



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO**  
**CENTRO ACADÊMICO DA VITÓRIA**

**ARQUEZA BENICIA DE OLIVEIRA**

**PROPOSTA DE MODELO DIDÁTICO SOBRE ÁCIDOS NUCLÉICOS PARA  
UTILIZAÇÃO NO ENSINO MÉDIO**

**VITÓRIA DE SANTO ANTÃO**

**2023**

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO**

**CENTRO ACADÊMICO DA VITÓRIA**

**LICENCIATURA EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS**

**ARQUEZA BENICIA DE OLIVEIRA**

**PROPOSTA DE MODELO DIDÁTICO SOBRE ÁCIDOS NUCLEÍCOS PARA  
UTILIZAÇÃO NO ENSINO MÉDIO**

TCC apresentado ao Curso de Licenciatura em Ciências Biológicas da Universidade Federal de Pernambuco, Centro Acadêmico da Vitória, como requisito para a obtenção do título de Licenciada em Ciências Biológicas.

**Orientador(a):** Prof. Dr. João de Andrade Dutra Filho

**VITÓRIA DE SANTO ANTÃO**

**2023**

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor,  
através do programa de geração automática do SIB/UFPE

Oliveira, Arqueza Benicia de.

Proposta de modelo didático sobre ácidos nucléicos para utilização no ensino médio / Arqueza Benicia de Oliveira. - Vitória de Santo Antão, 2023. 47 : il., tab.

Orientador(a): João de Andrade Dutra Filho

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Universidade Federal de Pernambuco, Centro Acadêmico de Vitória, Ciências Biológicas - Licenciatura, 2023.

5.

Inclui referências, apêndices, anexos.

1. Educação. 2. Genética. 3. Recursos didáticos. I. Filho, João de Andrade Dutra . (Orientação). II. Título.

370 CDD (22.ed.)

**ARQUEZA BENICIA DE OLIVEIRA**

**PROPOSTA DE MODELO DIDÁTICO SOBRE ÁCIDOS NUCLEÍCOS PARA  
UTILIZAÇÃO NO ENSINO MÉDIO**

TCC apresentado ao Curso de Licenciatura em Ciências Biológicas da Universidade Federal de Pernambuco, Centro Acadêmico da Vitória, como requisito para a obtenção do título de Licenciada em Ciências Biológicas.

Aprovado em: 02/10/2023.

**BANCA EXAMINADORA**

---

Prof<sup>o</sup>. Dr. João de Andrade Dutra Filho (Orientador)  
Universidade Federal de Pernambuco (UFPE) / Centro Acadêmico da Vitória (CAV)

---

Prof<sup>o</sup>. Dr<sup>a</sup>. Ana Cristina Lauer Garcia (Examinador Interno)  
Universidade Federal de Pernambuco (UFPE) / Centro Acadêmico da Vitória (CAV)

---

Prof<sup>o</sup>. Dr<sup>a</sup>. Edvane Borges da Silva (Examinador Interno)  
Universidade Federal de Pernambuco (UFPE) / Centro Acadêmico da Vitória (CAV)

Aos meus pais, a quem devo tudo o que sou, dedico.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço primeiramente à Deus, sem ele eu não chegaria até aqui. À ele toda a Glória.

Agradeço aos meus pais, por todo incentivo e ajuda.

Aos meus irmãos por todo suporte e paciência ao longo desses anos.

Aos meus familiares por todo o incentivo, obrigada por comemorarem comigo cada conquista.

Aos meus amigos, vocês me ajudaram durante todo percurso e sou grata por cada momento vivido com vocês.

Ao meu orientador, por toda paciência e direcionamento.

Aos meus professores, por todo conhecimento compartilhado, vocês foram fundamentais.

A cada um que ao longo desta graduação, direta ou indiretamente contribuiu para a realização deste sonho.

“Feliz aquele que transfere o que  
sabe e aprende o que ensina!”

Cora Coralina

## RESUMO

A genética é a ciência da hereditariedade, é a área que estuda a transmissão de caracteres no decorrer do tempo, a expressão gênica e os mecanismos que garantem a evolução dos seres vivos. Apesar de serem tão presentes no nosso dia a dia, as questões relacionadas à genética são vistas como temáticas de grande dificuldade de compreensão pelos discentes de ensino médio das instituições brasileiras. Os modelos didáticos permitem uma vivência mais próxima da realidade de como é o objeto de estudo em questão, o estudante tem oportunidade de construir uma estrutura que representa o assunto que está sendo estudado. Assim, o presente trabalho teve como objetivo confeccionar dois modelos didáticos que visam tornar mais eficientes os processos de ensino e de aprendizagem de alguns conteúdos da genética. A construção dos modelos didáticos buscou materiais de fácil acesso e baixo custo. O passo a passo de como os modelos foram confeccionados e como podem ser utilizados em sala de aula é apresentado. Além de auxiliar na compreensão da estrutura da molécula do DNA e RNA, os modelos aqui apresentados, também poderão ser aplicados em outras temáticas como: Organização dos organismos vivos; genes; síntese de proteínas, ribossomos. Esperamos que a utilização dos modelos didáticos produzidos neste trabalho possa servir como material de apoio para os docentes nas aulas de genética do ensino médio.

**Palavras-chave:** Educação, genética, recursos didáticos.

## **ABSTRACT**

Genetics is the science of heredity, it is the area that studies the transmission of characters over time, gene expression and the mechanisms that guarantee the evolution of living beings. Despite being so present in our daily lives, issues related to genetics are seen as topics that are very difficult for high school students in Brazilian institutions to understand. Didactic models allow an experience closer to the reality of what the object of study in question is like, the student has the opportunity to build a structure that represents the subject being studied. Thus, the present work aimed to create two didactic models that aim to make the teaching and learning processes of some genetics content more efficient. The construction of the didactic models sought materials that were easily accessible and low cost. A step-by-step guide on how the models were created and how they can be used in the classroom is presented. In addition to helping to understand the structure of the DNA and RNA molecule, the models presented here can also be applied to other topics such as: Organization of living organisms; genes; protein synthesis, ribosomes. We hope that the use of the didactic models produced in this work can serve as support material for teachers in high school genetics classes.

**Keywords:** Education, genetics, teaching resources.

## SUMÁRIO

|                                                                               |           |
|-------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>1 INTRODUÇÃO .....</b>                                                     | <b>10</b> |
| <b>2 REVISÃO DE LITERATURA .....</b>                                          | <b>12</b> |
| <b>2.1 A importância da Genética no nosso cotidiano .....</b>                 | <b>12</b> |
| <b>2.2 Ácidos Nucléicos (DNA e RNA).....</b>                                  | <b>12</b> |
| <b>2.3 Dificuldades no ensino da Genética.....</b>                            | <b>14</b> |
| <b>2.4 Importância do uso de modelos didáticos no ensino da Genética.....</b> | <b>15</b> |
| <b>3 OBJETIVOS.....</b>                                                       | <b>17</b> |
| <b>3.1 Objetivo Geral.....</b>                                                | <b>17</b> |
| <b>3.2 Objetivos Específicos .....</b>                                        | <b>17</b> |
| <b>4 METODOLOGIA .....</b>                                                    | <b>18</b> |
| <b>4.1 Elaboração do modelo didático sobre a estrutura do DNA .....</b>       | <b>19</b> |
| <b>4.2 Elaboração do modelo didático sobre a estrutura do RNA .....</b>       | <b>29</b> |
| <b>5 RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>                                         | <b>38</b> |
| <b>5.1 Apresentações dos modelos didáticos construídos.....</b>               | <b>38</b> |
| <b>5.2 Utilização do modelo em sala de aula.....</b>                          | <b>39</b> |
| <b>6 CONCLUSÃO .....</b>                                                      | <b>42</b> |
| <b>REFERÊNCIAS.....</b>                                                       | <b>43</b> |

## 1 INTRODUÇÃO

Os conhecimentos na área da genética estão presentes nas mais diversas temáticas do nosso dia a dia, sendo considerada uma das áreas mais promissoras da biologia (DE MELO *et al.*, 2009). Como maneira de mostrar o quanto a genética está presente nos discursos científicos atuais merecem destaque as notícias sobre a existência de bactérias super-resistentes, estratégias revolucionárias para a cura de doenças, e o aparecimento de novas variantes virais (OLIVEIRA *et al.*, 2018; OPAS, 2021).

As dificuldades maiores foram por parte dos alunos, ao tentarem relacionar o dia a dia com o conhecimento aplicado, explanado que o ensino de genética por exemplo, nem sempre incentiva dos alunos a correlacionarem temáticas ao seu cotidiano, segundo análises (ALMEIDA, 2021). Atualmente, ainda há uma batalha enfrentada pelos professores de biologia na hora de fazer o aluno entender e fixar conteúdos de Genética e Biologia Molecular (Campos *et al.*, 2002; Moura *et al.*, 2013 *apud* CARVALHO VIVARINI, 2022).

Carvalho Vivarini (2022) destaca que houveram grandes avanços da produção científica nos últimos anos, evidenciando a área das Ciências Biológicas para a Genética e a Biologia Molecular. Uns dos assuntos abordados na área da genética são: clonagem, transgenia, testes de paternidade, sequenciamento de genomas, DNA, RNA, etc., que avanços em tecnologias derivadas do conhecimento genético. Estas moléculas, também conhecidas como ácidos nucleicos por terem sido encontrados no núcleo e apresentarem um caráter ácido, têm grande importância dentro do campo de ensino de ciências biológicas (TORQUATTO, 2013). A constituição desses ácidos nucleicos é de vários nucleotídeos que estão unidos por ligação de fosfodiéster, tendo na composição o fosfato e o açúcar (PASTERNAK, 1999).

O desoxirribonucleico - o DNA, possui uma estrutura que forma o modelo da dupla hélice, contendo três tipos de componentes químicos: fosfato, açúcar chamado de desoxirribose e as quatro bases nitrogenadas: adenina, citosina, guanina e timina (WATSON, 2014). O RNA, ao contrário do DNA é constituído apenas por uma longa cadeia de nucleotídeos ligado entre si, sua pentose é a ribose, possui

quatro bases nitrogenadas, sendo 3 iguais ao do DNA, - Adenina, Guanina e a Citosina - e 1 diferente a Uracila. Estes ácidos nucleicos possuem bases nitrogenadas que são divididas em purinas e pirimidinas. As purinas são a adenina e a guanina, já as pirimidinas são a timina, citosina e a uracila, porém, a timina é exclusiva para o DNA e a uracila para o RNA. A estrutura do DNA é um polímero em forma de dupla hélice antiparalelas por terem dois sentidos em cada fita, uma é no sentido de 5'-3' e a outra 3'-5', já a estrutura do RNA é formada por apenas uma fita (PASTERNAK, 1999).

Dada a diversidade de assuntos possíveis a serem trabalhados a partir de conteúdos relacionados à molécula de DNA e RNA, muitos estudantes ainda apontam que estes assuntos são de difícil compreensão, pelo fato de serem abstratos e complexos (SETÚVAL; BEJARANO, 2009). Diante disso, muitos docentes sentem dificuldade em ensinar essas temáticas (BONZANINI; BASTOS, 2011). Contudo, a aprendizagem com melhor efetivação desses saberes em sala de aula é importante, principalmente quando tem opções complementares para o processo de ensino (LIMA, 2007). Uma dessas alternativas didáticas para o ensino tem sido o uso de modelos didáticos nas aulas de biologia (SOUZA *et al.*, 2013).

Os modelos didáticos permitem uma vivência mais próxima da realidade de como é o objeto de estudo em questão, o estudante tem oportunidade de construir uma estrutura que representa o assunto que está sendo estudado (SOUZA *et al.*, 2013; GOLBERT *et al.*, 2019). A aplicação do lúdico e modelos didáticos, serve como alternativa potencial, que tem a capacidade de promover a interação entre professor e aluno, motivar a aprendizagem propiciando então, a clareza do conteúdo e, conseqüentemente, oportunizando a construção do conhecimento (SOUZA *et al.*, 2013).

Diante deste panorama, no presente trabalho de conclusão de curso foram criados dois modelos didáticos, um sobre a estrutura da molécula do DNA e outro sobre a estrutura da molécula do RNA que visam tornar mais eficiente o processo de ensino aprendizagem de alguns conteúdos da genética, como genes, ribossomos, proteínas, etc. Esses modelos, contêm a presença de tecnologia com o vídeo autoexplicativo dentro de uma pasta no drive e inserido em um código de QR code, sendo um código para cada modelo.

## **2 REVISÃO DE LITERATURA**

### **2.1 A importância da Genética no nosso cotidiano**

A genética é a ciência da hereditariedade, é a área que estuda a transmissão de caracteres no decorrer do tempo, a expressão gênica, e as ferramentas que garantem a evolução dos seres vivos (MELO; CARMO, 2009; MOURA et al., 2013 *apud* SAMIAS, 2023). A partir dela podemos compreender o porquê apresentamos características tão similares a dos nossos pais, porque desenvolvemos uma maior probabilidade de apresentar determinada doença, dentre tantos outros assuntos. Essa área explica muito sobre a nossa existência e isso justifica a fascinação e um grande interesse de muitos discentes por genética em compreendê-la (LIMA, 2017).

Assim, a partir dos conhecimentos adquiridos nas aulas de genética é possível entender, acompanhar e opinar sobre os diversos acontecimentos desta área notificados nos diversos meios de comunicação (MACARENHAS *et al*, 2016 *apud* SAMIAS, 2023). Os avanços nesta área do conhecimento e seu uso no nosso dia a dia fortalecem a ideia de que as bases teóricas da genética são elementos essenciais na formação do cidadão contemporâneo (MARIN *et al.*, 2021).

Devido aos seus avanços a importância desta área de conhecimento está sendo cada vez mais reconhecida pela sociedade. Para que ela possa entender o grande espectro de aplicações e implicações da genética ela precisa de conhecimentos básicos que devem ser adquiridos na escola (CASAGRANDE, 2006). Nesse contexto, o âmbito escolar é um local fundamental para a formação do cidadão, como também para o compartilhamento de experiências e ideias.

### **2.2 Ácidos Nucléicos (DNA e RNA)**

Foram descritos a partir de 1869 pelo pesquisador Friedrich Miescher, quando foi isolada uma substância do núcleo e de células e nomeada de nucleínas, porém, depois foi chamada de ácidos nucleicos por outros pesquisadores, por se tratar de uma substância muito ácida (CÉSAR, SESAR; 2005 *apud* ALMEIDA, 2018). O ácido desorribonucleico (DNA) e o ácido ribonucleico (RNA), foram localizados no princípio

do século XX, e em 1944 o DNA foi identificado como substância hereditária pelos cientistas Oswald Avery, Colin Munro MacLeod e Maclyn McCarty (LOPES, RUSSO; 2005). As cadeias dos ácidos nucléicos são extensas e intrincadas, constituídas por pequenas unidades de macromoléculas, chamadas nucleotídeos (CÉSAR, SESAR; 2005 *apud* ALMEIDA, 2018).

Os nucleotídeos são formados por três unidades, sendo elas: grupo fosfato, um grupo açúcar pertencente ao grupo das pentoses e uma base nitrogenada (ANDRADE; CALDEIRA, 2009). A pentose pode ser classificada de duas formas distintas, sendo uma delas a desoxirribose, que constitui a estrutura do DNA, e a outra a ribose que constitui a estrutura do RNA (WATSON, 2014). As bases nitrogenadas que completam a formação do nucleotídeo são: Adenina (A), Guanina (G), Timina (T), Citosina(C) e Uracila (U). A adenina e a guanina são compostas por um anel duplo de carbono e nitrogênio e são chamadas de púricas, já a timina, citosina e a uracila por apresentarem uma estrutura com apenas um anel de carbono e nitrogênio são chamadas de pirimídicas (WATSON, 2014).

As ligações entre as bases nitrogenadas acontecem de maneira precisa, a adenina se conecta com a timina, e a guanina se emparelha com a citosina, sempre nessa sequência, conforme o esquema apresentado por James Watson e Francis Crick, em 1953 (CÉSAR, SESAR; 2005 *apud* ALMEIDA, 2018).

Pamphile e Vicentini (2011) afirmam que na molécula de DNA as cadeias de nucleotídeos estão enroladas ao redor do mesmo eixo, formando assim uma dupla hélice, e dentro da molécula estão as bases nitrogenadas ligadas entre si, e a pentose e o fosfato do lado de fora. Na dupla hélice, as cadeias de nucleotídeos são unidas por ligações fosfodiéster com o grupamento fosfato do carbono 5' de um nucleotídeo ligado ao grupo 3'-OH da desoxirribose do nucleotídeo adjacente (PASTERNAK, 1999).

O ácido ribonucleico – o RNA, ao contrário do líquido desorribonucleico, é constituído apenas por uma longa cadeia de nucleotídeos ligado entre si, sua pentose é a ribose, possui quatro bases nitrogenadas, sendo três iguais às do líquido desorribonucleico - Adenina, Guanina e a Citosina - e uma diferente, a Uracila. As uniões das bases também ocorrem por meio de pontes de hidrogênio,

onde a adenina se conecta com a uracila, e a guanina com a citosina (CÉSAR, SESAR; 2005 apud ALMEIDA, 2018).

As ligações 3' 5'-fosfodiéster do RNA formam um esqueleto a partir do qual os nucleotídeos se estendem. Os RNAs eucarióticos variam de aproximadamente 20 nucleotídeos de comprimento até mais de 200.000 nucleotídeos. Muitos RNAs também contêm nucleotídeos modificados, que são produzidos por processamento pós-transcricional e tem papel no ajuste fino, e no exercício de funções indispensáveis na célula (WOSKI; SCHMIDT, 2011). Existem outros tipos de RNA, como o mensageiro (RNAm), o ribossômico (RNAr) e o transportador (RNAt), dentre os quais somente o RNAm transporta as instruções genéticas, embora os demais também sejam indispensáveis à fabricação de proteínas (BELTRAMINI, 2005).

### **2.3 Dificuldades no ensino da Genética**

A genética é considerada por grande parte dos discentes de Ensino Médio como sendo uma área de difícil compreensão, pois aborda temas submicroscópicos como o DNA (ácido desoxirribonucleico), RNA (ácido ribonucleico), proteínas e ribossomos, dentre outros (PEREIRA, 2014). Nos livros didáticos, por exemplo, as macromoléculas biológicas são apresentadas de modo descritivo como se fossem destituídas de qualquer movimento dinâmico (BELTRAMINI, 2005). Araújo e Gusmão (2017) reforçam que os conceitos abordados no ensino de genética são, geralmente, de difícil assimilação, sendo necessárias práticas que auxiliem no entendimento.

Por incluir um vocabulário complexo, muitos discentes acabam se preocupando apenas em decorar as terminologias da área da genética, não exercitando a verdadeira capacidade de relacionar e compreender estes assuntos com a vida rotineira (CID; NETO, 2005). É comum ver estudantes que memorizam unicamente os termos desta área com a intenção de, na maior parte das vezes, alcançar uma aprovação em provas de vestibulares (BARNI, 2010).

Muitas pesquisas vêm demonstrando a dificuldade de estudantes de ensino médio em compreender os assuntos da área da genética. Um exemplo é o estudo de Temp (2014) que realizou uma pesquisa com 154 estudantes do segundo

semestre do 3º ano do ensino médio em duas escolas da cidade de Santa Maria, RS. Nessa pesquisa, ficou comprovado que a maior parte dos alunos errou questões básicas sobre a temática da molécula de DNA, RNA, genes, alelos, cromossomos e divisão celular. A justificativa de alguns alunos foi que estudaram, mas esqueceram, ou que não estudaram esses conteúdos.

A dificuldade de aprendizagem na área da genética também foi verificada por Souza (2015) que avaliou, através da aplicação de questionários, os conhecimentos de genética de 63 estudantes do 3º ano do ensino médio em uma escola da rede privada da cidade de Cascavel, no Paraná. Ao fim da aplicação dos questionários, a pesquisadora constatou que aproximadamente 60% dos entrevistados afirmavam considerar os conteúdos de genética de difícil compreensão, incluindo assuntos relacionados ao núcleo celular interfásico, genes ligados (*Linkage*), mapas cromossômicos, Sistemas ABO e Rh e Interação gênica.

Um dos assuntos que gera dificuldade de compreensão na área da genética é a estrutura dos ácidos nucleicos. Conforme destacado por Oliveira e Filho (2013), os ácidos nucleicos são caracterizados como um dos temas da Biologia de difícil compreensão tanto por alunos do ensino superior quanto do ensino médio, por envolver características moleculares próprias, processos de transcrição e tradução gênica.

Alguns autores salientam que os esquemas presentes nos livros didáticos, frequentemente, são insuficientes para esclarecer relações conceituais nesta área de ensino (SOARES *et al.*, 2002). Assim, essa defasagem na formação dos estudantes se torna um alerta para que sejam desenvolvidas novas estratégias e métodos de ensino para promover uma melhor aprendizagem dentro dos assuntos de biologia (MOREIRA, 2012).

## **2.4 Importância do uso de modelos didáticos no ensino da Genética**

Os modelos didáticos podem ser definidos como instrumentos sugestivos sendo eficazes na prática docente diante da abordagem de conteúdos que, muitas vezes, são de difícil assimilação e compreensão pelos alunos, principalmente no que tange ao ensino de Ciências e Biologia (GONÇALVES, 2021). Esses modelos são representações, confeccionadas a partir de material concreto, de estruturas ou

partes de processos biológicos (MATOS, 2009). Atividades inovadoras, que envolvem jogos, modelos e arte, quando usadas de maneira lúdica, completam os conteúdos teóricos e permitem que ocorra uma maior interação no processo de ensino aprendizagem (MARTINEZ *et al.*, 2008).

Gonçalves (2021) ressalta que a matéria de biologia é vista pelos estudantes como muito desafiadora, uma vez que envolve um vasto conteúdo e conceitos abstratos, o que pode desencorajar o processo de aprendizagem do aluno. Portanto, a busca por novas abordagens pedagógicas pode ser de extrema importância para tornar o ensino e a aprendizagem mais eficazes, e uma dessas abordagens é a utilização de modelos tridimensionais de ensino (GONÇALVES, 2021).

No entanto, o uso de modelos didático ou qualquer recurso pedagógico, deve ser acompanhado de uma reflexão pedagógica por parte do educador, a fim de avaliar a real utilidade desse recurso educacional no processo de ensino-aprendizagem, visando alcançar um determinado objetivo (SOUZA, 2007 *apud* ALMEIDA, 2018). Estas utilizações de atividades práticas na área da genética facilita o aprendizado dos alunos (GIORDAN; VECCHI, 1996 *apud* GONÇALVES, 2021). A incorporação de materiais didáticos é de extrema importância para a melhoria do ensino de Biologia, especialmente para aqueles que procuram aproximar os conceitos abstratos dos estudantes, possibilitando uma melhor compreensão do conteúdo. Além disso, o uso desse tipo de recurso pode complementar o conteúdo apresentado no livro didático (ALMEIDA, 2018)

### **3 OBJETIVOS**

#### **3.1 Objetivo Geral**

Elaborar modelos didáticos um sobre a estrutura da molécula do DNA e outro sobre a estrutura da molécula do RNA para o ensino de ácidos nucleicos no Ensino Médio.

#### **3.2 Objetivos Específicos**

- Criar dois modelos didáticos de baixo custo para representar a estrutura da molécula de DNA e RNA;
- Descrever a produção e elaboração dos modelos didáticos para propiciar a sua reprodutibilidade e o seu uso pelos docentes e discentes de Ensino Médio nas aulas de Genética.

#### 4 METODOLOGIA

O percurso metodológico foi de abordagem qualitativa, do tipo descritiva, em que se deu a produção e elaboração de dois modelos didáticos. A construção dos modelos didáticos buscou materiais de fácil acesso e baixo custo. Os materiais que foram utilizados para a confecção dos modelos didáticos se encontram nos quadros a seguir (Quadros 1 e 2).

**Quadro 1.** Lista dos materiais utilizados para a confecção do modelo didático sobre a estrutura da molécula de DNA.

| <i>Processo de confecção da estrutura da molécula de DNA</i> |                                                                              |
|--------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------|
| <i>Elementos constituintes do DNA</i>                        | <i>Sugestão de materiais</i>                                                 |
| Grupamentos fosfatos                                         | E.V.A. (emborrachado) na cor laranja, cola isopor, tesoura, régua            |
| Açúcares (desoxirribose)                                     | Massa de modelar/durepoxi                                                    |
| Bases nitrogenadas                                           | EVA colorido, régua, cola isopor, linha de costurar, pincel, tinta e tesoura |
| Pontes de hidrogênio                                         | Régua, palito de churrasco, alicate, tinta e pincel                          |
| Dupla hélice                                                 | Arame liso, fita métrica, alicate, pincel e tinta                            |

Fonte: OLIVEIRA, A. B., 2023.

**Quadro 2.** Lista dos materiais utilizados para a confecção do modelo didático sobre a estrutura da molécula de RNA.

| <i>Processo de confecção da estrutura da molécula de RNA</i> |                                                                              |
|--------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------|
| <i>Elementos constituintes do RNA</i>                        | <i>Sugestão de materiais</i>                                                 |
| Grupamento fosfato                                           | E.V.A. (emborrachado) na cor laranja, cola isopor, tesoura e régua           |
| Açúcar (ribose)                                              | Durepoxi/massa de modelar                                                    |
| Bases nitrogenadas                                           | EVA colorido, régua, cola isopor, linha de costurar, pincel, tinta e tesoura |

Fonte: OLIVEIRA, A. B., 2023.

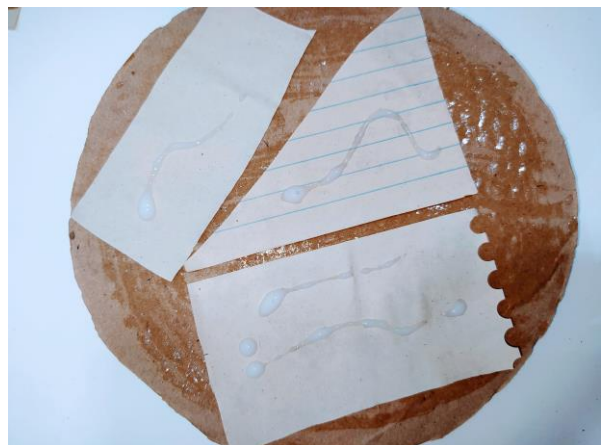
Também foi utilizado no processo de construção da molécula de DNA e RNA, papelão para conferir base aos modelos didáticos e gesso para modelar a base desses modelos. Fios de arame foram utilizados para sustentar as estruturas supracitadas e conferir o formato tridimensional da dupla fita do DNA e da fita simples do RNA. Também utilizamos massa de modelar para cobertura do grupamento fosfato e açúcar de cada molécula construída.

#### **4.1 Elaboração do modelo didático sobre a estrutura do DNA**

A Construção do modelo didático sobre a estrutura da molécula de DNA ocorreu em 6 etapas, as quais são descritas a seguir:

##### **Etapa 1: Elaboração da base de sustentação da estrutura do DNA**

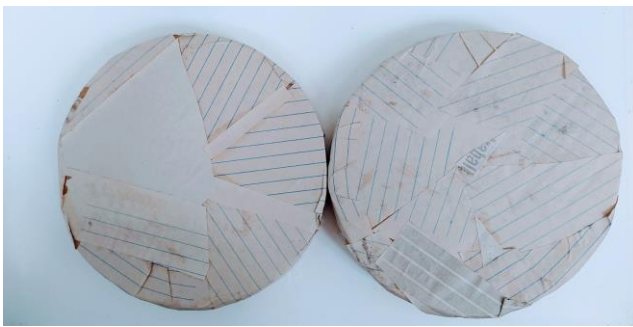
Para realizar a construção da base de sustentação da estrutura do DNA, foram utilizados seis discos de papelão com cerca de 8 cm de raio cada. Em seguida, pedaços de papéis/jornais foram cortados em tamanhos pequenos e irregulares. Foi adicionado cola branca nos papelões e papéis com a intenção de unir as partes até que se formassem seis camadas de discos. As camadas dos discos de papelão foram igualadas e, com o pincel, foi passado a cola branca envolvendo todas as partes dos papelões. Por fim, todas as superfícies das camadas de papelão foram cobertas com pedaços de papéis menores para que ocorresse uma melhor fixação do material na próxima etapa.



Fonte: OLIVEIRA, A. B., 2023.



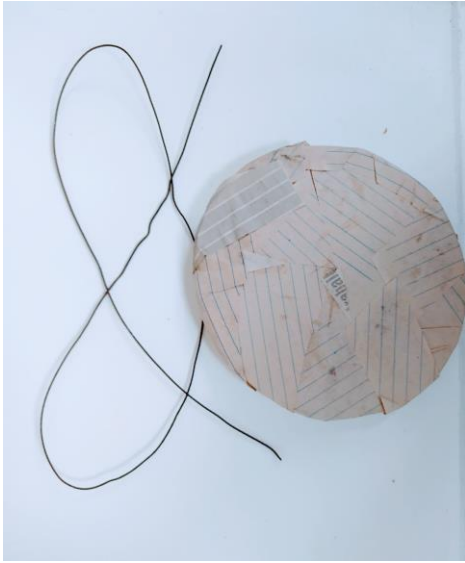
Fonte: OLIVEIRA, A. B., 2023.



Fonte: OLIVEIRA, A. B., 2023.

## **Etapa 2: Aplicação do arame liso e do palito de sustentação da estrutura**

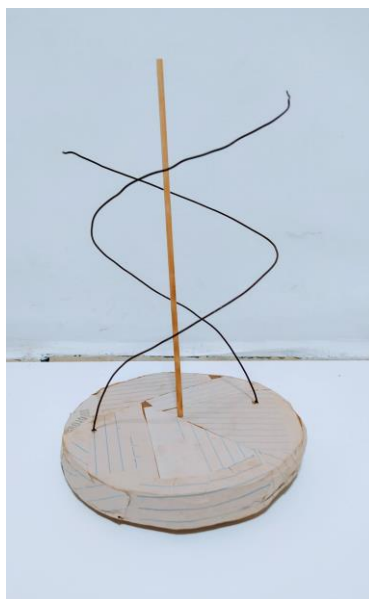
Nesta etapa usamos de início uma fita métrica para medir o comprimento do arame liso, cortamos com o alicate 90 cm e separamos. Com uma distância de 2 cm da borda fizemos as duas demarcações de onde iria passar o arame e, a demarcação do centro, onde iria ficar o palito de churrasco para o suporte. As distâncias entre os dois pontos foram de 12 cm. Em seguida, encaixou-se o arame de forma que a medição dos dois lados fosse igual. A seguir, foi inserido o palito de churrasco no centro da base com o raio de 8 cm.



Fonte: OLIVEIRA, A. B., 2023.



Fonte: OLIVEIRA, A. B., 2023.



Fonte: OLIVEIRA, A. B., 2023.

### **Etapa 3: Revestimento da base de suporte com gesso e selagem**

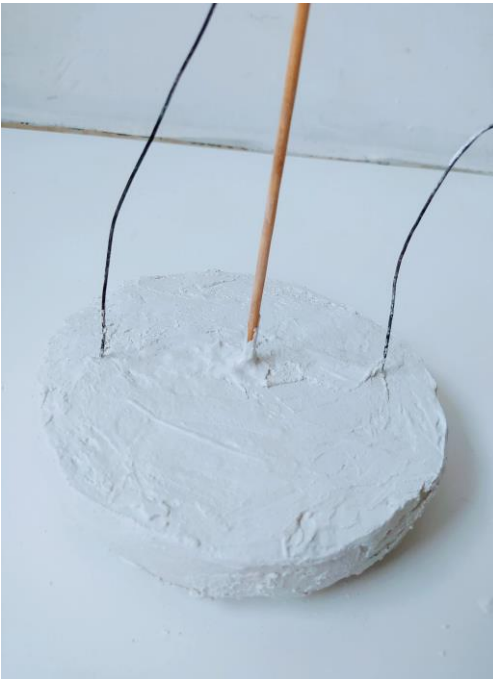
Para o preparo do gesso utilizado na base, usamos um copo de 150 mL de água, um copo e meio de gesso e uma vasilha para pôr esses materiais. De início foi colocado a água na vasilha, e depois aos poucos foi adicionado o gesso em pó. Foi adicionado uma colher de chá de vinagre, para que a massa do gesso não endurecesse com muita rapidez. Não foi necessário mexer a mistura de água e gesso, pois, esse processo pode fazer com que o processo de endurecimento ainda na vasilha seja mais rápido. Após esse processo, a espátula foi utilizada para pegar o gesso proveniente do fundo da vasilha, para passar na base até que todo o espaço da parte de baixo e das laterais fosse preenchido. Houve um tempo de espera, para que esse gesso secasse. Depois de seco, a base foi virada e colocado gesso na parte de cima. Esperou-se novamente a secagem e passou a segunda demão de gesso. Após isso, foi passada uma lixa grossa para que o aspecto áspero fosse retirado e, para o acabamento foi passada uma segunda lixa mais fina para que esse gesso fosse selado. Por fim, para um melhor acabamento foi utilizado uma tinta branca seladora com o pincel.



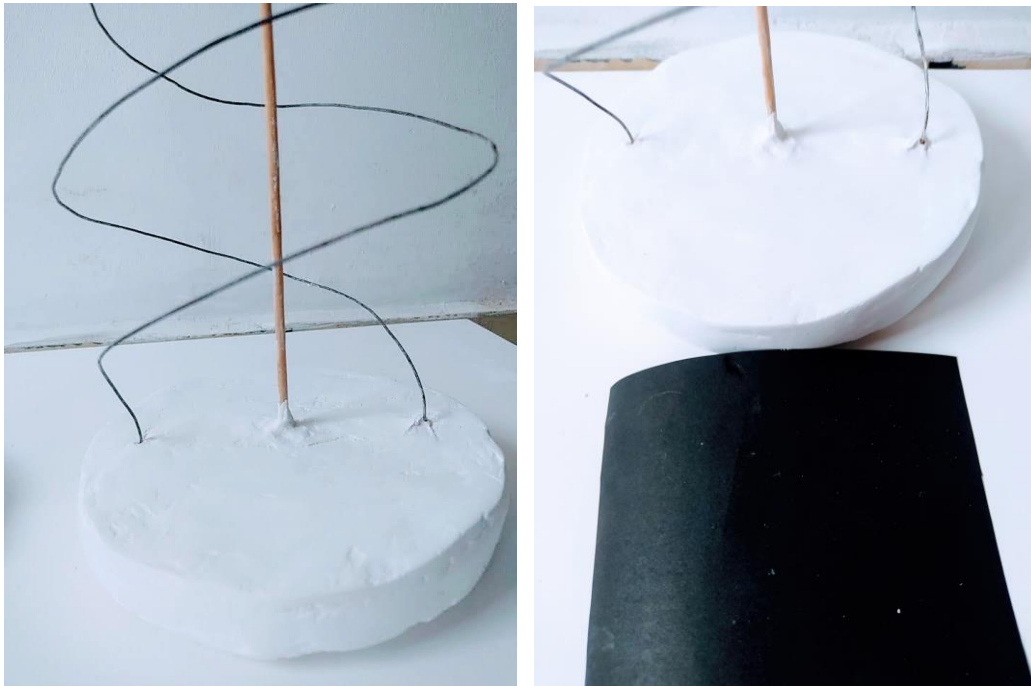
Fonte: OLIVEIRA, A. B., 2023.



Fonte: OLIVEIRA, A. B., 2023.



Fonte: OLIVEIRA, A. B., 2023.



Fonte: OLIVEIRA, A. B., 2023.



Fonte: OLIVEIRA, A. B., 2023.

#### **Etapa 4: Amarração e fixação dos palitos**

Para dar início a essa etapa marcamos 10 palitos em 14cm de comprimento. Em seguida, cortamos esses palitos com o alicate, deixando-os uniformes. Depois, foi necessário afastar os arames. Logo após, com uma régua e um lápis, fizemos as demarcações deixando uma distância de 2 cm entre um palito e outro. A seguir, começaram os entrelaçamentos da linha e os palitos para deixá-los firmes antes de pôr a massa durepoxi. Todos os palitos foram amarrados com 2 cm de diferença entre cada um. Os pedaços das massas de durepoxi foram

retiradas de suas embalagens e misturadas até atingir a sua homogeneidade. Foram separados em 10 pedaços pequenos e iguais, colocadas um por um nos palitos, alinhando para que os palitos não ficassem desiguais. Para o melhor manuseio do durepoxi, o ideal é ir molhando as pontas dos dedos com água, o que vai permitir um resultado ainda melhor e não deixar rachar a massa durante o manuseamento. Por último, os arames que estavam deitados foram levantados para uma melhor forma e estabilização do modelo.



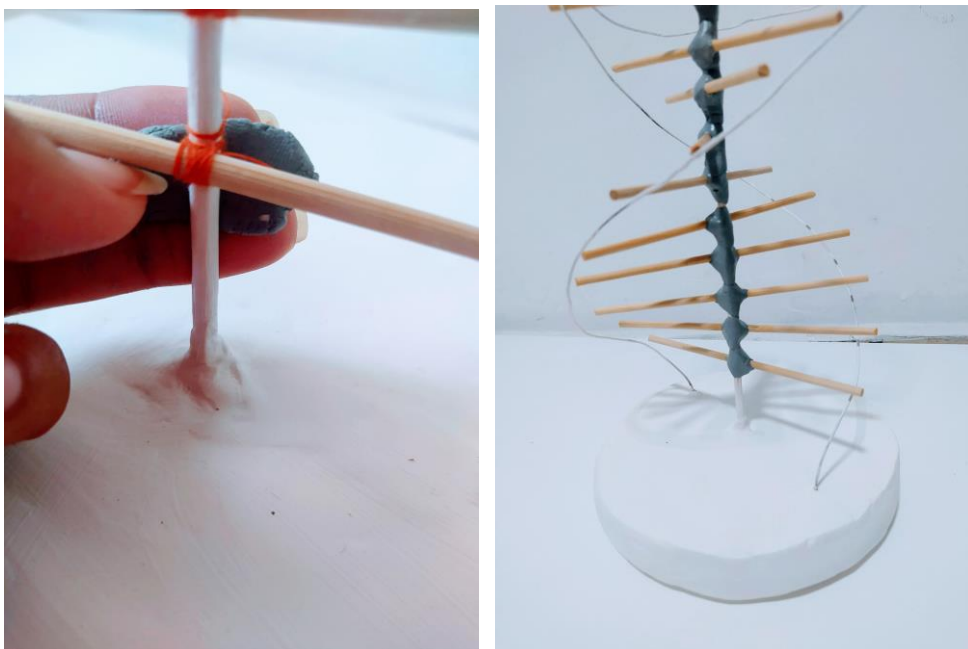
Fonte: OLIVEIRA, A. B., 2023.



Fonte: OLIVEIRA, A. B., 2023.



Fonte: OLIVEIRA, A. B., 2023.

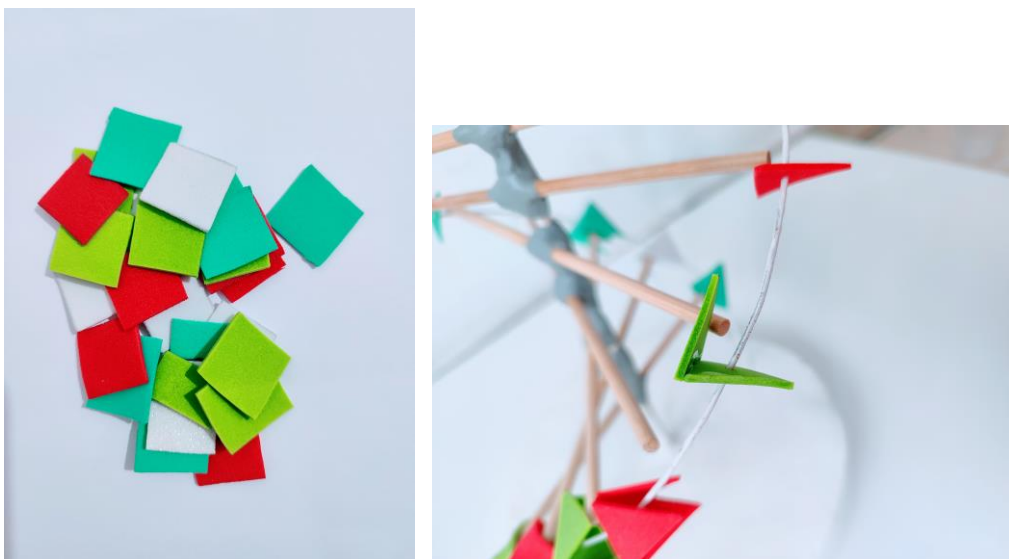


Fonte: OLIVEIRA, A. B., 2023.

### **Etapas 5: Colagem dos triângulos de emborrachados e pintura do modelo.**

Primeiro cortou-se os emborrachados em triângulos equiláteros de 2 cm de cada um dos lados e os quadrados, também com 2 cm nos lados. Em seguida, foi escolhida a cor que cada base nitrogenada iria representar. Após isso, foi escolhido em qual das duas colunas, os triângulos construídos iriam ficar para cima e quais ficariam para baixo. Antes de prender os arames foi necessário pôr os triângulos em suas posições, dependendo de qual das fileiras iria ficar. Na fileira em que os triângulos ficam com a ponta para baixo, os triângulos precisam ficar um pouco acima dos palitos. E, onde os triângulos iriam ficar com as pontas para cima, os triângulos ficaram mais abaixo dos palitos. A seguir, com a linha, foram entrelaçados

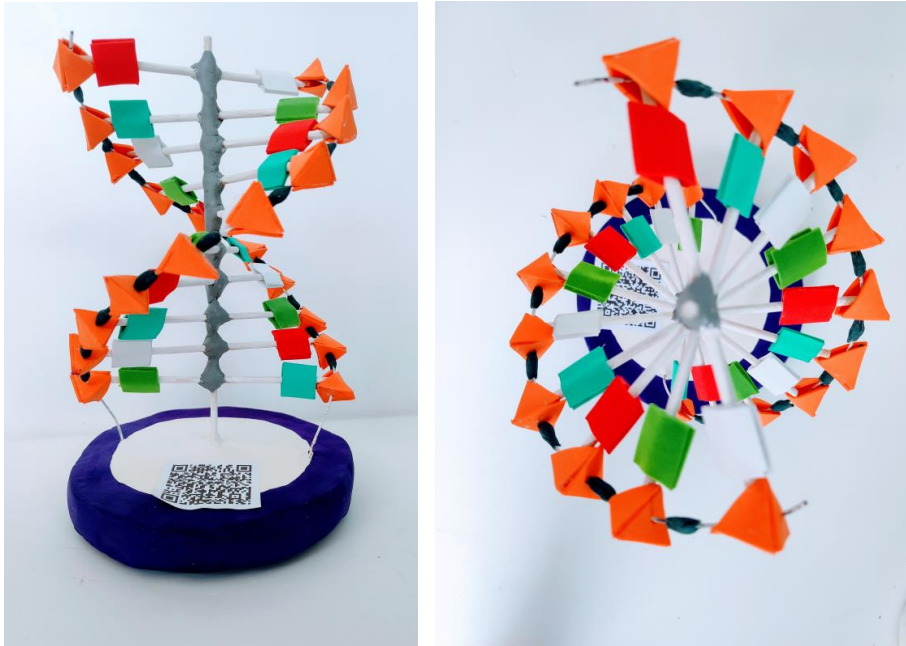
as pontas do arame com o primeiro palito para ficar firme. Logo após, foram colados, com cola isopor, os triângulos na cor laranja e os quadrados nas cores escolhidas para representar cada base. Depois de todas as partes dos triângulos e quadrados serem coladas, chegou a hora da pintura. Mas antes, foi demarcado onde iria pintar ou não, para essa delimitação na base do modelo, utilizamos um pedaço de linha que até os 2 cm até a borda. Com o lápis encaixado no meio da linha de costura foi feito o círculo, e por fim, pintamos a base delimitada, e os palitos de branco com a seladora.



Fonte: OLIVEIRA, A. B., 2023.



Fonte: OLIVEIRA, A. B., 2023.



Fonte: OLIVEIRA, A. B., 2023.

### **Etapa 6: Criação do QR code**

Para a criação do QR code foi preparado um vídeo de curta metragem com animações em 3D. Nesse vídeo há uma pequena explicação sobre a estrutura do DNA. Depois de pronto, o vídeo foi inserido num drive e compartilhado o link no QR code. As plataformas usadas em toda produção foram: Adobe, para licenciar as imagens e vídeos em 3D; Clideo, para comprimir os vídeos que foram licenciados; Renderforest, para a criação geral do vídeo; Drive, onde ficou armazenado o vídeo; Gerador QR, onde foi gerado o QR code com o link.

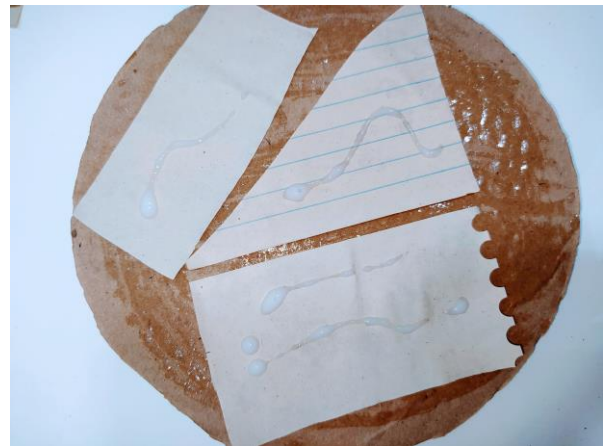


## 4.2 Elaboração do modelo didático sobre a estrutura do RNA

A Construção do modelo didático sobre a estrutura da molécula de RNA ocorreu em 5 etapas, as quais são descritas a seguir:

### Etapa 1: Elaboração da base de sustentação da estrutura do RNA

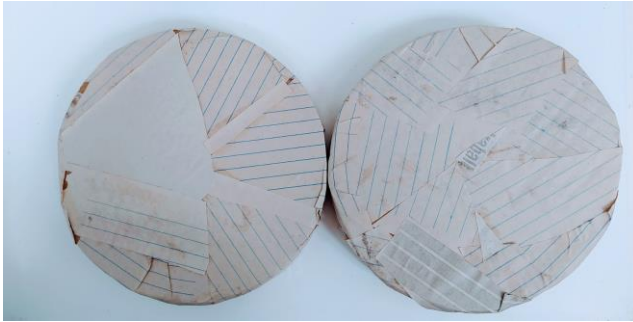
Foram desenvolvidos os mesmos passos sugeridos para a elaboração da base de sustentação da estrutura do DNA.



Fonte: OLIVEIRA, A. B., 2023.



Fonte: OLIVEIRA, A. B., 2023.

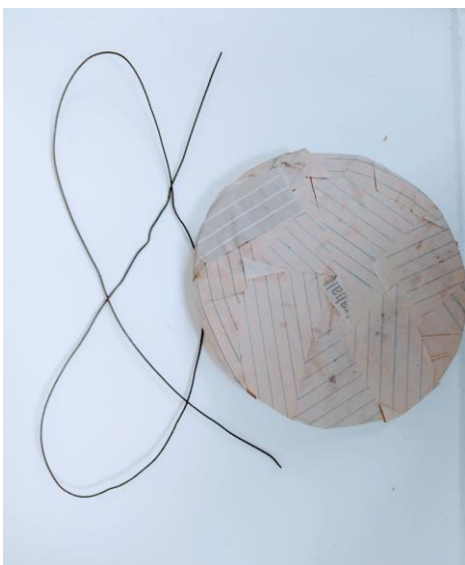


Fonte: OLIVEIRA, A. B., 2023.

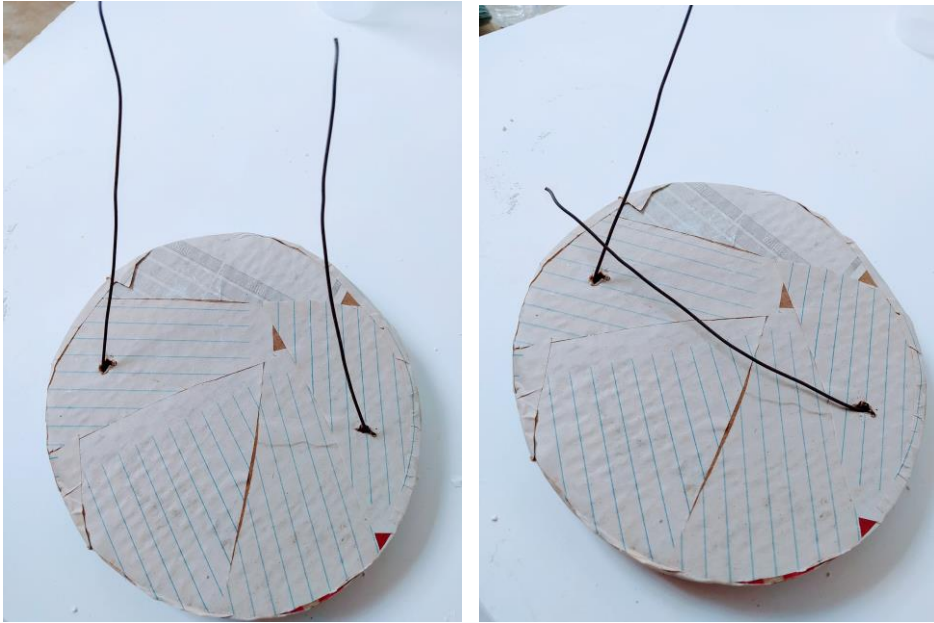
### **Etapa 2: Aplicação do Arame liso e do palito de sustentação da estrutura**

Nesta etapa usamos de início uma fita métrica para medir o comprimento do arame liso, cortamos com o alicate 60 cm e separamos. Com uma distância de 2 cm da borda fizemos as duas demarcações de onde iria passar o arame. Com o auxílio do alicate, o arame foi sustentado para que todas as camadas dos discos de papelão pudessem ser perfuradas.

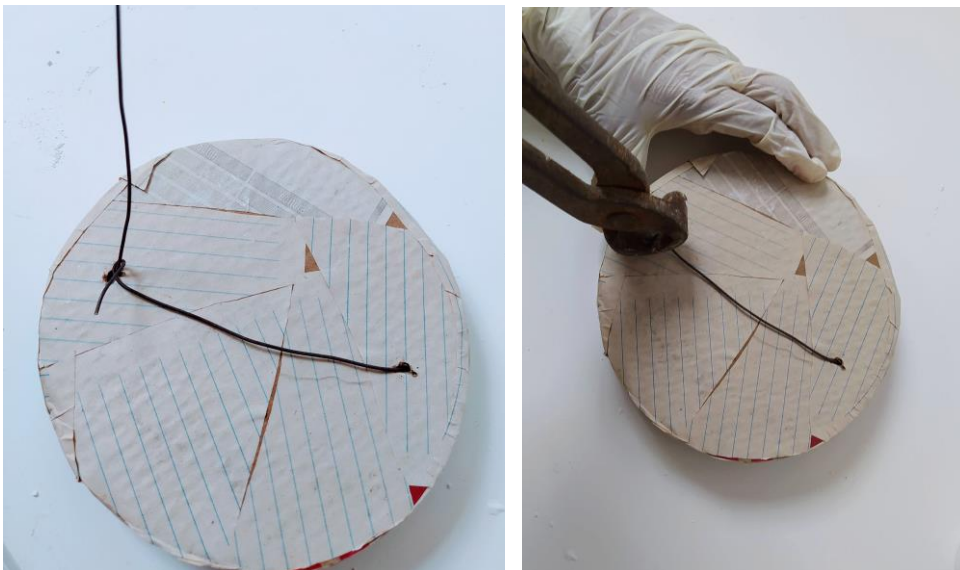
As distâncias entre os dois pontos foram de 12 cm. Em seguida, encaixou-se o arame de forma que a medição dos dois lados fosse diferente. Posteriormente a isso, o arame mais curto foi virado em direção ao arame maior e em seguida preso. Usando a turquesa ou um alicate, os arames foram entrelaçados entre si. Para finalizar, com o auxílio do próprio palito, marcamos e furamos no centro onde iria ficar o palito de churrasco.



Fonte: OLIVEIRA, A. B., 2023.



Fonte: OLIVEIRA, A. B., 2023.



Fonte: OLIVEIRA, A. B., 2023.

### **Etapas 3: Revestimento da base de suporte com gesso e selagem**

Foram desenvolvidos os mesmos passos sugeridos para a construção da base do suporte do DNA.



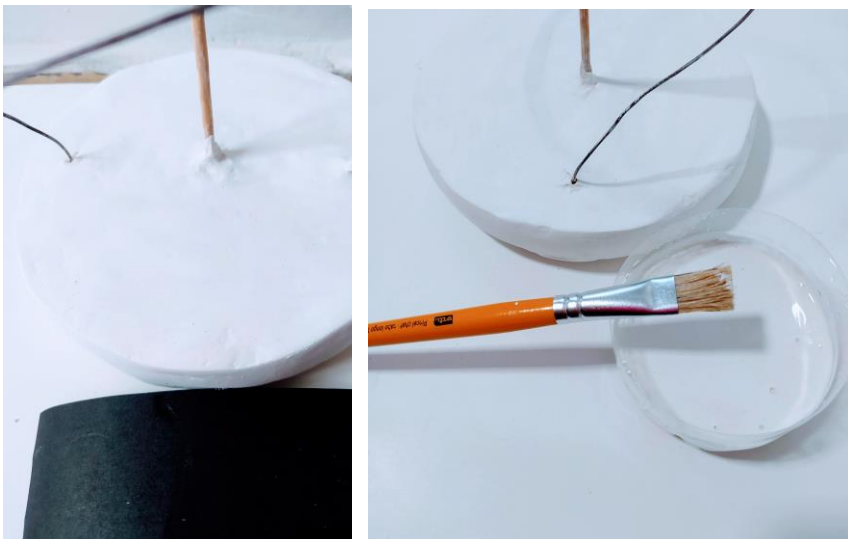
Fonte: OLIVEIRA, A. B., 2023.



Fonte: OLIVEIRA, A. B., 2023.



Fonte: OLIVEIRA, A. B., 2023.



Fonte: OLIVEIRA, A. B., 2023.

#### **Etapa 4: Amarração e fixação dos palitos**

Para a amarração e fixação dos palitos foram seguidos os mesmos passos sugeridos para o modelo da estrutura do DNA (mudando apenas a metragem dos palitos) e a seguir foram separados 10 pedaços menores e iguais, colocadas um por um nos palitos, alinhando para que os palitos não ficassem desiguais. Para o melhor manuseio do durepoxi, o ideal é ir molhando as pontas dos dedos com água, o que vai permitir um resultado ainda melhor e não deixar rachar a massa

durante o manuseamento. Por último, os arames que estavam deitados foram levantados para uma melhor forma e estabilização do modelo.



Fonte: OLIVEIRA, A. B., 2023.



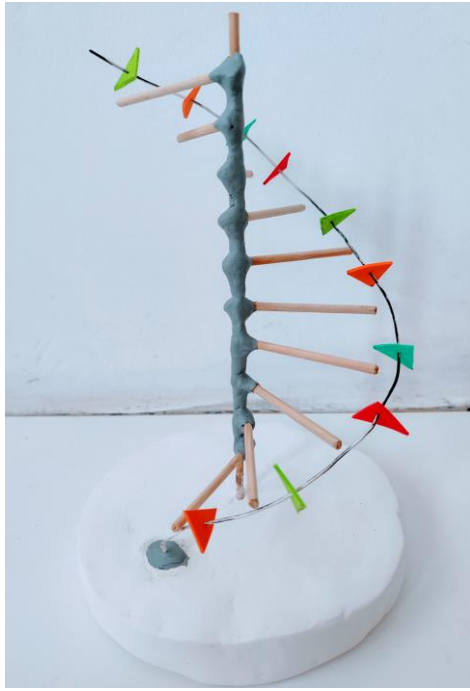
Fonte: OLIVEIRA, A. B., 2023.



Fonte: OLIVEIRA, A. B., 2023.

### **Etapa 5: Colagem dos triângulos e quadrados de emborrachados e pintura do modelo.**

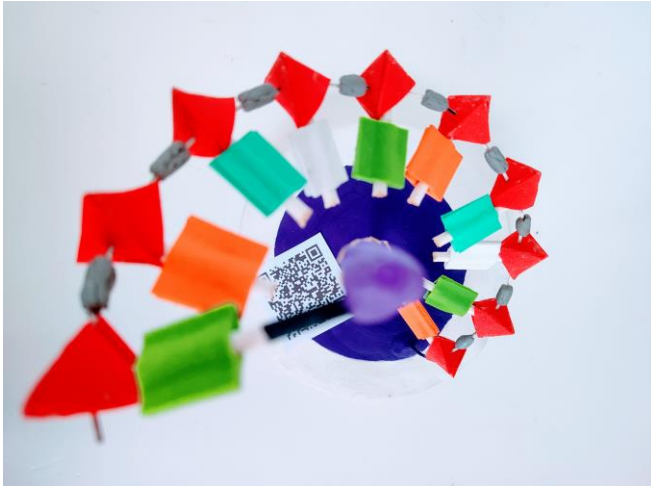
Primeiro cortou-se os emborrachados em triângulos equiláteros de 2 cm de cada um dos lados. Em seguida, foi escolhido a cor que cada base nitrogenada iria representar. Antes de prender o arame foi necessário pôr os triângulos no local onde iriam ficar. A seguir, com a linha, foram entrelaçados as pontas do arame com o primeiro palito para ficar firme, e todos palitos foram amarrados no arame. Logo após, foram colados com cola isopor os triângulos na cor vermelha, e os quadrados nas cores escolhidas para representar casa base nitrogenada. Depois de todas as partes dos triângulos serem coladas, chegou a hora da pintura. Mas antes, foi demarcado onde iria pintar ou não, para essa delimitação na base do modelo, utilizamos um pedaço de linha que chegasse até os 2 cm até a borda. Com o lápis encaixado no meio da linha de costura foi feito o círculo, e por fim, pintamos a base delimitada, e os palitos de branco com a seladora. Além disso, a parte que continham a durepoxi e o palito central foram pintadas para que ocorresse uma melhor uniformização das cores no modelo. Porém este palito está servindo apenas para o suporte do modelo, não está representando as partes químicas da estrutura, pois como a representação do modelo é o RNAm, não vai haver pontes de hidrogênio, e com isso, os dois palitos ligados ao central é apenas uma sustentação.



Fonte: OLIVEIRA, A. B., 2023.



Fonte: OLIVEIRA, A. B., 2023.



Fonte: OLIVEIRA, A. B., 2023.

### **Etapa 6: Criação do QR code**

Para a criação do QR code foi preparado um vídeo de curta metragem com animações em 3D. Nesse vídeo há uma pequena explicação sobre a estrutura do RNA. Depois de pronto, o vídeo foi inserido num drive e compartilhado o link no QR code. As plataformas usadas em toda produção foram: Adobe, para licenciar as imagens e vídeos em 3D; Clideo, para comprimir os vídeos que foram licenciados; Renderforest, para a criação geral do vídeo; Drive, onde ficou armazenado o vídeo; Gerador QR, onde foi gerado o QR code com o link.

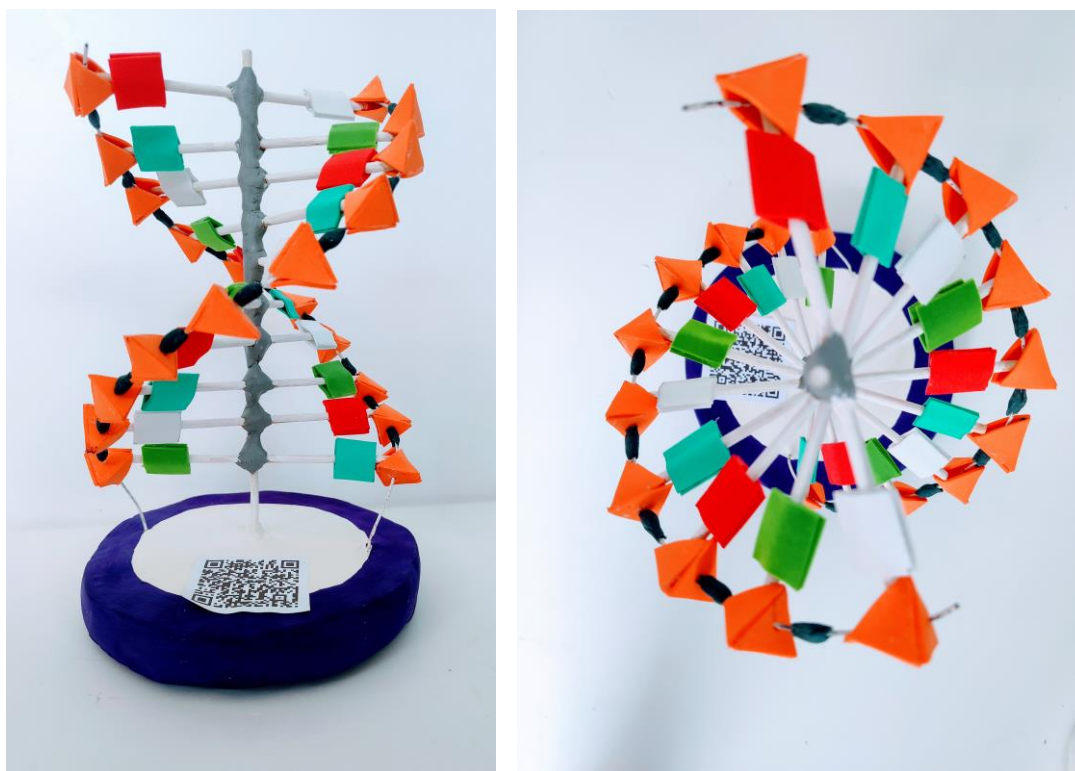


## 5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 5.1 Apresentações dos modelos didáticos construídos

O primeiro modelo didático foi baseado na estrutura da molécula de DNA, sendo desenvolvido para promover a compreensão desse tema pelos alunos do ensino médio. A sua utilização pode ser realizada durante ou após o ensino deste conteúdo. Podendo ser utilizado nas aulas de biologia molecular, bioquímica, genética e citogenética (Figura 1).

Figura 1 e figura 2 - Modelo didático confeccionado para representar a estrutura da molécula de DNA.



Fonte: OLIVEIRA, A. B., 2023.

O segundo modelo didático (Figura 3) pode ser utilizado nas aulas de Genética para promover a compreensão desse tema pelos alunos do ensino médio. O seu uso pode ser realizado durante ou após as aulas deste conteúdo. Neste modelo, o professor pode explorar as estruturas do RNA e suas funcionalidades, assim como: bases nitrogenadas, síntese proteica, etc. Podendo ser utilizado nas aulas de biologia molecular, bioquímica, genética e citogenética (Figura 3).

Figura 3 e figura 4 - Modelo didático confeccionado para representar a estrutura da molécula de RNA.



Fonte: OLIVEIRA, A. B., 2023.

## 5.2 Utilização do modelo em sala de aula:

As principais características da estrutura da molécula de DNA que podem ser exploradas com esse modelo são:

- O modelo da dupla hélice com enrolamento para a direita, representado pelas duas colunas das extremidades do material;
- O grupo do açúcar, apresentado pelos triângulos das extremidades;
- O grupo do fosfato, ilustrado como bolinhas de massa de modelar ou durepoxi, localizados entre os açúcares;
- Bases nitrogenadas, localizadas no interior das moléculas, representadas pelos quadrados com quatro cores em cada modelo. No DNA estão as cores: vermelho para a timina, o branco para a adenina, o verde limão para a guanina e o verde musgo para a citosina. No RNA, a única cor diferente foi o laranja para a uracila, tirando o vermelho da timina, já que é exclusiva do DNA;

- As pontes de hidrogênio, ligando a adenina com timina, e guanina com citosina representadas no DNA, já no RNA a adenina se liga com a uracila, e a guanina com a citosina;
- As fitas antiparalelas 5' e 3', apresentadas pelas direções em que os triângulos estão. Os triângulos que estão com as pontas para cima demonstram a fita em sentido 5'-3', enquanto a outra fita com os triângulos para baixo está no sentido 3'-5'.

Esses modelos didáticos podem ser explorados pelos alunos tanto antes início, durante ou depois da aula, auxiliando no processo de ensino-aprendizagem. Com o auxílio do QR code, os estudantes poderão ter uma prévia do assunto. Se for depois da explicação do docente, o vídeo ilustrado pelo QR code ajudará na eficiência e fixação do conteúdo apresentado.

Muitos pesquisadores têm demonstrado, a partir de respostas obtidas através da aplicação de questionários, a dificuldade que os discentes de ensino médio vêm apresentando para a compreensão da estrutura do DNA e RNA, onde, não conseguem relacionar estas estruturas nos assuntos relacionados à Genética (LIMA; PINTON; CHAVES, 2007; BELMIRO; BARROS, 2017). Diante disso, a utilização de modelos didáticos é recomendada como facilitador da aprendizagem (TEMP, 2011), especialmente, nas aulas em que os temas abordados incluem conteúdos de estruturas submicroscópicas, como é o caso da estrutura da molécula do DNA e RNA (MATOS et al., 2009; MOURA et al., 2013).

Os modelos didáticos desenvolvem uma reflexão a respeito das estruturas biológicas e possibilita que os discentes se adentrem no entendimento tridimensional das moléculas, fazendo com que conceitos abstratos se tornem mais significativos e concretos, o que facilita a apropriação dos conhecimentos (CECCANTINI, 2006). Outro aspecto considerável sobre a utilização desses modelos didáticos no processo de ensino aprendizagem é que com esses materiais permitem aos discentes, uma melhor visualização de aspectos que muitas vezes são custosas de serem analisados em imagens presentes nos livros didáticos (NICOLA; PANIZ, 2016).

Através do uso de um modelo didático, para trabalhar conteúdos, como DNA e RNA é possível ver que os discentes conseguem entender melhor o conteúdo,

pois a utilização deste material didático, torna a aula dinâmica juntando a teoria com a prática, quebrando assim com a metodologia de ensino tradicionalista (FONTENELE; CAMPOS, 2017). A utilização de diferentes materiais didáticos pelos docentes, torna o aluno um agente ativo no seu processo de ensino aprendizagem, já que empregar apenas a fala do docente pode desestimular os discentes. Ademais, os recursos didáticos agrupam a atenção dos alunos, no conteúdo que está sendo trabalhado, promovendo a facilitação da aprendizagem do (FISCARELLI, 2007).

Para usar, qualquer material didático é necessário uma boa organização e planejamento do docente, para que o material, possa ajudar de maneira eficaz no processo de ensino aprendizagem do aluno, além disso, é a partir dessas etapas que o professor consegue associar a prática com a teoria e relacionar com a realidade do aluno (NICOLA; PANIZ, 2016). Tendo em vista as dificuldades apresentadas pelos alunos para o entendimento das principais características da estrutura destes ácidos nucléicos e suas funções, os modelos didáticos aqui produzidos se mostram como uma alternativa para facilitar o ensino destes conteúdos. Por serem produzidos com materiais de baixo custo e duradouros podem ser aplicados em várias instituições e tornar o ensino de genética mais prazeroso para o alunado.

## **6 CONCLUSÃO**

Foram criados dois modelos didáticos de baixo custo para representar a estrutura das moléculas de DNA e RNA, sendo descritos todos os passos para as suas elaborações, o que permitirá a reprodutibilidade de suas construções. Esperamos que o material produzido possa servir de material de apoio a ser utilizado pelos docentes em aulas do Ensino Médio, onde o tema seja a Genética.

## REFERÊNCIAS

ALMEIDA, Edilson Araujo de. Elaboração de materiais didáticos de baixo custo para o ensino de DNA e RNA. 2018.

ALMEIDA, Luiza Barbosa da Matta. Os desafios que permeiam os caminhos dos professores do ensino médio: uma abordagem sobre o ensino de genética em escolas do município de Viçosa-MG. 2021.

ANDRADE, M. B S.; CALDEIRA, A. M.CC. O modelo de DNA e a Biologia Molecular: inserção histórica para o Ensino de Biologia. **Filosofia e História da Biologia**, v. 4, n. 1, p. 139-165, 2009.

BARNI, G. S. **A importância e o sentido de estudar genética para estudantes do terceiro ano do ensino médio em uma escola da rede estadual de ensino em Gaspar (SC)**. 2010. 184 f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Regional de Blumenau, Blumenau, 2010.

BELMIRO, M. S.; BARROS, M. D. M. Ensino de genética no ensino médio: uma análise estatística das concepções prévias de estudantes pré-universitários. **Revista Práxis**, Belo Horizonte, v. 9, n. 17, p. 95-102, 2017.

BELTRAMINI, L. M. *et al.* **Modelo tridimensional para representar molécula ou parte de molécula de ácido nucléico e kit**. 2005.

BONZANINI, T. K.; BASTOS, F. Temas da Genética contemporânea e o Ensino de Ciências: que materiais são produzidos pelas pesquisas e que materiais os professores utilizam?. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 8., 2011, Campinas. **Anais [...]**. Campinas: Enpec, 2011.

CASAGRANDE, G. L. **A genética humana no livro didático de biologia**. 2006. 121 f. Dissertação (Mestrado em Educação Científica e Tecnológica) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2006.

CARVALHO VIVARINI, A.; VIVARINI, Bianca Cristina Duarte. Análise do aprendizado de Genética e Biologia Molecular em um pré-vestibular social: um reflexo do Ensino Médio. **Revista Educação Pública. DOI**, v. 10, 2022.

CECCANTINI, G. Os tecidos vegetais têm três dimensões. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 29, n. 2, p. 335-337, 2006. Disponível em: . Acesso em: 10 jul. 2023.

CID, M.; NETO, A. J. Dificuldades de aprendizagem e conhecimento pedagógico do conteúdo: o caso da genética. **Enseñanza de las Ciencias**, Espanha, n. Extra, p. 1-5, 2005.

CUSTODIO NETO, A. M. **Abordagem investigativa no ensino de Biologia: um modelo didático para o estudo do dna**. 2020. 66 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Profbio, Universidade de Brasília, Brasília, 2020.

DE MELO, J. R.; CARMO, E. M. Investigações sobre o ensino de Genética e Biologia Molecular no Ensino Médio brasileiro: reflexões sobre as publicações científicas. **Ciência & Educação** (Bauru), São Paulo, v. 15, n. 3, p. 592-611, 2009.

DREHMER MARQUES, K. C. Modelos didáticos comestíveis como uma técnica de ensino e aprendizagem de biologia celular. #Tear: **Revista de Educação, Ciência e Tecnologia**, Canoas, v. 7, n. 2, 2018.

FISCARELLI, R. B. O. Material didático e prática docente. **Revista Ibero-Americana de Estudos em Educação**, n. 1, v.2, p. 1-9, 2007.

FONTENELE, M., S.; CAMPOS, E. L. Proposta de modelo didático como facilitador do ensino da estrutura do DNA em uma escola pública na região meio norte do Piauí, Brasil. **Revista ESPACIOS**, v. 38, n. 45, 2017.

GIORDAN, A.; VECCHI, G. **As origens do saber: das concepções dos aprendentes aos conceitos científicos**. 2. ed. Porto Alegre: Artes Médicas, 1996.

GOLBERT, D. C. F.; FERREIRA, P. S. O.; ASSIS, I. I.; SOUZA, R. R. F. O MODELO DIDÁTICO DA MOLÉCULA DE DNA: construção e utilização no ensino da biologia. **Ensino de Ciências e Educação Matemática 2**, [S.L.], p. 1-9, 25 jan. 2019.

GONÇALVES, Tiago Maretti. A guerra imunológica das células contra os patógenos: a proposta de um modelo didático tridimensional de baixo custo para simulação da resposta imune celular mediada por linfócitos T CD8+. **Brazilian Journal of Development**, v. 7, n. 1, p. 4854-4860, 2021.

JUSTINA, L. A. D. **Ensino de genética e história de conceitos relativos à genética**. 2001. 145 f. Dissertação (Mestrado em Educação) – Centro de Ciências da Educação, Florianópolis, 2001.

JUSTINA, L. A. D.; FERLA, M. R. A UTILIZAÇÃO DE MODELOS DIDÁTICOS NO ENSINO DE GENÉTICA - EXEMPLO DE REPRESENTAÇÃO DE COMPACTAÇÃO DO DNA EUCARIOTO. **Arquivos do Mudi**, v. 11, n. 1, p. 35-40, 3 mar. 2006.

LIMA, A. C.; PINTON, M. R. G.; CHAVES, A. C. L. O Entendimento e a Imagem de Três Conceitos: DNA, Gene e Cromossomo no Ensino Médio. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 6., 2007. Florianópolis. **Anais Eletrônicos...** Florianópolis: UFSC, 2007.

LIMA, Andeilma Fernandes de. Jogos digitais: Uma vivência na sala de aula de Biologia. 2017.

LOPES, S.; RUSSO, S. **Biologia Volume Único: Introdução a Biologia e origem da vida, Citologia, Reprodução, Embriologia e Histologia, Seres Vivos, Genética, Evolução, Ecologia**. São Paulo: Saraiva, 2005.

MARIN, G. R. B.; VINHOLI JÚNIOR, A. J. Avaliação da aprendizagem significativa em uma sequência didática sobre conteúdos de sistemas sanguíneos. **Revista de**

**Estudios y Experiencias En Educación**, Santa Cruz, v. 20, n. 42, p. 367-387, 1 abr. 2021.

MARTINEZ, E. R. M.; FUJIHARA, R. T.; MARTINS, C.. Show da genética: um jogo interativo para o ensino de genética. **Genética na escola**, v. 3, n. 2, p. 24-27, 2008.

MATOS, C. H. C. *et al.* Utilização de modelos didáticos no ensino de entomologia. **Revista de biologia e ciências da terra**, São Paulo, v. 9, n. 1, p. 19-23, 2009.

MOREIRA, M. A. Mapas conceituais e aprendizagem significativa (concept maps and meaningful learning). **Aprendizagem significativa, organizadores prévios, mapas conceituais, digramas V e Unidades de ensino potencialmente significativas**, Rio Grande do Sul, v. 41, 2012.

MOURA, J; DEUS, M. S. M; GONÇALVES, N. M. N.; PERON, A. Biologia/Genética: o ensino de biologia, com enfoque a genética, das escolas públicas no brasil : breve relato e reflexão. **Semina: Ciências Biológicas e da Saúde**, [S.L.], v. 34, n. 2, p. 167, 19 dez. 2013.

NICOLA, J. A.; PANIZ, C. M. A importância da utilização de diferentes recursos didáticos no ensino de ciências e biologia. Infor, Inov. Form., **Rev. NEaD-Unesp**, n.1, v. 2, p.355-381, 2016.

OLIVEIRA, A. B. S.; FILHO, P. A. L. **Os livros didáticos de ensino médio: analisando o assunto de ácidos nucleicos**. 2013.

OLIVEIRA, F. A.; SOUSA, F. S.; CAVALCANTE, S. L.; COUTO, A. R. M., DE ALMEIDA, A. N. S., & BRANCO, M. F. C. C. Atividades de educação em saúde realizadas com grupo de idosas para promoção do autocuidado em saúde. **Extensio: Revista Eletrônica de Extensão**, Florianópolis, v. 15, n. 28, p. 137–150, 2018.

**Organização Pan-Americana da Saúde (OPAS)**. Sequenciamento genômico do SARS COV-2 para objetivos de saúde pública. Brasília (DF), 2021.

PAMPHILE, J. A.; VICENTINI, V. E. P. **Genética**. Maringá: Eduem, 2011.

PASTERNAK, J. J. **Genética Molecular Humana: Mecanismos Das Doenças Hereditárias**. Barueri: Editora Manole Ltda, 2002.

PEREIRA, Á. J. *et al.* Modelos didáticos de DNA, RNA, ribossomos e processos moleculares para o ensino de genética do ensino médio. **Associação Brasileira de Ensino de Biologia**, São Paulo, v. 07, n. 7, p. 564-571, 02 dez. 2014.

SAMIAS, Jandernei Cordeiro. Dificuldades encontradas no ensino de biologia durante a pandemia em uma escola pública do município de Tabatinga-AM. 2023.

SANTOS, V. J. da R. M.; SILVA, F. B. da; ACIOLI, M. F. Produção de Histórias em Quadrinhos na abordagem interdisciplinar de Biologia e Química. **RENOTE**, Porto Alegre, v. 10, n. 3, 2012.

SETÚVAL, F. A. R.; BEJARANO, N. R. R. Os modelos didáticos com conteúdos de genética e a sua importância na formação inicial de professores para o ensino de ciências e biologia. ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 7., 2009, Florianópolis. **Anais [...]** Florianópolis: Abrapec, 2009.

SOARES, J. F. *et al.* **Escola Eficaz: um estudo de caso em três escolas da rede pública de ensino do Estado de Minas Gerais.** 2002. 114 f. Trabalho Acadêmico (Grupo de Avaliação e Medidas Educacionais) - Universidade Federal de Minas Gerais, Faculdade de Educação, Belo Horizonte, 2002.

SOUZA, J. P. P. de *et al.* Uso de jogos e modelos didáticos em Biologia: uma proposta para consolidar conteúdos sobre micro-organismos. In: CONGRESSO INTERNACIONAL DE EDUCAÇÃO NO BRASIL, 1., 2013, Porto Seguro. **Anais [...]** Porto Seguro: Cideb, 2013.

SOUZA, M. A. E. *et al.* Modelos cromossômicos auxiliam o estudo da mitose e da meiose. **PECIBES**, Campo Grande, p. 77-83, 2017.

SOUZA, M. **Dificuldades de alunos do ensino médio na aprendizagem da genética.** 2015. 27 f. Monografia (Especialização) - Curso de Especialização em Genética, Universidade Federal do Paraná, Foz do Iguaçu, 2015.

TEMP, D. S. **Facilitando a aprendizagem de genética: uso de um modelo didático e análise dos recursos presentes em livros de biologia.** 2011. 84 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Educação em Ciências: Química da Vida e Saúde, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2011.

TEMP, D. S. **Genética e suas aplicações: identificando o tema em diferentes contextos educacionais.** 2014. 181 f. Tese (Doutorado) - Curso de Educação em Ciências: Química da Vida e Saúde, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2014.

TEMP, D. S.; BARTHOLOMEI-SANTOS, M. L. Desenvolvimento e uso de um modelo didático para facilitar a correlação genótipo-fenótipo. **Revista Electrónica De Investigación En Educación En Ciencias**, Santa Maria, v. 8, n. 2, p. 13-20, 2013.

TORQUATTO, Jonas. **Genética-O Que Esse Assunto Tem A Ver Com Você?**. Clube de Autores, 2013.

WATSON, James D. **A dupla hélice: como descobri a estrutura do DNA.** Editora Schwarcz-Companhia das Letras, 2014.

WOSKI, Stephen A.; SCHMIDT, Francis J. DNA e RNA: Composição e estrutura. **Manual de bioquímica: com correlações clínicas**, p. 29, 2011.