



UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
CENTRO ACADÊMICO DA VITÓRIA

LÍDIA MARIA FREITAS DA SILVA

**DESVENDANDO A DIVISÃO CELULAR: proposta de um modelo didático
interativo com o enfoque em estudantes com Transtorno de Déficit de Atenção
com Hiperatividade**

VITÓRIA DE SANTO ANTÃO

2024

UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO

CENTRO ACADÊMICO DA VITÓRIA

NOME DO CURSO

LÍDIA MARIA FREITAS DA SILVA

DESVENDANDO A DIVISÃO CELULAR: proposta de um modelo didático interativo com o enfoque em estudantes com Transtorno de Déficit de Atenção com Hiperatividade

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^a. Dr^a. Ana Cristina Lauer Garcia

VITÓRIA DE SANTO ANTÃO

2024

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

Silva, Lídia Maria Freitas da .

Desvendando a divisão celular: proposta de um modelo didático interativo com enfoque em estudantes com Transtorno de Déficit de Atenção com Hiperatividade / Lídia Maria Freitas da Silva. - Vitória de Santo Antão, 2024. 29 : il.

Orientador(a): Ana Cristina Lauer Garcia

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Universidade Federal de Pernambuco, Centro Acadêmico de Vitória, Ciências Biológicas - Licenciatura, 2024.

1. Citogenética. 2. Ensino de Genética. 3. Meiose. 4. Mitose. I. Garcia, Ana Cristina Lauer. (Orientação). II. Título.

370 CDD (22.ed.)

LÍDIA MARIA FREITAS DA SILVA

DESVENDANDO A DIVISÃO CELULAR: proposta de um modelo didático interativo com o enfoque em estudantes com Transtorno de Déficit de Atenção com Hiperatividade

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: 19/03/2024.

BANCA EXAMINADORA

Prof^a. Dr^a. Ana Cristina Lauer Garcia(Orientadora)
Universidade Federal de Pernambuco

Prof^a. Dr^a. Cláudia Rohde (Examinadora Interna)
Universidade Federal de Pernambuco

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

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente aos meus pais, Cida e Fábio, por me apoiarem de todas as formas, em especial à minha mãe, que sempre me incentivou nos estudos. Se eu cheguei até aqui, e sou quem eu sou, foi graças a ela.

À minha orientadora Ana Cristina Lauer Garcia por toda a paciência e pela exímia orientação, desde a minha iniciação científica, até o presente trabalho de conclusão de curso. Desde a disciplina de citogenética, ministrada durante a pandemia, guardo uma imensa admiração por ela.

Aos meus amigos Ingrid, Thiago, Thammará, Laís, Virgínia e Deyse, que compartilharam dos piores e melhores momentos junto a mim, durante toda a graduação. Eles tornaram tudo mais leve e são amigos que quero levar para além da graduação.

Agradeço também aos professores do curso por todo conhecimento compartilhado durante a graduação.

E por fim, agradeço a Deus por me permitir estar aqui, com saúde e por ter me dado forças durante toda a minha trajetória.

RESUMO

A genética está presente em diversos assuntos do nosso cotidiano, seja na área da medicina, no esclarecimento de doenças e na produção de fármacos e vacinas, no melhoramento de plantas e animais para o consumo humano, ou na solução de crimes e testes de paternidade. Apesar de sua vasta aplicação e da veiculação desses assuntos na mídia, os conteúdos de genética são considerados de difícil assimilação pelos estudantes do ensino fundamental e médio do Brasil. Uma das explicações é que os conteúdos desta área de ensino envolvem estruturas microscópicas e submicroscópicas que exigem alta capacidade de abstração dos estudantes. A situação se agrava quando o estudante possui Transtorno de Déficit de Atenção com Hiperatividade (TDAH), o qual reduz a capacidade de atenção e de memorização, resultando em maior dificuldade de aprendizado. O uso de recursos didáticos lúdicos que permitam que os discentes com TDAH interajam melhor com a construção dos conhecimentos e se tornem mais participativos nas aulas pode tornar o aprendizado deste público mais eficiente. Neste trabalho são propostas a construção de dois modelos didáticos, um voltado ao comportamento dos cromossomos durante o ciclo celular mitótico e outro sobre a meiose. A indicação é que os modelos sejam confeccionados pelos estudantes com TDAH durante as aulas de genética do ensino médio. Para auxiliar a construção dos modelos foram produzidas duas videoaulas, uma para a mitose e outra para a meiose. Nas videoaulas foram indicados pontos de pausa para que os alunos possam produzir o modelo enquanto recebem as instruções. Para a construção dos modelos foram utilizados materiais de baixo custo como círculos de papelão, canetas hidrográficas e massa de modelar. Ao final das videoaulas foram apresentadas perguntas de múltipla escolha para que o aprendizado dos estudantes possa ser avaliado. Embora os modelos aqui apresentados tenham sido pensados especialmente para estudantes com TDAH, estes também podem ser aplicados para discentes sem essa deficiência. Espera-se que os modelos propostos tornem o processo de ensino de genética mais eficiente e prazeroso.

Palavras-chave: citogenética; ensino de genética; meiose; mitose.

ABSTRACT

Genetics is present in many issues in our lives, in the area of medicine, in clarifying diseases and in the production of drugs and vaccines, in improving plants and animals for human consumption, or in solving crimes and paternity tests. Despite its wide application and the coverage of these subjects in the media, genetics content is considered difficult for middle and high school students in Brazil. One of the explanations is that the contents of this teaching area involve microscopic and submicroscopic structures that require high abstraction capacity from students. The situation worsens when the student has Attention Deficit Hyperactivity Disorder (ADHD), which reduces attention and memorization capacity, resulting in greater learning difficulties. The use of didactic models that allow students with ADHD to interact better with the construction of knowledge and become more participative in classes can make learning for this audience more efficient. This work proposes the construction of two didactic models, one focused on the behavior of chromosomes during the mitotic cell cycle and the other on meiosis. The recommendation is that the models are made by students with ADHD during high school genetics classes. To assist in the construction of the models, two video lessons were produced, one for mitosis and the other for meiosis. In the video classes, pause points were indicated so that students could produce the model while receiving instructions. To build the models, low-cost materials such as cardboard circles, felt-tip pens and modeling clay were used. At the end of the video classes, multiple-choice questions were presented so that students' learning could be assessed. Although the models presented here were designed especially for students with ADHD, they can also be applied to students without this disability. It is expected that the proposed models will make the genetics teaching process more efficient and enjoyable.

Keywords: cytogenetics; meiosis; mitosis; teaching genetics.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	9
2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	11
2.1 Genética: importância e dificuldades durante o processo de ensino-aprendizagem	11
2.2 Modelos didáticos no ensino de genética.....	12
2.3 TDAH: dificuldade de aprendizagem e estratégias de ensino-aprendizagem	14
3 OBJETIVOS	17
3.1 Objetivo Geral	17
3.2 Objetivos Específicos	17
4 METODOLOGIA	18
5 RESULTADOS.....	23
6 CONCLUSÃO	27
REFERÊNCIAS.....	28

1 INTRODUÇÃO

A genética é a área da biologia que estuda como os genes são transmitidos, como são alterados e como se expressam ao longo das gerações. Também aborda o destino e a importância da diversidade genética nas populações e nas espécies no contexto evolutivo (Hartwell, 2018).

Embora as bases da genética remontem ao final do século XIX, com os experimentos de Gregor Mendel, os conhecimentos deste campo de ensino se mantêm atuais e com inúmeras aplicações em questões do nosso cotidiano. Exemplos são as aplicações dos conhecimentos de genética para o estabelecimento das causas e dos riscos de doenças, os testes genéticos para avaliar casos de paternidade duvidosa e esclarecimentos de crimes, os alimentos geneticamente melhorados que chegam às nossas mesas, a produção de vacinas e fármacos com o uso das técnicas de engenharia genética, etc (Pierce, 2016; Snustad; Simmons Motta, 2017). Sendo assim, os conhecimentos da área de genética são pilares importantes para a construção de estudantes conscientes e preparados para compreender e discutir questões do nosso cotidiano (Aivelo; Uitto, 2021).

Apesar desta intensa presença em assuntos do nosso dia a dia, o processo de ensino-aprendizagem de genética tem sido dificultoso, tanto para os alunos quanto para os professores (Karagoz; Cakir, 2011; Silumesi, 2022). Isso pode ocorrer pela exigência de abstração para a compreensão de diversos conceitos e processos relacionados aos mecanismos genéticos que envolvem estruturas microscópicas e submicroscópicas. Além disso, a utilização apenas de metodologias tradicionais em sala de aula e a indisponibilidade de recursos didáticos para a realização de atividades práticas também dificulta o ensino de genética (Lopes, 2023).

As dificuldades do processo de ensino-aprendizagem se potencializam quando os estudantes apresentam transtornos que dificultam a capacidade de concentração e memorização (Barkley; Costa, 2008). Este é o caso do Transtorno de Déficit de Atenção com Hiperatividade (TDAH), o qual se manifesta através de três sintomas principais: desatenção, hiperatividade e impulsividade (Silva, 2008), o que pode acarretar graves prejuízos à vida acadêmica dos estudantes (American Psychiatry Association, 2014).

Dentre as temáticas consideradas de difícil compreensão dentro da área da genética está o comportamento dos cromossomos durante os ciclos celulares da mitose e da meiose (Manzke, V; Manzke, G; Traversi, 2017). Estes conteúdos são importantes para a elucidação da variabilidade genética, da diferença entre gêmeos idênticos e não idênticos, para conhecer as causas de síndromes genéticas, o surgimento do câncer e de outros assuntos (Temp; Bartolomei-Santos, 2018).

A fim de superar as dificuldades de assimilação dos conteúdos de genética, os modelos didáticos são reconhecidos como ferramentas facilitadoras de ensino (Alves; Costa; Souza, 2020; Brito; Silva; Alvarenga, 2020; Silva et al., 2021). O uso de modelos didáticos estimula a participação ativa dos alunos em sala de aula, despertando o interesse pelos conteúdos e facilitando a sua compreensão (Pereira, 2019). Além disso, modelos didáticos que utilizam abordagens pedagógicas multissensoriais são recomendados para uma aprendizagem mais significativa para os alunos com o TDAH, ajudando estes estudantes a manterem a concentração por mais tempo (Hudson, 2019). A literatura, no entanto, carece de propostas de modelos didáticos desenvolvidos para o ensino de ciências que atendam estudantes com este transtorno (Almeida; Dias, 2024).

Dadas as dificuldades do ensino de genética, ainda mais intensificadas pelos alunos com transtornos que dificultam a concentração e memorização, o presente trabalho propôs a construção de dois modelos didáticos focados no comportamento dos cromossomos durante o ciclo celular da mitose e da meiose, especialmente pensados para os estudantes com TDAH.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 Genética: importância e dificuldades durante o processo de ensino-aprendizagem

A genética é o ramo da biologia que estuda a hereditariedade, ou seja, os mecanismos de transmissão das características ao longo das gerações, analisando seus padrões de expressão e os mecanismos evolutivos (Griffits et al., 2016).

As bases da genética começaram a ser estabelecidas no século XIX a partir dos experimentos de Gregor Mendel, envolvendo cruzamentos com um grande número de plantas de ervilhas-de-cheiro (*Pisum sativum*) com características com traços contrastantes. Entre as conclusões de Mendel está o fato das características serem determinadas por “fatores discretos”, hoje conhecidos como alelos, que são herdados de pais para filhos (Bizzo; El-Hani, 2009). Inicialmente, o trabalho de Mendel acabou caindo no esquecimento, sendo “redescoberto” anos depois por outros cientistas no início do século XX (Andrade, 2016).

Desde então, os conhecimentos da área da genética têm se tornado cada vez mais presentes em nosso cotidiano. No campo médico, por exemplo, os exames genéticos permitem o diagnóstico precoce de diversas doenças como malformações congênitas, infertilidade, distúrbios metabólicos, doenças degenerativas e displasias esqueléticas (Albano, 2000; Azambuja; Bertoco, Serra, 2022). O reconhecimento de síndromes ocasionadas por alterações no número e na estrutura dos cromossomos, bem como por mutações gênicas, também dependem de testes genéticos (Scapin, 2021; Stragliotto; Pais, 2021). Ainda na área da medicina, é a engenharia genética que torna possível a produção de insulina para pessoas com diabetes e de vacinas, como algumas das utilizadas para a prevenção da recente pandemia do COVID-19 (Lopes et al., 2012; Santos et al., 2022; Siqueira, 2018).

Em outras áreas, como a agropecuária, as técnicas de engenharia genética podem ser utilizadas para o melhoramento genético de plantas e animais, introduzindo características mais adequadas para a comercialização (Cordeiro, 2003; Rosinha, 2004). Ademais, também vale destacar que a genética tem sido crucial na área forense para solucionar crimes ou em testes de paternidade duvidosa (Barbosa; Romano, 2018).

Diante destes exemplos, podemos perceber que a genética reúne temáticas que envolvem questões de grande relevância na atualidade. Esta é uma área de conhecimento fundamental para a formação do cidadão, que precisará se posicionar, desde o alimento que leva para sua casa e, até mesmo, sobre a necessidade de um aconselhamento genético envolvendo um distúrbio hereditário (Aivelo; Uitto, 2021). Por isso, frente a essa importância e presença em nossas vidas, desde 1971, momento em que o ensino de ciências foi estabelecido no currículo escolar brasileiro, a genética é um componente obrigatório desta disciplina (Silva-Batista; Moraes, 2019).

Mesmo sendo uma área importante e atual, o ensino de genética encontra várias dificuldades no contexto escolar. Isso ocorre, em grande parte, devido ao fato de que ela envolve não só diferentes níveis de representação (molecular, macro, micro e, inclusive, simbólica), como também um vocabulário que possui vários termos específicos para a área (Reiss; Mussard, 2022).

Conforme observado por Karagoz e Cakir (2011), até mesmo os futuros professores de biologia possuem entendimentos equivocados sobre vários conceitos básicos da genética mendeliana. Entre os termos com maior dificuldade de compreensão estão os conceitos de "alelo" e "*crossing-over*". Além disso, esses autores também verificaram a dificuldade de compreensão dos mecanismos de padrões de herança, proporções genotípicas e fenotípicas e ligação gênica.

Recentemente Mocan (2021), constatou que os alunos de ensino médio também possuem dificuldade em entender como e por que ocorrem diferentes fenômenos dentro da área da genética. Os alunos que participaram da pesquisa demonstraram não compreender que a mitose forma novas células-filhas com o mesmo material genético da célula-mãe e que, portanto, células somáticas com diferentes formas e funções possuem os mesmos genes.

2.2 Modelos didáticos no ensino de genética

Por longos anos a docência na área de ciências se concentrou no modelo tradicional de ensino, distanciando-se de abordagens que instigam a participação ativa e a reflexão dos alunos (Setúval; Bejarano, 2009). Nesse sentido, os modelos didáticos constituem uma estratégia de ensino que rompe com o modelo tradicional,

fazendo com que os estudantes percebam a importância dos conteúdos apresentados em sala e sejam protagonistas do processo de ensino-aprendizagem (Santos; Silva; Lima, 2018). Frente às dificuldades encontradas no ensino de genética, os modelos didáticos são reconhecidos como ferramentas que tornam a aprendizagem mais significativa e prazerosa (Schmeregá, 2014).

Na literatura, vários trabalhos têm comprovado a eficácia da utilização de modelos didáticos para o ensino de genética nas escolas. A exemplo disso, Silva (2022), no município de Vazante-MG, organizou uma oficina para alunos do 3º ano do ensino médio, na qual os estudantes construíram modelos didáticos sobre as divisões celulares (mitose e meiose). Para isso, foram distribuídos kits para grupos de estudantes, contendo materiais acessíveis como massa de modelar, papelão, EVA, cola, papel cartão, giz de cera e lápis de pintar. Após a oficina, foi realizada uma roda de conversa entre os grupos, na qual os estudantes puderam compartilhar entre si seus modelos e realizar discussões acerca da temática. A partir de observações realizadas durante e após a oficina, o autor percebeu um maior interesse dos alunos pelos conteúdos, além da melhor associação entre teoria e prática. A atividade resultou em uma melhor apropriação dos conhecimentos pelos estudantes e tornou a aprendizagem mais significativa.

Cezana e Silva (2022) desenvolveram uma sequência didática com metodologias ativas para o ensino de genética. Essa sequência foi aplicada em três turmas do 3º ano do ensino médio no município de Itabela-BA. Dentre as 5 atividades dessa sequência, a terceira atividade foi uma simulação do comportamento do material genético durante a meiose, utilizando massa de modelar. Ao longo desta simulação, os estudantes utilizaram a massa para modelar os cromossomos e realizaram registros fotográficos para produzir um relatório com cada uma das etapas da divisão meiótica. Os resultados desse trabalho comprovaram, mais uma vez, o quanto a modelização se mostra uma ferramenta valiosa para o ensino de genética, sobretudo utilizando como material a massa de modelar, que estimula a aprendizagem prática e de forma lúdica.

Lima et al. (2020) produziram uma Sequência de Ensino Investigativa (SEI) sobre o ciclo celular. Ela foi aplicada em três escolas (duas públicas e uma particular) do município de Floriano-PI. Durante a aplicação da sequência, os estudantes foram divididos em grupos e cada grupo recebeu um kit, contendo um modelo didático de biscuit com uma peça base e outras peças soltas que

representam estruturas presentes no ciclo celular. Utilizando esse modelo, os grupos montaram cada uma das fases da divisão mitótica. A partir de comparações feitas entre questionários aplicados antes e após a SEI, foi constatado um aumento das notas dos estudantes no pós-teste nas três escolas.

Tanto estes como outros estudos recentes (Bernardo; Torres; Silva, 2023; Joras; Santos; Schetinger, 2021; Moul; Silva, 2017; Oliveira et al., 2022), têm demonstrado que a utilização de modelos didáticos no ensino de genética contribui não só para facilitar o entendimento dos conteúdos, como também para que eles se tornem mais significativos na vida dos alunos.

2.3 TDAH: dificuldades de aprendizagem e estratégias de ensino-aprendizagem

Conforme Barkley e Costa (2008), o Transtorno de Déficit de Atenção com Hiperatividade (TDAH) apresenta três sintomas principais: desatenção, impulsividade e hiperatividade. Segundo o mesmo autor, as pessoas que são acometidas por este transtorno são mais propensas a abandonar a escola e ter um fraco desempenho acadêmico. Esta situação acarreta prejuízos socioemocionais, uma vez que as pessoas com este transtorno costumam sofrer rejeição social e maior probabilidade de desenvolver depressão.

De acordo com o Manual Diagnóstico e Estatístico de Transtornos Mentais (2014), o TDAH é um transtorno que se origina durante os estágios iniciais do desenvolvimento cerebral, se manifestando já na infância e permanecendo até a fase adulta. Ainda conforme o manual, existem três subtipos para o transtorno: o hiperativo/impulsivo (F90.1), o desatento (F90.0) e o combinado (F90.2), que ocorre quando estão presentes os sintomas de desatenção e hiperatividade-impulsividade. A gravidade do TDAH pode variar durante a vida, sendo classificada nos níveis leve, moderado e grave.

Segundo Forlenza e Miguel (2018), as causas para o transtorno são multifatoriais. No entanto, os autores também revelam um coeficiente de herdabilidade de 76%, o que indica que a herança genética pode ser a causa do TDAH. Fatores ambientais como a exposição a neurotoxinas, como o chumbo, ou o uso de álcool durante a gravidez, também configuram fatores de risco para o TDAH.

O tratamento do transtorno envolve múltiplas abordagens e dentre elas estão a psicoeducação, a terapia comportamental e o tratamento farmacológico.

No contexto escolar, os alunos que apresentam o TDAH costumam ser inquietos, com baixa memória de curto prazo e sérias dificuldades em permanecer focados por muito tempo em uma atividade (Hudson, 2019). No Brasil, há cerca de 2 milhões de estudantes com transtornos de aprendizagem (Navas, 2020), porém somente em 2021 passou a entrar em vigor a lei 14.254, que prevê o acompanhamento integral dos alunos com TDAH. Este acompanhamento inclui a busca pela identificação precoce do transtorno e o apoio de uma equipe multidisciplinar, o que inclui um professor de apoio para o atendimento educacional especializado (Brasil, 2021). Dada a importância desses cuidados, na literatura não são encontrados estudos acerca do cumprimento dessa lei nos espaços escolares.

Frente a este cenário, muitos profissionais da educação demonstram um desconhecimento sobre o TDAH, não sabendo quais estratégias de ensino são mais adequadas ao perfil do estudante com esse transtorno (Herdy; Fabri; Bedim, 2019). Dort et al. (2022) realizaram um estudo na Alemanha, avaliando professores em formação e em exercício da profissão de diversos níveis e áreas de conhecimento, sobre os seus conhecimentos acerca do TDAH e quais as intervenções escolares que eles julgavam serem mais adequadas para estes alunos. Através de um questionário *online*, os autores concluíram que tanto os atuais como os futuros professores possuem um conhecimento insuficiente sobre o que é o TDAH e as estratégias de ensino que devem ser adotadas para este público.

Barbero (2022) defende que as abordagens dos conteúdos escolares precisam ser adaptadas de forma que a aprendizagem se torne mais significativa para os estudantes com TDAH. Hudson (2019) destaca que, para contemplar o aprendizado dos alunos que apresentam esse transtorno, o professor deve incluir em seu plano de aula uma abordagem multissensorial, ou seja, que possibilite o aprendizado através de mais de um sentido, fazendo com que o aluno mantenha o foco e interaja com o conteúdo de maneira prática. A exemplo deste tipo de abordagem, alguns autores têm demonstrado a eficácia do uso de atividades com modelos didáticos no ensino-aprendizagem de estudantes com TDAH em diversas áreas de ensino (Araújo et al., 2020; Monteiro, 2014; Silva, 2018; Silva, 2022).

No entanto, mesmo com estes exemplos positivos, na literatura ainda são escassas a inclusão de modelos didáticos para facilitar a aprendizagem de

estudantes com TDAH. Um exemplo dos benefícios dos modelos didáticos para este público é fornecido pelo estudo de Monteiro (2014). A autora analisou a eficiência da utilização da modelagem para o ensino de astronomia, para estudantes do 6º e 7º ano do ensino fundamental com TDAH, em uma escola pública do Distrito Federal. Com materiais acessíveis como cartolina, tinta guache, lápis de cor e massa de modelar, os estudantes ficaram livres para montar um modelo de representação do Sistema Solar. A coleta de dados ocorreu durante seis encontros, com questionários para verificar os saberes prévios e posteriores dos alunos. Como resultado, a modelização se mostrou eficiente, possibilitando os alunos associarem os seus conhecimentos prévios com o conteúdo.

3 OBJETIVOS

3.1 Objetivo Geral

Propor uma atividade multissensorial na qual os estudantes com TDAH possam assimilar melhor o comportamento dos cromossomos ao longo do ciclo celular, utilizando a audição, visualização e o tato durante a execução da atividade.

3.2 Objetivos Específicos

- Elaborar dois modelos didáticos sobre os ciclos celulares mitótico e meiótico voltados a estudantes com TDAH.
- Produzir videoaulas com explicações sobre o passo a passo para a construção dos modelos didáticos;
- Permitir que pela modelização os estudantes com TDAH representem as diferentes fases do ciclo celular mitótico e meiótico.

4 METODOLOGIA

Para esta pesquisa foi utilizada uma abordagem qualitativa-descritiva, com a construção de dois modelos didáticos sobre os ciclos celulares mitótico e meiótico. Para a produção dos modelos didáticos foram utilizados os materiais listados no quadro 1.

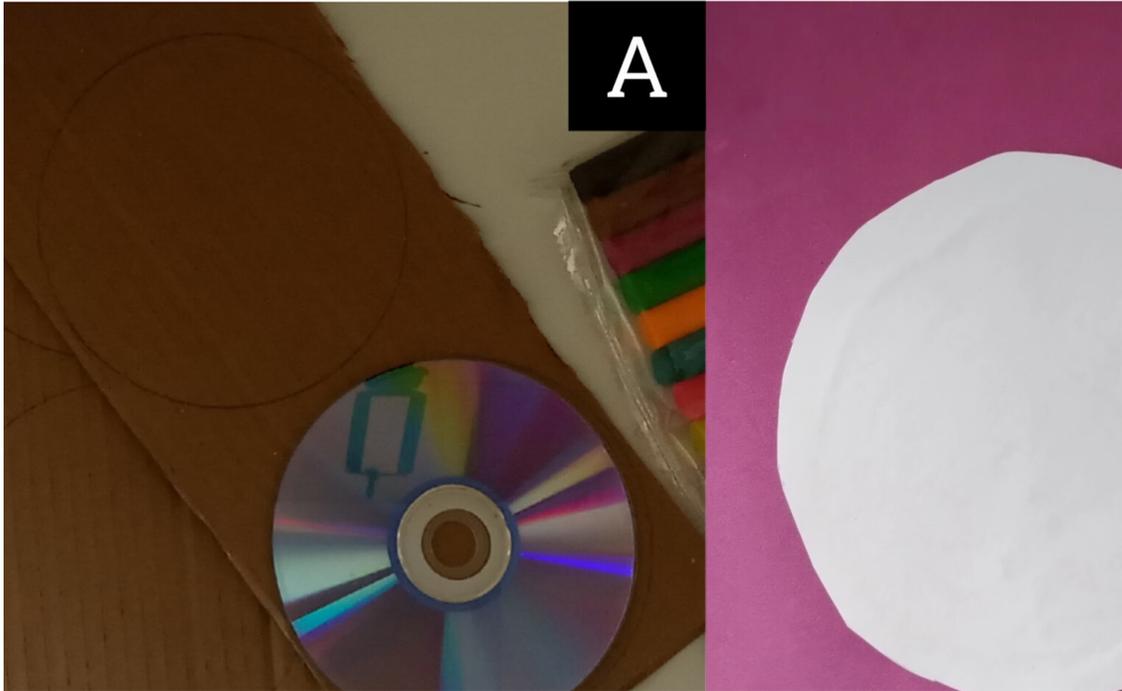
A confecção dos modelos didáticos foi iniciada pela produção de bases circulares em papelão, representando células. Para recortar estas bases foi utilizado um molde circular com 12 cm de diâmetro, neste caso um CD, o qual foi contornado com um lápis, produzindo desenhos circulares que foram recortados do papelão, Figura 1. As bases foram cobertas com folha sulfite, com o auxílio de cola. Em alguns destes círculos foram desenhados, com canetas hidrográficas, elementos que estão relacionados ao ciclo celular (fibras do fuso mitótico e membrana nuclear), Figura 2.

Quadro 1. Lista dos materiais que foram utilizados para a confecção dos modelos didáticos sobre o comportamento dos cromossomos durante a mitose e a meiose.

Massa de modelar	Papelão
Lápis grafite	Folha sulfite
Cola	Molde circular com 12cm de diâmetro
Tesoura	Canetas hidrográficas coloridas

Fonte: SILVA, L. M. F., 2024.

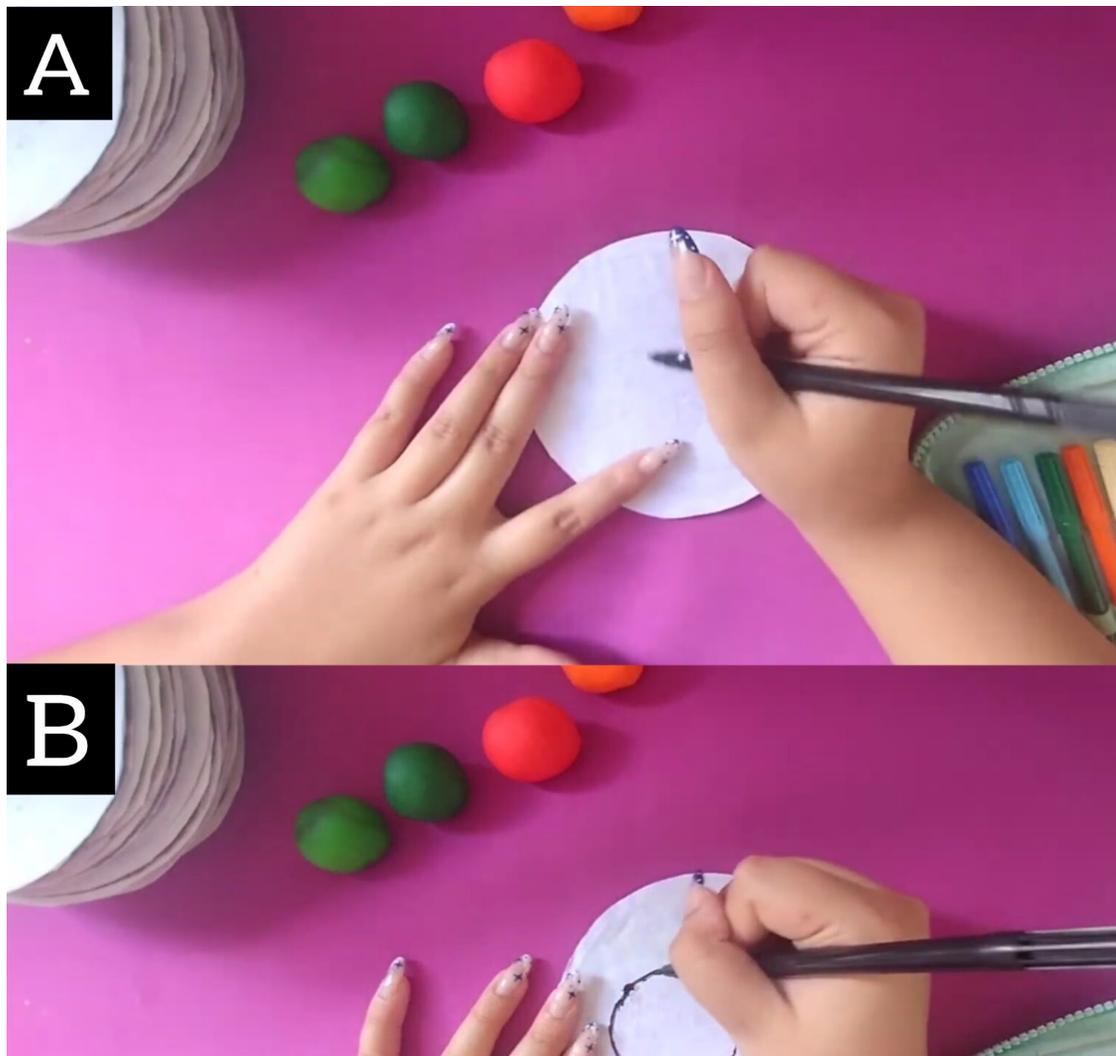
Figura 1. Preparação dos círculos de papelão que serviram como base para a montagem dos modelos didáticos sobre a mitose e a meiose. Em “A” desenho do molde circular a partir de um CD e em “B” círculo recortado e coberto com papel sulfite branco.



Fonte: SILVA, L. M. F., 2024.

O material genético nas diferentes fases das divisões mitótica e meiótica foi representado sobre as bases circulares com o auxílio de massa de modelar, partindo de uma célula $2n=4$. Um dos pares de cromossomos homólogos foi representado pelas cores vermelho e laranja e o segundo par pelas cores verde claro e verde escuro.

Figura 2. Em “A” círculo de papelão representando uma célula. Na foto o círculo já aparece coberto com folha sulfite branca. Em “B” desenho do envoltório nuclear sobre a estrutura celular. Essa caracterização é importante na representação, por exemplo, da etapa de intérfase, quando a célula apresenta o envoltório nuclear íntegro.



Fonte: SILVA, L. M. F., 2024.

Para o ciclo celular da mitose foram representadas as seguintes etapas: intérfase (fase G1 e final da fase S), prófase, metáfase, anáfase, telófase e citocinese. Para o ciclo meiótico foram representadas a intérfase (fase G1 e final da

fase S), a prófase I (zigóteno, paquíteno e diplóteno), metáfase I, anáfase I e telófase I, prófase II, metáfase II, anáfase II e telófase II.

Durante a interfase, telófase e citocinese a massinha de modelar foi preparada em forma de fios para demonstrar que o material genético está na sua forma menos condensada. Já nas fases de prófase, metáfase e anáfase foi representado na forma de cromossomos, já que nestas etapas o material genético está mais condensado (Figura 3).

Figura 3. Em “A” o material genético está representado em sua forma condensada durante a prófase. Em “B” temos a representação do material genético descondensado durante a fase G1.



Fonte: SILVA, L. M. F., 2024.

Após a representação das diferentes etapas do ciclo celular mitótico e meiótico foram produzidas duas videoaulas sobre esses temas. Para elaboração do roteiro das videoaulas, foram consultados seguintes os livros: Griffiths et al. (2016) e Pierce (2016).

Em cada videoaula foi feita uma breve introdução sobre o tema, seguida da demonstração da representação das diferentes etapas do ciclo celular mitótico e meiótico. Após a representação de cada fase da mitose e da meiose foram propostos pontos de pausa no vídeo, a fim de que os estudantes também possam

representar a etapa da mesma forma que foi construída no vídeo. Ao final das videoaulas foram preparadas perguntas de múltipla escolha para os estudantes poderem avaliar se compreenderam bem os conteúdos abordados.

As videoaulas foram gravadas com um celular modelo Motorola Moto G32, apoiado em um tripé. Durante as gravações foi utilizado o microfone de um tablet modelo Samsung Galaxy tab S6 Lite para garantir uma boa qualidade do som. Para edição dos vídeos foram utilizados os programas Inshot e Canva. Nesta etapa foram acrescentadas legendas indicando os eventos que ocorrem em cada etapa das divisões celulares. As videoaulas produzidas foram armazenadas na plataforma *YouTube* (<https://www.youtube.com>).

5 RESULTADOS

A videoaula sobre o ciclo celular mitótico está disponível no link: <https://youtu.be/ymn8BUF95ew?si=p8h3FswUcviQ78Cz> e o do ciclo meiótico no link: <https://youtu.be/EuCsTeFJx5Q?si=0aB7r1IF5dmf9aWM>.

Durante as representações do ciclo mitótico e meiótico foi destacado o que ocorre com o material genético durante a fase S da interfase. É nesta etapa que há a duplicação do DNA e cada cromossomo passa a ter sua cromátide irmã. Este é um dos pontos de difícil assimilação pelos estudantes, já que muitos alunos confundem esse momento com a duplicação dos cromossomos e não das cromátides dos cromossomos (Justina, 2001).

Na videoaula sobre o ciclo meiótico foram destacadas a importância do crossing-over (Figura 4) e da segregação aleatória dos cromossomos homólogos para a variabilidade genética das células resultantes, eventos que muitas vezes não são bem assimilados pelos estudantes (Temp 2011).

Diversos estudos demonstraram a importância dos modelos didáticos nas aulas de genética, como forma de facilitar a compreensão de estruturas microscópicas e de conceitos tidos como abstratos e complexos pelos estudantes (Amaral et al, 2023; Martins; Mattos; Ribeiro, 2023; Moraes, 2023; Oliveira, 2023). Os modelos didáticos permitem que os alunos visualizem processos microscópicos, através de sua representação em estruturas tridimensionais e coloridas que passam a se tornar mais assimiláveis aos discentes (Orlando et al., 2009).

Figura 4. Representação do material genético durante o paquíteno da prófase I.



Fonte: SILVA, L. M. F., 2024.

A importância da utilização de modelos didáticos no ensino se torna ainda mais relevante quando os alunos apresentam transtornos que dificultam a capacidade de concentração e memorização, como aqueles com TDAH (Barkley; Costa, 2008). Para este público, modelos didáticos que utilizem abordagens pedagógicas multissensoriais são recomendados, uma vez que ajudam estes estudantes a manterem a concentração por mais tempo (Hudson, 2019). A proposta pedagógica aqui apresentada propõe que os alunos enquanto assistem às videoaulas possam confeccionar seus próprios modelos didáticos, deste modo, os estudantes com TDAH serão estimulados a aprender sobre os temas através da audição (escutando a vídeoaula), pela visão (observando o passo a passo da representação do ciclo celular) e pelo tato (moldando as etapas do ciclo celular com a massinha de modelar).

Mattos (2015) destaca que na escola, os alunos com TDAH enfrentam dificuldades de concentração em atividades às quais não consideram tão interessantes. Neste contexto, espera-se que a produção de modelos didáticos pelos próprios estudantes aqui proposta, desperte o interesse dos alunos pelos assuntos trabalhados, fugindo do modelo tradicional de ensino.

Os modelos didáticos são reconhecidos por promoverem uma educação mais inclusiva, uma vez que a confecção destes recursos de ensino pelos estudantes os coloca como protagonistas do seu aprendizado, reduzindo os obstáculos no processo de ensino-aprendizagem (Pereira, 2023). A construção de modelos didáticos pelos discentes também promove o melhor aproveitamento de suas capacidades cognitivas, considerando que durante sua construção os estudantes estarão atentos aos detalhes, buscando fazer a melhor representação e desenvolvendo habilidades artísticas (Orlando, 2009). A interação social também é muito importante durante a construção de modelos didáticos, pois estimula o cumprimento de metas e as habilidades de socialização dos alunos com TDAH (Oliveira; Cicuto, 2023)

A falta de materiais pedagógicos adequados contribui para a deficiência da formação acadêmica dos estudantes com TDAH (Ribeiro, 2023). Como consequência, muitos professores acabam por rotular esses alunos como “indisciplinados” ou “desinteressados” (Ferraz et al. 2022). Santos (2019) argumenta que os professores precisam estar abertos a utilizar abordagens inovadoras de forma que todos os estudantes, independente de suas necessidades especiais, possam atribuir um significado àquilo que lhes é ensinado.

Os modelos didáticos aqui apresentados buscam ser um recurso alternativo de ensino de genética para estudantes com TDAH. As videoaulas foram produzidas tentando interagir com os estudantes e auxiliá-los na construção dos modelos didáticos. Esta é uma forma de mantê-los atentos, já que a cada etapa eles cumprirão um objetivo, o que pode alimentar o sistema de recompensa e estimular a motivação. Ao final da vídeoaula as perguntas de revisão também buscam manter os estudantes atentos e motivados e, ao mesmo tempo, auxiliam na memorização das etapas do ciclo celular. Estas estratégias podem beneficiar os alunos de modo geral, mas principalmente aqueles que possuem o TDAH.

Sugestão de aplicação

Diante dos problemas de falta de atenção e memorização enfrentados pelos alunos com TDAH, somando-se às dificuldades do ensino de genética, os modelos didáticos aqui apresentados buscam ser uma alternativa facilitadora para a aprendizagem do ciclo celular.

Sugere-se que os recursos didáticos aqui apresentados já possam ser utilizados nas aulas dos anos finais do ensino fundamental, podendo também ser aplicados nas aulas do ensino médio. Os alunos deverão ser divididos em grupos de até cinco alunos, para que os estudantes com TDAH possam interagir e confeccionar os modelos juntamente aos alunos neurotípicos. Cada grupo deverá produzir seus modelos didáticos de forma simultânea às instruções dos vídeos, sendo as etapas mediadas pelo professor. Antes de iniciar a construção dos modelos didáticos, o professor deverá distribuir os materiais necessários aos estudantes. Cada videoaula deverá ser transmitida após a explicação de seus respectivos conteúdos.

Espera-se que a utilização desta metodologia implique em melhorias no aprendizado de genética para os estudantes em geral e, especialmente para aqueles com TDAH, tornando as aulas mais atrativas e prazerosas.

Vale salientar que, além dos materiais de baixo custo para a produção dos modelos, as videoaulas também ficarão disponíveis em uma plataforma gratuita, de fácil acesso e que tem a facilidade de permitir que as legendas de fala sejam facilmente ativadas. Deste modo, esse recurso didático também pode auxiliar estudantes com deficiência auditiva.

6 CONCLUSÃO

Espera-se que as videoaulas abordando a construção dos modelos didáticos contribuam para a melhoria do ensino de genética e tornem o aprendizado dos ciclos celulares mais prazeroso e significativo para os estudantes com TDAH. Além disso, espera-se que sirva como um material de apoio para que os professores de biologia possam atender melhor esses alunos e que a proposta motive outros docentes a construir recursos didáticos voltados a estudantes com esta deficiência.

REFERÊNCIAS

- AIVELO, T.; UITTO, A. Factors explaining students' attitudes towards learning genetics and belief in genetic determinism. **International Journal of Science Education**, Helsinki, v. 43, n. 9, p. 1408-1425, 2021.
- ALBANO, Lilian Maria José. Importância da genética no serviço público: relato da extinção de um setor de genética no Município de São Paulo, Brasil. **Revista Panamericana de Salud Pública**, São Paulo, v. 7, n. 1, p. 29-34, 2000.
- ALMEIDA, B. R.; DIAS, V. B. TDAH no ensino de Ciências e Biologia: análise dos trabalhos publicados no ENEBIO (2011 a 2021). **Linguagens, Educação e Sociedade**, Picos, v. 28, n. 56, 2024.
- ALVES, T. C. R.; COSTA, M. F.; SOUZA, C. C. Tabuleiro de genes: uma ferramenta pedagógica para o ensino de biologia. **Revista Prática Docente**, Codó, v. 5, n. 2, p. 1093-1110, 2020.
- AMARAL, Daiane Henke da Silva do et al. A Dupla Hélice do DNA: Um Modelo Didático no Ensino de Genética. *In: MOSTRA INTERATIVA DA PRODUÇÃO ESTUDANTIL EM EDUCAÇÃO CIENTÍFICA E TECNOLÓGICA*, 1., 2023, Ijuí. **Anais [...]** Ijuí: [s. n.], 2023, n. p.
- AMERICAN PSYCHIATRIC ASSOCIATION et al. **DSM-5: Manual diagnóstico e estatístico de transtornos mentais**. São Paulo: Artmed Editora, 2014.
- ANDRADE, Luiz Antonio Botelho et al. Mendel e seus abismos. **Genética na Escola**, Niterói, v. 11, n. 2, p. 234-243, 2016.
- ARAUJO, Gabriela Almeida Ferreira de et al. Neurobiologia da aprendizagem: a utilização de jogos educativos como auxílio no processo de aprendizagem em crianças com transtorno de déficit de atenção e hiperatividade–TDAH. **Ideias e Inovação-Lato Sensu**, Aracaju, v. 5, n. 3, p. 63-63, 2020.
- AZAMBUJA, K. S.; BERTOCO, M. C.; SERRA, M. P. A Importância da Avaliação Genética do Casal Infértil: uma Revisão Integrativa. **Revista Eletrônica Acervo Médico**, Cuiabá, v. 3, p. e9727, 2022.
- BARBERO, Rafaela. **A importância das metodologias utilizadas pelos professores para a inclusão do aluno com TDAH no ensino básico**: uma revisão integrativa. 2022. 32 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura em Pedagogia) – Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2022.
- BARBOSA, R. P.; ROMANO, L. H. História e importância da genética na área forense. **Revista Saúde em foco**, Amparo, v. 10, p. 300-307, 2018.
- BARKLEY, R. A.; COSTA, R. C. **Transtorno de Déficit de Atenção/Hiperatividade**: manual para diagnóstico e tratamento. Porto Alegre: Artmed, 2008.

BERNARDO, V. S.; TORRES, F. F.; SILVA, A. E. O Uso do Jogo “Gene a gene Como Modelo Didático no Ensino de Genética. **Revista de Educação, Ciências e Matemática**, São José do Rio Preto, v. 13, n. 1, p. e7215, 2023.

BIZZO, N.; EL-HANI, C. N.. O arranjo curricular do ensino de evolução e as relações entre os trabalhos de Charles Darwin e Gregor Mendel. **Filosofia e História da Biologia**, São Paulo, v. 4, n. 1, p. 235-257, 2009.

BRASIL, Presidência da República, 2021. **Lei nº 14254 de 30 de novembro de 2021** - Dispõe sobre o acompanhamento integral para educandos com dislexia ou Transtorno do Déficit de Atenção com Hiperatividade (TDAH) ou outro transtorno de aprendizagem. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/ato2019-2022/2021/lei/L14254.htm. Acesso em: 08 mar. 2024

BRITO, K. M.; SILVA, J. N. M.; ALVARENGA, E. M. Abordagem sobre aprendizagem significativa: práticas pedagógicas no ensino de Genética para alunos do ensino médio. **Revista de Educación en Biología**, Cocal, v. 24, n. 1, p. 119-133, 2020.

CEZANA, N. A. O.; SILVA, M. Utilização de uma sequência didática com metodologias ativas como proposta para o ensino de genética. **Research, Society and Development**, Juiz de Fora, v. 11, n. 15, p. e563111537385, 2022.

CORDEIRO, Maria Cristina Rocha. **Engenharia genética: conceitos básicos, ferramentas e aplicações**. Planaltina: Embrapa Cerrados, 2003.

DORT, Martina et al. What teachers think and know about ADHD: Validation of the ADHD-school-expectation questionnaire (ASE). **International Journal of Disability, Development and Education**, Marbug, v. 69, n. 6, p. 1905-1918, 2022.

FERRAZ, Anderson Claiton et al. Alunos portadores do TDAH e a Educação CTS: contribuições no processo de ensino e aprendizagem. **Revista Insignare Scientiaris**, Cerro Largo, v. 5, n. 3, p. 264-287, 2022.

FORLENZA, O. V.; MIGUEL, E. C. **Clínica psiquiátrica de bolso**. São Paulo: Editora Manole, 2014.

GRIFFITHS, A. J. F. et al. **Introdução à Genética**. 11a edição. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2016.

HARTWELL, Leland H. et al. **Genetics: from genes to genomes**. New York: McGraw-Hill, 2011.

HERDY, C. S.; FABRI, K. A. A.; BEDIM, J. G. L. A influência do Transtorno do Déficit de Atenção e Hiperatividade (TDAH) na aprendizagem de escolares. *In*: HERDY, C. S.; FABRI, K. A. A.; BEDIM, J. G. L. **Principais transtornos psíquicos na contemporaneidade**, Campos dos Goytacazes: Brasil Multicultural, 2019. p. 53-66

HUDSON, Diana. **Dificuldades específicas de aprendizagem: Ideias práticas para trabalhar com: dislexia, discalculia, disgrafia, dispraxia, TDAH, TEA, Síndrome de Asperger e TOC**. Petrópolis: Editora Vozes, 2019.

JORAS, L. E.; SANTOS, G. B.; SCHETINGER, M. R. C. Ensino de Mitose: Por Meio da Montagem de Cromossomos. *In: MOSTRA GAÚCHA DE PRODUTOS EDUCACIONAIS*, 5., 2021, Santa Maria. **Anais [...]** Santa Maria: Universidade Franciscana, 2021. n. p.

JUSTINA, L. A. D. **Ensino de genética e história de conceitos relativos à hereditariedade**. 2001. 145 p. Dissertação (Mestrado em Educação) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2001.

KARAGOZ, M.; CAKIR, M. Problem solving in genetics: conceptual and procedural difficulties. **Educational Sciences: Theory and Practice**, Istanbul, v. 11, n. 3, p. 1668-1674, 2011.

LIMA, Michelle Mara de Oliveira et al. Atividades Práticas de Biologia: uma Sequência de Ensino Investigativa sobre o Ciclo Celular. **Research, Society and Development**, Teresina, v. 9, n. 9, p. e611997801-e611997801, 2020.

LOPES, Drielle Silva Andrade et al. A produção de insulina artificial através da tecnologia do DNA recombinante para o tratamento de diabetes mellitus. **Revista da Universidade Vale do Rio Verde**, Três Corações, v. 10, n. 1, p. 234-245, 2012.

LOPES, Sâmia Marília Câmara. Ensino de Genética no Ensino Médio: desafios e novas perspectivas para qualidade da aprendizagem. **Research, Society and Development**, São Luís, v. 12, n. 1, p. e7912139422-e7912139422, 2023.

MANZKE, V. H. B; MANZKE, G. R.; TRAVERSI, G. S. Estratégia Didática para o ensino de Divisão Celular no Ensino Básico. **Rev. electrón. investig. educ. cienc.**, Pelotas, vol.12, n.1, p. 23-28, 2017.

MARTINS, G. C. S.; MATTOS, K. L. B. L.; RIBEIRO, I. S. Construção de um Modelo didático de Baixo Custo de Molécula de DNA Helicoidal. *In: 15º JORNADA CIENTÍFICA E TECNOLÓGICA e 12º SIMPÓSIO DE PÓS-GRADUAÇÃO DO IF SUL DE MINAS*, 2., 2023, Pouso Alegre. **Anais [...]** Pouso Alegre: Josif, 2023. n. p.

MATTOS, Paulo. **No Mundo da Lua**: perguntas e respostas sobre transtorno do déficit de atenção com hiperatividade em crianças, adolescentes e adultos. Rio de Janeiro: Associação Brasileira do Déficit de Atenção, 2015.

MOCAN, Didem Kiliç. What do students really understand? Secondary education students' conceptions of genetics. **Secondary Education Students' Conceptions of Genetics**, Aksaray p. 1405-1422, 2021.

MONTEIRO, Rosangela Terencio. **Sistema solar**: análise de uma proposta de ensino para alunos com TDAH. 2014. 30 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura em Ciências Naturais) – Universidade de Brasília, Planaltina, 2014.

MORAES, Lorena Cristina Pereira. **Modelo Didático da Molécula de DNA**: Construção e Utilização no Ensino de Ciências. 2023. 24f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Ciências Biológicas) – Universidade Federal do Mato Grosso do Sul, Aquidauana, 2023.

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**, Recife, v. 12, n. 2, p. 118-128, 2017.

MOURA, Joseane et al. 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**, Londrina, v. 34, n. 2, p. 167-174, 2013.

NAVAS, Ana Luiza. **Associação Brasileira do Déficit de Atenção**. São Paulo, 01 Nov. 2020. Disponível em: <https://tdah.org.br/politica-de-educacao-especial-ignora-tdah-e-dislexia/#:~:text=Considerando%20que%20o%20n%C3%BAmero%20de,e%20ou%20TDAH%20no%20Brasil>. Acesso em: 08 mar. 2024

OLIVEIRA, Andressa de Ramos de et al. O Uso de Atividades Diversificadas no Estudo de genética no Ensino Fundamental. **Mostra Interativa da Produção Estudantil em Educação Científica e Tecnológica**, Rio Grande do Sul, 2022.

OLIVEIRA, Arqueza Benicia de. **Proposta de modelo didático sobre ácidos nucléicos para utilização no ensino médio**. 2023. 47f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Licenciatura em Ciências Biológicas) – Universidade Federal de Pernambuco, Vitória de Santo Antão, 2023.

OLIVEIRA, L. M.; CICUTO, C. A. T. Uma proposta de ensino inclusivo de Química a partir das atividades lúdicas. **Ensino e Tecnologia em Revista**, Dom Pedrito, v. 7, n. 2, p. 18-38, 2023.

ORLANDO, Tereza Cristina et al. 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**, Alfenas, v. 7, n. 1, p. 1-17, 2009.

PEREIRA, Francisco Pires. **O ensino de genética na educação básica: revisão bibliográfica e produção de modelos didáticos**. 2019. 55 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Biologia) – Centro de Ciências da Natureza, Universidade Estadual do Piauí, Teresina, 2019.

PEREIRA, Marcella Gomez et al. Ensino médio e educação inclusiva: as percepções de professores de biologia sobre o uso de modelos didáticos como ferramentas educativas. **Revista Ponto de Vista**, Viçosa, v. 12, n. 3, p. 01-20, 2023.

PIERCE, Benjamin A. **Genética: um enfoque conceitual**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2016.

REISS, M.; MUSSARD, J. Why is genetics so hard to learn? Insights from examiner reports for 16-18 year-olds in England. **School Science Review**, London, v. 103, n. 384, p. 32-40, 2022.

RIBEIRO, Letícia Almeida. **A Inclusão de estudantes com TDAH no contexto da educação dos anos iniciais: um olhar para o processo**. 2023. 40f. Trabalho de

Conclusão de Curso (Graduação em Pedagogia) – Pontifícia Universidade Católica de Goiás, Goiás, 2023.

ROSINHA, Gracia Maria Soares et al. Potencialidades e Aplicações Práticas da Biologia Molecular na Caprino-Ovinocultura. *In: SEMANA DA CAPRINOCULTURA E OVINOCULTURA BRASILEIRAS*, 4., 2004. Sobral. **Anais [...]** Sobral: Embrapa Caprinos, 2004. n. p.

SANTOS, Ana Lis Rangel dos. **Flores de pano como modelo didático para o ensino inclusivo de botânica**. 2019. 16f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Ciências Biológicas) – Centro Universitário de Brasília, Brasília, 2019.

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 e aprendizagem. **Revista Vivências em Ensino de Ciências**, Recife, v. 2, n. 2, p. 177-185, 2018.

SANTOS, Victória Caixeta et al. Percepção da População Sobre Vacinas Advindas de Técnicas de Engenharia Genética Contra a Covid-19. **RECIMA21-Revista Científica Multidisciplinar**, Alfenas, v. 3, n. 8, p. e381842, 2022.

SCAPIN, Beatriz de Araujo et al. Avanços em testes genéticos pré-implantacionais: revisão de literatura. **Research, Society and Development**, [s. l.], v. 10, n. 15, p. e429101523103, 2021.

SCHMEREKA, Luzia Aparecida Lima. **Relato de uma experiência com atividade lúdica para o ensino de conceitos básicos de genética**. 2014. 26 f. Monografia (Especialização em Genética para Professores do Ensino Médio) – Universidade Federal do Paraná, Londrina, 2014.

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. *In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS*, 7., 2009, Florianópolis. **Anais [...]** Florianópolis: [s. n.], 2009. n. p.

SILUMESI, Liseteeli. **An investigation of the difficulties in teaching and learning of genetics and related topics**. 2022. Tese (Master of Sciences Education) – University of South Africa, Port Elizabeth, 2022.

SILVA, Adriana Berto da. **Um Olhar Sobre o Transtorno de Déficit de Atenção com Hiperatividade**: Orientações Didático-pedagógicas para o Ensino de Biologia. 2018. 30 f. Monografia (Licenciatura em Ciências Biológicas) – Universidade Federal da Paraíba, Areia, 2018.

SILVA, Ana Beatriz Barbosa. **Mentes inquietas**. São Paulo: Gente, 2008.

SILVA, Ana. **TDAH e Aprendizagem**: Inserção de atividades lúdicas em sala de aula. Mato Grosso, 2022.

SILVA, Henrique Mendes da. Observações de uma Oficina Orientada sobre Divisão Celular: contribuições e possibilidades para o ensino de genética e biologia molecular através da construção de modelos didáticos. **Scientia Generalis**, Brasília, v. 3, n. 1, p. 1-21, 2022.

SILVA, Junielson Soares da et al. Modelos didáticos de DNA no ensino de genética: experiência com estudantes do ensino médio em uma escola pública do Piauí. **Research, Society and Development**, São Félix, v. 10, n. 2, p. e39610212005, 2021.

SILVA-BATISTA, I. C.; MORAES, R. R. História do ensino de Ciências na Educação Básica no Brasil (do Império até os dias atuais). **Revista Educação Pública**, 2019. Disponível em: <https://educacaopublica.cecierj.edu.br/artigos/19/26/historia-do-ensino-de-ciencias-na-educacao-basica-no-brasil-do-imperio-ate-os-dias-atuais>. Acesso em: 26 jul. 2024

SIQUEIRA, Jeferson Luiz de Jesus. **Engenharia genética e a tecnologia do DNA recombinante no desenvolvimento de vacinas gênicas**. 2018. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Biomedicina) – Centro Universitário de Brasília, Brasília, 2018.

SNUSTAD, P.; SIMMONS, M. J.; MOTTA, P. A. **Fundamentos de Genética**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2017.

STRAGLIOTTO, I. F.; PAIS, T. M. O Papel dos Testes Genéticos na Farmacogenética. **BIOFARM-Journal of Biology & Pharmacy and Agricultural Management**, Campina Grande, v. 17, n. 4, p. 810-822, 2021.

TEMP, D. S.; BARTHOLOMEI-SANTOS, M. L. O ensino de Genética: a visão de professores de Biologia. **Rev. Cient. Schola**, Santa Maria, v. 2, n. 1, p. 83-95, 2018.

TEMP, Daiana Sonogo. **Genética e suas aplicações**: identificando o conhecimento presente entre concluintes do ensino médio. 2011. 85 f. Dissertação (Programa de Pós-graduação em Educação em Ciências: Química da vida e Saúde) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2011.