



JOGOS PEDAGÓGICOS COMO FERRAMENTA PARA ELUCIDAR AS PROPRIEDADES BÁSICAS DA MOLÉCULA DE DNA

PEDAGOGICAL GAMES AS A TOOL TO ELUCIATE THE BASIC PROPERTIES OF THE DNA MOLECULE

LOS JUEGOS PEDAGÓGICOS COMO HERRAMIENTA PARA ELUCIR LAS PROPIEDADES BÁSICAS DE LA MOLÉCULA DE ADN

Vinícius Sabino de Paula*  

Daniela Cristina Ferreira**  

RESUMO

O ensino de Genética é um grande desafio encontrado pelos professores de Biologia do Ensino Médio, pois depende de conceitos abstratos, elucidação de processos moleculares e interpretação de figuras planas. Com o propósito de trabalhar o lúdico e dinamizar o contexto da genética molecular, este trabalho teve como objetivo produzir e avaliar uma sequência didática investigativa fundamentada nos métodos de aprendizagem ativos, como a aprendizagem baseada em jogos e a utilização das tecnologias digitais de comunicação. Os processos metodológicos foram divididos em duas etapas complementares, a etapa 1 versa sobre a composição química dos ácidos nucleicos e na etapa 2, são abordados os processos de duplicação do DNA e a síntese de proteínas, com fases de problematização, sistematização, contextualização e conclusão. Nestas fases os estudantes aprenderam Genética Molecular, por meio de jogos digitais e ensino investigativo. A pesquisa foi desenvolvida em uma escola de rede pública no município de Nova Mutum/MT, com 44 estudantes matriculados no 3º Ano do Ensino Médio. A avaliação da sequência didática foi feita por 22 professores de Biologia que atuam na Ensino Médio. A análise dos resultados foi de caráter misto (qualitativa/quantitativa), sendo avaliado a utilização de quatro jogos abordando conteúdos de Genética Molecular. Os resultados pré e pós teste, identificaram índices satisfatórios na aprendizagem dos estudantes e bons índices na avaliação dos professores. Durante o desenvolvimento da pesquisa, pode-se observar o protagonismo dos estudantes no processo de ensino-aprendizagem, o interesse e o entusiasmo deles pela genética.

Palavras-chave: Aprendizagem. Genética. Sequência Didática. Metodologia Ativa.

ABSTRACT

The teaching of genetics is a big challenge faced by high school biology teachers, since there are many abstract concepts, elucidation of molecular processes and interpretation of flat figures. With the purpose of developing the playful side and energizing the context of molecular genetics, this project has as a goal evaluate an investigative didactics sequence based on active learning methods, like the learning based on games and the use of digital communication technologies (TDIC). The methodological

* Mestre em Ensino de Biologia pela Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT/PROFBIO). Professor de Biologia da Secretária de Estado de Educação de Mato Grosso (SEDUC/MT), lotado na Escola Estadual José Aparecido Ribeiro. Nova Mutum, Mato Grosso, Brasil. Endereço para correspondência: Rua: Das Mangueiras., 1063W, Bairro Bela Vista, Nova Mutum, Mato Grosso, Brasil, CEP:78450-000. E-mail: vinybio@hotmail.com

** Doutora em Ciências Biológicas (Genética) pela Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho (UNESP/Botucatu). Professora da Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT). Av. Fernando Corrêa da Costa n° 2367, Boa Esperança, Cuiabá, Mato Grosso, Brasil, CEP: 78060-900 E-mail: ferreiradc@gmail.com

processes were divided in two complementary stages, The methodological processes were divided into two complementary steps, the first step is about the chemical composition of the nucleic acids, and on the second step, the processes of duplication of the DNA and the protein synthesis are approached, with problematization, systematization, contextualization and conclusion phases. On these stages, students learned molecular genetics using digital games and investigative teaching. The research was developed in a public school in the town of Nova Mutum /MT, with 44 enrolled students in the third year of high school and evaluated by 22 biology teachers that work in high school. The analysis of the results were mixed character (qualitative/ quantitative) and it was evaluated by the use of four basic teaching games of molecular genetics. The results before and after it, displayed satisfactory learning indexes from the students, and good indexes from the teachers evaluation. During the development of the research, it was noticeable the students protagonism in the process of teaching-learning, their interest and esteem for genetics.

Keywords: Learning. Genetics. Sequence Didactics. Active Methodology.

RESUMEN

La enseñanza de la Genética es un gran desafío que enfrentan los profesores de Biología de Enseñanza Media, ya que depende de conceptos abstractos, elucidación de procesos moleculares e interpretación de figuras planas. Con el propósito de trabajar el lúdico y dinamizar el contexto de la genética molecular, este trabajo tuvo como objetivo evaluar una secuencia didáctica investigativa basada en métodos de aprendizaje activo, como el aprendizaje basado en juegos y el uso de tecnologías de comunicación digital. Los procesos metodológicos se dividieron en dos pasos complementarios, el paso 1 trata de la composición química de los ácidos nucleicos y el paso 2 aborda los procesos de duplicación del ADN y síntesis de proteínas, con fases de problematización, sistematización, contextualización y conclusión. Los alumnos aprendieron Genética Molecular a través de juegos digitales y docencia investigativa. La investigación fue realizada en una escuela pública del municipio de Nova Mutum/MT, con 44 alumnos matriculados en el 3° año de la enseñanza media y evaluados por 22 profesores de Biología que actúan en la enseñanza media. El análisis de los resultados mostró un carácter mezclado (cualitativo/cuantitativo) y se evaluó el uso de cuatro juegos en la enseñanza básica de la Genética Molecular, los resultados del pre-test y post-test identificaron índices satisfactorios en el aprendizaje de los estudiantes y buenos índices en la evaluación. de los docentes, durante el desarrollo de la investigación, se puede observar el protagonismo de los estudiantes en el proceso de enseñanza-aprendizaje, su interés y aprecio por la genética.

Palabras clave: Aprendizaje. Genética. Siguiendo la enseñanza. Metodología Activa.

1 INTRODUÇÃO

O ensino de Genética é baseado em conceitos e termos que geralmente são de difícil compreensão para a maioria dos jovens estudantes. Os maiores desafios relatados pelos professores encontram-se em associar os conceitos genéticos com os temas atuais de forma que os estudantes se apropriem da linguagem científica, e não decorem termos e memorizem conceitos apenas para avaliações corriqueiras das escolas. Existe a necessidade de o professor problematizar os conteúdos ensinados, contextualizando com a realidade de vivência dos

estudantes e promovendo uma aprendizagem que transcenda o método tradicional (BRÃO; PEREIRA, 2015; DIAS; NÚÑES; RAMOS, 2010).

Os livros didáticos de Biologia evidenciam um certo distanciamento entre conceitos trabalhados e a realidade do estudante, o que pode atrapalhar a compreensão de conhecimentos relevantes no contexto genético (FRANZOLIN et al., 2020). Esta dificuldade em compreender conceitos genéticos básicos pode estar ligada a não compreensão de conteúdos relacionados à citologia, como a organização celular, a bioquímica da célula e os processos de divisão celular que são pré-requisitos para compreender a genética molecular e mendeliana. (DIAS, NÚÑES ; RAMOS, 2010).

Diante dos desafios sobre as dificuldades dos professores em ensinar genética, partindo dos conceitos abstratos e da necessidade de tornar explícitos aos estudantes as funções básicas da molécula de DNA, vários questionamentos são feitos para tentar sanar tal problema, como por exemplo, quais métodos de ensino são eficazes para auxiliar o estudante a compreender as propriedades do DNA? Como relacionar essas propriedades com os avanços científicos no mundo contemporâneo?

A Base Nacional Comum Curricular (BNCC) do Ensino Médio evidencia os desafios do Ensino Médio, entretanto, o mesmo documento aponta a necessidade de estimular as aprendizagens, desenvolvendo nos estudantes a capacidade de abstração de conceitos, interpretação das soluções de problemas e a autonomia em tomada de decisões, fazendo assim, que ele se torne protagonista de sua aprendizagem (BRASIL, 2018).

A atividade lúdica no ensino de genética serve para oportunizar a participação ativa dos estudantes e incentivar o trabalho em grupo (MELONI; SPIEGEL; GOMES, 2018). Para lograr êxito no desenvolvimento das atividades é fundamental motivar o estudante a participar das atividades, como a utilização de jogos pedagógicos desenvolvidos com as Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação (TDIC), os quais promovem a interação e tomada de decisões.

Em virtude dos desafios apontados, esta pesquisa teve como objetivo produzir e avaliar o uso de uma sequência didática investigativa, ancorada em jogos pedagógicos, no processo de ensino e aprendizagem dos conceitos e eventos biológicos básicos da Genética Molecular, a fim de delimitar atividades que permitiram analisar a contribuição de jogos pedagógicos na aprendizagem dos estudantes.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

O ensino por investigação é uma abordagem didática, que aproxima o estudante da cultura científica (SOLINO; FERRAZ; SASSERON, 2015). Essa aproximação não significa que os estudantes de Ensino Médio façam grandes experimentos e elaborem teorias complexas, mas os incentivam a serem os protagonistas do aprender científico.

Outrossim, as práticas de investigação no ensino de Biologia contribuem com os pressupostos da BNCC, já que promovem discussões, buscam resoluções de problemas, por meio de levantamento e teste de hipóteses, os quais levam ao processo de sistematização, com leituras de textos e/ou experimentos práticos. Ao realizar esses processos os estudantes podem tomar decisões acerca das hipóteses testadas, assim, o conhecimento é construído e os estudantes conseguem contextualizar o que aprenderam com a sociedade (CARVALHO, 2013; MENDES et al., 2022; SASSERON, 2015).

Segundo Cardoso et al. (2021), o ensino investigativo colabora com a elucidação de conceitos biológicos utilizados na Genética Molecular e diminui o distanciamento entre a teoria e a prática, despertando o interesse dos estudantes, logo a abordagem didática com enfoque investigativo coadjuva o estudante a compreender os conceitos biológicos pertinentes aos ácidos nucleicos.

A prática lúdica promove um processo educativo dinâmico, criativo, cooperativo, competitivo e intuitivo. É importante ressaltar que, a atividade lúdica no âmbito pedagógico logra êxito quando o professor se envolve na atividade. Ademais, ele deve mediar o fazer pedagógico entre os pares e construir junto com os estudantes regras para brincadeiras (SILVA; METTRAU; BARRETO, 2007). Vygostki (1989), enfatiza que a arte de brincar atua no desenvolvimento e no modo de pensar, com papel relevante nos processos cognitivos do indivíduo.

A ludicidade nas aulas de Genética Molecular, apresentam resultados positivos de aprendizagem, pois os estudantes podem interagir com o suporte metodológico de atividades dinâmicas, as quais ampliam os conceitos biológicos que geralmente são abstratos. O trabalho desenvolvido por Oliveira, Ângelo e Barbosa (2021), apresentou resultados satisfatórios com a implementação da didática lúdica no ensino de Genética, pois segundo eles auxilia a superar deficiências conceituais, estimula a criticidade, reflexão, contextualização de forma divertida e interessante.

Haja vista que práticas pedagógicas diferenciadas, auxiliam os estudantes a compreenderem a estrutura dos ácidos nucleicos, os eventos enzimáticos que participam da replicação do DNA, bem como os processos de transcrição e tradução. Segundo Jann e Leite (2010), que trabalharam o lúdico, por meio de jogos no ensino das propriedades e funções básicas do DNA, os estudantes obtiveram maior êxito na compreensão dos conceitos biológicos acerca do tema e melhoraram a visão de mundo sobre a aplicabilidade dos temas na sociedade.

Os jogos atuam como um dos principais pilares da ludicidade no âmbito da aprendizagem, já que prendem a atenção dos jogadores, despertam prazer e satisfação, apresentam regras e metas o que dá estrutura e motivação, pois existem conflitos, competições e desafios, que fazem o corpo liberar adrenalina na corrente sanguínea, envolvem a solução de problemas e estimulam a criatividade, tem vitórias que estimulam o ego do jogador, são interativos o que permite o agir e a interação social, com enredos e representações proporcionam emoção, pois os resultados e *feedback* levam à construção do conhecimento (PRENSKY, 2012).

As metodologias tradicionais com características bancárias e autoritárias podem ser substituídas por metodologias ativas e colaborativas. Moran (2018), apresenta a aprendizagem baseada em jogos ou *Games-Based Learning* (GBL) como um método ativo que promove a aprendizagem.

A aprendizagem baseada em jogos no ensino de Genética, busca colocar o aluno no centro do processo de ensino e aprendizagem e contribui na alfabetização e letramento científico (COSTA; HARDOIM, 2021). As autoras enfatizam ainda que essa contribuição ocorre, pois, o lúdico auxilia no desenvolvimento das habilidades previstas na BNCC para o ensino de Biologia integrado na área de Ciências da Natureza.

Além de gerar entretenimento e com os objetivos pedagógicos delineados eles instruem os jogadores a compreenderem conceitos biológicos (SANCHES, 2021). Entre as inúmeras plataformas de jogos digitais disponíveis na internet que possam auxiliar o professor no trabalho da Genética Molecular básica, esta pesquisa destaca duas: a plataforma *wordwall* e a *jigsaw planet*.

A plataforma *wordwall*, é um recurso didático digital de fácil utilização, pois cria uma variedade de modelos e narrativas de jogos, a partir de questões inseridas pelo professor, desta forma, o professor precisa ser criativo e utilizar jogos que estejam de acordo com o planejamento e considerar a faixa etária dos estudantes, os conteúdos ministrados, os recursos tecnológicos disponíveis e se o jogo é individual ou em grupo. A plataforma permite trabalhar

com a interpretação e revisão de conceitos, proporcionando uma relação educativa e colaborativa entre professor, estudante e tecnologia (SANTOS; FERRERA; WENZEL, 2021).

A plataforma *Jigsaw Planet* é um recurso didático que pode ser bem explorado pelos professores de Biologia, visto que, consiste em uma plataforma que gera quebra-cabeça a partir de uma imagem selecionada. O uso de imagens ancoradas nas TDIC, auxiliam os estudantes a compreenderem e ler criticamente os eventos biológicos de maneira lúdica e coerente (BARRETO; SANTOS, 2020).

Muito se tem discutido, recentemente, sobre a utilização de tecnologias modernas nas escolas e como esse recurso pode auxiliar professores e estudantes na melhoria da qualidade do processo de ensino e aprendizagem. Sendo assim, as TDIC ofertam tecnologias ancoradas nos recursos midiáticos e utilizam computadores, celulares e tablets conectados à internet como instrumento de informação e comunicação (MOTTA; ZANOTTI, 2021).

Desta forma, as escolas necessitam acompanhar a evolução tecnológica do mundo contemporâneo, pois necessitam formar jovens para serem integrados na sociedade e no mercado de trabalho (CAMPEIZ et al., 2017; COLET; MOZZATO, 2019).

Valente (2014) defende que as TDIC quando são bem utilizadas, o professor atua como mediador e os estudantes como protagonistas da própria aprendizagem, pois são ferramentas com funções cognitivas e educacionais. Silva e Piatti (2021), reiteram que as TDIC auxiliam a interação entre professor e estudante, pois estimulam o interesse do estudante e rompem paradigmas tradicionais da educação, visto que, modificam o tempo e o espaço da aprendizagem.

Vale ressaltar que a internet atua como mola propulsora das TDIC, pelo fato de permitir a interligação de várias pessoas, assim, as trocas de informações são mais rápidas e as ações cooperativas ganham forças, promovendo momentos de aprendizagens significativos (VALENTE, 2014). Desta forma, as TDIC facilitam a implementação de métodos ativos nas práticas pedagógicas.

A aprendizagem baseada em jogos digitais representa um método ativo com forte dependência da internet, pois a maioria dos jogos educativos dependem de sites e plataformas para sua execução, as redes sociais colaboram com as discussões entre os jogadores (estudantes) e o mediador (professor), além de ofertar vários jogos prontos para serem aplicados em sala de aula.

Existem várias formas de explorar as TDIC no âmbito das Ciências na educação básica como: filmes, pesquisar via *web* artigos de jornais e revistas, aulas práticas em laboratórios

virtuais, utilizar *softwares* educativos, agregar jogos digitais como ferramentas pedagógicas, entre outras possibilidades (DOURADO et al., 2014).

3 METODOLOGIA

A sequência didática foi aplicada nos meses de outubro, novembro e dezembro do ano de 2021, com os alunos matriculados nas turmas de 3º Ano do Ensino Médio, da Escola Estadual José Aparecido Ribeiro localizada no município de Nova Mutum/MT e avaliada por Professores de Biologia que atuam no Ensino Médio em vários estados brasileiros, participaram da pesquisa 44 estudantes e 22 professores.

Os percursos metodológicos adotados compilam o método investigativo de ensinar ciências e a aprendizagem baseada em jogos como metodologia ativa. As atividades foram referendadas no que Zabala (1998) caracteriza como sequência didática, no qual, as atividades são ordenadas e estruturadas, com o propósito de atingir objetivos pautados na elucidação dos processos moleculares do DNA.

Em suma, consiste em uma sequência didática, fundamentada na observação, problematização inicial, levantamento de hipóteses e pesquisa em fontes secundárias que levaram os estudantes à tomada de decisões, concluindo sobre a aceitação ou refutação das hipóteses elencadas, desenvolvido com o auxílio de jogos interativos e as TDIC.

A sequência didática foi desenvolvida em oito horas/aula em duas etapas complementares, e aplicada em 8 turmas. Abordando os conceitos biológicos relacionados à composição química e estrutural dos ácidos nucleicos, duplicação do DNA e síntese de proteínas.

A primeira etapa foi trabalhada em quatro horas/aulas, abordando a composição química dos ácidos nucleicos. De início, os estudantes assistiram ao documentário “Valor do nosso DNA”, disponível na plataforma do Youtube, no link, <https://youtu.be/EIGWzwAmH7E>, que aborda aspectos éticos e jurídicos que retratam a importância da molécula de DNA, com o objetivo de motivá-los à participação no projeto de pesquisa. Na sequência, houve um debate que permitiu perceber as dificuldades dos estudantes em compreender a estrutura química da molécula de DNA e como ela consegue armazenar e transmitir as informações nelas codificadas.

Os encaminhamentos investigativos, partiram da seguinte problematização: O DNA faz parte dos compostos moleculares conhecidos como ácidos nucleicos. O que são ácidos

nucleicos e como eles são formados? Com a problematização levantada, os estudantes foram divididos em grupos.

A atividade investigativa que apresentava o intuito de levantar hipóteses para responder a problematização foi atrelada à aprendizagem baseada em jogos, pois os grupos receberam uma ficha, a qual apresentava a problematização e consistia no primeiro jogo desenvolvido. Esse jogo foi denominado como Jogo das Hipóteses. Como o jogo partiu de um problema, os estudantes deveriam criar hipóteses para resolvê-lo, o que auxiliou os estudantes no processo formativo e na formulação de conceitos (ALEXANDRE, 2020).

A sistematização do conhecimento ocorreu, por meio de pesquisas bibliográficas em sites com artigos ou reportagens confiáveis de escritas simples e acessíveis aos estudantes do Ensino Médio. após a leitura dos artigos foi realizada uma explicação expositiva e dialogada de aproximadamente 30 minutos, que reforçou os conceitos biológicos sobre a composição química dos ácidos nucleicos.

Com o propósito de fomentar o processo de contextualização, promover a interação e a ludicidade no processo pedagógico, os grupos competiram com o jogo Roleta do DNA, que foi desenvolvido em duas abas na plataforma *wordwall*, uma aba foi criada a roleta dividida em seis partes com pontuações diversificadas, uma com o indicativo de passe a vez e a outra também passava a vez e se o grupo oponente respondesse corretamente tirava pontos do grupo que girou a roleta.

A segunda aba consistia em 16 perguntas objetivas com quatro alternativas, que foram elaboradas previamente pelos autores, onde os grupos rodavam a roleta indicando a pontuação e escolhiam a pergunta a ser respondida, caso o grupo acertasse a resposta ela era descartada e o grupo pontuava, e se o grupo errasse ela retornaria para o jogo até ser respondida de forma correta.

Este jogo foi realizado em sala de aula, onde um *notebook* estava com acesso à internet e as imagens foram transmitidas por *datashow*. As duas abas do site ficaram abertas e os grupos com um mouse sem fio abriam a página da roleta e clicavam para girar e verificar a pontuação indicada pela roleta, na sequência, abriam a página com caixas de perguntas numeradas de 1 a 16, escolhiam o número e clicavam para abrir a pergunta, logo o mouse transitava entre os grupos até que todas as perguntas fossem respondidas. A figura 1 ilustra a aplicação do jogo.

Figura 1 – Execução do jogo da roleta



Fonte: Produção dos autores (2022).

Tendo em vista que as atividades desenvolvidas apresentavam a proposta de conciliar o ensino por investigação e a aprendizagem baseada em jogos, ao final da aplicação dessa etapa os estudantes voltaram à ficha do jogo das hipóteses. Esse momento envolveu as seguintes ações: análise das hipóteses elencadas pelo grupo, aceitação ou refutação das mesmas, com justificativas que permitissem a conclusão por parte dos estudantes.

Os grupos que conseguiram levantar as quatro hipóteses e justificar receberam pontuação máxima. Como forma de consolidar o conhecimento científico e desconstruir concepções errôneas, as hipóteses e justificativas dos grupos foram socializadas com toda a turma. O grupo vitorioso de cada turma nesta etapa veio da somatória dos pontos distribuídos no jogo das hipóteses e o jogo da roleta.

A segunda etapa da pesquisa apresentava como foco trabalhar os conceitos biológicos que permeiam a síntese de proteínas, evidenciar os processos de replicação do DNA, transcrição e tradução. A etapa ocorreu em quatro horas/aulas, contemplando os meios investigativos e ativos de aprendizagem.

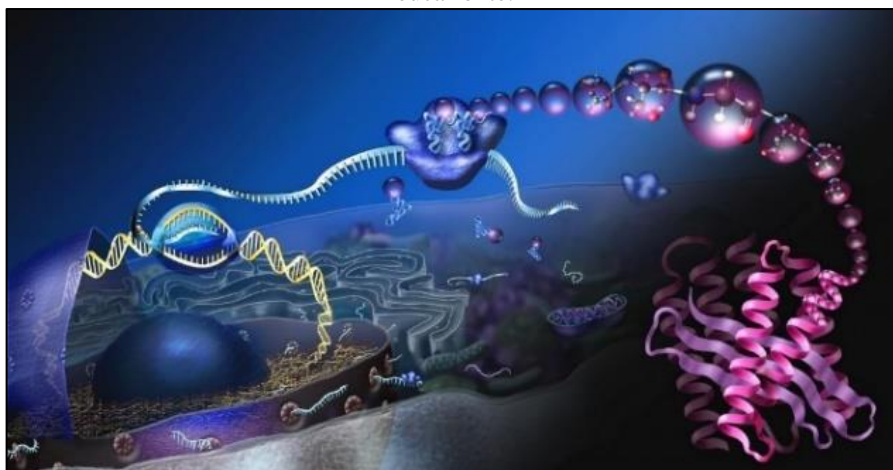
O ponto de partida dessa etapa foi a seguinte problematização: Como as proteínas são formadas? Tal questionamento foi discutido entre os estudantes, o que suscitou o levantamento das mais diversas hipóteses. As discussões ocorreram nos grupos formados na etapa anterior e novamente houve o jogo das hipóteses, com o intuito de trabalhar com os métodos ativos e investigativos.

Os processos metodológicos de aplicação foram semelhantes a fase de sistematização da etapa anterior com leituras de artigos, debates e explicação dos conceitos biológicos sobre os eventos bioquímicos e genéticos que envolvem a replicação do DNA, a transcrição das informações do DNA em moléculas de RNA e a tradução dessas informações em proteínas.

Dando continuidade as atividades, na fase de contextualização foram testados dois jogos que também necessitavam do auxílio das TDIC, sendo eles: quebra-cabeça da síntese de proteínas e o labirinto do DNA.

Com o jogo-quebra cabeça objetivou-se trabalhar a concentração dos alunos e auxiliar eles a compreenderem a localização dos eventos moleculares de transcrição e tradução, bem como a produção de aminoácidos, foi desenvolvido no site www.jigsawplanet.com, no qual os estudantes receberam o link no grupo do *whatsapp* com a imagem do interior de uma célula, conforme a figura 2, evidenciando os processos de transcrição e tradução, os mesmos observavam a imagem e na sequência o site dividia em 64 partes, a montagem poderia acontecer pelo celular ou em um computador. Por se tratar de um processo competitivo e colaborativo, as condições ofertadas deveriam ser iguais, assim, foram disponibilizados *notebooks* com acesso à internet a cada grupo. A figura 3 mostra os estudantes montando o quebra-cabeça.

Figura 2 – Jogo do quebra-cabeça. Ilustração do processo de síntese de proteínas no interior de uma célula eucarionte.



Fonte: <https://www.eurekalert.org/multimedia/592884>, creditnationalsciencefoundation, publicdomain

Figura 3– Estudantes da 3ª Série do Ensino Médio executando a montagem do quebra-cabeça.



Fonte: o autor (2021)

O jogo labirinto do DNA, desenvolvido na plataforma *wordwall*, foi aplicado logo após o quebra-cabeça e testou as habilidades dos estudantes quanto ao raciocínio, a capacidade de tomar decisões rápidas em grupo e a compreensão dos conceitos biológicos que envolvem os processos de duplicação e síntese de proteínas. A figura 4 ilustra os estudantes realizando o jogo.

Figura 4–Momento em que os estudantes da 3ª série do Ensino Médio jogam o jogo do labirinto.



Fonte: O autor (2022)

O jogo consistia em 8 perguntas com quatro opções de respostas, sendo somente uma correta. A missão dos estudantes era conduzir o boneco representado em vermelho até a resposta correta, eles precisavam desviar dos bonecos azuis, verde e lilás que encontravam no caminho. Caso, fossem atingidos pelos bonecos ou conduzissem o boneco vermelho até a resposta errada perdiam uma vida no jogo; para cada grupo foram disponibilizadas 10 vidas. A figura 4 ilustra este momento. A dificuldade do jogo foi aumentada com o passar das perguntas.

Por fim, o jogo das hipóteses foi retomado e os estudantes precisavam aceitar ou refutar suas hipóteses, formulando suas próprias conclusões com as justificativas pertinentes. Para cada hipótese levantada e justificada o grupo recebia 100 pontos, hipóteses sem justificativas pontuavam 50 pontos, sendo que, cada grupo precisava formular e justificar no mínimo quatro hipóteses, totalizando nesse jogo o máximo de 400 pontos. Venceu essa etapa quem somou mais pontos na somatória dos jogos das hipóteses, quebra-cabeça da síntese proteica e o labirinto do DNA.

Os estudantes foram submetidos a uma avaliação diagnóstica, disponibilizada no *google forms*, com 12 questões objetivas, aplicadas antes da pesquisa, em que pode-se mensurar os conhecimentos prévios dos estudantes, na fase final da pesquisa os estudantes responderam a 5 perguntas abertas na plataforma *mentimeter* sobre os conceitos biológicos trabalhados e as respostas foram apresentadas em forma de nuvens de palavras. Por fim, foi respondido um questionário também no *google forms* que avaliou a sequência didática com a concepção dos estudantes.

Os professores de Biologia com atuação no Ensino Médio, receberam a sequência didática e um link do *google forms* contendo um questionário semiestruturado, versando sobre a utilização do ensino investigativo, a utilização do lúdico, a aplicabilidade das TDIC e solicitado sugestões e críticas.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os dados coletados foram analisados de forma mista, uma vez que os dados qualitativos auxiliam na compreensão dos resultados quantitativos, assim ocorre uma combinação harmoniosa dos procedimentos de análise (GIL,2019). Foram discutidos os resultados obtidos em cada jogo, o desempenho da aprendizagem dos estudantes e a avaliação da pesquisa pelos participantes.

Na primeira e segunda etapa da sequência didática foi trabalhado o jogo das hipóteses com a proposta de atrelar o ensino por investigação aos conceitos biológicos abordados e foi constatado que os estudantes conseguiram elencar hipóteses e no final apresentar suas conclusões.

A análise destes dados reforçou a importância do professor de Biologia, tornar o ensino de Genética dinâmico e mais próximo da realidade dos estudantes. E a prática investigativa permitiu essa proximidade, pois favoreceu o protagonismo e a autonomia dos estudantes. Silva et al. (2018) caracterizaram que essa autonomia pode refletir na construção do conhecimento.

Vale ressaltar que, esse jogo proporcionou a investigação e por meio desse processo as hipóteses poderiam ser aceitas ou refutadas no final; assim os estudantes puderam reconhecer os conhecimentos equivocados e formular conceitos biológicos adequados à temática. A aprendizagem para ser considerada significativa precisa compreender a gênese e o desenvolvimento do erro, e ofertar suporte pedagógico, para que o estudante possa superá-lo (JÚNIOR, 2020). De acordo com os dados coletados nos quadros 1 e 2, o tema não era desconhecido para os estudantes, mas eles apresentavam concepções errôneas que foram desconstruídas ao longo do processo.

Quadro 1 - Algumas hipóteses e conclusões sobre a composição química dos ácidos nucleicos, elaboradas pelos estudantes.

| Hipóteses Levantadas | Conclusões |
|--|--|
| <i>“A célula de DNA contém em seu núcleo duas fitas nitrogenadas que carregam nossas informações genéticas.”</i> | <i>“Hipótese refutada. O DNA é uma molécula formado por duas fitas compostas por nucleotídeos e não é uma célula, localiza-se no interior do núcleo de nossas células e armazena informações genéticas.”</i> |
| <i>“O DNA apresenta duas fitas paralelas.”</i> | <i>“Hipótese refutada. O DNA apresenta duas fitas antiparalelas.”</i> |
| <i>“A estrutura do RNA é diferente do DNA.”</i> | <i>“Hipótese aceita. O DNA tem duas fitas, o RNA somente uma, o DNA tem como açúcar a desoxirribose e o RNA a ribose, o DNA apresenta a base nitrogenada timina e o RNA a uracila.”</i> |

Fonte: os autores (2022)

Quadro 2 - Algumas hipóteses e conclusões sobre a composição química dos ácidos nucleicos, elaboradas pelos estudantes.

| Hipóteses Levantadas | Conclusões |
|--|---|
| <i>“Os aminoácidos são moléculas que formam as proteínas.”</i> | <i>“Hipótese aceita pelo grupo”.</i> |
| <i>“As proteínas dos seres vivos não dependem do DNA, pois são produzidas nos ribossomos.”</i> | <i>“Hipótese refutada. O início do processo ocorre com as informações contidas no DNA, que são passadas ao RNA mensageiro e depois as informações chegam até os ribossomos que se localizam no citoplasma celular.”</i> |
| <i>“A proteína é o produto final das mensagens originalmente contidas no DNA.”</i> | <i>Hipótese aceita. O processo de produção de proteínas inicia-se no DNA.”</i> |

Fonte: Produção dos autores (2022).

O jogo da roleta assemelhou-se a uma gincana no formato de quiz, pois os grupos foram desafiados a responderem questões pertinentes aos conteúdos trabalhados na etapa 1. O jogo potencializou a aprendizagem dos estudantes, pois tornou o processo educativo em momentos prazerosos e divertidos favorecendo assim, a aprendizagem. (CONCEIÇÃO; MOTA; BARGUIL, 2020).

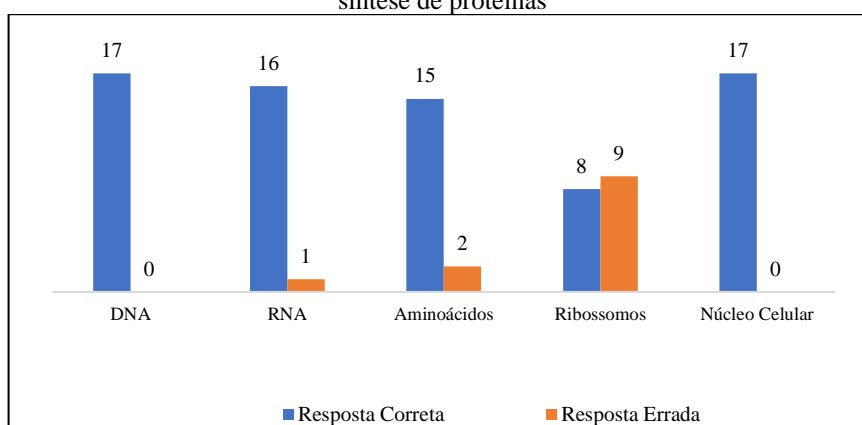
Quanto a observação qualitativa do jogo da roleta, foi possível verificar que os participantes da pesquisa tiveram participação ativa, colaborativa, desenvolveram competências e habilidades de tomarem decisões rápidas no coletivo, ações essas que contribuíram, para que se tornassem protagonistas de suas aprendizagens.

No jogo quebra-cabeça da síntese de proteínas foram analisados e discutidos os resultados pertinentes ao tempo e identificação das estruturas e moléculas celulares participantes do processo de síntese de proteínas.

O tempo despendido variou de 8 minutos e 24 segundos a 14 minutos e 39 segundos, com tempo médio de 11 minutos e 12 segundos. Adona e Vargas (2013) apontam que o quebra-cabeça atua na formação educacional e cognitiva dos estudantes, estimulando a capacidade de concentração e a percepção visual, auxiliando no desenvolvimento de conhecimento em diversas áreas. Ademais, a interpretação de esquemas ilustrativos e imagens são essenciais para entender os processos biológicos estudados na Genética Molecular (COSTA; FERREIRA, 2022).

A partir da imagem do quebra-cabeça montada os estudantes foram arguidos sobre as estruturas celulares e moleculares que participam da síntese de proteínas. O gráfico 1 apresenta os dados coletados.

Gráfico 1 - Acertos e erros na identificação das moléculas e estruturas celulares que atuam na síntese de proteínas



Fonte: o autor (2022).

O sucesso na identificação das moléculas de DNA, RNA, aminoácidos e núcleo celular pelos participantes da pesquisa caracterizam que a prática lúdica do quebra-cabeça e o ensino por investigação foram satisfatórios, entretanto, o reconhecimento parcial dos ribossomos, retratam que as intervenções pedagógicas sobre os componentes celulares são necessárias, pois eles foram confundidos pela maioria dos grupos com as mitocôndrias.

O jogo do labirinto teve como foco trabalhar: habilidade, concentração e cooperação, utilizando os conceitos biológicos pertinentes a síntese de proteínas e replicação do DNA. A tabela 1 traz os resultados de cada grupo. Vale ressaltar que os grupos deveriam conduzir o seu boneco a resposta correta de 8 questões, não tinham limite de tempo, a quantidade de vidas eram limitadas a 10, a pontuação do jogo poderia variar entre 0 até 800 pontos e entre os grupos que competiam entre si o que terminasse em um menor tempo receberia uma pontuação extra de 300 pontos.

Tabela 1 - Resultado do jogo labirinto do DNA

| Grupo | Tempo | Vidas Perdidas | Pontuação Atribuída | Pontuação do Tempo |
|--------------|--------------|-----------------------|----------------------------|---------------------------|
| A | 03:02 | 3 | 800 | Não |
| B | 02:52 | 2 | 800 | Sim |
| C | 03:18 | 5 | 800 | Não |
| D | 03:02 | 4 | 800 | Sim |
| E | 03:16 | 5 | 800 | Sim |
| F | 03:56 | 10 | 500 | Não |
| G | 04:02 | 10 | 600 | Não |
| H | 04:00 | 10 | 700 | Sim |
| I | 04:07 | 2 | 800 | Sim |
| J | 04:32 | 6 | 800 | Não |
| K | 02:32 | 0 | 800 | Sim |

Fonte: o autor (2022).

Constatou-se que o grupo K conseguiu realizar o jogo em um menor tempo, realizando em 02:32 e não perderam vidas, o grupo J gastou o maior tempo e finalizou em 04:32 e gastaram 6 vidas. Os grupos F, G e H não obtiveram sucesso na finalização do jogo, pois perderam todas as vidas, levando o boneco até respostas erradas ou não desenvolveram estratégias eficazes para fugir dos bonecos opositores.

Por ter sido o último jogo a ser aplicado na sequência didática investigativa e levando em consideração o quantitativo de perguntas, o nível de dificuldade do jogo e da complexidade em compreender os conceitos biológicos trabalhados, considera-se que o resultado obtido foi

satisfatório, os grupos não demandaram muito tempo, a quantidade de vidas perdidas retratam que a maioria criaram estratégias eficazes para fugir dos bonecos opositores e apresentavam conhecimento sobre o conceito trabalhado, pois a média geral ficou próxima da pontuação máxima do jogo.

Os resultados apresentados concordam com as ideias de Moran (2018), ao destacar que os jogos são estratégias ativas eficazes, pois encantam e motivam os estudantes, promovendo uma aprendizagem mais rápida e próxima da realidade dos estudantes. Outrossim, o trabalho desenvolvido por Weyh, Barbosa e Garnero (2015), confirma que o jogo como ferramenta lúdica no ensino da síntese de proteínas auxilia na memorização e construção do conhecimento, foge do trivial e dinamiza o processo de ensino-aprendizagem.

As informações do pré-teste foram extraídas do questionário pré-teste, as quais versavam sobre os conceitos biológicos básicos que envolvem a composição química dos ácidos nucleicos, replicação do DNA e síntese de proteínas. Os dados foram tabulados e estão representados na tabela 2.

Esses dados evidenciaram que os estudantes apresentavam um conhecimento básico de genética molecular, mas durante a aplicação da sequência didática, observou-se que os conhecimentos eram superficiais e os estudantes tinham dificuldades em sistematizar e contextualizar esses conhecimentos.

Tabela 2 – Resultado de acertos e erros por conceitos biológicos abordados no questionário pré-teste

| Conceito Biológico Avaliado | Percentual de Acertos | Percentual de Erros |
|--|------------------------------|----------------------------|
| Identificação dos ácidos nucleicos | 62,5% | 37,5% |
| Nucleotídeos como monômeros que formam os ácidos nucleicos | 53,1% | 46,9% |
| Conceito de Gene | 64,1% | 35,9% |
| Identificação das bases nitrogenadas do DNA | 57,8% | 42,2% |
| Caracterizar as ligações de hidrogênio como ligantes das fitas antiparalelas do DNA | 37,5% | 62,5% |
| Nomear replicação como processo molecular em que uma molécula de DNA origina outras duas moléculas de DNA | 68,8% | 31,2% |
| Reconhecer os três principais tipos de RNAs presentes no interior da célula e que participam da síntese de proteínas | 56,3% | 43,7% |
| Pareamento das bases nitrogenadas | 51,6% | 48,4% |
| Identificar a tradução como processo em que as informações contidas no RNA mensageiro são passadas para uma sequência de aminoácidos | 37,5% | 62,5% |

Fonte: o autor (2022).

Os resultados obtidos na aprendizagem foram extraídas do questionário pós-teste, que abordava os principais conceitos biológicos trabalhados na pesquisa. A figura 3 mostra os resultados coletados.

Ao serem questionados sobre a estrutura que forma os ácidos nucleicos, nota-se que a palavra nucleotídeos foi a que mais destacou, assim como outras palavras com erro de digitação, que remetem a resposta nucleotídeos surgiram várias vezes. DNA, aminoácidos, pentose, citosina e base nitrogenada também foram citadas em menor proporção.

Logo, esses dados mostram que os conceitos ditos como abstratos, aos quais são encontrados no estudo dos ácidos nucleicos são mais compreendidos quando o trabalho pedagógico é atrelado à prática investigativa e a utilização de jogos como metodologia ativa.

Figura 5 – Questão 1 – Avaliação pós teste.



Fonte: o autor (2022).

Quando os estudantes foram questionados sobre qual base é exclusiva do RNA a uracila foi a que destacou. Como uracila foi a palavra de maior destaque e ela é a resposta esperada para pergunta, isto evidencia que a maioria dos estudantes conseguiram distinguir as bases nitrogenadas entre a molécula de DNA e RNA, mas a diversidade de palavras descritas e algumas sem relação direta com o que foi questionado chamaram atenção e reforçam a ideia de que intervenções pedagógicas diferenciadas devem ser trabalhadas mais vezes nas aulas de Genética Molecular no Ensino Médio.

Quando questionados sobre o processo de replicação da molécula de DNA ser semiconservativo, os estudantes deram expressividade aos termos verdadeiro e verdadeira, os quais ficaram em destaque na nuvem de palavras. Sendo assim, a metodologia utilizada apresentou resultados positivos na compreensão dos estudantes sobre a manutenção das informações genéticas quando as células sofrem processos de divisão.

Os dados evidenciaram que a maioria dos estudantes participantes da pesquisa conseguiram identificar que a molécula de RNA é formada após o processo de transcrição. Sendo assim, as atividades desenvolvidas foram satisfatórias, pois houve uma pequena variação de respostas.

Quando os estudantes foram questionados sobre o processo de transcrição, evidencia que proteína(s) foram os mais citados, aminoácido(s) também aparecerem em menor quantidade e ambas as respostas podem ser consideradas corretas. É notório que o termo ribossomo(s) também apresentou expressividade, o que caracteriza uma confusão do produto da transcrição e o local que ela ocorre, por mais que a pesquisa trabalhou essas diferenças, essa interpretação errônea dos conceitos por parte dos estudantes pode estar relacionada aos desafios de aprendizagens não superados no estudo de Biologia Celular.

De acordo com as informações coletadas na avaliação dos estudantes, os dados identificaram que 83,3% consideraram que a metodologia auxiliou na construção de conhecimento, 16,7% apontaram que a metodologia auxiliou parcialmente na aprendizagem e nenhum participante apontou que a posposta não agregou na sua forma de aprender.

Com base na análise dos dados apresentados, é inegável que o ensino por investigação atrelado a métodos ativos (jogos) e as tecnologias digitais de informação e comunicação, são metodologias de trabalho que auxiliam a tornar o ensino de genética menos abstrato e mais próximo dos estudantes.

A sequência didática foi encaminhada a 22 professores de Biologia que atuam no Ensino Médio, os quais todos declararam ser habilitados com Licenciatura Plena em Ciências Biológicas, sendo que 68,2% têm título de especialização e 31,8% são mestres. Os entrevistados apresentam experiências relevantes no Ensino de Biologia, visto que o tempo de prática docente compreende entre 5 a 25 anos

Os professores quando questionados se a proposta descrita no produto educacional abordava o ensino por investigação, os métodos ativos de aprendizagem e a utilização de TDIC, 100% responderam que “sim”. Também foram unânimes em afirmar que os jogos pedagógicos apresentados podem facilitar o trabalho do professor em sala de aula, bem como a compreensão por parte dos estudantes dos conceitos biológicos abordados na Genética Molecular.

Quando os professores foram questionados se a metodologia adotada contempla o ensino lúdico, 95,5% apontaram que o produto educacional adota o lúdico em todas as atividades descritas e 4,5% também concordam com a presença do lúdico, entretanto, porém não em toda proposta, mas parcialmente.

Os professores participantes da pesquisa, escolheram o jogo mais didático, entre os quatro apresentados. O jogo roleta dos ácidos nucleicos, foi o que mais despertou interesse, sendo indicado por 54,5% dos entrevistados, seguido pelo labirinto do DNA com 22,7%, o quebra-cabeça da síntese de proteínas por 18,3% e o jogo das hipóteses por 4,5%.

Quando indagados se utilizariam estes jogos em suas aulas de Biologia no Ensino Médio 90,9% disseram que utilizariam todos os jogos descritos e 9,1% afirmaram que utilizariam alguns jogos. Os professores atribuíram uma nota de 0 a 10 para proposta, e foram atribuídas as notas 9 e 10, o que caracteriza a aprovação da proposta entre os professores de Biologia que atuam na Educação Básica.

Com base nos dados apresentados, a partir da avaliação dos professores, a proposta da sequência didática agrega ensino por investigação, pois a sequência didática investigativa contempla os momentos propostos por Carvalho (2013) de observação, problematização, sistematização, contextualização o que permitiu o protagonismo dos estudantes na construção do conhecimento.

Acrani et.al, (2020) em seus trabalhos obtiveram resultados semelhantes ao descrito na pesquisa, pois identificaram que a utilização de jogos didáticos atrelados à tecnologia nas aulas de Biologia, favorecem a participação ativa dos estudantes na construção do conhecimento. De acordo com a percepção dos educadores a proposta tem muito a contribuir com o ensino de Genética Molecular nas escolas brasileiras de Educação Básica.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O avanço tecnológico pede que a escola evolua no sentido de promover metodologias ativas que priorizem o protagonismo do estudante na construção do conhecimento. É neste panorama, que se faz necessário que as pesquisas e produtos educacionais sejam desenvolvidos com a finalidade de estimular o interesse dos estudantes pela Biologia.

Contudo, foi perceptível que o método investigativo fez a diferença, visto que, durante o processo de investigação, problemas foram propostos e os estudantes tiveram a oportunidade de levantar hipóteses, realizar pesquisas para testar e discutir suas possíveis hipóteses, bem como construir conclusões com embasamento teórico.

Pode-se constatar que a utilização de jogos pedagógicos aplicados com viés investigativo, colaborativo, lúdico, dinâmico e interativo corroboraram com a melhoria da aprendizagem sobre os conceitos biológicos básicos que são essenciais ao domínio da Genética

Molecular, pois elucidaram os conceitos abstratos e aproximaram os estudantes dos eventos moleculares que estão envolvidos nos processos de duplicação, transcrição e tradução.

As TDIC caracterizam-se como um recurso educativo que não pode ficar de fora do planejamento do professor, já que faz uma conexão interessante entre aluno/professor e aluno/aluno, além de que, podem ser exploradas para construção de jogos digitais, os quais a pesquisa demonstrou que facilita o trabalho do professor e proporciona meios de aprendizagens condizentes com o “universo digital”. Sendo assim, é urgente a necessidade da atualização profissional dos professores, para que possam explorar melhor os recursos tecnológicos no ensino de Biologia e porque não dizer alçar sentido e significado à experiência de ensinar e aprender.

Há um longo caminho a percorrer no que concerne a pensar numa educação que dialogue, e sobretudo, esteja conectada com o jovem e seu contexto de vida. A inserção da cultura digital no processo de ensino e aprendizagem é imprescindível. Logo, as pesquisas, publicações e iniciativas que prevejam o uso da linguagem e de elementos que compõem o ensino investigativo, a produção de jogos digitais e incentivem a criatividade e autoria dos estudantes.

REFERÊNCIAS

ACRANI, S.; JUNIOR, R. A. B.; NICULA, B. S.; PEIXOTO, F. O.; LOPES, L. A.; NOGUEIRA, B. R.; FERNANDES, R. D.; SANTOS, P. P. B. F. dos. A utilização de jogos didáticos como estratégia de aprendizagem no ensino de biologia/ The use of teaching games as a learning strategy in teaching biology. **Brazilian Journal of Development**, [S. l.], v. 6, n. 2, p. 7930–7935, 2020. <https://doi.org/10.34117/bjdv6n2-194>.

ADONA, C. P.; VARGAS, C. L. O quebra-cabeça como possibilidade de ensino aprendizagem na disciplina de educação física. **Cadernos PDE**, 2013.

ALEXANDRE, C. O jogo dos games para o processo de aprendizagem de estudantes. In: MEIRA, L.; BLIKSTEIN, P.(org.). **Ludicidade, jogos e gamificação na aprendizagem**. Porto Alegre: Penso, 2020. Cap. 4. p. 39-47.

BACICH, L.; MORAN, J. (org.). **Metodologias ativas para uma educação inovadora: uma abordagem teórico-prática**. Porto Alegre: Penso, 2018.

BARRETO, J. A. P.; SANTOS, L. T. S. DE O. O uso de imagens e as tecnologias da informação e comunicação: aportes para o ensino de biologia. **Revista Expressão Católica**, v. 9, p. 29–36, 2020. Disponível em: <http://publicacoesacademicas.unicatolicaquixada.edu.br/index.php/rec/article/view/3740/03>. Acesso em: 04 mai. 2022.

BRÃO, A. F. S.; PEREIRA, A. M. T. B. Biotécnetika: possibilidade do jogo no ensino de genética. **Revista Electrónica de Enseñanza e las Ciencias**, v. 14, n. 1, p. 55–76, 2015. Disponível em: http://reec.educacioneditora.net/volumenes/volumen14/REEC_14_1_4_ex826.pdf. Acesso em: 05 mai.2022.

BRASIL. Base Nacional Comum Curricular (BNCC). Educação é a Base: ensino médio. Brasília, MEC/CONSED/UNDIME, 2018.

CARDOSO, T. C. et al. Biologia forense no ensino de genética molecular em três escolas estaduais de canto do buriti (pi). **Revista Prática Docente**, v. 6, n. 3, p. e080–e080, 17 out. 2021. <https://doi.org/10.23926/RPD.2021.v6.n3.e080.id1270>.

CAMPEIZ, A. F. et al. A escola na perspectiva de adolescentes da Geração Z. **Revista Eletrônica de Enfermagem**, v. 19, 2017. <https://doi.org/10.5216/ree.v19.45666>.

CARVALHO, A. M. P. (Org.). **Ensino de Ciências por Investigação: condições para implementação em sala de aula**. São Paulo: Cengage Learning, 2013.

COLET, D. S.; MOZZATO, A. R. “Nativos digitais”: características atribuídas por gestores à Geração Z. **Desenvolve Revista de Gestão do Unilasalle**, v. 8, n. 2, p. 25–40, 2019. <http://dx.doi.org/10.18316/desenv.v8i2.5020>.

CONCEIÇÃO, A. R. DA; MOTA, M. D. A.; BARGUIL, P. M. Jogos didáticos no ensino e na aprendizagem de Ciências e Biologia: concepções e práticas docentes. **Research, Society and Development**, v. 9, n. 5, p. e165953290–e165953290, 2020. <http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v9i5.3290>

COSTA, L. M. DO C.; HARDOIM, E. L. Jogos didáticos: uma análise de pesquisas produzidas sobre métodos ativos com foco nos conhecimentos de Genética / Educational games: an analysis of research produced on active methods with a focus on knowledge of Genetics. **Brazilian Journal of Development**, v. 7, n. 5, p. 48294–48307, 2021. Disponível em: <https://ojs.brazilianjournals.com.br/ojs/index.php/BRJD/article/view/29750>. Acesso em 04 ago. 2022. Doi: <https://doi.org/10.34117/bjdv.v7i5.29750>.

COSTA, M. G.; FERREIRA, D. C. USO DE ANIMAÇÕES DE GENÉTICA MOLECULAR NAS AULAS INICIAIS DE GENÉTICA MENDELIANA. **REAMEC - Rede Amazônica de Educação em Ciências e Matemática**, [S. l.], v. 10, n. 1, p. e22003, 2022. DOI: 10.26571/reamec.v10i1.12979. <https://doi.org/10.26571/reamec.v10i1.12979>

DIAS, M. A. D.S; NÚÑEZ, I. B.; RAMOS, I. C. D. O. Dificuldades na aprendizagem dos conteúdos: uma leitura a partir dos resultados das provas de Biologia do vestibular da Universidade Federal do Rio Grande do Norte (2001 a 2008). **Revista Educação em Questão**, v. 37, n. 23, p. 219-243, 2010. Disponível em: <file:///C:/Users/vinyb/Downloads/mmaeditora,+660-1883-1-CE.pdf>. Acesso em 20 nov. 2021.

DOURADO, I. DE F. et al. Uso das TIC no Ensino de Ciências na Educação Básica: uma Experiência Didática. **Revista de Ensino, Educação e Ciências Humanas**, v. 15, 2014.

Disponível em: <https://revista.pgskroton.com/index.php/ensino/article/view/438>. Acesso em 01 jun. 2022. Doi: <https://doi.org/10.17921/2447-8733.2014v15n0p%25p>.

FRANZOLIN, F. et al. Complexidade genética e a expressão da cor da pele, cor dos olhos e estatura humana: transposição didática. **Investigação no ensino de ciências**, v.25, n. 1, p. 239-261, 2020. <https://doi.org/10.22600/1518-8795.ienci2020v25n1p239>.

GIL, A. C. **Como Elaborar projetos de pesquisa**. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2019.

JANN, P. N.; LEITE, M. DE F. JOGO DO DNA: um instrumento pedagógico para o ensino de ciências e biologia. **Ciências & Cognição**, v. 15, n. 1, p. 282–293, 2010. Disponível em: http://pepsic.bvsalud.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1806-58212010000100022. Acesso em: 08 jun. 2022.

JÚNIOR, J. A. D. O papel do erro no processo de ensino e aprendizagem de ciências e matemática: contributos da neurociência. *Revista Prática Docente*, v. 5, n. 2, p. 1171–1190, ago. 2020. <https://doi.org/10.23926/RPD.2526-2149.2020.v5.n2.p1171-1190.id759>

MELONI, J. S.; SPIEGEL, C. N.; GOMES, S. A. O. Biotecnologia em Jogo: estratégia lúdica para o ensino médio. **Genética na Escola**, Ribeirão Preto, v. 13, n. 2, p. 154-183, 2018. Semestral. <https://doi.org/10.55838/1980-3540.ge.2018.299>.

MENDES, A. C. de O.; SILVA, A. P. da; BARBOSA, L. M. V.; OLIVEIRA, M. de F. A. de . OLATCG: FERRAMENTA DE BIOINFORMÁTICA PARA O ENSINO DE GENÉTICA NO ENSINO MÉDIO. **REAMEC - Rede Amazônica de Educação em Ciências e Matemática**, [S. l.], v. 10, n. 3, p. e22061, 2022. <https://doi.org/10.26571/reamec.v10i3.13954>

MOTA, L. B.; ZANOTTI, R. F. Tecnologias digitais de informação e comunicação aplicadas ao ensino de biologia Information and communication digital technologies applied to the biology teaching. **Brazilian Journal of Development**, v. 7, n. 6, p. 64341-64353, 2021. <https://doi.org/10.34117/bjdv7n6-695>.

OLIVEIRA, L. F. DE; ANGELO, E. A.; BARBOSA, D. S. S. Unidade de ensino potencialmente significativa, com elementos lúdicos, como estratégia de ensino de genética. **Revista Ciências & Ideias**, v. 12, n. 2, p. 159–175, jul. 2021. Disponível em: <https://revistascientificas.ifrj.edu.br/index.php/reci/article/view/1586>. Acesso em: 27 ago. 2023.

PRENSKY, M. **Aprendizagem baseada em jogos digitais**. São Paulo: Senac, 2012.

SANCHES, M. H. B. **Jogos digitais. gamificação**. São Paulo: Senac, 2021.

SANTOS, I. A.; FERRERA, T. S.; WENZEL, J. S. Recursos didáticos tecnológicos como instrumentos auxiliares de aprendizagem para o ensino de química. **Encontro sobre Investigação na Escola**, v. 17, n. 1, 16 dez. 2021. Disponível em: <https://portaleventos.uffs.edu.br/index.php/EIE/article/view/15756>. Acesso: 28 jun. 2022.

SASSERON, L. H. Alfabetização científica, ensino por investigação e argumentação: relações entre ciências da natureza e escola. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências (Belo Horizonte)**, v. 17, p. 49–67, 2015. <https://doi.org/10.1590/1983-2117201517s04>.

SILVA, A.; METTRAU, M.; BARRETO, M. O lúdico no processo de ensino-aprendizagem das ciências. **Revista Brasileira de Estudos Pedagógicos**, v. 88, n. 220, 2007. Disponível em: <http://www.rbep.inep.gov.br/ojs3/index.php/rbep/article/view/1478>. Acesso em: 08 mai. 2022. Doi: <https://doi.org/10.24109/2176-6681.rbep.88i220.733>.

SILVA, J. M.; PIATTI, C. B. Formação e ensino remoto no “novo normal”. **Revelli - Revista de educação, linguagem e literatura**, 2021. <https://doi.org/10.51913/revelli.v13i0.12101>.

SILVA, M. B. E; GEROLIN, E. C.; TRIVELATO, S. L. F. A Importância da Autonomia dos Estudantes para a Ocorrência de Práticas Epistêmicas no Ensino por Investigação. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, p. 905–933, 2018. <https://doi.org/10.28976/1984-2686rbpec2018183905>.

SOLINO, A. P.; FERRAZ, A.T.; SASSERON, L.H. Ensino por investigação como abordagem didática: desenvolvimento de práticas científicas escolares. **XXI Simpósio Nacional de Ensino de Física**, p. 1-6, 2015. Disponível em: <https://www.cecimig.fae.ufmg.br/images/SolinoFerrazeSasseron2015.pdf>. Acesso em: 10 mai 2022.

VALENTE, J. A. A comunicação e a educação baseada no uso das tecnologias digitais de informação e comunicação. **UNIFESO - Humanas e Sociais**, v. 1, n. 01, p. 141–166, 2014. Disponível em: <https://www.unifeso.edu.br/revista/index.php/revistaunifesohumanasesociais/article/view/17>. Acesso em: 22 jun. 2022.

VYGOTSKY, L. S. **Pensamento e linguagem**. São Paulo: Martins Fontes, 1989.

WEYH, A.; BARBOSA CARVALHO, I. G.; DEL VALLE GARNERO, A. Twister Proteico: uma ferramenta lúdica envolvendo a síntese de proteínas. **Revista de Ensino de Bioquímica**, v. 13, n. 1, p. 58, 2 jul. 2015. <http://dx.doi.org/10.16923/reb.v13i1.540>.

ZABALA, A. **A prática educativa: como ensinar**. Porto Alegre: ARTMED, 1998.

APÊNDICE 1

AGRADECIMENTOS

Agradecemos a Capes, Universidade Federal de Mato Grosso e a Secretaria de Educação do Estado de Mato Grosso.

FINANCIAMENTO

A presente pesquisa foi realizada com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) –Código de Financiamento 001.

CONTRIBUIÇÕES DE AUTORIA

Resumo/Abstract/Resumen: Vinícius Sabino de Paula e Daniela Cristina Ferreira

Introdução: Vinícius Sabino de Paula e Daniela Cristina Ferreira

Referencial teórico: Vinícius Sabino de Paula e Daniela Cristina Ferreira

Análise de dados: Vinícius Sabino de Paula e Daniela Cristina Ferreira

Discussão dos resultados: Vinícius Sabino de Paula e Daniela Cristina Ferreira

Conclusão e considerações finais: Vinícius Sabino de Paula e Daniela Cristina Ferreira

Referências: Vinícius Sabino de Paula e Daniela Cristina Ferreira

Revisão do manuscrito: Vinícius Sabino de Paula e Daniela Cristina Ferreira

Aprovação da versão final publicada: Vinícius Sabino de Paula e Daniela Cristina Ferreira

CONFLITOS DE INTERESSE

Os autores declararam não haver nenhum conflito de interesse de ordem pessoal, comercial, acadêmico, político e financeiro referente a este manuscrito.

DISPONIBILIDADE DE DADOS DE PESQUISA

Os dados que fundamentam a pesquisa foram publicados no próprio artigo.

CONSENTIMENTO DE USO DE IMAGEM

As imagens foram autorizadas pelos participantes e seus responsáveis. Os autores tem o documento com os devidos termos de autorizações.

APROVAÇÃO DE COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA

Os autores informam que o projeto de pesquisa foi submetido ao comitê de ética e pesquisa da Universidade Federal de Mato Grosso (CAAE: 44632921.4.0000.8124), o referido comitê fez a apreciação do projeto e o aprovou na data de 15 de junho de 2021, sob o número do parecer consubstanciado 4.783.178.

COMO CITAR – ABNT

PAULA, Vinícius Sabino de. FERREIRA, Daniela Cristina. Jogos pedagógicos como ferramenta para elucidar as propriedades básicas da molécula de DNA. **REAMEC – Rede Amazônica de Educação em Ciências e Matemática**. Cuiabá, v. 11, n. 1, e23051, jan./dez., 2023. <https://doi.org/10.26571/reamec.v11i1.14804>

COMO CITAR – APA

Paula, V.S. & Ferreira D.C. (2023). Jogos pedagógicos como ferramenta para elucidar as propriedades básicas da molécula de DNA. *REAMEC - Rede Amazônica de Educação em Ciências e Matemática*, 11(1), e23051. <https://doi.org/10.26571/reamec.v11i1.14804>

LICENÇA DE USO

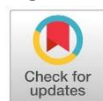
Licenciado sob a Licença Creative Commons [Attribution-NonCommercial 4.0 International \(CC BY-NC 4.0\)](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/). Esta licença permite compartilhar, copiar, redistribuir o manuscrito em qualquer meio ou formato. Além disso, permite adaptar, remixar, transformar e construir sobre o material, desde que seja atribuído o devido crédito de autoria e publicação inicial neste periódico.



DIREITOS AUTORAIS

Os direitos autorais são mantidos pelos autores, os quais concedem à Revista REAMEC – Rede Amazônica de Educação em Ciências e Matemática - os direitos exclusivos de primeira publicação. Os autores não serão remunerados pela publicação de trabalhos neste periódico. Os autores têm autorização para assumir contratos adicionais separadamente, para distribuição não exclusiva da versão do trabalho publicada neste periódico (ex.: publicar em repositório institucional, em site pessoal, publicar uma tradução, ou como capítulo de livro), com reconhecimento de autoria e publicação inicial neste periódico. Os editores da Revista têm o direito de proceder a ajustes textuais e de adequação às normas da publicação.

POLÍTICA DE RETRATAÇÃO - CROSSMARK/CROSSREF



Os autores e os editores assumem a responsabilidade e o compromisso com os termos da Política de Retratação da Revista REAMEC. Esta política é registrada na Crossref com o DOI: <https://doi.org/10.26571/reamec.retratacao>



PUBLISHER

Universidade Federal de Mato Grosso. Programa de Pós-graduação em Educação em Ciências e Matemática (PPGECM) da Rede Amazônica de Educação em Ciências e Matemática (REAMEC). Publicação no [Portal de Periódicos UFMT](#). As ideias expressadas neste artigo são de responsabilidade de seus autores, não representando, necessariamente, a opinião dos editores ou da referida universidade.

EDITOR

Dailson Evangelista Costa  

AVALIADORES

Raquel Soares Casaes Nunes  

Avaliador 2: não autorizou a divulgação do seu nome.

HISTÓRICO

Submetido: 20 de dezembro de 2022.

Aprovado: 22 de junho de 2023.

Publicado: 30 de agosto de 2023.
