentes 4, 10, 12, 14 e 27 cometeram erros como trocar as bases ao parear U (Uracila) do códon a A (Adenina) do DNA, fazendo confusão com a troca da base na transcrição do RNA.

Já os estudantes que não responderam como esperado, a maioria cometeu o erro de parear como RNA e não como DNA. A resposta predominante foi UAC CAA UUU GAG GUA ACA AUC. Eles trocaram a base T (Timina) por U (Uracila), processo que ocorre na transcrição do DNA para RNA.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

O método investigativo é eficaz em atividade de construção de modelo didático. Para construir os modelos e compreender as funções do DNA, os alunos se tornaram protagonistas na construção do conhecimento, pois o método investigativo leva o aluno a buscar informações necessárias para sua compreensão.

Os modelos pedagógicos tridimensionais do DNA, construídos pelos discentes, se mostraram de grande eficácia no auxílio à compreensão dos conteúdos abordados. Como, por exemplo, falar da estrutura do DNA, das sequências de base do código genético e complementares, e demonstrar isso no modelo construído. O uso de modelos construídos com material de baixo custo que permitem a manipulação e que levem o estudante a raciocinar e compreender o conteúdo por intervenção do pensamento próprio e o reforço do assunto com interações que colocam em prática o conhecimento adquirido tornam-se, então, ferramentas importantes no ensino de Biologia, interligando

os conteúdos, despertando um maior empenho do aluno para uma metodologia nova e explorando suas habilidades e competências (KRASILCHICK, 2004).

A construção dos modelos didáticos tridimensionais do DNA é uma estratégia de ensino produtiva. Permite ao professor deixar de lado as metodologias tradicionais baseadas apenas em estudos teóricos, e partir para atividades dinâmicas que estimulam o estudante ao protagonismo de sua aprendizagem, tornando o ensino mais prazeroso e instigando o discente a buscar informações e compreender melhor as informações científicas.

É possível utilizar modelos didáticos criados pelos próprios alunos em atividades como seminários e outras formas de aulas expositivas, dando um caráter mais estimulante à aula e possibilitando que o aluno possa concretizar conhecimentos que muitas vezes são muito abstratos e, por isso, de difícil assimilação.

Deve-se destacar que, com a aplicação do modelo didático sobre a estrutura do DNA, os objetivos do trabalho foram atingidos e o ensino foi mais significativo e proveitoso, pois os estudantes conseguiram compreender o assunto de uma maneira mais proativa, unindo teoria e prática. Durante a atividade ficou explícito a participação e a troca de informações entre os estudantes na execução da atividade.

Os modelos didáticos são recursos pedagógicos de baixo custo. Permitem a utilização de materiais de fácil acesso, em que os próprios estudantes podem encontrar e evitar seu descarte na natureza. Os professores devem utilizar mais na sua prática pedagógica os modelos didáticos, pois proporcionam uma aprendizagem mais eficiente dos conteúdos mais abstratos, como é o caso do DNA.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALBERTS, B. E. A. **Biologia molecular da célula**. 6. ed. Porto Alegre, RS: Artmed, 2017.

ALMEIDA, P.N. **Dinâmica lúdica e jogos pedagógicos para escolares de 1º e 2º grau**. São Paulo: Loyola, 1981.

ALMEIDA, L. **Reação em cadeia da polimerase (pcr) do laboratório à sala de aula**. 2013. 32 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Ciências Biológicas) Universidade Federal do Piauí, Parnaíba, 2013.

AMABIS, Jose Mariano; MARTHO, Gilberto Rodrigues. **Biologia Moderna**. 1. ed. São Paulo: Moderna, 2016.

AMORIM, A. S. **Influência do uso de jogos e modelos didáticos no ensino de biologia para alunos de ensino médio**. 2013. 49 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Ciências Biológicas) - Universidade Aberta do Brasil, Modalidade de Ensino à Distância, Universidade Federal do Ceará, Beberibe, 2013.

ARANHA; A., M. L.. **História da educação**. 2. ed. São Paulo: Moderna, 1996.

AULER, D. e DELIZOICOV, D. (1999) **Visões de Professores sobre as Interações entre Ciência- Tecnologia-Sociedade (CTS)**. Resumos II Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, (II ENPEC) Valinhos.

BASTOS, K. M. de; FARIA, J. C. N. de M. **Aplicação de modelos didáticos para abordagem da célula animal e vegetal, um estudo de caso**. Enciclopédia Biosfera, Centro científico conhecer, Goiânia, v. 7, n. 13, p. 1867-1877, out/nov. 2011.

BOGDAN, Roberto C.; BIKLEN, Sari Knopp. **Investigação qualitativa em educação**. Tradução Maria João Alvarez, Sara Bahia dos Santos e Telmo Mourinho Baptista. Porto: Porto Editora, 1994.

BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular BNCC**. Ministério da educação, 2018. Disponível em: <http://basenacionalcomum.mec.gov.br/abase/>. Acesso em: 20/06/ 2019.

CALDERANO, C. M. et al. **Confecção e utilização de modelos didáticos como ferramenta para o ensino de citologia**. In: II CONGRESSO NACIONAL DE FORMAÇÃO DE PROFESSORES E XII CONGRESSO ESTADUAL PAULISTA SOBRE FORMAÇÃO DE EDUCADORES, 2., 12., 2014, Águas de Lindóia. Anais... São Paulo, 2014. p. 10543-10553.

CARABETTA, V. J. **Uma investigação microgenética sobre a internalização de conceitos de biologia por alunos do ensino médio**. Revista Contemporânea de Educação, Rio de Janeiro, v. 5, n. 10, p. 1-10, 2010.

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.

CATARINACHO, R. L. **O Ensino de Genética com Super-Heróis: Uma Abordagem Mutante na Sala de Aula**. São Paulo, 2011. 32p. (Monografia – Universidade Presbiteriana Mackenzie).

CAVALCANTE, D. D. & SILVA, A. de F. A. de. **Modelos didáticos e professores: concepções de ensino-aprendizagem e experimentações**. In: XIV Encontro Nacional de Ensino de Química, Curitiba, UFPR, Julho de 2008. Disponível em: <http://www.quimica.ufpr.br/eduquim/eneq2008/resumos/R0519-1.pdf> Acessado em 15/03/2019.

CHASSON, Aticco. **Alfabetização científica: questões e desafios para educação**. 1. ed. Injui: Unijui, 2000.

CORPE, F. P.; MOTA, E. F. **Utilização de modelos didáticos no ensino-aprendizado em imunologia**. Revista da SBEnBio, Niterói, v. 7, p. 2070-2080, out. 2014.

CYSNEIROS Matos, Cláudia Helena; ROMERO Ferreira de Oliveira, Carlos; FRANÇA Santos, Maria Patrícia de; SIQUEIRA Ferraz, Célia. **Utilização de Modelos Didáticos no Ensino de Entomologia**. Revista de Biologia e Ciências da Terra, vol. 9, núm. 1, 2009, pp. 19-23 Universidade Estadual da Paraíba Paraíba, Brasil

FRONZA, K. R. K. **Repercussões sociais decorrentes do avanço científico e tecnológico: manifestações curriculares resultantes da intervenção docente**. 455 f.

Tese (Doutorado em Educação Científica e Tecnológica). Universidade Federal de Santa Catarina, 2016.

GIORDAN A; VECCHI G. **Do saber: das concepções dos aprendentes aos conceitos científicos**. Porto Alegre: Artemed; 1996.

GODOY, A. S. **Introdução à pesquisa qualitativa e suas possibilidades**. Revista de Administração de Empresas, v. 35, n. 2, p. 57-63, 1995.

GRIFFITHS, Anthony J. F. ... [et al.] **Introdução à Genética**; [tradução Idília Vanzellotti]. - Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2013.

GUILHERME, B. C. et al. **Análise de propostas de ensino de Genética através do uso de modelos didáticos**. In: VI CÓLOQUIO INTERNACIONAL EDUCAÇÃO E CONTEMPORANEIDADE, 6., 2012, São Cristovão. Anais... Sergipe: UFS, 2012.

HERMANN, F. B.; ARAÚJO, M. C. P de. **Os jogos didáticos no ensino de Genética como estratégias partilhadas nos artigos da revista Genética na escola**. In: ENCONTRO REGIONAL SUL DE ENSINO DE BIOLOGIA, 6., 2013, Santo Ângelo. Anais... Rio Grande do Sul: EREBIOSUL, 2013.

JANN, P. N.; LEITE, M. de F. **Jogo do DNA: um instrumento pedagógico para o ensino de ciências e biologia**. Ciências & Cognição, Rio de Janeiro, v. 15, n. 1, p. 282-293, abr. 2010.

KARASAWA, M. M. G.; GONÇALVES, T. M. **Modelos didáticos aplicados ao ensino da estrutura da molécula de DNA e RNA**. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GENÉTICA, 57., 2011, Águas de Lindóia. Resumos... São Paulo: SBG, 2011. p. 21.

KRASILCHIK, Myriam. **Prática de ensino de biologia**. 4. ed. São Paulo SP: Edusp, 2004.

LEHNINGER, A. L.; NELSON, K. Y. **Princípios de Bioquímica**. 4. ed. São Paulo: Sarvier, 2006.

LEWIS, J., Leach, J.; Wood-Robinson, C. **What's a cell? – young people's understanding of the genetic relationship between cells, within na individual.** Journal of Biological Education, v. 34, n.3, p. 129-132, 2000.

LIMA, J. P. de; CAMAROTTI, M. F. **Ensino de ciências e biologia: o uso de modelos didáticos em porcelana fria para o ensino, sensibilização e prevenção das parasitoses intestinais.** In: CONGRESSO NACIONAL DE EDUCAÇÃO, 2., Campina Grande, 2015. Anais... Paraíba: CONEDU, 2015.

LINHARES et al. **Biologia Hoje.** 3. ed. São Paulo: Atica, 2016.

MATOS, W. A. A. de. **Jogo didático no ensino médio como facilitador do ensino aprendizagem do sistema sanguíneo ABO.** 2014. 33 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Ciências Biológicas) Universidade Federal do Piauí, Parnaíba, 2014.

MENDONÇA, Cléverton de Oliveira; SANTOS, Marlon Wendell Oliveira. **Modelos didáticos para o ensino de Ciências e Biologia: aparelho reprodutor feminino da fecundação a nidação.** V Colóquio Internacional “Educação e Contemporaneidade”, São Cristóvão – CE, 21 a 23 de setembro de 2011.

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

MOREIRA, M. A. **Teorias de aprendizagem. Pedagógica e Universitária:** Porto Alegre, 2009.

ORLANDO, T. C.; LIMA, A. R.; SILVA, A. M. da; FUZISSAKI, C. N.; RAMOS, C. L.; MACHADO, D.; FERNANDES, F. F.; LORENZI, J. C. C.; LIMA, M. A. de; GARDIM, S.; BARBOSA, V. C.; TRÉZ, T. de A. e. **Planejamento, Montagem e Aplicação de Modelos Didáticos para Abordagem de Biologia Celular e Molecular no Ensino Médio por 10 Graduandos de Ciências Biológicas.** Revista Brasileira de Ensino de Bioquímica e Biologia Molecular. Universidade Federal de Alfenas (Unifal-MG), p. 1 – 17, 2009. ISSN: 1677-2318.

PAIVA, A. L. B.; MARTINS, C. M. C. **Concepções prévias de alunos de terceiro ano do ensino médio a respeito de temas na área da Genética.** Minas Gerais: UFMG, 2005.

PALHANO, Janete Soares; COSTA, Michele Dietrich Moura, **A construção de modelos didáticos com materiais diversificados para o estudo da embriologia**. In: O professor PDE e os desafios da escola pública paranaense, 2014 / Secretaria de Estado da Educação. Superintendência da Educação. Programa de Desenvolvimento Educacional. – Curitiba : SEED – Pr., 2014. – (Cadernos PDE). Disponível em: [http://www.diaadiaeducacao.pr.gov.br/portals/cadernospde/pdebusca/producoes\\_pde/2014/2014\\_uenp\\_cien\\_artigo\\_josiane\\_terezinha\\_rodrigues\\_goncalves.pdf](http://www.diaadiaeducacao.pr.gov.br/portals/cadernospde/pdebusca/producoes_pde/2014/2014_uenp_cien_artigo_josiane_terezinha_rodrigues_goncalves.pdf). Acesso em 20/04/2019.

PEREIRA, A. J. et al. **Modelos didáticos de DNA, RNA, ribossomos e processos moleculares para o ensino de Genética do ensino médio**. Revista da SBEnBio, Niterói, v. 7, p. 564-571, out. 2014.

PEREIRA, M. S. et al. **Avaliação dos modelos didáticos no ensino de ciências da escola municipal Casimiro Gomes – Coronel Ezequiel/RN**. In: CONGRESSO NACIONAL DE EDUCAÇÃO, 2., Campina Grande, 2015. Anais... Paraíba: CONEDU, 2015.

Pietrocola M. **Construção e realidade: o realismo científico de Mário Bunge e o ensino de ciências através de modelos**. 2001. Revista Investigação em ensino de ciências. Disponível em: <http://www.if.ufrgs.br/public/ensino>. Acesso: 20.05.2020.

POSTMAN, N.; WEINGARTNER, C. **Contestação - nova fórmula de ensino**. Rio de Janeiro: Editora Expressão e Cultura, 1978.

SILVA, M. O.; CICILLINI, G. A. **O potencial das discussões polêmicas nas aulas de Biologia**. In: UNIVERSIDADE, NECESSÁRIAS UTOPIAS E DISTOPIAS; SEMANA DO SERVIDOR, 4.; SEMANA ACADÊMICA, 5., 2008, Uberlândia. Atas... Uberlândia: Universidade Federal de Uberlândia, 2008. p. 1-7.

SILVA, M. **As controvérsias a respeito da participação de Rosalind Franklin na construção do modelo da dupla hélice**. Scientiae Studia, São Paulo, v. 8, n. 1, p. 69-92, 2010.

SOUZA, D.C.; ANDRADE, G.L.P.; NASCIMENTO JUNIOR, A.F. **Produção de material didático-pedagógico alternativo para o ensino do conceito pirâmide**

**ecológica: um subsídio a educação científica e ambiental.** In: Fórum Ambiental da Alta Paulista. 4., 2008, São Paulo. Anais... São Paulo: ANAP, 2008. cd-rom.

VALADARES & RESENDE, 2009 apud CATARINACHO, R. L. **O Ensino de Genética com Super-Heróis: Uma Abordagem Mutante na Sala de Aula.** São Paulo, 2011. 32p. (Monografia – Universidade Presbiteriana Mackenzie).

## **APÊNDICE 01**

**Atividade, na forma de respostas às perguntas sobre o DNA, para avaliação do resultado da aplicação do trabalho e pesquisa.**

01)O DNA é um ácido nucléico formado pelo encadeamento de estruturas chamadas nucleotídeos. Quais são os componentes que formam cada nucleotídeo do DNA?

02)Utilizando técnica avançadas de laboratório, os cientistas conseguem sequenciar o código genético de uma célula, processo importante para a manipulação genética. Veja, abaixo, um pequeno fragmento de uma sequência Genética de DNA:

5'AAA TGG GAT TTA ACT GCT TTT GGC TT3'

Qual a sequência complementar do DNA mostrado?

04)Considerando ainda o sequenciamento das bases nitrogenadas do DNA citado na questão anterior:

5'AAA TGG GAT TTA ACT GCT TTT GGC TT3'

A partir dessa sequência de DNA, qual seria o RNA transcrito?

04) A técnica do PCR utiliza enzimas específicas que transcreve o RNA viral em uma molécula simples de DNA. Utilizando *primers*, essa técnica, então, gera moléculas de DNA dupla. Se na análise de um DNA de fita dupla, revelar que o total de bases Guanina é de 23% do DNA total, qual a porcentagem das outras bases?

05) Analise a tabela de códons.

<b>Códon</b>	<b>Aminoácido</b>
CUC	Leucina
UGU	Cisteína
CAU	Histidina
AAA	Lisina
GUU	Valina
AUG	Metionina
UAG	Fim

Qual a sequência do ácido nucleico, que servirá de modelo para a transcrição responsável pela informação do peptídeo formado pela sequência metionina – valina – lisina – leucina – histidina – cisteína?

## **APÊNDICE 02**

### **Passo a passo para a construção do Modelo de Estrutura do DNA**

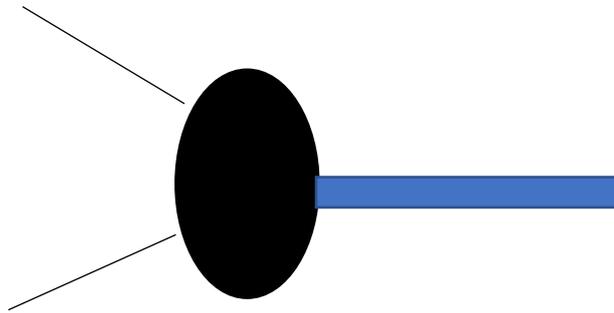
#### **Material**

- 32 tampinhas plásticas de garrafa PET;
- 32 teclas de teclado do computador;
- 16 pedaços de canudinho de quatro cores diferentes (6 cm cada pedaço);
- 02 pedaços de arame liso galvanizado (1,5 m cada pedaço);
- 01 pedaço de arame rígido (20 cm);
- 64 pedaços de arame liso galvanizado (5 cm cada pedaço);
- Cola quente;
- 1 tábua para base.

#### **Confecção do modelo**

Usando a cola quente, grude duas tampinhas pelas bordas, formando 16 conjuntos de tampinhas. Faça a mesma coisa com as teclas do teclado. Com um arame quente faça três furos em cada tampinha. Dois furos a um centímetro entre si e o outro furo do outro lado do conjunto de tampinhas de forma que fique posicionado entre os dois furos. Utilizando a cola quente, prenda um pedaço de arame de 5 cm em cada um dos dois furos do mesmo lado do conjunto de tampinhas. No furo posterior, prenda o canudinho, formando quatro conjuntos com cores diferentes dos canudinhos.

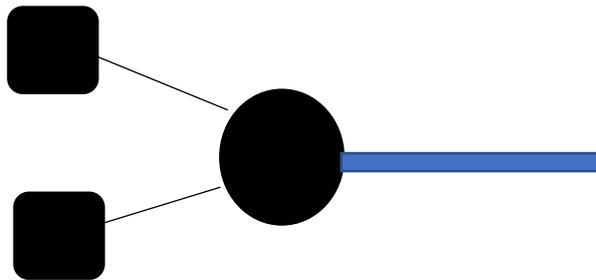
Ilustração 01 - Esquema da estrutura formada pelo conjunto de tampinhas, ligadas ao arame e canudo.



Fonte: Construído pelo autor.

Ainda usando a cola quente, cole um conjunto de teclas nas pontas do arame.

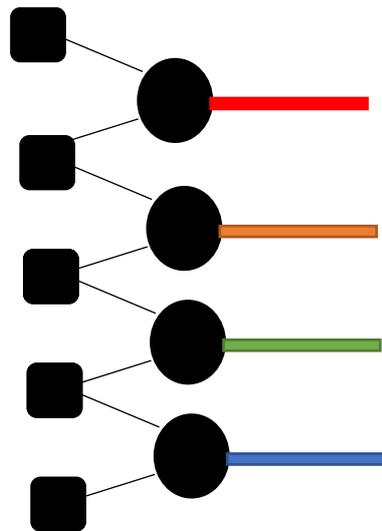
Ilustração 02 – Esquema da estrutura formada pela união dos conjuntos de tampinhas, teclas unidas por arame e canudo.



Fonte: Construído pelo autor.

Prenda, utilizando a cola quente, os conjuntos formados. Serão oito conjuntos colados, com dois conjuntos de cada cor do canudinho. Repita o procedimento, faça outra estrutura com oito conjuntos de tampinha, tecla, canudinho, de modo a parear as bases nitrogenadas (representadas pelos canudinhos)  $A=T/C=G$ . Faça uma legenda para a cor escolhida para cada base nitrogenada.

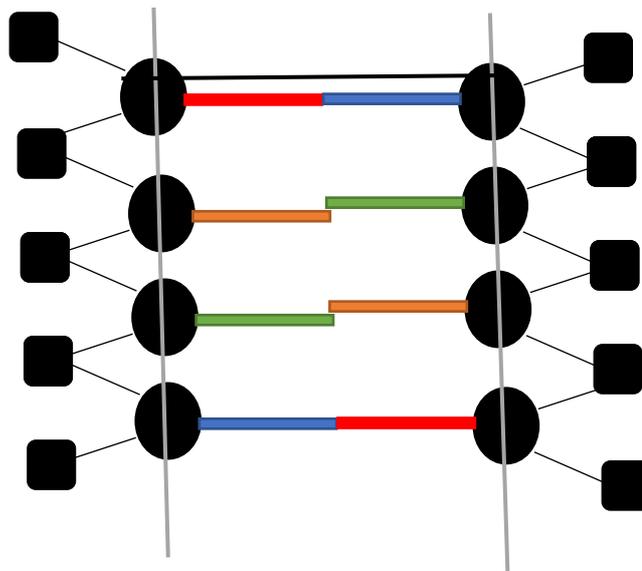
Ilustração 03 – Esquema da estrutura formada pela ligação dos nucleotídeos.



Fonte: Construído pelo autor

Una as duas estruturas pelos canudinhos, fazendo um encaixe entre os canudinhos para manter firme. Cole um pedaço de arame liso (aproximadamente 1,5 m) nos conjuntos de tampinhas, para unir todas. Cole um pedaço de arame em uma estrutura de oito conjuntos e outro arame na outra estrutura de oito conjuntos. Retorça cuidadosamente as estruturas e depois, com um pedaço de arame mais rígido, prenda com cola quente (através das tampinhas) os dois conjuntos de cima da estrutura.

Ilustração 04 – Esquema do DNA formado pela união das estruturas, pelas bases nitrogenadas.



Fonte: Construído pelo autor.

Prenda a estrutura na base de madeira usando preguinhos.

### **APÊNDICE 03**

#### **Passo a passo para a construção do Modelo de Tradução**

##### **Material**

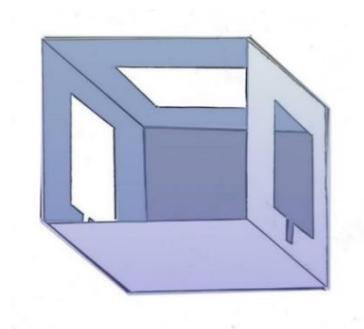
- 1 caixa de papelão;
- Fita crepe;
- 1 caneta marcadora;
- Tinta guache nas cores amarelo e azul;
- Pincel de cerdas;
- 24 tampinhas plásticas de caixa de leite;
- 12 círculos de papel cor-de-rosa do tamanho da tampinha plástica;
- 12 círculos de papel amarelo do tamanho da tampinha plástica;
- 12 círculos de papel verde do tamanho da tampinha plástica;
- 12 círculos de papel vermelho do tamanho da tampinha plástica;
- 16 ímãs pequenos de porta de geladeira;
- 3 tampas de pote de achocolatado em pó;
- 1 círculo de papel verde do tamanho da tampa do pote de achocolatado em pó;
- 1 círculo de papel azul do tamanho da tampa do pote de achocolatado em pó;

- 1 círculo de papel laranja do tamanho da tampa do achocolatado em pó;
- 175 cm de arame;
- 1 folha de papel sulfite A4;
- Cola quente.

### **Confecção do modelo**

Dividir, com a fita crepe, a caixa de papelão em duas partes. Pinte cada divisão da caixa de uma cor utilizando tinta guache. Recorte três laterais da caixa como janelas, deixando bordas laterais. Cole no fundo da caixa uma folha de papel escrita ribossomo (Ilustração 05).

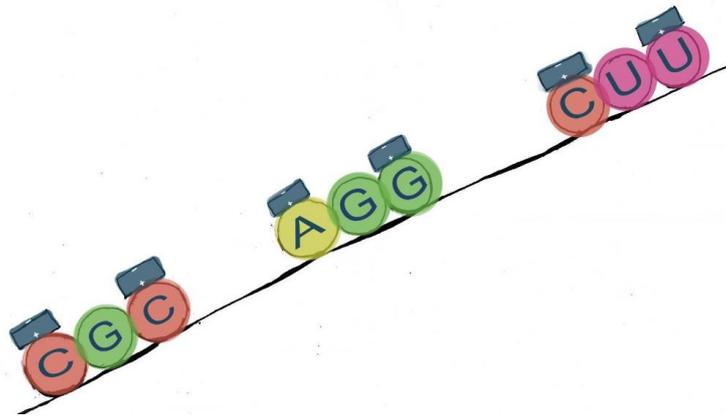
Ilustração 05 - Esquema da caixa de papelão com suas colagens e recortes.



Fonte: Ilustrador Murillo Martins

Recorte 12 círculos de papel (nas cores rosa, amarelo, verde e vermelho) do tamanho da tampinha plástica da caixa de leite. Escreva sobre os círculos as letras A, U, C e G (uma letra para cada cor dos círculos). Em seguida, cubra os dois lados da tampinha. Serão 6 tampinhas com círculos A, 6 tampinhas com círculo U, 6 tampinhas com círculo C e 6 tampinhas com círculos G. Cole 15 tampinhas recobertas no pedaço de arame utilizando cola quente, fazendo 5 grupos de três tampinhas. Sobre as tampinhas dos três conjuntos do meio, fixar com cola quente, ímãs na primeira e na última tampinha da trinca (Ilustração 06).

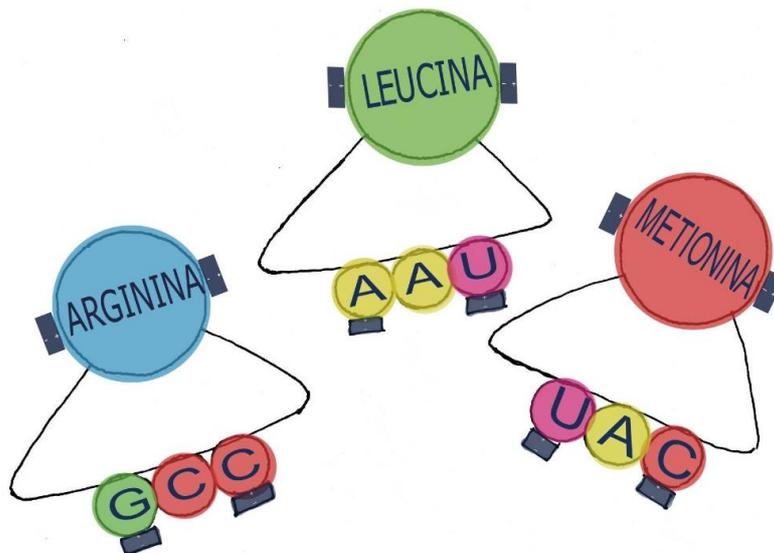
Ilustração 06 – Esquema das trinças de bases (códon) do RNA-m.



Fonte: Ilustrador Murillo Martins

Nos círculos de papel do tamanho da tampa do achocolatado, escreva as palavras Metionina nos círculos laranja, Leucina nos círculos verdes e Arginina nos círculos azuis. As tampas de achocolatado em pó devem ser recobertas em ambos os lados pelos círculos Metionina, Arginina e Leucina. Construa três estruturas com aproximadamente 30 cm de arame de forma triangular com os vértices arredondados. Na base mais larga dessa estrutura, para fora, cole, com cola quente, três tampinhas plásticas, com as bases nitrogenadas. No vértice acima de onde prendeu as tampinhas, cole uma tampa de achocolatado. Cada estrutura de arame deve ficar com uma tampa maior com um nome e três tampinhas menores com as letras. Na trinca de tampinhas menores, cole um ímã na primeira e na terceira tampinha e na tampa maior dois ímãs de cada lado (Ilustração 07).

Ilustração 07 – Esquema da representação dos aminoácidos.

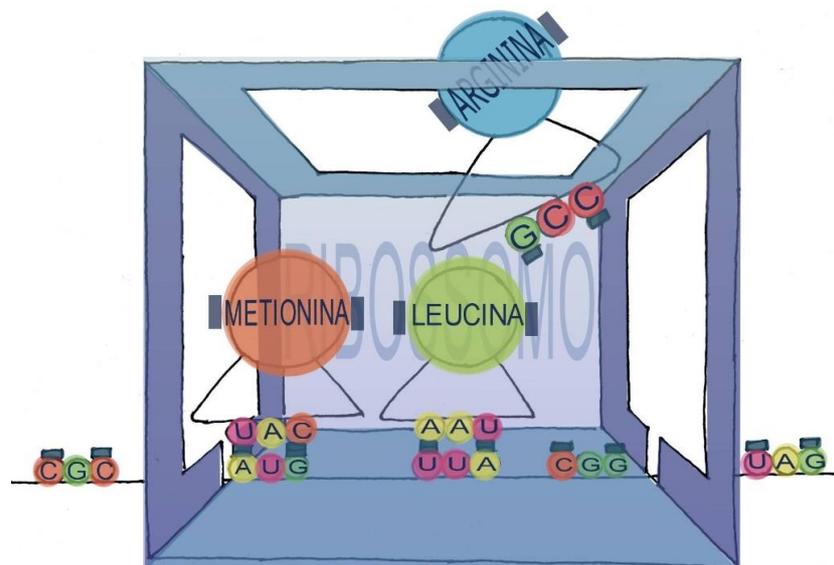


Fonte: Ilustrador Murillo Martins

Encaixe o pedaço de arame com os códon de bases (tampinhas da caixa de leite) na base da caixa de papelão, onde foram feitos recortes para esse encaixe. Deixe a primeira

trinca de bases fora da caixa, e as próximas duas trincas dentro da caixa, uma em um sítio e outra em outro sítio do ribossomo. Encaixe, através dos ímãs nos códons e anticódons, a primeira estrutura que traz o aminoácido (tampa do achocolatado) correspondente ao código genético, de forma que códon e anticódon combinem conforme a tabela do código genético. Encaixe, através dos ímãs, o próximo aminoácido na segunda trinca de códons, no segundo sítio do ribossomo. Deslize o arame de forma que o primeiro aminoácido fique fora da caixa e o aminoácido que está no segundo sítio deslize para o primeiro sítio, entrando um próximo códon para o segundo sítio que ficou desocupado. Repita o processo com o próximo aminoácido conforme ilustração.

Ilustração 08 – Esquema do conjunto responsável pela tradução do DNA em funcionamento.



Fonte: Ilustrador Murillo Martins

## **ANEXO 01**

### **Termo De Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE)**

Convidamos você para participar voluntariamente do projeto de pesquisa de mestrado intitulado, “ABORDAGEM INVESTIGATIVA NO ENSINO DE BIOLOGIA: UM MODELO DIDÁTICO PARA O ESTUDO DO DNA” sob a responsabilidade do pesquisador Arlindo Martins Custodio Neto sob a orientação da professora Dra. Maria Julia Martins Silva. O projeto se propõe a construção de modelos didáticos e aplicação dos mesmos no desenvolvimento de aula sobre o DNA, com alunos do Ensino Médio e avaliação, através da análise das respostas dadas a atividades de aprendizagem.

Neste contexto, você receberá um resumo sobre o projeto que apresenta informações básicas acerca da pesquisa. Será realizada uma análise de como o uso de modelos pode colaborar na melhoria da aprendizagem sobre o tema.

Você receberá todos os esclarecimentos necessários através do próprio pesquisador. Asseguramos que seu nome não aparecerá, sendo mantido o mais rigoroso sigilo pela omissão total de quaisquer informações que permitam identificá-lo (a).

Sua participação se dará na construção de modelos didáticos e apresentação deles, relacionando-os aos conteúdos abordados sobre DNA na 3ª série do Ensino Médio. Posteriormente, você fará uma atividade de aprendizagem sobre o tema, com respostas escritas na forma de texto. Suas respostas serão analisadas qualitativamente para verificar se a aplicação de modelos contribuiu ou não para a melhoria do processo de ensino em Biologia. O Projeto será aplicado no período de fevereiro a março de 2020.

---

Nome do Responsável / assinatura

---

Arlindo Martins Custodio Neto (Pesquisador Responsável)

O desenvolvimento da atividade poderá gerar nos participantes uma ideia de que estão sendo avaliados e isso pode gerar um desconforto, considerando que sempre que somos avaliados, queremos tirar a nota mais alta. Assim, existe a possibilidade de um constrangimento ao responder o questionário, para aqueles participantes que não tiverem compreendido bem o conteúdo. Além do constrangimento, poderá surgir certa vergonha nos adolescentes por não saberem ou não acertarem as respostas da atividade podendo gerar um estresse no término da atividade. Para amenizar os possíveis riscos, o pesquisador realizará uma roda de conversa com os participantes para deixar claro que não haverá competição entre eles, que os resultados serão divulgados apenas na forma de dados não havendo possibilidade de divulgar nomes e respostas de cada participante. Durante a realização do projeto, o pesquisador disponibilizará seu contato por telefone celular para que eventuais dúvidas sejam retiradas. Se você aceitar participar, contribuirá para tornar o processo de ensino-aprendizagem em Biologia mais significativo e motivador.

Caso haja algum dano direto ou indireto decorrente da sua participação na pesquisa, você deverá buscar ser indenizado, obedecendo-se às disposições legais vigentes no Brasil.

Você pode recusar responder (ou participar de qualquer procedimento), podendo o(a) senhor(a) desistir de participar da pesquisa em qualquer momento sem nenhum prejuízo.

Todas as despesas que você tiver relacionadas exclusivamente ao projeto de pesquisa (tais como, passagem para o local da pesquisa, alimentação no local da pesquisa) serão cobertas pelo pesquisador 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 do pesquisador por um período de cinco anos, após isso serão destruídos.

---

Nome do Responsável / assinatura

---

Arlindo Martins Custodio Neto (Pesquisador Responsável)

Se você tiver qualquer dúvida em relação à pesquisa, por favor, entre em contato pelo telefone 64 99606-2845, pode ligar a cobrar, ou via e-mail: arlindo.bio@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 esclarecidas pelo telefone (61) 3107-1947 ou do e-mail cepfs@unb.br ou cepfsunb@gmail.com, horário de atendimento de 10hs às 12hs e de 13hs às 15h30m, 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 Senhor (a).

Brasília, \_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_.

---

Nome do Responsável / assinatura

---

Arlindo Martins Custodio Neto (Pesquisador Responsável)

## **ANEXO 02**

### **Parecer Consubstanciado do CEP**

#### **PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP**

### **DADOS DO PROJETO DE PESQUISA**

**Título da Pesquisa:** ABORDAGEM INVESTIGATIVA NO ENSINO DE BIOLOGIA DO ENSINO MÉDIO: UM MODELO DIDÁTICO PARA O ESTUDO DO DNA. **Pesquisador:** ARLINDO MARTINS CUSTODIO NETO **Área**

**Temática:**

**Versão:** 2

**CAAE:** 21880619.2.0000.0030

**Instituição Proponente:** Instituto de Ciências Biológicas - UnB

**Patrocinador Principal:** Financiamento Próprio

### **DADOS DO PARECER**

**Número do Parecer:** 3.802.231

#### **Apresentação do Projeto:**

"Resumo":

Este projeto de pesquisa vem ao encontro do anseio dos professores em criar estratégias de ensino que tornem a aprendizagem de Biologia mais significativa para o aluno e que os conteúdos abordados possam promover o crescimento do aluno no sentido de enfrentar situações cotidianas com autonomia e conhecimento. O projeto será desenvolvido com os alunos da 3ª série do Ensino Médio, do Colégio Estadual Domingos Alves Pereira, em Acreúna Goiás, turmas A, B e C, visando analisar como a construção de um modelo didático para o ensino do DNA pode colaborar com adolescentes e jovens, do Ensino Médio, na construção de conceitos e processos de Genética, sem distorções e erros comumente observados na forma tradicional de ensino desse conteúdo. Embasados na pesquisa teórica, serão construídos, pelos alunos e orientados pelo professor, modelos que demonstrem as funções do DNA nos processos da Genética. A construção dos modelos seguirá os moldes investigativos (pesquisa, levantamento de hipóteses, teste de hipóteses, comprovação das hipóteses e aplicação dos modelos), sendo os alunos os protagonistas desta construção e aplicação. Para avaliar os resultados da aplicação do projeto, serão realizadas pesquisas junto aos

alunos na forma de questionários. O resultado será baseado no levantamento das respostas apresentadas, verificando se houve melhora na aprendizagem dos conteúdos abordados.

"Metodologia Proposta":

“A construção de um modelo didático para o estudo do DNA será feita com os alunos da 3ª série do Ensino Médio, do Colégio Estadual Domingos Alves Pereira, em Acreúna Goiás, nas turmas A, B e C. As turmas serão divididas em grupos de aproximadamente cinco alunos e cada grupo construirá um modelo de uma das etapas do funcionamento do DNA descritas abaixo: 1.Estrutura do DNA 2.Duplicação do DNA 3.Divisão do DNA na mitose 4.Divisão do DNA na meiose 5.Transcrição do DNA 6.Tradução do DNA. O material a ser utilizado será preferencialmente sucatas e outros materiais complementares tais como cordões, massa de modelar, folhas de papel, lápis de cor, pincéis, grãos e sementes, garrafas PET, latas, isopor de embalagens, pistola de cola quente, arame, tinta guache, entre outros materiais disponíveis para os alunos. Todos os materiais recicláveis necessários para a confecção dos modelos serão coletados e reunidos pelos alunos, numa campanha de coleta seletiva organizada pelos eles, durante o semestre anterior à aplicação da atividade. Pistola de cola quente, massa de modelar e tinta guache serão adquiridas com recursos próprios do pesquisador. Sequência da atividade: 1ª aula: O professor num período de 15 minutos fará um levantamento do conhecimento prévio que os alunos têm sobre o DNA, em seguida levantará uma questão envolvendo o tema, a partir da leitura de um texto sobre organismos transgênicos. Após a leitura do texto, os alunos serão estimulados a tentar dar uma explicação sobre transgênicos e DNA. As hipóteses levantadas pelos alunos serão anotadas para serem discutidas em outro momento. 2ª aula: Os alunos serão divididos em grupos, cada grupo sorteará um dos temas que envolvem o DNA (estrutura, duplicação, divisão do DNA na mitose e na meiose, transcrição do DNA e tradução). Cada grupo deverá fazer uma pesquisa utilizando o livro didático e internet do celular sobre o tema sorteado buscando respostas para os questionamentos e hipóteses levantados na aula anterior. No fim da pesquisa, cada grupo montará um modelo para explicar seu conteúdo, utilizando o material que foi coletado no semestre anterior e o material comprado pela escola. O material reciclável será coletado numa campanha de coleta seletiva entre os alunos. 3ª aula: Os alunos farão a construção do modelo didático

com base nas pesquisas realizadas na aula anterior. 4ª aula: Cada grupo fará uma explicação sobre seu tema utilizando o modelo confeccionado pelo grupo. Após o término da aplicação e utilização dos modelos pedagógicos, será realizada uma pesquisa com o intuito de avaliar a qualidade da aprendizagem do conteúdo. Um questionário será aplicado com respostas discursivas baseadas em vídeos, trechos de séries científicas ou policiais que abordem questões de engenharia genética, como doenças genéticas, investigações criminais com base em exames de DNA com o intuito de verificar como a atividade contribuiu para o entendimento dos conceitos de genética. A análise da pesquisa avaliará a consistência das respostas, a capacidade que os alunos demonstraram em contextualizar o conteúdo bem como de aplicar o conteúdo no seu dia a dia.”

### **Objetivo da Pesquisa:**

"Objetivo Primário”:

Analisar como a construção de um modelo pedagógico para o ensino do DNA pode auxiliar os alunos a apreender os conceitos e processos genéticos e aplicá-los aos novos avanços do conhecimento biológico no campo da genética.

"Objetivo Secundário”:

- a) Verificar se a construção de modelos didáticos representativos promove uma aprendizagem mais significativa;
- b) Compreender como o ensino investigativo possibilita ao aluno a aprendizagem contextualizada com sentido significativo elencado no seu cotidiano;
- c) Analisar como o ensino sobre o DNA é abordado nos livros didáticos e qual a relação dessa abordagem com o método investigativo;
- d) Investigar se o ensino investigativo a partir da construção de um modelo didático pode intensificar o protagonismo juvenil e tornar o aluno mais autônomo no seu processo de aprendizagem.

### **Avaliação dos Riscos e Benefícios:**

"Riscos”:

O desenvolvimento da atividade poderá gerar nos participantes uma ideia de que estão sendo avaliados e isso pode gerar um desconforto, considerando que sempre que somos avaliados queremos tirar a nota mais alta. Assim existe a possibilidade de um constrangimento ao responder o questionário, para aqueles participantes que não

tiverem compreendido bem o conteúdo. Além do constrangimento poderá surgir certa vergonha nos adolescentes por não saberem ou não acertarem as respostas da atividade podendo gerar um estresse no término da atividade. Para amenizar os possíveis riscos o pesquisador realizará uma roda de conversa com os participantes para deixar claro que não haverá competição entre eles, que os resultados serão divulgados apenas na forma de dados não havendo possibilidade de divulgar nomes e respostas de cada participante.

“Benefícios”:

Os alunos poderão compreender melhor um conteúdo tão complexo e abstrato para eles, mas que tem grande relevância em suas vidas e na sociedade.

### **Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:**

Projeto de Mestrado do pesquisador principal do Mestrado Profissional em Ensino de Biologia em Rede Nacional (PROFBIO), Universidade de Brasília, sob orientação da Profa. Maria Julia Martins Silva.

Cronograma de execução de atividades informa: Levantamento de hipóteses de 03/02/2020 até 14/02/2020. Roda de conversa para propor a participação dos alunos de 27/01/2020 até 31/01/2020.

Orçamento no valor total de R\$ 165,00, consistindo na aquisição de Materiais Custeio.

### **Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:**

Documentos acrescentados ao processo e analisados para emissão deste parecer:

1. Informações Básicas do Projeto:

"PB\_INFORMAÇÕES\_BÁSICAS\_DO\_PROJETO\_1382912.pdf" postado em 16/11/2019.

2. Carta resposta ao CEP: "Primeira\_carta\_resposta.doc" postada em 16/11/2019.

3. Cronograma do projeto ATUALIZADO: "Cronogramadoc.docx" postado em 16/11/2019.

4. Modelo de TALE ATUALIZADO: "Termo\_assentimento\_do\_menor.doc" postado em 16/11/2019.

5. Modelo de TCLE ATUALIZADO: "TCLE.docx" postado em 16/11/2019.

### **Recomendações:**

Não se aplicam.

### **Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:**

Análise das respostas às pendências apontadas no Parecer Consubstanciado No. 3.660.290:

1. 1. Conforme item V – DOS RISCOS E BENEFÍCIOS constantes na Resolução 466/2012, "Toda pesquisa com seres humanos envolve risco em tipos e gradações variados. Quanto maiores e mais evidentes os riscos, maiores devem ser os cuidados para minimizá-los e a proteção oferecida pelo Sistema CEP/CONEP aos participantes. Devem ser analisadas possibilidades de danos imediatos ou posteriores, no plano individual ou coletivo. A análise de risco é componente imprescindível à análise ética, dela decorrendo o plano de monitoramento que deve ser oferecido pelo Sistema CEP/CONEP em cada caso específico". Foi solicitado apresentar análise de riscos bem como formas de minimizá-los.

RESPOSTA: "O termo dos riscos foi substituído de: Embora sejam alunos na faixa etária entre 14 e 16 anos, durante a confecção dos modelos podem acontecer alguns acidentes com objetos cortantes, cola quente ou pontas de sucatas não aparadas. Para amenizar os possíveis riscos, terei em mãos materiais para limpeza e higiene de pequenos ferimentos".

Para: "O desenvolvimento da atividade poderá gerar nos participante uma ideia de que estão sendo avaliados e isso pode gerar um desconforto, considerando que sempre que somos avaliados queremos tirar a nota mais alta. Assim existe a possibilidade de um constrangimento ao responder o questionário para aqueles participantes que não tiverem compreendido bem o conteúdo. Além do constrangimento, poderá surgir certa vergonha nos adolescentes por não saberem ou não acertarem as respostas da atividade podendo gerar um estresse no término da atividade. Para amenizar os possíveis riscos, o pesquisador realizará uma roda de conversa com os participantes para deixar claro que

não haverá competição entre eles, que os resultados serão divulgados apenas na forma de dados não havendo possibilidade de divulgar nomes e respostas de cada participante”.

ANÁLISE: foi substituído nos documentos necessários.

PENDÊNCIA ATENDIDA.

2. Foi solicitado apresentar TALE – termo de assentimento com linguagem acessível e adequada a idade do convidado conforme "II.24 - Termo de Assentimento – documento elaborado em linguagem acessível para os menores ou para os legalmente incapazes, por meio do qual, após os participantes da pesquisa serem devidamente esclarecidos, explicitarão sua anuência em participar da pesquisa, sem prejuízo do consentimento da seus responsáveis legais". (Res. CNS 466/2012).

RESPOSTA: "Foi anexado na plataforma o documento”.

TERMO\_DE\_ASSENTIMENTO\_DO\_MENOR em 16/11/2019”.

ANÁLISE: TALE apresentado e analisado.

PENDÊNCIA ATENDIDA

3. Foi solicitado atualizar o cronograma prevendo o início da pesquisa para período posterior à aprovação pelo CEP. Ressalta-se que cabe ao pesquisador responsável aguardar a decisão de aprovação ética, antes de iniciar a pesquisa (Res. CNS 466/2012, item XI.2.a).

RESPOSTA: "O cronograma foi atualizado na plataforma para: Roda de conversa para propor a participação dos alunos: 27/01/2020 até 31/01/2020. Coleta seletiva de sucatas: 03/02/2020 até 21/02/2020."

ANÁLISE: Verificado nos documentos apresentados e de acordo com o solicitado.

PENDÊNCIA ATENDIDA

4. Foi solicitado reapresentar novamente o documento "TCLE.docx" para apreciação. Não foi possível abrir o documento por estar o arquivo corrompido.

RESPOSTA: "Foi anexado na plataforma o arquivo TCLE.docx em 16/11/2020".

ANÁLISE: Apresentado TCLE e analisado.

PENDÊNCIA ATENDIDA

Conclusão: Todas as pendências foram atendidas. Não há óbices éticos para a realização deste projeto.

Protocolo de pesquisa está em conformidade com a Resolução CNS 466/2012 e Complementares.

### **Considerações Finais a critério do CEP**

Conforme a Resolução CNS 466/2012, itens X.1.- 3.b. e XI.2.d, os pesquisadores responsáveis devem apresentar relatórios parciais semestrais, contados a partir da data de aprovação do protocolo de pesquisa; e um relatório final do projeto de pesquisa, após a conclusão da pesquisa.

### **Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:**

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_PROJETO_1382912.pdf	16/11/2019 16:10:18		Aceito
Recurso Anexado pelo Pesquisador	Primeira_carta_resposta.doc	16/11/2019 16:09:35	ARLINDO MARTINS CUSTODIO NETO	Aceito
Cronograma	Cronogramadoc.docx	16/11/2019 15:43:30	ARLINDO MARTINS CUSTODIO NETO	Aceito
Outros	Termo_assentimento_do_menor.doc	16/11/2019 15:37:45	ARLINDO MARTINS CUSTODIO NETO	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TCLE.docx	16/11/2019 15:35:59	ARLINDO MARTINS CUSTODIO NETO	Aceito
Outros	TERMO_DE_CONCORDANCIA_COPARTICIPANTE.pdf	20/09/2019 10:47:23	ARLINDO MARTINS CUSTODIO NETO	Aceito
Outros	TERMO_DE_CONCORDANCIA.pdf	20/09/2019 10:46:19	ARLINDO MARTINS CUSTODIO NETO	Aceito
Outros	Termo_de_responsabilidade.pdf	05/09/2019 14:51:35	ARLINDO MARTINS CUSTODIO NETO	Aceito
Orçamento	PLANILHA_DE_ORCAMENTO.doc	26/08/2019 14:17:54	ARLINDO MARTINS CUSTODIO NETO	Aceito
Orçamento	PLANILHA_DE_CUSTO.pd	22/08/2019	ARLINDO MARTINS	Aceito

	f	11:27:08	CUSTODIO NETO	
Outros	TERMO_DE_CONCORDANCIA.docx	22/08/2019 10:34:54	ARLINDO MARTINS CUSTODIO NETO	Aceito
Outros	TERMO_DE_CONCORDANCIA_COPARTICIPANTE.docx	22/08/2019 10:32:51	ARLINDO MARTINS CUSTODIO NETO	Aceito
Outros	TERMO_DE_RESPONSABILIDADE.doc x	21/08/2019 21:00:21	ARLINDO MARTINS CUSTODIO NETO	Aceito
Outros	Curriculo_Pesquisador.pdf	21/08/2019 20:59:35	ARLINDO MARTINS CUSTODIO NETO	Aceito
Outros	Curriculo_Orientadora.pdf	21/08/2019 20:56:15	ARLINDO MARTINS CUSTODIO NETO	Aceito
Outros	CARTA_DE_ENCAMINHAMENTO.docx	21/08/2019 20:48:40	ARLINDO MARTINS CUSTODIO NETO	Aceito
Outros	Carta_de_encaminhamento.pdf	21/08/2019 20:35:17	ARLINDO MARTINS CUSTODIO NETO	Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	Arlindo_Projeto_TCM_2.docx	21/08/2019 20:33:21	ARLINDO MARTINS CUSTODIO NETO	Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	Arlindo_Projeto_TCM_2.pdf	21/08/2019 20:32:49	ARLINDO MARTINS CUSTODIO NETO	Aceito
Folha de Rosto	Arlindo_Folha_de_rosto.pdf	04/07/2019 14:36:45	ARLINDO MARTINS CUSTODIO NETO	Aceito

Página 07 de

**Situação do Parecer:**

Aprovado

**Necessita Apreciação da CONEP:**

Não

Brasília, 16 de janeiro de 2020.

---

**Assinado por:  
Fabio Viegas Caixeta  
(Coordenador(a))**