



UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
CENTRO ACADÊMICO DA VITÓRIA

MARIA CAMILA DE LIMA PAZ

**CONSTRUÇÃO DE UM MODELO DIDÁTICO PARA O ENSINO DA ESTRUTURA
DA MOLÉCULA DE DNA**

VITÓRIA DE SANTO ANTÃO

2022

UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
CENTRO ACADÊMICO DA VITÓRIA
CURSO DE LICENCIATURA EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS

MARIA CAMILA DE LIMA PAZ

**CONSTRUÇÃO DE UM MODELO DIDÁTICO PARA O ENSINO DA ESTRUTURA
DA MOLÉCULA DE DNA**

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 Licenciado em Ciências Biológicas.

Orientadora: Profa. Dra. Ana Cristina Lauer Garcia

VITÓRIA DE SANTO ANTÃO

2022

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

Paz, Maria Camila de Lima.

Construção de um modelo didático para o ensino da estrutura da molécula de DNA / Maria Camila de Lima Paz. - Vitória de Santo Antão, 2022.
33 : il.

Orientador(a): Ana Cristina Lauer Garcia

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Universidade Federal de Pernambuco, Centro Acadêmico de Vitória, Ciências Biológicas - Licenciatura, 2022.

1. Ensino médio. 2. Genética. 3. Recurso didático. I. Garcia, Ana Cristina Lauer. (Orientação). II. Título.

570 CDD (22.ed.)

MARIA CAMILA DE LIMA PAZ

**CONSTRUÇÃO DE UM MODELO DIDÁTICO PARA O ENSINO DA ESTRUTURA
DA MOLÉCULA DE DNA**

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 Licenciado em Ciências Biológicas.

Aprovado em: 04/10/2022.

BANCA EXAMINADORA

Profa^o. Dra. Ana Cristina Lauer Garcia (Orientador)
Universidade Federal de Pernambuco

Prof^o. Dr. José Eduardo Garcia (Examinador Interno)
Universidade Federal de Pernambuco

Prof^o. Dr. Martín Alejandro Montes (Examinador Externo)
Universidade Federal Rural de Pernambuco

AGRADECIMENTOS

Agradeço, primeiramente, a Deus pelo dom da vida, pela saúde e por me dar forças para superar os desafios diários.

Aos meus pais que sempre me incentivaram e se dedicaram incansavelmente para que eu e minha irmã pudéssemos estudar. A minha irmã que sempre me apoia, é aquela que escuta minhas angústias da universidade e me compreende. É ela também que tenta me ajudar nos trabalhos na universidade mesmo sem entender.

Ao meu esposo que sempre está do meu lado me encorajando e acreditando em meu potencial mais do que eu mesma. Não poderia deixar de agradecer a minha cunhada Joelma e a Igor, seu esposo, que me acolheram em sua casa para que eu pudesse fazer a graduação, sem eles não seria possível concluir esse sonho.

Aos amigos que fiz na universidade, eles tornaram os dias mais leves e divertidos. Agradeço aos meus familiares e amigos que contribuíram por toda minha vida.

Em especial, a minha orientadora, Profa^o. Dra. Ana Cristina Lauer Garcia por todo conhecimento compartilhado, pela paciência, disponibilidade, confiança e pela exemplar orientação.

Enfim, agradeço a todos que torceram por minha vitória.

RESUMO

Os assuntos da área da genética estão presentes no cotidiano popular. Temas como organismos geneticamente modificados (OGMs), aconselhamento genético, testes de DNA para verificação de paternidade/maternidade duvidosa e o surgimento de novas variantes de vírus e bactérias são exemplos de notícias desta área de ensino constantemente veiculadas pela mídia. Embora tão difundidos pelos meios de comunicação, os temas que envolvem a genética são considerados de difícil compreensão pelos estudantes de biologia do ensino médio do Brasil. O fato de estudar estruturas microscópicas e submicroscópicas, como o ácido desoxirribonucleico, dificulta a assimilação de seus conceitos e torna o aprendizado desta área muitas vezes abstrato para os estudantes. Os modelos didáticos tridimensionais são reconhecidos por facilitar a compreensão dos assuntos da área de genética e favorecer a interação professor-aluno, sendo recursos de ensino que se complementam aos livros didáticos. No presente trabalho foi confeccionado um modelo didático sobre a estrutura da molécula do DNA, a partir da utilização de materiais duráveis e de baixo custo. O brinquedo “Pinos mágicos” (Romesa Indústria e Comércio de Plásticos Ltda) foi o principal componente utilizado para a montagem do modelo didático. As diferentes peças do brinquedo foram utilizadas para representar os componentes da molécula de DNA: açúcar desoxirribose, grupamento fosfato, bases nitrogenadas e pontes de hidrogênio. O passo a passo de como o modelo foi confeccionado e como pode ser utilizado em sala de aula é apresentado. Além de auxiliar na compreensão da estrutura do DNA, o modelo didático aqui apresentado, também poderá ser aplicado no ensino de processos que envolvem a molécula de DNA, como a replicação e a transcrição. Espera-se que o uso do modelo didático nas aulas de biologia no ensino médio contribua para o aprendizado de conceitos da área de genética e torne as aulas mais prazerosas para os estudantes e professores.

Palavras-chave: Ensino médio, genética, recurso didático.

ABSTRACT

Issues involving genetics are part of people's daily lives. Topics such as genetically modified organisms (OGMs), genetic counseling, DNA testing for dubious paternity/maternity verification and the emergence of new variants of viruses and bacteria are examples of news in this area of education that are constantly broadcast by the media. Although so widespread by the media, topics involving genetics are considered difficult to understand by high school biology students in Brazil. The fact of studying microscopic and submicroscopic structures, such as deoxyribonucleic acid, makes it difficult to assimilate its concepts and makes learning in this area often abstract for students. Three-dimensional didactic models are recognized for facilitating the understanding of subjects in the area of genetics and favoring teacher-student interaction, being teaching resources that complement textbooks. In the present work, a didactic model was made on the structure of the DNA molecule, using durable and low-cost materials. The “Pinos mágicos” toy (Romesa Indústria e Comércio de Plásticos Ltda) was the main component used to assemble the didactic model. The different parts of the toy were used to represent the components of the DNA molecule: deoxyribose sugar, phosphate group, nitrogenous bases and hydrogen bonds. The step by step of how the model was made and how it can be used in the classroom is presented. In addition to helping to understand the structure of DNA, the didactic model presented here can also be applied in the teaching of processes that involve the DNA molecule, such as replication and transcription. It is expected that the use of the didactic model in biology classes in high school will contribute to the learning of concepts in the area of genetics and make classes more enjoyable for students and teachers.

Keywords: Didactic resource, genetics, high School.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	8
2. JUSTIFICATIVA.....	10
3. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	11
3.1. Importância da genética no nosso cotidiano	11
3.2. Dificuldades no aprendizado da genética.....	12
3.3. A importância do lúdico no ensino-aprendizagem.....	13
3.4. Importância dos modelos didáticos para compreender genética.....	14
4. OBJETIVOS	15
5. METODOLOGIA	16
5.1. Elaboração do modelo didático	16
6. RESULTADOS.....	17
6.1. Etapas para a construção do modelo didático.....	17
6.2. Aplicação do modelo didático.....	21
7. DISCUSSÃO	23
8. CONCLUSÃO	25
REFERÊNCIAS.....	26

1. INTRODUÇÃO

Biologia é uma palavra de origem grega cujo significado refere-se ao estudo da vida (“*bios*”= vida e “*logos*”=estudo). Trata-se de um ramo da área das ciências que estuda os seres vivos sob diferentes aspectos, como suas interações, suas origens e os mecanismos que garantem a conservação das espécies (CASAGRANDE, 2006).

A disciplina de biologia demorou em ser incorporada no currículo escolar mundial, inicialmente ela era vista como desnecessária e o sistema educacional se concentrava no estudo da língua e da matemática (CANAVARRO, 1999 *apud* MACHADO; MEIRELLES, 2020). Durante a década de 1960, com os eventos na guerra fria, a relevância de projetos científicos e a importância da ciência e da tecnologia para o desenvolvimento econômico, cultural e social foi mais bem compreendida pelos governantes da época. A partir deste período, foi incorporada ao sistema educacional a disciplina de ciências que abrangia as áreas de biologia, física e química, porém esse ensino era restrito a elite (KRASILCHIK, 2000).

Com o reconhecimento da relevância das ciências para desenvolvimento mundial a mesma tornou-se obrigatória no Brasil a partir da lei nº 4.024/61, de Diretrizes e Bases Da Educação, a qual passou a integrar o currículo escolar desde o 1º ano do então curso ginasial (MACHADO; MEIRELLES, 2020). Desde então, temos observado o crescimento da importância do ensino de ciências/biologia no cotidiano das escolas, já que esta área é o alicerce para a compreensão dos seres vivos e suas relações biológicas no mundo que vivemos e auxilia na tomada de decisões conservacionistas (ROCHA, 2013). Casagrande (2006) afirma que essa disciplina é indispensável na construção do indivíduo, já que a todo o momento tomamos decisões que influenciam a saúde e o bem-estar dos seres vivos e com os conhecimentos biológicos podemos atuar de forma mais apropriada no sentido de preservar a vida.

Dentro dos conteúdos abordados na biologia se destaca a genética, pela sua relevância nas questões do cotidiano, abordando as questões da hereditariedade, a reprodução, a estrutura e a função dos genes, as mutações, dentre outros fatores (BARROS; RIBEIRO; SILVA, 2017). Os temas relacionados à genética estão presentes diariamente ao ligarmos a TV, ao acessarmos as redes sociais, em uma consulta médica e, até mesmo, em uma roda de conversa com amigos. Sem

perceber questões ligadas à genética vão sendo abordadas em assuntos corriqueiros e compreender temas tão relevantes é fundamental para definir preceitos e tomar decisões futuras (CASAGRANDE, 2006).

O ácido desoxirribonucleico (DNA) compõe o material genético dos seres vivos. Deste modo, a compreensão da estrutura da dupla hélice desta molécula, seu funcionamento e importância tornam-se primordiais para a compreensão da área da genética. Conhecer a molécula de DNA é o primeiro grande passo para o entendimento de diversas tecnologias, como a clonagem, a engenharia genética, a terapia gênica, dentre outras ligadas à manipulação do DNA (ROCHA, 2013). Além disso, compreender a estrutura da molécula de herança possibilita perceber o motivo de os filhos serem parecidos com os pais, as causas das doenças hereditárias e os mecanismos evolutivos. Portanto, o ensino de genética é indispensável para a formação de jovens conscientes, conhecedores das modernas tecnologias biológicas e aptos a tomar decisões em relação à sua própria vida e de outras espécies, contribuindo também para a compreensão da diversidade biológica (BARNI, 2010).

Dada a sua elevada importância para a formação dos estudantes, a genética é apontada pelos discentes como uma área de difícil entendimento, pelo fato de ser abstrata e complexa, sendo relacionada a processos invisíveis e que parecem distantes do dia-a-dia dos alunos, dificultando seu aprendizado (GARCIA; MACIAS, 2013). Diante disso, os professores sentem dificuldade em ensinar esses assuntos e, na maioria das escolas do ensino médio, os laboratórios não têm condições para aulas práticas desta disciplina (BONZANINI; BASTOS, 2011). Para contribuir para o aprendizado de genética, muitos docentes ainda utilizam como único recurso de apoio às aulas o livro didático, já que o mesmo possui fotos, ilustrações e é de fácil acesso, pelo fato de ser distribuído gratuitamente pela rede de ensino nas escolas públicas (BADZINSKI; HERMEL, 2015). Isto acaba se tornando uma limitação para compreensão de diversos processos biológicos que exigem alto nível de abstração dos estudantes, que tem como fonte de apoio apenas as imagens presentes nos livros. Neste contexto, é importante que os professores utilizem outros materiais didáticos além do livro, como, por exemplo, vídeos de apoio que permitam aos estudantes conhecer melhor as estruturas tridimensionais estudadas e suas funcionalidades, bem como outros recursos didáticos que reduzam o nível de abstração de conceitos e processos biológicos (NÚÑEZ *et al.*, 2003).

Dentre os recursos disponíveis para o ensino, os modelos didáticos vêm sendo amplamente utilizados nas aulas de biologia (ALMEIDA, 2018). Os modelos didáticos possibilitam uma experiência 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 (GOLBERT *et al*, 2019). Dessa maneira, o processo de ensino-aprendizagem é mais eficaz pelo fato que o próprio discente manuseia a construção do modelo didático, pois “o aluno leva para vida não o que decora, mas o que cria por si mesmo” (DEMO, 2002, p.53 *apud* SILVEIRA, 2008, p.20).

Dentro deste panorama, o objetivo desse trabalho é propor um modelo didático sobre a estrutura da molécula de DNA, já que esse assunto é de difícil entendimento para a maioria dos estudantes.

2. JUSTIFICATIVA

Dentre os temas de difícil compreensão na genética está a estrutura da molécula de DNA (ácido dioxirribonucleico) (PEREIRA *et al.*, 2014). O processo de ensino-aprendizagem deste tema, utilizando como material de apoio unicamente os livros didáticos, dificulta sua compreensão pelos discentes, exigindo um alto nível de abstração para que possam entender a estrutura tridimensional desta molécula. (KOVALESKI; ARAÚJO 2013).

Os modelos didáticos têm se apresentado como recursos eficazes no ensino de genética, pois melhoram a assimilação de estruturas microscópicas e submicroscópicas e de processos que exigem abstração, despertando maior interesse de aprendizagem (BRAGA; FERREIRA; GASTAL, 2009; SANTOS; SILVA; LIMA, 2018). Além disso, o uso destes modelos permite ofertar ao aluno um material lúdico, que possibilita maior interação entre os docentes e discentes e entre os discentes, oportunizando a melhoria no processo de construção do conhecimento (REZENDE; GOMES, 2018).

Perante este cenário, o presente trabalho de conclusão de curso, propõe a criação de um modelo didático acerca da estrutura do DNA, utilizando para sua construção materiais de baixo custo, duráveis e acessíveis aos estudantes. Com o uso deste modelo durante as aulas de genética espera-se que os alunos verdadeiramente compreendam a estrutura da molécula hereditária da vida, o DNA,

tornando a aprendizagem deste tema mais eficaz e significativa aos estudantes, a partir de aulas mais lúdicas e atrativas.

3. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

3.1. Importância da genética no nosso cotidiano

A genética é a ciência da hereditariedade; é o ramo da biologia que estuda a transmissão das características ao longo das gerações, a expressão gênica, e os mecanismos que garantem a evolução dos seres-vivos (CASAGRANDE, 2006). Esta é uma área popularmente conhecida pelos assuntos referentes às doenças e características transmitidas de pais para filhos, teste de paternidade/maternidade, clonagem, entre outros temas corriqueiros do dia-a-dia. A popularização de conteúdos relacionados à genética é impulsionada pelos meios de comunicação que colocam em evidência diversos assuntos desta área relacionados ao cotidiano das pessoas (CARVALHO; GONÇALVES; PERON, 2012).

Tópicos relacionados à genética estão intimamente ligados a nossa vida, basta lembrarmos os noticiários relatando à importância dos organismos geneticamente modificados, o surgimento de novas variantes virais, a ocorrência de novas bactérias super-resistentes, técnicas revolucionárias para cura de doenças, dentre tantos outros assuntos. Deste modo, a partir dos conhecimentos adquiridos nas aulas de genética é possível acompanhar, entender e opinar sobre os diversos acontecimentos desta área noticiados em jornais, revistas e diversos meios de comunicação. Isso contribui para a formação consciente do indivíduo que, bem informado, pode opinar com responsabilidade a respeito de temas como clonagem, OGMs, procedimentos para cura de doenças, dentre tantos outros assuntos (CASAGRANDE, 2006).

Por seus notáveis avanços a importância desta área de conhecimento vem sendo cada vez mais reconhecida pela sociedade. Na área médica, por exemplo, destaca-se como os conhecimentos e técnicas genéticas são aplicados para tratar e prevenir diversas doenças, na área do melhoramento de animais e plantas, as técnicas que utilizam os princípios da genética também contribuem para a oferta produtos e serviços de boa qualidade e com boas propriedades nutricionais para a sociedade (ARAÚJO *et al.*, 2018). “As pesquisas referentes à genética avançam a

cada dia de forma bastante rápida. É possível efetuar a análise do DNA dos genomas com muitos detalhes, estudar os genes por meio de técnicas impressionantes, equipamentos eletrônicos são desenvolvidos com grande poder de visualização, dentre outros estudos que estão em andamento” (SNUSTAD; SIMMONS, 2013, *apud* GRÖSZ; ALMEIDA, 2017, p.337).

Conforme destacado por Casagrande (2006, p.20) “para que a população possa entender o grande espectro de aplicações e implicações da genética ela precisa de conhecimentos básicos que devem ser adquiridos na escola”. Entre os conhecimentos básicos que alicerçam o estudo da genética está a compreensão da molécula de herança, ou seja, a estrutura da molécula do DNA.

3.2. Dificuldades no aprendizado da genética

Dentre os vários conteúdos de biologia, a genética é apontada como a mais complexa de entender pela maioria dos estudantes, pois aborda temas submicroscópicos como o DNA (ácido desoxirribonucleico), RNA (ácido ribonucleico), ribossomos e proteínas, dentre outros (PEREIRA, 2014). A dificuldade de compreensão está relacionada a conteúdos de difícil assimilação, já que os mesmos dependem de grande abstração por parte dos estudantes (CATARINACHO, 2011). Garcia e Macias (2013) reforçam que os conteúdos de genética são de “difícil compreensão, pelo fato de serem abstratos e complexos, sendo na maioria das vezes processos invisíveis e que não fazem parte do cotidiano dos alunos, dificultando seu aprendizado”.

Por incluir conceitos de difícil assimilação, muitos estudantes acabam se preocupando apenas em decorar os termos da área de genética e não exercitam a capacidade de verdadeiramente compreender e relacionar este assunto com a vida prática (TEMP, 2011). É comum observar discentes que unicamente memorizam os termos desta área com o intuito de, na maioria das vezes, apenas obter aprovação em provas e vestibulares (BARNI, 2010).

Existem vários estudos comprovando a dificuldade dos estudantes em compreender os assuntos da área de genética. Um exemplo é o estudo de Temp (2014) que realizou uma pesquisa com 154 estudantes do segundo semestre do terceiro ano do ensino médio em duas escolas da cidade de Santa Maria, RS. Nessa pesquisa ficou constatado que a maioria dos discentes errou questões básicas sobre

a estrutura da molécula de DNA, 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 esta mesma autora e colaboradores (TEMP *et al.*, 2014) em um estudo com 64 estudantes ingressantes em uma universidade pública no estado do Rio Grande do Sul em cursos relacionados à área de ciências biológicas (ciências biológicas, fonoaudiologia e fisioterapia). Nesta pesquisa foram realizadas questões de múltipla escolha, abordando diversos conhecimentos da área da genética, com questões avaliando memorização e outras a capacidade de interpretação dos estudantes. O resultado da pesquisa não foi diferente do estudo anterior, mais da metade dos discentes responderam de forma errônea às questões relacionadas à relação de genes, cromossomos e DNA, células somáticas e germinativas, cromossomos sexuais, dominância e recessividade, homozigoto e heterozigoto, entre outros conceitos básicos da área de genética, evidenciando um déficit no aprendizado no ensino médio.

Um dos assuntos que gera dificuldade de compreensão na área da genética é a estrutura da molécula do DNA. Conforme destacado recentemente por Golbert *et al.* (2019, p.01) “por possuir características moleculares próprias e minimalistas, a visualização e o entendimento da molécula do DNA têm sido de grande dificuldade de percepção por parte dos alunos, tanto do ensino superior quanto do ensino médio”.

3.3. A importância do lúdico no ensino-aprendizagem

Lúdico é uma palavra de origem latina que descende de “ludere”, que significa “ilusão, simulação”, ações que abrangem a imaginação, o sonho e a capacidade de compreensão e desenvolvimento da criança (SANTOS, 2010).

Desde os primórdios até os dias de hoje o lúdico integra a vida do homem (HERMAN, 2007), contribuindo de forma significativa para seu desenvolvimento, atuando na aprendizagem, no crescimento social, pessoal e cultural em diferentes idades (SANTOS, 2010).

O uso de atividades lúdicas é mais conhecido por ser aplicado na infância, sendo um meio importante para promover a integração e a socialização das crianças (GUMIERI; TREVISIO, 2016). Entretanto, o lúdico é importante em todas as fases da

vida, pois permite o aumento do rendimento da aprendizagem, promove o aperfeiçoamento do senso de organização, do espírito crítico e competitivo, do respeito mútuo e da fixação dos conteúdos com maior facilidade (OLENIKI, 2002 *apud* SANTOS; QUEIROZ, 2012, JUSTINIANO *et al.*, 2006).

O uso de recursos didáticos de forma lúdica é importante para o aprendizado dos alunos, pois desenvolve habilidades e competências, promovendo socialização, interação, afetividade, entre outras competências (SILVA; SOUZA; RODRIGUES, 2013). Os modelos didáticos, jogos e recursos audiovisuais, como os filmes, por exemplo, são algumas das alternativas lúdicas utilizadas para deixar os conteúdos escolares mais próximos da realidade do educando, fazendo com que a aprendizagem se torne mais prazerosa (VALADARES; RESENDE, 2009). A “ludicidade não se delimita apenas aos jogos, brincadeiras e aos brinquedos, ela está relacionada a toda atividade livre e prazerosa, podendo ser realizada em grupo ou individual” (CARMO *et al.*, 2017, p. 12901).

Por meio de atividades lúdicas o professor pode colaborar com a elaboração de conceitos; reforçar conteúdos; promover a sociabilidade entre os alunos; trabalhar a criatividade, o espírito de competição e a cooperação (FIALHO, 2008). As atividades lúdicas são extremamente eficazes para a aprendizagem, pois trazem a oportunidade de mediação entre o prazer e o conhecimento historicamente e/ou cientificamente constituído (BRITO *et al.*, 2012).

Através de atividades lúdicas os alunos conseguem construir seu próprio conhecimento de maneira descontraída, permitindo que os estudantes aprendam de uma forma divertida, ou seja, os alunos, através das práticas lúdicas, aprendem brincando (BORGES *et al.*, 2011, *apud* ROCHA, 2013). Dentre os recursos lúdicos, os modelos didáticos possibilitam trabalhar o raciocínio e a interatividade entre os alunos, permitindo que exercitem a mente e assimilem novos conhecimentos (ANTUNES; SABÓIA-MORAIS, 2010).

3.4. Importância dos modelos didáticos para compreender genética

A utilização de atividades práticas no ensino de genética facilita o aprendizado dos alunos. Os métodos inovadores de ensino, que envolvem arte, modelos e jogos, são favoráveis para ser aplicados em sala de aula, pois estas atividades, quando empregadas de forma lúdica, complementam os conteúdos

teóricos, permitindo uma maior interação entre conhecimento-professor-aluno, trazendo contribuições ao processo ensino aprendizagem (MARTINEZ *et al.*, 2008).

O modelo didático é uma estrutura construída que pode ser utilizada como alusão, uma imagem analógica que possibilita concretizar uma ideia ou um conceito, tornando sua compreensão mais assimilável (GIORDAN; VECCHI, 1996 *apud* CUSTÓDIO NETO, 2020). A utilização de modelos didáticos, como ferramentas de ensino, tem sido apontada como uma boa alternativa para despertar o interesse dos discentes, facilitando o processo de aprendizagem (SOUZA, 2007; ORLANDO *et al.*, 2009; ALMEIDA, 2018).

A utilização de modelos didáticos nas aulas de genética é de grande serventia para representar aos estudantes, de modo concreto, estruturas microscópicas e submicroscópicas e, ao mesmo tempo, permite a visualização de imagens em três dimensões, possibilitando uma melhor compreensão de aspectos que, muitas vezes, são difíceis de serem observados nos desenhos presentes nos livros didáticos (JUSTINA; FERLA, 2006; NICOLA; PANIZ, 2016; DREHMER MARQUES, 2018). Desta forma, os modelos didáticos proporcionam um aprendizado de maneira mais prática e proveitosa para os alunos (GOLBERT *et al.*, 2019).

4. OBJETIVOS

GERAL

- Construir um modelo didático para o ensino da estrutura da molécula de DNA.

ESPECÍFICOS:

- Utilizar o brinquedo “Pinos mágicos” para criação de um modelo didático de baixo custo, que permita visualizar os diferentes componentes da molécula de DNA: açúcar desoxirribose, grupamento fosfato, bases nitrogenadas e pontes de hidrogênio.
- Descrever a produção e a elaboração do modelo didático para propiciar a sua reprodutibilidade e o seu uso pelos docentes de Ensino Médio nas aulas de Genética.
- Propor a utilização do modelo didático sobre a estrutura do DNA, como um instrumento de ensino que poderá contribuir para o aprendizado da replicação do DNA e da transcrição, facilitando a assimilação destes processos pelos estudantes.

5. METODOLOGIA

O percurso metodológico foi de abordagem qualitativa, do tipo descritiva, no qual se deu a produção de um modelo didático sobre a estrutura da molécula de DNA. Os materiais utilizados para a confecção do modelo são citados no Quadro 1.

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

“Pinos mágicos”, fabricado pela Romesa Indústria e Comércio de Plásticos Ltda	Caneta permanente com ponta fina (preta)
Tintas spray preta, rosa e cinza	Isopor (20 cm x 20 cm)
Massa epóxi	Cola quente
Água	Palitos de churrasco

PAZ, M. C. L., 2022

5.1. Elaboração do modelo didático

Para a construção do modelo didático, o principal componente utilizado foi o brinquedo “Pinos mágicos”, fabricado pela Romesa Indústria e Comércio de Plásticos Ltda. O brinquedo consiste de pinos plásticos coloridos, com pinos de quatro, três e dois furos, medindo, respectivamente, 3,4 cm, 2,5 cm e 1,7 cm de comprimento, os quais se encaixam entre si, possibilitando a construção de diferentes estruturas (Figura 1).

Figura 1. Peças do brinquedo “Pinos mágicos”, fabricado pela Romesa Indústria e Comércio de Plásticos Ltda., utilizadas para a montagem do modelo didático sobre a estrutura da molécula do DNA.



Fonte: PAZ, M. C. L., 2022

O brinquedo original apresenta pinos com cinco cores: verde, vermelho, amarelo, azul e branco (Figura 1). Para a construção do modelo didático algumas peças do modelo foram utilizadas sem modificação e outras foram ajustadas para representar as diferentes estruturas da molécula de DNA (Quadro 2).

Quadro 2. Lista de materiais utilizados para representar os diferentes componentes da molécula de DNA na preparação do modelo didático.

Material	Representação
Pino vermelho com quatro furos	Base nitrogenada adenina
Pino branco com três furos	Base nitrogenada timina
Pino azul com três furos	Base nitrogenada Citosina
Pino verde com quatro furos	Base nitrogenada Guanina
Pino amarelo com quatro furos	Açúcar desoxirribose
Pinos com dois furos, revestidos com massa de epóxi e tinta rosa com representação de linhas com caneta preta	Pontes de Hidrogênio
Pinos de dois furos pintados com tinta preta	Grupo fosfato
Isopor pintado de cinza e palitos de churrasco	Base de apoio para o modelo didático

PAZ, M. C. L., 2022

6. RESULTADOS

6.1. Etapas para a construção do modelo didático

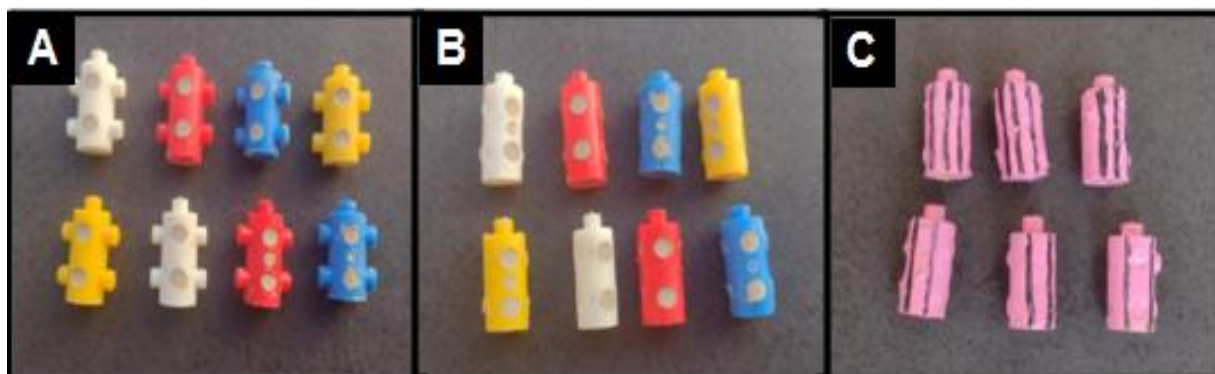
A construção do modelo didático sobre a estrutura da molécula de DNA foi realizada em três etapas detalhadas a seguir.

Etapa 1: Preparação das peças para representação das pontes de hidrogênio

Para a representação das pontes de hidrogênio foram utilizadas peças do brinquedo “Pinos mágicos” contendo dois furos. Os furos foram preenchidos com massa epóxi (Figura 2A). Para facilitar o manuseio da massa a mesma foi levemente

umedecida com água e sovada até ficar homogênea e maleável. Após o preenchimento dos furos foram aguardadas 48 horas para secagem da massa. Na sequência, os encaixes das laterais dos pinos foram cortados (Figura 2B) e as peças foram lixadas e pintadas de rosa claro. Após a secagem da tinta foram feitas linhas sobre as peças com caneta de ponta fina preta, a fim de representar o número de pontes de hidrogênio. Em algumas destas peças foram simbolizadas duas pontes de hidrogênio, responsáveis pela ligação entre as bases nitrogenadas adenina e timina. Em outras peças foram feitas três linhas, representando as três pontes de hidrogênio que unem as guaninas e as citosinas (Figura 2C).

Figura 2. Preparação das peças do brinquedo “Pinos mágicos” para representação das pontes de hidrogênio no modelo didático sobre a estrutura da molécula de DNA. (A) Peças do brinquedo com os furos preenchidos com massa epóxi. (B) As mesmas peças representadas na imagem anterior com os encaixes das laterais removidos. (C) Peças anteriores pintadas de rosa com riscos pretos (dois ou três) representando o número de pontes de hidrogênio.



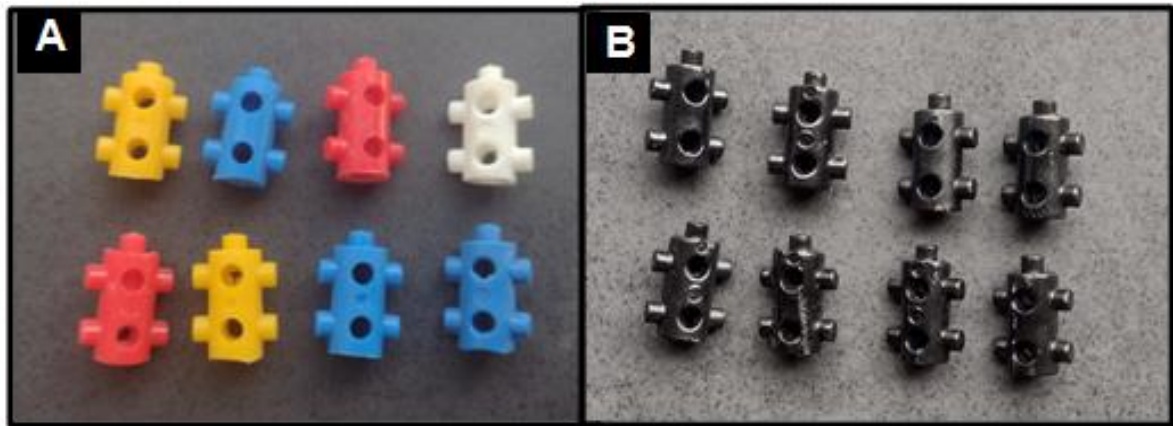
Fonte: PAZ, M. C. L., 2022

Etapas 2: Preparação das demais estruturas da molécula do DNA

Para representar os grupamentos fosfato foram utilizados pinos de dois furos (Figura 3A), os quais foram lixados e pintados com tinta preta. Foram aguardadas 24 horas para secagem da tinta (Figura 3B).

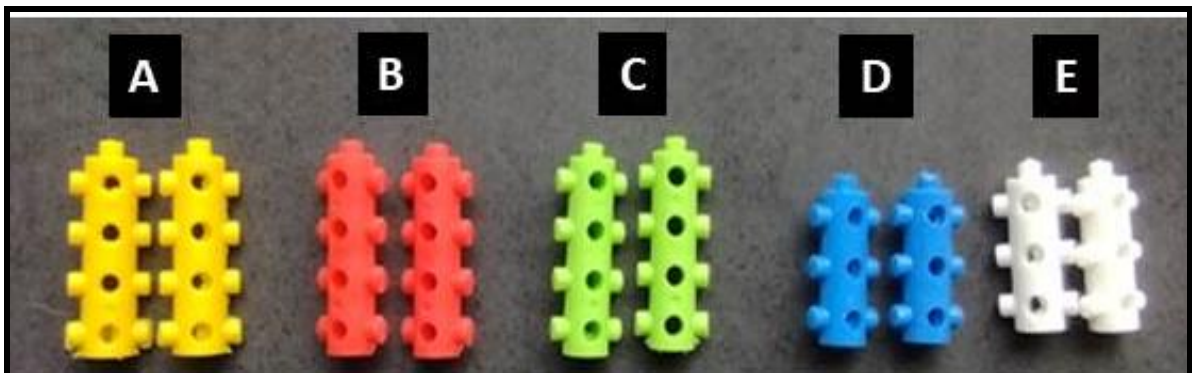
O açúcar desoxirribose foi representado pelos pinos amarelos de quatro furos (Figura 4A). As bases nitrogenadas púricas, adenina e guanina (formadas por dois anéis de carbono), foram representadas, respectivamente, pelos pinos vermelhos e verdes de quatro furos (Figuras 4B e 4C). As bases pirimídicas, timina e citosina (formadas por um anel de carbono), foram representadas, respectivamente, pelos pinos brancos e azuis de três furos (Figura 4D e 4E).

Figura 3. Preparação das peças do brinquedo “Pinos mágicos” para representação dos grupamentos fosfatos no modelo didático sobre a estrutura da molécula de DNA. Em (A) antes e em (B) após serem pintadas com tinta preta.



Fonte: PAZ, M. C. L., 2022

Figura 4. Peças do brinquedo Pinos “Pinos mágicos”, utilizadas para a representação do açúcar desoxirribose (A) e das bases nitrogenadas adenina (B), guanina (C), citosina (D) e timina (E).



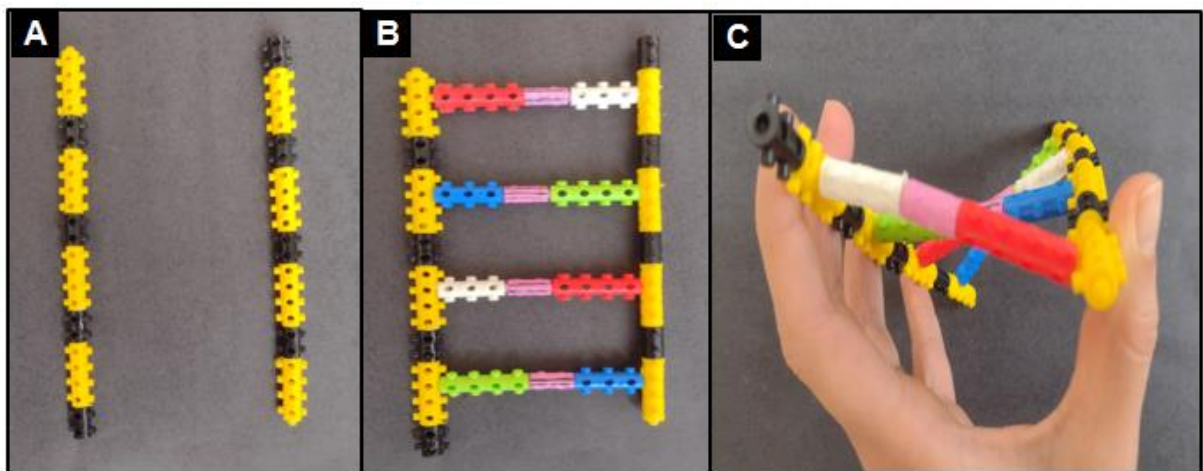
Fonte: PAZ, M. C. L., 2022

Etapa 3: Montagem do modelo didático

Após a preparação de todas as peças, as mesmas foram organizadas em uma mesa para a montagem do modelo didático. As peças amarelas foram dispostas verticalmente e entre cada peça amarela foi introduzida uma peça preta, representando, respectivamente, o açúcar desoxirribose e o grupamento fosfato. Foram feitas duas fileiras com essas peças, representando os corrimões da dupla hélice. Uma fileira começou com pino preto e terminou com um pino amarelo,

enquanto a segunda fileira seguiu a disposição contrária, a fim de representar que as fitas do DNA são antiparalelas (Figura 5A).

Figura 5. Montagem do modelo didático sobre a estrutura da molécula de DNA. Em (A) peças amarelas e pretas, dispostas verticalmente, representando, respectivamente, os açúcares desoxirriboses e os grupamentos fosfato. Em (B) foram acrescentadas as peças que representam as bases nitrogenadas (vermelho=adenina, branco=timina, azul=citosina e verde=guanina) e as pontes de hidrogênio (peças em rosa). A união entre a adenina e timina foi representada por duas pontes de hidrogênio e entre a citosina e a guanina por três pontes de hidrogênio. Em (C) a estrutura do modelo didático formando um espiral.



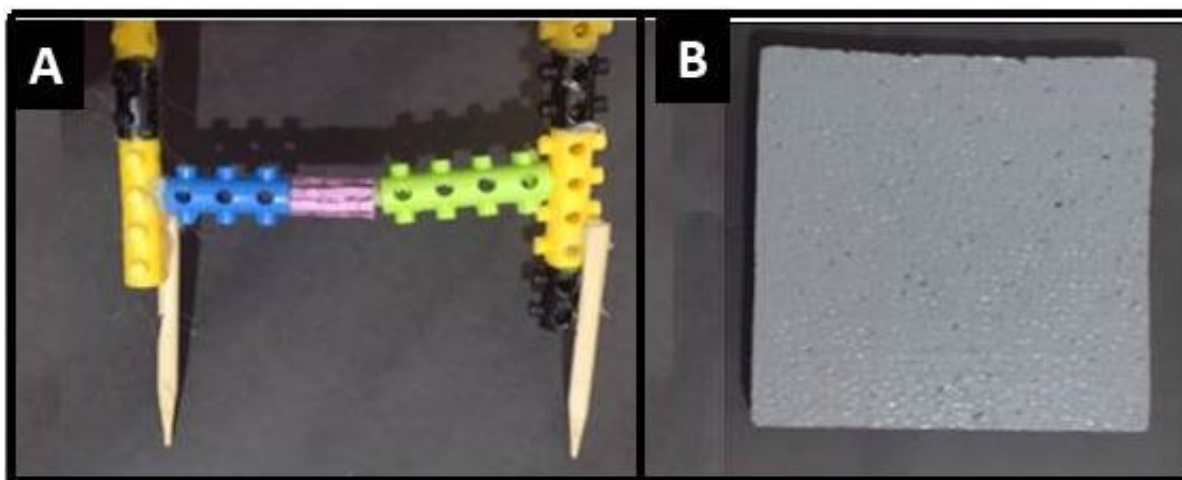
Fonte: PAZ, M. C. L., 2022

As peças representando as bases nitrogenadas foram unidas às peças representando o açúcar desoxirribose. As bases nitrogenadas complementares foram unidas pelas peças que representam as pontes de hidrogênio. Assim, as peças vermelhas e brancas (representando, respectivamente, a adenina e timina) foram unidas pelas peças rosa com duas linhas. As peças azuis e verdes (representando, respectivamente, a citosina e a guanina) foram unidas pelas peças rosa com três linhas (Figura 5B). Por fim, com todas as peças devidamente encaixadas, a estrutura foi torcida com cuidado, para que formasse uma dupla fita em forma de espiral, representando a dupla hélice do DNA (Figura 5C).

Para dar maior firmeza ao modelo, os encaixes entre as peças foram colocados com cola quente. Após a secagem da cola, em uma das extremidades do modelo didático foram aderidos, com cola quente, dois pedaços de palito de churrasco de 4,5 cm, a fim de permitir a fixação do modelo em uma base de isopor (Figura 6A). Esta base foi construída com um quadrado de isopor de laje (medindo

20 cm de lado), o qual foi lixado para ficar com o bom acabamento. Depois de lixada esta base foi pintada com tinta cinza e foram aguardadas 24 horas para total secagem da peça (Figura 6B). Com a fixação do modelo a esta base foi concluída a montagem do modelo didático (Figura 7).

Figura 6. Inclusão de palitos de churrasco em uma das extremidades do modelo didático sobre a estrutura da molécula de DNA (A). Estes palitos foram utilizados como suporte para aderir o modelo didático a uma base de isopor (B).



Fonte: PAZ, M. C. L., 2022

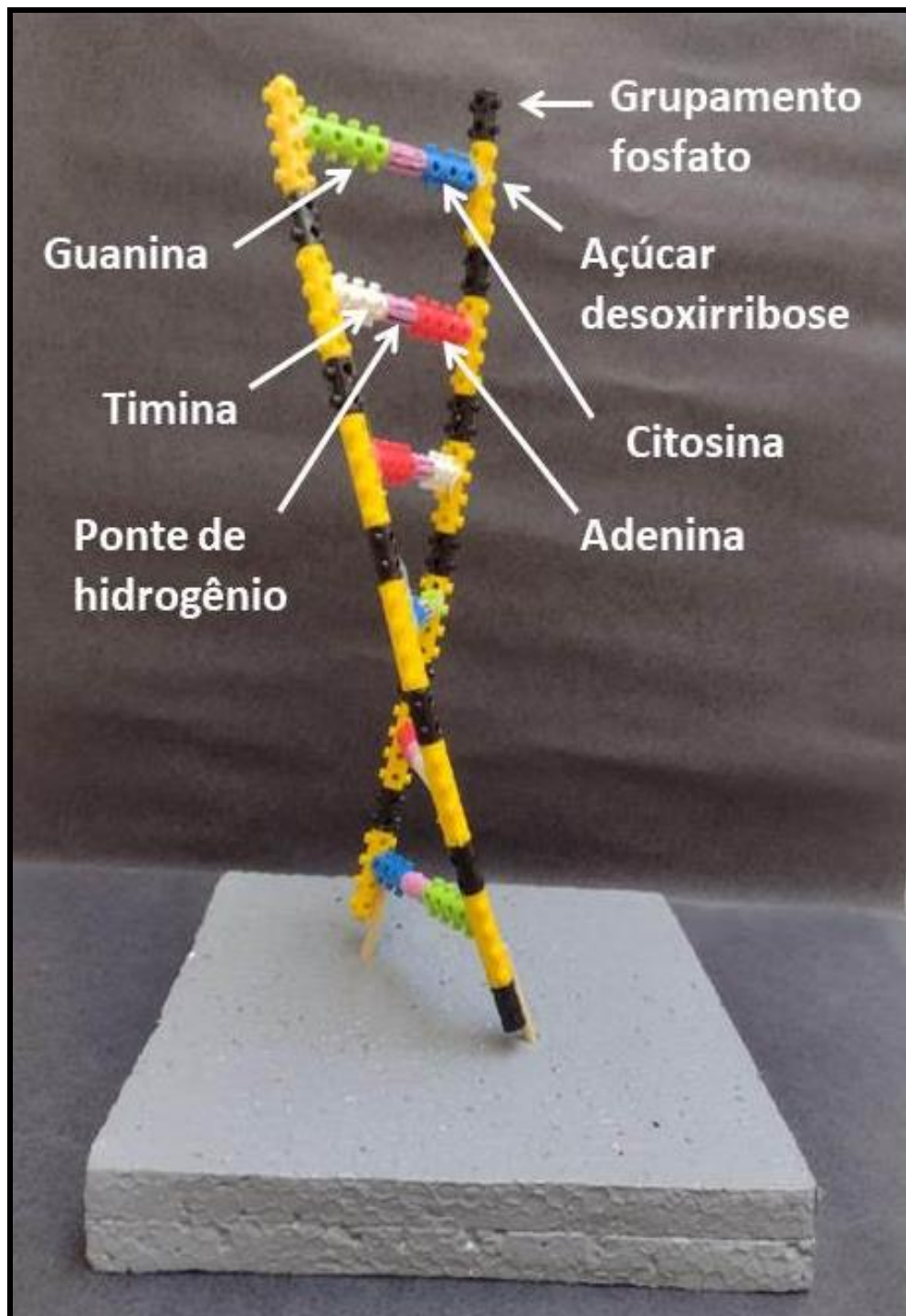
6.2. Aplicação do modelo didático

O modelo didático baseado na estrutura da molécula de DNA foi desenvolvido para facilitar a compreensão desse tema pelos alunos de ensino médio. A utilização do modelo pode ocorrer durante ou após o estudo deste conteúdo. No primeiro caso, sugere-se que o professor divida a turma em grupos de até cinco alunos e distribua as peças necessárias para que cada grupo monte o modelo. No decorrer da aula expositiva dialogada, enquanto o docente explica os diferentes componentes da molécula de DNA e suas funções, os grupos devem ser orientados pelo docente a ir montando o modelo, como forma de “aprender fazendo”.

Outra opção é que o modelo seja utilizado depois que os discentes sejam apresentados ao conteúdo. Neste caso, sugere-se que o professor também divida a turma em grupos de até cinco alunos e apresente aos estudantes o significado de cada peça, orientando os discentes a montarem o modelo e explicar a função de cada componente da estrutura do DNA.

A fim de que o modelo possa ser mais amplamente utilizado ao longo dos anos pelo professor as etapas de colar os encaixes das peças com cola quente pode ser eliminado, assim como a sustentação do modelo em uma base.

Figura 7. Modelo didático sobre a estrutura da molécula de DNA construído com as peças do brinquedo “Pinos mágicos” fabricado pela Romesa Indústria e Comércio de Plásticos Ltda.



Fonte: PAZ, M. C. L., 2022

7. DISCUSSÃO

Muitos autores têm demonstrado a eficiência do uso dos modelos didáticos no aprendizado dos conceitos da área da genética (TEMP, 2011; MEDEIROS; RODRIGUES, 2012; TEMP; BARTHOLOMEI-SANTOS, 2013; KLAUBERG, 2015; FONTENELE; CAMPOS 2017; LIMA *et al.*, 2017; MOUL; SILVA 2017; SOUZA *et al.*, 2017; OLIVEIRA, 2009; entre muitos outros). Neste contexto, o uso de modelos didáticos é recomendado como facilitador da aprendizagem (TEMP, 2011), principalmente, nas aulas em que os assuntos trabalhados envolvem conteúdos de estruturas submicroscópicas e que se tornam abstratas e de difícil entendimento pelos estudantes, como é o caso da estrutura da molécula do DNA (MOURA *et al.*, 2013).

Um dos grandes desafios da carreira docente é a elaboração de aulas atrativas aos estudantes, a fim de superar o desinteresse que, muitas vezes, ocorre nas aulas de diversas disciplinas (RAMOS, 2012). As atividades lúdicas são reconhecidas como um mecanismo de reduzir as dificuldades e despertar o interesse dos discentes pelos conteúdos trabalhados (OLIVEIRA *et al.*, 2015). Conforme destacado por Oliveira (2009, p.60), “o caminho para tornar o aprendizado mais significativo é constituir uma prática pedagógica mais prazerosa e, portanto, mais lúdica”.

A proposta de que os estudantes montem o modelo didático visa tornar as aulas de genética mais participativas, dinâmicas e significativas para os discentes. Mendonça (2011) sugere que quando o professor prepara aulas dinâmicas e com maior participação dos estudantes, os sentidos dos alunos são mais bem aguçados e estruturas que, até então, só podiam ser vistas em imagens de livros didáticos, se tornam mais reais para os discentes. Amorim (2013) defende a ideia de que a utilização de jogos e modelos didáticos favorece a participação ativa dos alunos no processo de ensino-aprendizagem, e o emprego desses recursos trabalha de forma interativa e participativa, chamando a atenção dos discentes e, por consequência, promovendo um rendimento considerável na assimilação dos conteúdos. Além disso, o uso de modelos didáticos foge da aula tradicional, deixando as aulas mais dinâmicas e possibilitando que os alunos construam seus próprios conhecimentos (MATOS *et al.*, 2009).

O presente estudo não é pioneiro em propor um modelo didático para o ensino da estrutura do DNA. Por exemplo, Sepel e Loreto (2007) propuseram a elaboração da molécula de DNA em origami, Golbert *et al.* (2019) sugeriram a criação dessa estrutura com cartolina, isopor, fios de metal, lata de tinta reciclada (ferro), cola, miçangas de acrílico e fita adesiva e Karasawa (2021) com isopor e palitos de dentes. Apesar de utilizarem materiais de baixo custo e, portanto acessíveis para docentes e discentes, e serem apontados como elementos facilitadores da aprendizagem, estes modelos apresentam, a limitação de não poder ser desmontados e remontados. Este é um diferencial do modelo aqui proposto, que se torna um recurso alternativo de ensino, podendo ser aplicado em diversas aulas de genética para diferentes turmas, usando sempre as mesmas peças para sua construção.

Os modelos didáticos estimulam a reflexão acerca das estruturas biológicas e permitem que os estudantes se aprofundem na compreensão tridimensional das moléculas, tornando conceitos abstratos em algo mais concreto e significativo, facilitando a apropriação dos conhecimentos (CECCANTINI, 2006). O modelo didático aqui produzido permite que os alunos visualizem e discutam as principais características da estrutura da molécula de DNA como, por exemplo, a estrutura do DNA em forma de dupla hélice, a cadeia açúcar-fosfato localizada na parte externa da molécula e a posição interna das bases nitrogenadas. O modelo também possibilita a percepção de que as fitas são complementares e antiparalelas. A complementaridade ocorre porque cada base púrica (A ou G, com dois anéis) de uma fita está pareada a uma base pirimídica (T ou C, com um anel) da fita complementar. As fitas são antiparalelas porque uma inicia com um grupamento fosfato e termina com um açúcar, enquanto a fita complementar tem o sentido reverso.

O conhecimento da estrutura do DNA é fundamental para a compreensão de outros temas da área da genética, como a replicação do DNA e a transcrição (SEPEL; LORETO, 2007). O modelo didático aqui apresentado serve de ferramenta auxiliar para o aprendizado destes temas. Por exemplo, com a utilização das peças do modelo é possível mostrar aos estudantes que durante a replicação do DNA as duas cadeias de nucleotídeos se separam e servem de molde para duas novas cadeias complementares. Deste modo, o estudante consegue observar que a replicação é semiconservativa, resultando na formação de duas moléculas de DNA,

constituídas por uma fita antiga, pertencente à molécula original, e uma fita nova. Uma vez que as duas fitas possuem orientação antiparalela, a fita molde para a síntese de DNA tem orientação oposta à fita de DNA que está sendo sintetizada.

O modelo didático aqui proposto, também pode ser utilizado como um material auxiliar para o ensino da transcrição, ou seja, a síntese de uma molécula de RNA a partir das informações presentes na sequência de nucleotídeos do DNA. Este processo também está baseado na complementaridade de bases, sendo que na formação do RNA apenas uma fita de DNA é usada como molde, o açúcar da pentose é uma ribose e o nucleotídeo uracila substitui a timina no pareamento com a base adenina. Peças do brinquedo pinos mágicos podem ser adaptadas para representar a ribose e a uracila, a partir da pintura dessas peças com cores diferentes das já utilizadas no modelo didático aqui proposto.

Na maioria das vezes as aulas de genética são baseadas exclusivamente nos livros didáticos, tornando as aulas pouco atrativas e dificultando a aprendizagem de diferentes conceitos que se tornam abstratos aos discentes (LEITE, 2004). Desta forma, espera-se que o modelo didático produzido neste estudo seja um recurso eficiente para contribuir para a mudança desse cenário, resultando em aulas de genética mais prazerosas e significativas aos estudantes.

8. CONCLUSÃO

Frente às dificuldades apresentadas pelos estudantes no aprendizado dos temas de genética e a reconhecida eficiência dos modelos didáticos no processo de ensino-aprendizagem, almejamos a utilização do modelo didático produzido neste trabalho como um material de apoio eficiente para as aulas de genética dos anos finais do ensino fundamental e do ensino médio.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, E. A. **Elaboração de materiais didáticos de baixo custo para o ensino de DNA e RNA**. 2018. 44 f. Monografia (Especialização) - Curso de Especialização em Educação: Métodos e Técnicas de Ensino, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Medianeira, 2018. Disponível em: <https://riut.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/20612/1/elaboracaomateriaisdidaticosbaixo.pdf>. Acesso em: 10 mar. 2022.

AMORIM, A. S. **A influência do uso de jogos e modelos didáticos no ensino de biologia para alunos de ensino médio**. 2013. 49 f. TCC (Graduação) - Curso de Ciências Biológicas, Universidade Estadual do Ceará, Beberibe, 2013. Disponível em: http://uece.br/wp-content/uploads/sites/58/2019/12/bio_beberibe_amorim.pdf. Acesso em: 05 set. 2022.

ANTUNES, A.M.; SABÓIA-MORAIS, S.M.T. O jogo Educação e Saúde: uma proposta de mediação pedagógica no ensino de Ciências. **Experiências em Ensino de Ciências**, v.5, n.2, p. 55-70, 2010. Disponível em: <https://fisica.ufmt.br/eenciojs/index.php/eenci/article/view/347/321>. Acesso em: 05 mar. 2022.

ARAÚJO, M. S. *et al.* A GENÉTICA NO CONTEXTO DE SALA DE AULA: dificuldades e desafios em uma escola pública de floriano-pi. **Revista de Ensino de Ciências e Matemática**, [S.L.], v. 9, n. 1, p. 19-30, 5 abr. 2018. Cruzeiro do Sul Educacional. Disponível em: <https://revistapos.cruzeirodosul.edu.br/index.php/rencima/article/view/1300/943>. Acesso em: 05 mar. 2022.

BADZINSKI, K.; HERMEL, E. E. S. A Representação da Genética e da Evolução Através de Imagens Utilizadas em Livros Didáticos De Biologia. **Revista Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências**, Belo Horizonte, v. 17, n. 2, p. 434-454, 2015. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/epec/v17n2/1983-2117-epec-17-02-00434.pdf>. Acesso em: 08 mar. 2022.

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. Disponível em: <http://www.uniedu.sed.sc.gov.br/wp-content/uploads/2013/10/Graziela-dos-Santos-Barni.pdf>. Acesso em: 23 mar. 2022.

BARROS, G. D.; RIBEIRO, A. M.; SILVA, D. M. S. O uso de Recursos Didáticos no Ensino de Genética: investigando as produções acadêmicas nacionais. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 11., 2017, Florianópolis. **Anais [...]**. Florianópolis: Enpec, 2017. p. 1-9. Disponível em: <http://www.abrapecnet.org.br/enpec/xi-enpec/anais/resumos/R1784-1.pdf>. Acesso em: 09 mar. 2022.

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. Disponível em: https://abrapecnet.org.br/atas_enpec/viiienpec/resumos/R0389-2.pdf. Acesso em: 08 mar. 2022.

BRAGA, C. M. D. S.; FERREIRA, L. B. M.; GASTAL, M. L. A. O uso de modelos no ensino da divisão celular na perspectiva da aprendizagem significativa. In: Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, 7, 2009, Florianópolis. Anais... Florianópolis: ABRAPEC, 2009. p. 1-12. Disponível em: <http://axpfep1.if.usp.br/~profis/arquivos/viiienpec/VII%20ENPEC%20-%202009/www.foco.fae.ufmg.br/cd/pdfs/1463.pdf#:~:text=posterior%20avalia%C3%A7%C3%A3o%20de%20uma%20unidade%20de%20ensino%20baseada,envolvidos%20no%20ensino%20dos%20processos%20de%20divis%C3%A3o%20celular>. Acesso em: 15 abr. 2022.

BRITO, L. C. C. *et al.* Avaliação de um minicurso sobre o uso de jogos no ensino. **Revista Brasileira de Pós-Graduação**, [S.L.], v. 8, n. 2, p. 589-615, 31 mar. 2012. CAPES. Disponível em: <https://rbpg.capes.gov.br/index.php/rbpg/article/view/257/246>. Acesso em: 15 abr. 2022.

CARMO, C. P.; VEIGA, E. C. F.; CINTRAS, R. C. G. G.; LIMA, S. S. C. A ludicidade na Educação Infantil: Aprendizagem e desenvolvimento. IV seminário internacional de representações sociais subjetividade e educação. 28 a 31 de Agosto de 2017. Disponível em: Acesso: 15 abr. 2022.

CARVALHO, J. S.; GONÇALVES, N. M; PERON, A. P. Transgênicos: diagnóstico do conhecimento científico discente da última série do ensino médio das escolas públicas do município de Picos, estado do Piauí. **Revista Brasileira de Biociências**, Porto Alegre, v. 10, n. 3, p. 288-292, set. 2012. Disponível em: <http://www.ufrgs.br/seerbio/ojs/index.php/rbb/article/view/2206/1136>. Acesso em: 10 mar. 2022

CASAGRANDE, G. L. **A genética humana no livro didático de biologia**. 2006. 121 f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2006. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/xmlui/bitstream/handle/123456789/88524/232762.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 10 mar. 2022.

CATARINACHO, R. L. **O ENSINO DE GENÉTICA COM SUPER-HERÓIS**: uma abordagem mutante na sala de aula. 2011. 32 f. TCC (Graduação) - Curso de Ciências Biológicas, Universidade Presbiteriana Mackenzie, São Paulo, 2011. Disponível em: https://www.mackenzie.br/fileadmin/OLD/47/Graduacao/CCBS/Cursos/Ciencias_Biologicas/1o_2012/Biblioteca_TCC_Lic/2011/2o_2011/Renata_Lobato.pdf. Acesso em: 05 abr. 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: <<http://www.scielo.br/pdf/rbb/v29n2/a15v29n2.pdf>>. Acesso em: 19 set. 2022.

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. Disponível em: <https://repositorio.unb.br/handle/10482/40836>. Acesso em: 29 mar. 2022.

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. Disponível em: <https://periodicos.ifrs.edu.br/index.php/tear/article/view/3177>. Acesso em: 23 abr. 2022.

FIALHO, N. N. Os jogos pedagógicos como ferramentas de ensino. In: CONGRESSO NACIONAL DE EDUCAÇÃO, 8., 2008, Curitiba. **Anais [...]**. Curitiba: 2008. p. 12298-12306. Disponível em: https://educere.bruc.com.br/arquivo/pdf2008/293_114.pdf. Acesso em: 03 abr. 2022.

FONTENELE, M. S.; CAMPOS, F. L. Proposal of a didactic model as a facilitator of the teaching of the DNA structure in a public school in the northern middle region of Piauí, Brazil. **Espacios**, Piauí, v. 38, n. 45, p. 21-31, 2017. Disponível em: <http://www.revistaespacios.com/a17v38n45/a17v38n45p21.pdf>. Acesso em: 19 set. 2022.

GARCIA, M. O; MARCIAS, L. Modelos didáticos e jogos: facilitadores no ensino de genética. In: CONGRESSO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA UNIVERSIDADE FEDERAL DE PELOTAS, 22., 2013, Pelotas. **Anais [...]** [S.L.]: UFPEL, 2013. Disponível em: https://cti.ufpel.edu.br/cic/arquivos/2013/CH_00860.pdf. Acesso em: 16 mar. 2022.

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. Disponível em: https://editorarealize.com.br/editora/anais/conapesc/2018/TRABALHO_EV107_MD4_SA20_ID1308_22052018160108.pdf. Acesso em: 26 mar. 2022.

GRÖSZ, L. C. B.; ALMEIDA, R. H. F. ENSINANDO GENÉTICA DE FORMA LÚDICA: utilização de um jogo de tabuleiro para alunos do terceiro ano do ensino médio. **Revista Prática Docente**, [S.L.], v. 2, n. 2, p. 336-350, 22 dez. 2017. Disponível em: <https://periodicos.cfs.ifmt.edu.br/periodicos/index.php/rpd/article/view/86>. Acesso em: 17 abr. 2022.

GUMIERI, F. A.; TREVISO, V. C. A importância do lúdico para o desenvolvimento da criança: o brincar como ferramenta de aprendizagem na educação infantil. **Cadernos de Educação: Ensino e Sociedade**, Bebedouro-Sp, v. 1, n. 3, p. 66-80, abr. 2016. Disponível em: <https://www.unifafibe.com.br/revistasonline/arquivos/cadernodeeducacao/sumario/40/25042016154500.pdf>. Acesso em: 17 abr. 2022.

HERMAN, M. R. A. A IMPORTÂNCIA DO LÚDICO NO PROCESSO ENSINO - APRENDIZAGEM. 2007. 41 f. TCC (Graduação) - Curso de Pedagogia, Centro

Universitário de Brasília, Brasília, 2007. Disponível em:
<https://repositorio.uniceub.br/jspui/bitstream/235/6789/1/20412127.pdf>. Acesso em:
 18 abr. 2022.

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. Disponível em:<https://periodicos.uem.br/ojs/index.php/ArqMudi/article/view/19993>. Acesso em: 26 mar. 2022.

JUSTINIANO, B. C. S. et al. Genética: revisando e fixando conceitos. **Genética na Escola**, v. 2, p. 51-53, 2006. Disponível:https://www.geneticaaescola.com/_files/ugd/b703be_92664d8489f849928c4627815c865444.pdf. Acesso em: 15 abr. 2022.

KARASAWA, M. M. G.. Criação e uso de modelo didático da molécula de DNA com materiais de baixo custo. **Research, Society And Development**, [S.L.], v. 10, n. 8, p. 1-11, 14 jul. 2021. Disponível em:
<https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/17383/16195>. Acesso em: 15 ago. 2022.

KLAUBERG, S. D. W. **O Lúdico no Ensino da Biologia Uso de um modelo didático para ensino da divisão celular mitótica**. 2015. 21 f. Monografia (Curso de Especialização em Genética para Professores do Ensino Médio) – Universidade Federal do Paraná, Nova Londrina, 2015. Disponível em:
<https://acervodigital.ufpr.br/bitstream/handle/1884/42694/R%20-%20E%20-%20SELMA%20DERODEA%20WEISS%20KLAUBERG.pdf?sequence=1&isAllowed=y> . Acesso em: 19 set 2022.

KOVALESKI, A. B.; ARAÚJO, M. C. P. A história da ciência e a bioética no ensino de genética. **Genética na Escola**, [S. L.], v. 08, n. 02, p. 154-167, 2013. Disponível em:
https://www.geneticaaescola.com/_files/ugd/b703be_d7df944034ae4a8088beba38bfce627b.pdf. Acesso em: 13 mar. 2022.

KRASILCHIK, M. Reformas e realidade: o caso do ensino das ciências. **São Paulo em Perspectiva**, [S.L.], v. 14, n. 1, p. 85-93, mar. 2000. FapUNIFESP (SciELO). Disponível em: <https://www.scielo.br/j/spp/a/y6BkX9fCmQFDNnj5mtFgzyF/>. Acesso em: 15 mar. 2022.

LEITE, R. C. M.; FERRARI, N.; DELIZOICOV, D. A história das leis de Mendel na perspectiva Fleckiana. *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*, [S. l.], v. 1, n. 2, 2011. Disponível em:
<https://periodicos.ufmg.br/index.php/rbpec/article/view/4175>. Acesso em: 06 set. 2022.

LIMA, C. S. L. et al. A importância da aplicação do material didático com conteúdos de genética no aprendizado do aluno. In: CONGRESSO NACIONAL DE EDUCAÇÃO, 4., 2017, João Pessoa, PB. **Anais eletrônicos...** Paraíba: CONEDU, 2017. Disponível em:

https://editorarealize.com.br/revistas/conedu/trabalhos/TRABALHO_EV056_MD4_SA18_ID9354_09082016110603.pdf. Acesso em: 19 set. 2022.

MACHADO, M. H.; MEIRELLES, R. M. S. Da “LDB” dos anos 1960 até a BNCC de 2018: breve relato histórico do ensino de biologia no Brasil. **Debates em Educação**, [S.L.], v. 12, n. 27, p. 163, 22 jun. 2020. Universidade Federal de Alagoas. Disponível em: <https://www.seer.ufal.br/index.php/debateseducacao/article/view/8589/pdf>. Acesso em: 04 mar. 2022.

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. Disponível em: https://www.researchgate.net/profile/Ricardo_Fujihara/publication/261471976_Show_da_Genetica_um_Jogo_Interativo_para_o_Ensino_de_Genetica/links/00463534558baa4b71000000.pdf. Acesso em: 15 abr. 2022.

MATOS, C. H. C; OLIVEIRA, C. R. F.; SANTOS, M. P. F. e FERRAZ, C. S. Utilização de Modelos Didáticos no Ensino de Entomologia. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**, v. 9, n.1, p. 19-23, 2009. Disponível em: <http://joaootavio.com.br/bioterra/workspace/uploads/artigos/3matos-51816c32b2719.pdf>. Acesso em: 01 set 2022.

MEDEIROS, K. C. R.; RODRIGUES, F. M. Análise da eficiência do uso de um modelo didático para o ensino de citogenética. **Estudos**, Goiana, v. 39, n. 3, p. 311-319, 2012. Disponível em: <http://seer.pucgoias.edu.br/index.php/estudos/article/viewFile/2644/1611>. Acesso em: 19 set 2022.

MENDONÇA, C. O.; SANTOS, M. W. O. Modelos didáticos para o ensino de ciências e biologia: aparelho reprodutor feminino da fecundação a nidação. **V Colóquio internacional. São Cristovão**, 2011. Disponível em: http://hpc.ct.utfpr.edu.br/~charlie/docs/PPGFCET/4_TRABALHO_03_MODELOS%20DID%C3%81TICOS.pdf. Acesso em: 01 set 2022.

MOUL, R. A. T. M.; SILVA, F. C. L. A modelização em genética e biologia molecular: ensino de mitose com massa de modelar. **Experiências em Ensino de Ciências**, Cuiabá, v.12, n. 2, p. 118-128, 2017. Disponível em: http://if.ufmt.br/eenci/artigos/Artigo_ID352/v12_n2_a2017.pdf . Acesso em: 19 set. 2022.

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. Disponível em: <https://ojs.uel.br/revistas/uel/index.php/seminabio/article/view/13398/13912>. Acesso em: 07 jul. 2022.

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**,

São Paulo, v. 2, n. 1, p.355-381, 2016. Disponível em: <https://ojs-devel.ipiranga.unesp.br/index.php/nead/article/view/InFor2120167>. Acesso em: 03 set. 2022.

NÚÑEZ, I. B.; RAMALHO, B. L.; SILVA, I. K. P.; CAMPOS, A. P. N.. A seleção dos livros didáticos: um saber necessário ao professor. o caso do ensino de ciências. **Revista Iberoamericana de Educación**, [S.L.], v. 33, n. 1, p. 1-11, 26 abr. 2003. Organización de Estados Iberoamericanos. Disponível em: <https://rieoei.org/RIE/article/view/2889>. Acesso em: 10 mar. 2022.

OLIVEIRA, F. S. *et al.* Um jogo de construção para o aprendizado colaborativo de Glicólise e Gliconeogênese. **Revista de Ensino de Bioquímica**, [S.L.], v. 13, n. 1, p. 45, 30 jun. 2015. Sociedade Brasileira de Bioquímica e Biologia Molecular - SBBq. <http://dx.doi.org/10.16923/reb.v13i1.535>. Disponível em: <http://www.bioquimica.org.br/revista/ojs/index.php/REB/article/view/535/465>. Acesso em: 04 ago. 2022.

OLIVEIRA, M. L., org. (Im)pertinências da educação: o trabalho educativo em pesquisa [online]. São Paulo: Editora UNESP; São Paulo: Cultura Acadêmica, 2009. 193 p. ISBN 978-85-7983-022-8. Disponível em: <http://books.scielo.org/id/vtzmp/pdf/oliveira-9788579830228.pdf>. Acesso em: 06 set. 2022.

OLIVEIRA, M. R. A utilização de modelo didático facilitador do ensino de genética. **Anais IV CONAPESC...** Campina Grande: Realize Editora, 2019. Disponível em: <https://www.editorarealize.com.br/index.php/artigo/visualizar/56430>. Acesso em: 07 set. 2022

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 GRADUANDOS DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS. **Revista de Ensino de Bioquímica**, [S.L.], v. 7, n. 1, p. 1-17, 25 fev. 2009. Disponível em: <http://bioquimica.org.br/revista/ojs/index.php/REB/article/view/33/29>. Acesso em: 28 ago. 2022.

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. Disponível em: https://sbenbio.org.br/publicacoes/anais/V_Enebio/V_Enebio_trabalhos.pdf. Acesso em: 09 mar. 2022.

RAMOS, M. G. S. **A importância dos recursos didáticos para o ensino da geografia no ensino fundamental nas séries finais**. 2012. 45 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Geografia). Universidade de Brasília – UnB, Brasília, 2012. Disponível em: http://bdm.unb.br/bitstream/10483/5101/1/2012_MartaGoncalvesdaSilvaRamos.pdf Acesso em: 01 Ago. 2022

REZENDE, L. P.; GOMES, S. C. S. USO DE MODELOS DIDÁTICOS NO ENSINO DE GENÉTICA: ESTRATÉGIAS METODOLÓGICAS PARA O APRENDIZADO. **Revista de Educação, Ciências e Matemática**, [S. L.], v. 2, n. 8, p. 107-124, ago. 2018. Disponível em: <http://publicacoes.unigranrio.edu.br/index.php/recm/article/view/4447/2738>. Acesso em: 04 abr. 2022.

ROCHA, L. S. **Estratégias metodológicas para ensinar genética no ensino médio**. 2013. 46 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Medianeira, 2013. Disponível: https://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/20821/2/MD_EDUMTE_2014_2_57.pdf. Acesso em: 29 mar. 2022.

SANTOS, C. R. M.; QUEIROZ, P. R. A utilização do lúdico para a aprendizagem do conteúdo de genética. **Universitas Humanas**, [S.L.], v. 8, n. 2, p. 119-144, jul. 2012. Centro de Ensino Unificado de Brasília. Disponível em: <https://www.uhumanas.uniceub.br/universitashumanas/article/view/1586/1583>. Acesso em: 20 abr. 2022.

SANTOS, R. O.; SILVA, P. S.; LIMA, J. L. S. Modelo didático como recurso para o ensino de ciências: sua influência como ferramenta facilitadora no processo de ensino aprendizagem. **Revista Vivências em Ensino de Ciências**, [S. L.], v. 2, n. 2, p. 177-185, 2018. Disponível em: <https://periodicos.ufpe.br/revistas/vivencias/article/view/239741/0>. Acesso em: 20 mar. 2022.

SANTOS, S. C. **A importância do lúdico no processo ensino aprendizagem**. 2010. 49 f. Monografia (Especialização) - Curso de Gestão Educacional, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2010. Disponível em: https://repositorio.ufsm.br/bitstream/handle/1/393/Santos_Simone_Cardoso_dos.pdf?sequence=1&isAllowed=y. Acesso em: 14 abr. 2022.

SEPEL, L. M.N.; LORETO, E. L.s.. Estrutura do DNA em origami. **Genética na Escola**, [S.L.], v. 2, n. 1, p. 3-5, 15 mar. 2007. Sociedade Brasileira de Genética. <http://dx.doi.org/10.55838/1980-3540.ge.2007.32>. Disponível em: <https://www.geneticanaescola.com/revista/article/view/32/26>. Acesso em: 07 jul. 2022.

SILVA, L. V.; SOUZA, Z. P. O.; RODRIGUES, P. T. M. **A IMPORTÂNCIA DO LÚDICO NA APRENDIZAGEM**. 2013. 20 f. TCC (Graduação) - Curso de Pedagogia, Faculdade Integrada Promove de Brasília, Guará, 2013. Disponível em: http://nippromove.hospedagemdesites.ws/anais_simposio/arquivos_up/documentos/artigos/e2f5ef8732136a9b47132fc8add7b556.pdf. Acesso em: 10 abr. 2022.

SILVEIRA, L. F. S. **Uma contribuição para o ensino de Genética**. 2008. 106 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e Matemática, Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2008. Disponível em: <https://repositorio.pucrs.br/dspace/bitstream/10923/3036/1/000401333-Texto%2bCompleto-0.pdf>. Acesso em: 13 mar. 2022.

SOUZA, M. A. E. *et al.* Modelos cromossômicos auxiliam o estudo da mitose e da meiose. **PECIBES**, Campo Grande, p. 77-83, 2017. Disponível em: <http://seer.ufms.br/index.php/pecibes/article/download/5266/3988>. Acesso em: 19 set. 2022.

TEMP, D. S.; BARTHOLOMEI-SANTOS, M. L. O ensino de Genética:: a visão de professores de biologia. **Revista Científica Schola**, Santa Maria, v. 2, n. 1, p. 83-95, jul. 2018. Disponível em: http://www.cmsm.eb.mil.br/images/CMSM/revista_schola_2018/Artigos_alterados/II._1._O_ensino_de_Gen%C3%A9tica_-_a_vis%C3%A3o_de_professores_de_Biologia.pdf. Acesso em: 31 ago. 2022.

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. Disponível em: <https://repositorio.ufsm.br/bitstream/handle/1/6656/TEMP%2c%20DAIANA%20SONEGO.pdf?sequence=1>. Acesso em: 22 mar. 2022.

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. Disponível em: <https://repositorio.ufsm.br/bitstream/handle/1/3542/TEMP%2c%20DAIANA%20SONEGO.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 07 abr. 2022.

TEMP, D. S.; NICOLETTI, E. R.; BARTHOLOMEI-SANTOS, M. L. Identificando o conhecimento de genética entre calouros universitários. **Revista SBEnBIO**, [São Paulo], n. 7, p. 1441-1451, 2014. Disponível em: <https://docplayer.com.br/8912455-Identificando-o-conhecimento-de-genetica-entre-calouros-universitarios.html>. Acesso em: 07 abr. 2022.

VALADARES, L.B.L.; RESENDE, R.O. “Na trilha do Sangue”: O Jogo dos Grupos Sanguíneos. **Genética na Escola**, vol. 1, ano 4, p. 10 – 16, 2009. Disponível em: https://www.geneticanaescola.com/_files/ugd/b703be_03cd69915b4946ad9ecdee993640bcde.pdf. Acesso em: 07 abr. 2022.